



**TUGAS AKHIR - RE 184804**

**ANALISIS DAN PERENCANAAN  
PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR  
TERHADAP PERTUMBUHAN PROYEK  
PEMBANGUNAN APARTEMEN DI ZONA 2  
PDAM KOTA SURABAYA**

**NADIA NAFISA  
032 114 40000 107**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc, Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019**



**TUGAS AKHIR - RE 184804**

**ANALISIS DAN PERENCANAAN  
PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR  
TERHADAP PERTUMBUHAN PROYEK  
PEMBANGUNAN APARTEMEN DI ZONA 2  
PDAM KOTA SURABAYA**

**NADIA NAFISA  
032 114 40000 107**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc, Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019**



FINAL PROJECT – RE 184804

**ANALYSIS AND DEVELOPMENT PLAN OF  
WATER DISTRIBUTION SYSTEM ON THE  
GROWTH OF APARTMENT PROJECTS IN  
ZONE 2 PDAM SURABAYA CITY**

NADIA NAFISA  
032 114 40000 107

Dosen Pembimbing  
Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc, Ph.D.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil, Environmental and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019

## LEMBAR PENGESAHAN

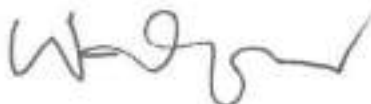
### ANALISIS DAN PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR TERHADAP PERTUMBUHAN PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN DI ZONA 2 PDAM KOTA SURABAYA

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:  
**NADIA NAFISA**  
NRP 03211440000107

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc, Ph.D.  
NIP 19500114197901001



# **ANALISIS DAN PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR TERHADAP PERTUMBUHAN PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN DI ZONA 2 PDAM KOTA SURABAYA**

Nama Mahasiswa : Nadia Nafisa  
NRP : 0321144000107  
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc, Ph.D

## **ABSTRAK**

Pada tahun 2017, di Zona 2 distribusi PDAM Kota Surabaya dengan air yang di-*supply* dari IPAM Ngagel I, Ngagel III dan Karang Pilang III PDAM Kota Surabaya telah mampu melayani 97% penduduk. Sesuai dengan RISPAM Tahun 2014-2035, per tahun 2018 sistem jaringan perpipaan yang ada diharapkan mampu melayani 100%. Permasalahan yang dialami PDAM Kota Surabaya ada pada jumlah penduduk yang terus bertambah dari tahun ke tahun, dibarengi dengan bermunculannya proyek pembangunan apartemen baru. Terdapat sebanyak 41,57% pembangunan apartemen berada di Zona 2 dengan pertumbuhan 15.63% setiap tahunnya. Dibutuhkan analisis untuk mengetahui kondisi sistem distribusi eksisting dan merencanakan pengembangan untuk dapat melayani kebutuhan air penduduk.

Metode yang digunakan dalam perhitungan dan perencanaan sesuai dengan kriteria perencanaan, RTRW Kota Surabaya dan RISPAM Tahun 2014-2035 yang dikeluarkan oleh PDAM Kota Surabaya. Analisis dan permodelan dilakukan menggunakan aplikasi WaterCAD. Hasil analisis menunjukkan bahwa kurangnya aliran air yang sampai ke sambungan rumah pelanggan disebabkan oleh kurangnya tekanan pada sistem dan tingginya unit *headloss* pada pipa. Mengantisipasi hal tersebut, dilakukan program pengembangan untuk jangka waktu sepuluh tahun dan terbagi dalam dua tahap, Tahap I (2018-2022) dan Tahap II (2023-2027). Pengembangan diasumsikan akan didukung dengan *supply* air tambahan dari proyek SPAM Umbulan, pemanfaatan kapasitas *idle* IPAM Karang Pilang III, serta proyek pembangunan reservoir baru Karang Pilang IV pada tahun 2024.

Perencanaan pengembangan meliputi penambahan pipa distribusi secara paralel pada ruas pipa dengan nilai headloss yang tinggi dan pemaksimalan booster pompa yang ada. Rencana anggaran biaya untuk pengembangan PDAM Kota Surabaya sebesar Rp. 18,337,431,999.

**Kata kunci** : Distribusi Air, PDAM Kota Surabaya, Pertumbuhan apartemen, WaterCAD, Zona 2.

# **ANALYSIS AND DEVELOPMENT PLANNING OF WATER DISTRIBUTION SYSTEMS ON THE GROWTH OF APARTMENT PROJECTS IN ZONE 2 OF PDAM KOTA SURABAYA**

Name : Nadia Nafisa  
NRP : 0321144000107  
Supervisor : Prof. Ir. Wahyono Hadi, M Sc, Ph.D.

## **ABSTRACT**

In 2017, the Zone 2 of PDAM Kota Surabaya with water supplied from IPAM Ngagel I, Ngagel III and Karang Pilang III PDAM Kota Surabaya has been able to serve 97% of the population. In accordance with RISPAM for 2014-2035, as of 2018 the existing pipeline network system is expected to be able to serve 100%. The problems experienced by PDAM Kota Surabaya are in the number of population which continues to increase from year to year, accompanied by the emergence of new apartment construction projects. As many as 41.57% of apartment construction is in Zone 2 with a growth of 15.63% annually. Analysis is needed to determine the condition of the existing distribution system and plan development to be able to service the water needs of the population.

The method used in the calculation and planning is in accordance with the planning criteria, Surabaya City RTRW and 2014-2035 RISPAM issued by PDAM Kota Surabaya. Analysis and modeling is done using the WaterCAD application. The results of the analysis show that the lack of water flow that reaches the customer's home connection is caused by the lack of pressure on the system and the high headloss unit on the pipe. Anticipating this, a development program was carried out for a period of ten years and was divided into two stages, Stage I (2018-2022) dan Stage II (2023-2027). Development is assumed to be supported by additional water supply from the Umbulan SPAM project, utilization of the IPAM Karang Pilang III idle capacity, and the new Karang Pilang IV reservoir development project in 2024.

Development planning involves adding a distribution pipe in parallel to the pipe section with a high headloss value and

maximizing the existing pump booster. The budget plan for the development of PDAM Kota Surabaya is Rp. 18,337,431,999.

**Keyword(s)** : Apartment project growth, PDAM Surabaya City, WaterCAD, Water Distribution, Zone 2.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan pada Allah SWT karena atas Rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Analisis dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya”. Atas bimbingan dan pengarahan yang telah diberikan hingga terselesaikan laporan tugas akhir ini, saya menyampaikan terima kasih kepada

1. Bapak Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, bimbingan dan ilmu yang diberikan.
2. Bapak Welly Herumurti S.T, M.Sc, Bapak Alfian Purnomo S.T, M.T, dan Ibu Ipung Fitri Purwanti S.T., M.T., selaku dosen penguji tugas akhir, terima kasih atas saran serta bimbingannya.
3. Bapak Welly Herumurti S.T, M.Sc selaku koordinator TA atas bimbingannya dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Kepala Bidang Sistem Distribusi, PPJSR, serta Pengembangan dan Standarisasi PDAM Surya Sembada Kota Surabaya atas kerja sama dan bimbingannya.
5. Ayah, mama, seluruh keluarga dan sahabat terdekat saya yang selalu setiap memberikan dukungan moril dan doa demi kelancaran tugas akhir saya.
6. Teman-teman angkatan 2014 yang selalu memberikan semangat dan berusaha membantu semampu yang mereka bisa.

Saya menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu saya menerima saya agar penulisan laporan tugas akhir ini menjadi lebih baik. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, 03 Januari 2019

Penulis

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR ISI

|   |       |
|---|-------|
| ABSTRAK.....                                  | i     |
| ABSTRACT .....                                | iii   |
| KATA PENGANTAR.....                           | v     |
| DAFTAR ISI.....                               | vii   |
| DAFTAR TABEL.....                             | xi    |
| DAFTAR GAMBAR.....                            | xv    |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                          | xvii  |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                       | xviii |
| 1.1 Latar Belakang .....                      | 1     |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                      | 2     |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                    | 3     |
| 1.4 Ruang Lingkup .....                       | 3     |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                  | 4     |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....                  | 5     |
| 2.1 Gedung Apartemen High-rise.....           | 5     |
| 2.2 Proyeksi Penduduk dan Fasilitas Umum..... | 6     |
| 2.2.1 Metode Proyeksi Penduduk .....          | 6     |
| 2.2.2 Pemilihan Metode Proyeksi Penduduk..... | 7     |
| 2.2.3 Proyeksi Fasilitas.....                 | 8     |
| 2.3 Kebutuhan Air.....                        | 8     |
| 2.3.1 Kebutuhan Air Rata-rata.....            | 8     |
| 2.3.2 Fluktuasi Kebutuhan Air .....           | 9     |
| 2.3.3 Kriteria Penyediaan Kebutuhan Air ..... | 10    |
| 2.4 Sistem Pengaliran dalam Distribusi.....   | 11    |
| 2.5 Sistem Jaringan Induk Distribusi .....    | 12    |
| 2.5.1 Sistem Cabang atau Branch .....         | 12    |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.5.2 Sistem Melingkar atau Loop .....            | 13        |
| 2.6 Kecepatan Aliran .....                        | 13        |
| 2.7 Kehilangan Tekan.....                         | 14        |
| 2.8 Sisa Tekan.....                               | 14        |
| 2.9 Dimensi Pipa Distribusi.....                  | 15        |
| 2.9.1 Perhitungan Manual.....                     | 15        |
| 2.9.2 Perhitungan Program Komputer WaterCAD ..... | 15        |
| 2.10 Perlengkapan Jaringan Distribusi.....        | 17        |
| 2.10.1 Bangunan Penunjang .....                   | 17        |
| 2.10.2 Jenis Pipa .....                           | 19        |
| 2.10.3 Aksesoris Pipa .....                       | 20        |
| <b>BAB 3 GAMBARAN LOKASI STUDI .....</b>          | <b>23</b> |
| 3.1 Wilayah Perencanaan.....                      | 23        |
| 3.1.1 Letak Geografis dan Administratif .....     | 23        |
| 3.1.2 Topografi.....                              | 23        |
| 3.1.3 Gedung Apartemen .....                      | 24        |
| 3.1.4 Kependudukan.....                           | 29        |
| 3.2 Kondisi SPAM Wilayah Perencanaan .....        | 29        |
| 3.2.1 Unit Air Baku.....                          | 30        |
| 3.2.2 Unit Produksi .....                         | 30        |
| 3.2.3 Unit Distribusi.....                        | 30        |
| 3.2.4 Unit Pelayanan .....                        | 34        |
| <b>BAB 4 METODE PERENCANAAN.....</b>              | <b>35</b> |
| 4.1 Umum .....                                    | 35        |
| 4.2 Kerangka Pelaksanaan .....                    | 35        |
| 4.3 Uraian Tahapan Kegiatan.....                  | 37        |
| 4.3.1 Ide Tugas Akhir.....                        | 37        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.3.2 Perijinan .....  | 38        |
| 4.3.3 Studi Literatur .....  | 39        |
| 4.3.4 Pengumpulan Data .....   | 39        |
| 4.3.5 Kategorisasi Data .....  | 42        |
| 4.3.6 Pengolahan Data .....  | 42        |
| 4.3.7 Permodelan Kondisi Eksisting Sistem Distribusi .....                           | 44        |
| 4.3.8 Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi .....                               | 44        |
| 4.3.9 Penyusunan Laporan .....   | 44        |
| <b>BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>  | <b>47</b> |
| 5.1 Analisis Kondisi Eksisting Sistem Distribusi .....                               | 47        |
| 5.1.1 Tingkat Pelayanan .....  | 47        |
| 5.1.2 Unit Pelayanan .....   | 48        |
| 5.1.3 Analisis Kebutuhan Air .....   | 50        |
| 5.1.4 Kehilangan Air .....   | 53        |
| 5.1.5 Analisis Kapasitas Produksi .....  | 57        |
| 5.1.6 Analisis Sistem Distribusi Eksisting Menggunakan<br>WaterCAD .....             | 58        |
| 5.2 Rencana Pengembangan Jaringan Distribusi .....                                   | 63        |
| 5.2.1 Proyeksi Pembangunan Apartemen .....   | 64        |
| 5.2.2 Proyeksi Penduduk .....  | 77        |
| 5.2.3 Korelasi Antara Pertumbuhan Penduduk Dan<br>Pembangunan Gedung Apartemen ..... | 81        |
| 5.2.4 Proyeksi Kebutuhan Air .....   | 82        |
| 5.2.5 Kebutuhan Air Total Tiap Subzona .....   | 85        |
| 5.2.6 Analisis Pengembangan Jaringan Menggunakan<br>WaterCAD .....                   | 90        |
| 5.2.7 Analisis Kapasitas Debit dan Kebutuhan Unit .....                              | 111       |
| 5.2.8 Detail Junction .....  | 112       |

|                     |   |     |
|---------------------|---|-----|
| 5.3                 | Bill Of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pengembangan Sistem Distribusi..... | 113 |
| 5.3.1               | BOQ dan RAB Perpipaan .....   | 114 |
| A.                  | BOQ Pengadaan Pipa .....  | 114 |
| B.                  | BOQ Pengadaan Asesoris Pipa .....   | 114 |
| C.                  | BOQ Pekerjaan Penanaman Pipa .....  | 115 |
| D.                  | Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pipa.....   | 117 |
| E.                  | RAB Perpipaan .....   | 118 |
| 5.3.2               | BOQ dan RAB Perpipaan .....   | 120 |
| BAB 6               | KESIMPULAN DAN SARAN .....  | 121 |
| 6.1                 | Kesimpulan .....  | 121 |
| 6.2                 | Saran .....   | 121 |
| DAFTAR PUSTAKA..... |   | 123 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Kebutuhan Air Kategori Kota.....   | 10 |
| Tabel 2. 2 Koefisien Hazen-William sesuai Bahan Pipa .....                              | 14 |
| Tabel 2. 3 Perbandingan Pipa PVC dan Pipa HDPE .....                                    | 19 |
| Tabel 3. 1 Data Jumlah Penduduk per Kecamatan .....                                     | 29 |
| Tabel 3. 2 Instalasi Pengolahan Air Minum di Kota Surabaya ....                         | 30 |
| Tabel 3. 3 Lokasi dan Kapasitas Reservoir.....  | 32 |
| Tabel 3. 4 Sistem Pengaliran Air dan Operasional Pompa.....                             | 33 |
| Tabel 3. 5 Panjang dan Kapasitas Pipa Distribusi .....                                  | 33 |
| Tabel 3. 6 Pembagian Zonasi Pelayanan dan SR Tiap Zona .....                            | 34 |
| Tabel 5. 1 Tingkat Pelayanan PDAM Kota Surabaya .....                                   | 48 |
| Tabel 5. 2 Jumlah Pelanggan (SR) Tiap Subzona Di Zona 2 .....                           | 48 |
| Tabel 5. 3 Pemakaian Air Per Kategori Pelanggan pada 2014...                            | 50 |
| Tabel 5. 4 Tingkat Konsumsi Air Pelanggan PDAM Tahun 2014                               | 51 |
| Tabel 5. 5 Tabel Kebutuhan Air Total Eksisting Tiap Subzona...                          | 52 |
| Tabel 5. 6 Nilai %Kehilangan Air Pada Sistem Distribusi .....                           | 55 |
| Tabel 5. 7 Tabel Kebutuhan Air Rata-rata dan Jam Puncak<br>Eksisting Tiap Subzona ..... | 55 |
| Tabel 5. 8 Debit Produksi Yang Mengalir Ke Dalam Zona 2.....                            | 57 |
| Tabel 5. 9 Hasil Analisis Junction Eksisting .....                                      | 60 |
| Tabel 5. 10 Data Jumlah Unit Apartemen Di Kota Surabaya.....                            | 64 |
| Tabel 5. 11 Koefisien Korelasi Pertumbuhan Apartemen Metode<br>Aritmatik .....          | 66 |
| Tabel 5. 12 Koefisien Korelasi Pertumbuhan Apartemen Metode<br>Geometri .....           | 66 |

|  |      |
|--|------|
| Tabel 5. 13 Koefisien Korelasi Pertumbuhan Apartemen Metode<br><i>Least Square</i> .....                     | 67   |
| Tabel 5. 14 Rasio Pertumbuhan Apartemen .....  | 68   |
| Tabel 5. 15 Jumlah Unit Apartemen Eksisting Dan Hasil Proyeksi<br>Di Kota Surabaya .....                     | 69   |
| Tabel 5. 16 Data Lokasi Pembangunan Apartemen Di Zona 2...70   |      |
| Tabel 5. 17 Prakiraan Jumlah Tower Apartemen.....  | 72   |
| Tabel 5. 18 Daftar Nama Proyek Beserta Titik Masuk <i>Demand Air</i><br>Tiap Proyek .....                    | 73   |
| Tabel 5. 19 Jumlah SR Tiap Subzona Di Zona 2 .....   | 77   |
| Tabel 5. 20 Koefisien Korelasi Pertumbuhan SR Metode Aritmatik<br>.....                                      | 78   |
| Tabel 5. 21 Koefisien Korelasi Pertumbuhan SR Metode<br>Geometrik.....                                       | 79   |
| Tabel 5. 22 Koefisien Korelasi Pertumbuhan SR Metode Least<br>Square.....                                    | 79   |
| Tabel 5. 23 Rasio Pertumbuhan Penduduk Subzona 201 .....   | 80   |
| Tabel 5. 24 Presentase Pertumbuhan Jumlah Unit Apartemen<br>Rata-rata Terhadap Jumlah Penduduk Di Zona 2 ... | 81   |
| Tabel 5. 25 Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari.....   | 84   |
| Tabel 5. 26 Proyeksi Kebutuhan Air Apartemen .....   | 85   |
| Tabel 5.27 Kebutuhan Air Total Tiap Subzona untuk<br>Pengembangan.....                                       | 85   |
| Tabel 5. 28 Hasil Analisis Junction Tahap I .....  | 96   |
| Tabel 5. 29 Hasil Analisis Pipa Paralel Tahap I .....  | 100  |
| Tabel 5. 30 Hasil Analisis <i>Junction</i> Tahap II .....  | 1027 |



|  |     |
|--|-----|
| Tabel 5. 31 Hasil Analisis Pipa Paralel Tahap II .....                           | 110 |
| Tabel 5. 32 Perbandingan Kapasitas Sumber dan Debit<br>Kebutuhan Reservoir ..... | 112 |
| Tabel 5. 33 Perhitungan Diameter Pipa Tapping .....                              | 113 |
| Tabel 5. 34 BOQ Kebutuhan Pipa Pengembangan .....                                | 114 |
| Tabel 5. 35 BOQ Asesoris Pipa Pengembangan .....                                 | 115 |
| Tabel 5. 36 Penanaman Pipa per Meter Lari .....                                  | 117 |
| Tabel 5. 37 Rekapitulasi Harga Pekerjaan Perpipaan .....                         | 118 |
| Tabel 5. 38 RAB Pengadaan Pipa .....   | 118 |
| Tabel 5. 39 RAB Pekerjaan Pipa.....  | 119 |
| Tabel 5. 40 RAB Asesoris Pipa .....  | 119 |
| Tabel 5. 41 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya.....                             | 120 |

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR GAMBAR

|  |     |
|--|-----|
| Gambar 3. 1 Diagram Pertumbuhan Pembangunan (A) dan Sasaran Penjualan (B) Gedung High-rise Jenis Apartemen ..... | 25  |
| Gambar 3. 2 Peta Pembagian Zona dan Sub-zona PDAM Kota Surabaya .....  | 26  |
| Gambar 3. 3 Peta Pembangunan Lahan Eksisting Kota Surabaya .....   | 27  |
| Gambar 3. 4 Peta Rencana Struktur Ruang Wilayah Kota Surabaya .....  | 28  |
| Gambar 3. 5 Jaringan Pipa Primer dan Sekunder PDAM Kota Surabaya .....   | 31  |
| Gambar 4. 1 Diagram Kerangka Perencanaan .....   | 37  |
| Gambar 5. 1 Model Jaringan Distribusi WaterCAD .....   | 59  |
| Gambar 5. 2 Plotting Pembangunan Apartemen Di Zona 2 Terhadap Peta RTRW .....                                    | 75  |
| Gambar 5. 3 Peta Prakiraan Persebaran Lokasi Apartemen Di Zona 2 .....   | 76  |
| Gambar 5. 4 Analisis Jaringan Perpipaan Sebelum Pengembangan Tahap I .....                                       | 91  |
| Gambar 5. 5 Analisis Pressure Sebelum Pengembangan Tahap I .....   | 912 |
| Gambar 5. 6A Penambahan Pipa Paralel 1 .....   | 97  |
| Gambar 5. 6B Penambahan Pipa Paralel 2 .....   | 97  |
| Gambar 5. 6C Penambahan Pipa Paralel 3 .....   | 97  |

|  |     |
|--|-----|
| Gambar 5. 6D Penambahan Pipa Paralel 4 .....                                   | 98  |
| Gambar 5. 6E Penambahan Pipa Paralel 5 dan Paralel 6 .....                     | 98  |
| Gambar 5. 6F Penambahan Pipa Paralel 7 .....                                   | 98  |
| Gambar 5. 6G Penambahan Pipa Paralel 8 .....                                   | 99  |
| Gambar 5. 6H Penambahan Pipa Paralel 9 .....                                   | 99  |
| Gambar 5. 6I Penambahan Pipa Paralel 10 .....                                  | 99  |
| Gambar 5. 6J Penambahan Pipa Paralel 11 .....                                  | 97  |
| Gambar 5. 6K Penambahan Pipa Paralel 12 .....                                  | 97  |
| Gambar 5. 7 Analisis Jaringan Perpipaan Sebelum Tahap II ...                   | 102 |
| Gambar 5. 8 Analisis Pressure Sebelum Tahap I .....                            | 102 |
| Gambar 5. 9A Penambahan Pipa Paralel 13 .....                                  | 108 |
| Gambar 5. 9B Penambahan Pipa Paralel 14 .....                                  | 108 |
| Gambar 5. 9C Penambahan Pipa Paralel 15 .....                                  | 108 |
| Gambar 5. 9D Penambahan Pipa Paralel 16 .....                                  | 109 |
| Gambar 5. 9E Penambahan Pipa Paralel 17 .....                                  | 109 |
| Gambar 5. 9F Penambahan Pipa Paralel 18 .....                                  | 109 |
| Gambar 5. 9G Penambahan Pipa Paralel 19 .....                                  | 110 |
| Gambar 5. 9H Penambahan Pipa Paralel 20 .....                                  | 110 |
| Gambar 5. 9I Penambahan Pipa Paralel 21 dan Paralel 22 .....                   | 110 |
| Gambar 5. 10 Tipikal Penanaman Pipa .....                                      | 119 |
| Gambar 5. 11 Skema, Lebar (W) dan Kedalaman (H) Galian<br>Penanaman Pipa ..... | 120 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |     |
|---|-----|
| Lampiran A: Data Proyeksi Penduduk dan Jumlah Gedung<br>Apartemen .....                   | 125 |
| Lampiran B: Data Proyeksi Kebutuhan Air .....   | 133 |
| Lampiran C: Detail Analisis Harga Pekerjaan Pipa dan Harga<br>Satuan Upah dan Bahan ..... | 165 |
| Lampiran D: Detail Junction dan Bangunan Penunjang Sistem<br>Distribusi.....              | 181 |

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Surabaya merupakan ibu kota dari provinsi Jawa Timur yang kini menjadi kota metropolitan terbesar ke-2 di Indonesia dengan luas wilayah 350,54 km<sup>2</sup> dan jumlah penduduk total mencapai 3.199.487 jiwa, sesuai hasil sensus nasional per-tahun 2015. Hal ini yang mendasari Kota Surabaya menjadi hub pusat segala aktivitas ekonomi, bisnis, perdagangan, industri dan pendidikan bagi daerah 'Gerbangkartosusila' dan daerah lain yang berada di sekitarnya. Sebagai ibukota provinsi, Surabaya juga merupakan rumah bagi banyak kantor dan pusat bisnis. Perekonomian Surabaya dipengaruhi oleh pertumbuhan baru dalam industri asing dan banyak segmen industri lain yang terus berkembang, terutama dalam hal properti. Properti berupa gedung-gedung high-rise 'pencakar langit' seperti apartemen, hotel, perkantoran dan pusat perbelanjaan akan terus terbangun setiap tahunnya. Menurut data hasil survey PT Colliers International (2017), dalam jangka 2018-2021, akan terbangun masing-masing 33.535 unit apartemen 'strata-title' baru, 2.035 unit hotel baru per-2018, tambahan 125.000 m<sup>2</sup> ruang perkantoran, serta empat gedung mall baru berisi 103.000 toko retail baru pada akhir tahun survey. Tingkat okupansi properti tersebut juga tergolong tinggi dengan masing-masing 57,8% untuk apartemen, 51,1% untuk hotel, 75,7% untuk gedung perkantoran dan 78,4% untuk pusat perbelanjaan per-akhir tahun 2017.

Surabaya Timur merupakan salah satu dari lima pembagian wilayah di Kota Surabaya yang menjadi target pihak swasta dalam mengembangkan usaha properti, khususnya pembangunan apartemen dan pusat perbelanjaan. Pembangunan apartemen di wilayah ini memiliki porsi terbesar, sebesar 46%, dibandingkan dengan empat wilayah lainnya. Hal ini dikarenakan banyaknya universitas dan institusi pendidikan yang ada di sekitar Surabaya Timur serta berkembangnya infrastruktur kota yang memadai seperti proyek *Middle East Ring Road* (MERR), Jalur Lingkar Luar Timur (JLLT), Jalur Lingkar Luar Barat (JLLB) dan lainnya yang memudahkan akses, cenderung menarik investor untuk terus melakukan pembangunan. Sasaran target lebih di

utamakan para mahasiswa dan pembeli rumah pertama kali (*first-time home buyer*) dengan kemampuan menengah-kebawah.

Banyak jumlah gedung apartemen jenis high-rise yang sudah, sedang, atau direncanakan pembangunannya, menyumbang peningkatan jumlah penduduk yang besar dan cenderung tidak terprediksi bagi wilayah Surabaya Timur. Jumlah penduduk yang meningkat akan menyebabkan terus bertambahnya jumlah demand air bersih untuk kegiatan mereka sehari-hari. Dalam Rencana Induk SPAM (RISPAM) PDAM Kota Surabaya mulai tahun 2018 ditargetkan mampu memberikan pelayanan air bersih 100 % untuk seluruh Kota Surabaya, termasuk wilayah Surabaya Timur. Namun, melihat maraknya pembangunan properti berjenis apartemen dengan kapasitas penghuni yang tinggi, dikhawatirkan sistem SPAM eksisting sudah tidak mampu melayani kebutuhan pada akhir tahun perencanaan, sesuai yang diprediksi dalam RISPAM tahun 2014-2035. Dibutuhkan pendataan pertumbuhan pembangunan apartemen di lapangan perencanaan sehingga data teknis termasuk jumlah unit yang ingin dibangun, kapasitas penghuni, tahun operasi dan fasilitas. Data ini dapat menjadi acuan dalam memprediksi kebutuhan air bersih total dan analisa dalam menilai kesiapan PDAM mengantisipasi peningkatan kebutuhan air dalam periode perencanaan 10 tahun kedepan. Hasil analisa dilanjutkan dengan perencanaan pengembangan sistem distribusi air bersih untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat.

Upaya analisis dan pengembangan sistem distribusi air minum PDAM Kota Surabaya terhadap pertumbuhan pembangunan apartemen pada subzona di Zona 2 ini diharapkan mampu membantu memberikan sumbangan pemikiran dalam rangka peningkatan layanan air bersih khususnya di wilayah pelayanan Zona 2 PDAM Kota Surabaya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari latar belakang yang ada adalah:

1. Bagaimana pertumbuhan kebutuhan air total yang disebabkan oleh kemunculan proyek apartemen di Zona 2?



2. Bagaimana kemampuan PDAM dalam mengantisipasi bertambahnya kebutuhan air bersih terkait kemunculan proyek apartemen di Zona 2?
3. Bagaimana cara memenuhi kebutuhan air bersih wilayah perencanaan sesuai periode perencanaan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari perencanaan tersebut adalah:

1. Mendata dan menganalisis tingkat pertumbuhan pembangunan gedung apartemen sesuai periode perencanaan pengembangan di Zona 2
2. Menghitung dan memprediksi jumlah peningkatan kebutuhan air bersih total yang disebabkan oleh pertumbuhan pembangunan gedung apartemen di Zona 2
3. Merencanakan pengembangan sistem distribusi dari sistem eksisting mengacu pada kebutuhan air total di Zona 2.

### **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dari analisis dan pengembangan sistem distribusi air minum di wilayah Surabaya Timur adalah sebagai berikut:

- a. Wilayah perencanaan dibatasi pada subzona yang ada di dalam Zona 2
- b. Jangka waktu perencanaan adalah hingga tahun 2027 (10 tahun) disesuaikan dengan RTRW dan RISPAM dilakukan dengan tahap 5 tahunan; Tahap I: 2018-2022 dan Tahap II: 2023-2027
- c. Data yang digunakan dalam perencanaan adalah data primer dan sekunder
- d. Aspek yang akan ditinjau meliputi aspek Teknik dan aspek finansial.
  - Aspek teknis perencanaan meliputi:
    - Prediksi kebutuhan air total termasuk dari gedung apartemen yang akan dibangun pada periode perencanaan
    - Kapasitas produksi
    - Jaringan sistem distribusi air bersih eksisting (jaringan pipa, interkoneksi, debit, kecepatan, tekanan, dimensi)

- Sistem pengaliran (pompa/gravitasi/kombinasi)
- Perhitungan dimensi pipa primer dan sekunder
- Aspek finansial meliputi:
  - Perencanaan berupa Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) meliputi seluruh kegiatan pengembangan dan modifikasi jaringan distribusi Tahap I dan Tahap II, termasuk kebutuhan pipa, aksesoris dan perhitungan harga pekerjaan perpipaan.
- e. Model jaringan distribusi dibuat dengan menggunakan software WaterCAD pada sistem distribusi primer
- f. Output yang dihasilkan berupa gambar jaringan distribusi pipa primer dan sekunder, serta bangunan penunjang sistem distribusi

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menyediakan hasil analisa data dan prediksi jumlah peningkatan kebutuhan air bersih total yang disebabkan oleh pertumbuhan pembangunan gedung apartemen di Zona 2 sesuai periode perencanaan
2. Memberikan alternatif dalam perencanaan pengembangan sistem jaringan distribusi air minum di masa yang akan datang kepada PDAM Kota Surabaya
3. Memberikan prakiraan rencana anggaran biaya untuk pengembangan sistem distribusi air minum PDAM Kota Surabaya.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gedung Apartemen High-rise**

Definisi gedung jenis high-rise (high-rise building) secara general adalah sebuah struktur tertutup yang mempunyai dinding, lantai, atap dan biasanya jendela. Jenis gedung ini memiliki nama lain yaitu *tower blocks* di Britania dan beberapa negara Eropa. Pada dasarnya gedung tinggi berlapis-lapis ini dapat didefinisikan sebagai gedung dengan tinggi sama dengan, atau di atas 7 lantai yang dibangun untuk berbagai tujuan (Hall Jr., 2005). Dalam angka pasti, ditetapkan dalam range –antara 75 kaki ( $\pm 23$  meter) dan 100 kaki ( $\pm 30$  meter), atau sekitar 7 – 10 lantai bangunan tergantung jarak tiap lantainya (Kenoke, 2006).

Sedangkan definisi gedung high-rise secara nasional diambil sesuai klasifikasi bangunan gedung berdasarkan ketinggian yang ada pada Permen PU No. 24 tahun 2007, yaitu bangunan gedung bertingkat tinggi yang memiliki jumlah lantai lebih dari 8 (delapan) lantai. Gedung yang didata dan dianalisis adalah gedung yang memiliki Izin Mendirikan Bangunan (IMB) “gedung tidak sederhana” sesuai Peraturan Walikota Surabaya No. 13 Tahun 2018 tentang Pedoman Teknis Pelayanan Izin Mendirikan Bangunan. Gedung tidak sederhana tersebut, meliputi: 1) bangunan dengan guna rumah tinggal dengan luas bangunan di atas 500 m<sup>2</sup> per lantai; 2) bangunan dengan guna rumah tinggal yang dibangun oleh pengembang; 3) bangunan dengan guna usaha mikro, kecil dan menengah; dan 4) bangunan dengan guna non rumah tinggal yang dibangun oleh pengembang. Jadi, jenis gedung high-rise yang didata dalam tugas akhir ini dibatasi pada gedung peruntukkan apartemen, pusat perbelanjaan, perkantoran, atau mixed-use dengan tinggi lebih dari 8 (delapan) lantai.

Fenomena bermunculannya gedung high-rise di segala penjuru dunia memiliki alasan yang beragam. Pertama, populasi yang meledak. Sebagian besar perkotaan menciptakan peningkatan permintaan untuk gedung-gedung tinggi. Populasi yang terus meningkat dan pertumbuhan ekonomi di kota-kota besar dunia berarti meningkatnya urbanisasi secara global dan terus meningkatnya kepadatan penduduk di daerah perkotaan. Areal yang bisa ditanami terus-menerus dimakan oleh urban yang

menyebar hingga memanfaatkan lahan pinggiran kota. Bangunan tinggi dapat menampung lebih banyak orang, dibandingkan dengan daya tampung bangunan lebih kecil di tanah yang sama. Sebuah gedung tinggi sebenarnya merupakan transformasi vertikal dari ekspansi horizontal. Kedua, prospek bepergian untuk waktu yang lama, dari dan ke tempat kerja, merugikan kesejahteraan sosial para komuter dan menghasilkan kerugian bahan bakar dan produktivitas. Clustering bangunan tinggi ke atas pada daerah padat penduduk, faktanya merupakan peluang untuk menciptakan ruang terbuka seperti taman bermain, plaza, taman, dan ruang komunitas lainnya dengan membebaskan ruang di permukaan tanah. Peningkatan ranah publik telah menjadi kebutuhan yang disediakan oleh otoritas perencanaan di kota-kota besar (Beedle, 2007).

## **2.2 Proyeksi Penduduk dan Fasilitas Umum**

Proyeksi penduduk diperlukan untuk kepentingan dan perencanaan serta analisis penyediaan air bersih. Kebutuhan air bersih semakin lama semakin meningkat sesuai dengan semakin berkembangnya jumlah penduduk di masa yang akan datang. Perencanaan sistem distribusi air minum memerlukan suatu proyeksi penduduk. Data penduduk di masa lampau sangat penting untuk menentukan proyeksi penduduk pada masa yang akan datang. Jadi pada dasarnya proyeksi penduduk pada masa yang akan datang sangat bergantung pada data penduduk saat sekarang maupun masa lampau. Proyeksi fasilitas juga mengikuti perkembangan penduduk, namun terdapat faktor lain yang memengaruhi penambahan jumlah fasilitas umum (Kalensun, 2016).

### **2.2.1 Metode Proyeksi Penduduk**

Terdapat tiga metode yang sering digunakan untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk. Metode yang dimaksud adalah metode aritmatik, metode geometrik dan metode Least Square. Penjelasan untuk masing – masing metode adalah sebagai berikut:

a. Metode Aritmatik

Metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang selalu naik secara konstan, dan dalam kurun waktu yang pendek. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o + r(dn) \quad 2.1$$

Keterangan:

- P<sub>n</sub> = jumlah penduduk pada akhir tahun periode
- P<sub>o</sub> = jumlah penduduk pada awal proyeksi
- r = rata-rata pertambahan penduduk per tahun
- dn = kurun waktu proyeksi

b. Metode Geometrik

Metode ini tidak memperhatikan adanya suatu saat terjadi perkembangan menurun dan kemudian mantap, disebabkan kepadatan penduduk mendekati maksimum. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o + (1 + r)^{dn} \quad 2.2$$

Keterangan:

- P<sub>n</sub> = jumlah penduduk tahun n
- P<sub>o</sub> = jumlah penduduk mula-mula
- r = rata-rata prosentase pertambahan penduduk per tahun
- dn = kurun waktu proyeksi

c. Metode Least Square

Metode ini digunakan untuk garis regresi linier yang berarti bahwa data perkembangan penduduk masa lalu menggambarkan kecenderungan garis linier, meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Jumlah data yang digunakan dalam persamaan jumlahnya harus ganjil. Rumusnya adalah:

$$P_n = a + (bt) \quad 2.3$$

Keterangan:

- t = tambahan tahun terhitung dari tahun dasar
- a =  $\frac{(\sum p)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum p.t)}{(n\sum t^2) - (\sum t)^2}$
- b =  $\frac{(n\sum p.t) - (\sum t)(\sum p)}{(n\sum t^2) - (\sum t)^2}$

### 2.2.2 Pemilihan Metode Proyeksi Penduduk

Penentuan metode proyeksi penduduk dilakukan dengan mencari nilai koefisien korelasi (r) untuk tiap – tiap metode. Untuk metode yang mempunyai nilai koefisien korelasi yang mendekati

nilai satu, sesuai atau tidaknya analisa yang akan dipilih ditentukan dengan menggunakan nilai koefisien korelasi yang berkisar antara 0 – 1 maka metode itulah yang dipakai untuk memproyeksikan penduduk. Persamaan yang dipakai adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\{n(\sum y) - (\sum y)\} \cdot \{(n \sum x) - (\sum x)\}^{1/2}} \quad 2.4$$

Keterangan:

- r = koefisien korelasi
- x = nomor data
- y = data penduduk per tahun
- n = jumlah data

### 2.2.3 Proyeksi Fasilitas

Jumlah serta jenis fasilitas yang ada pada daerah pelayanan menentukan besarnya kebutuhan air non domestik. Adanya penambahan penduduk akan menyebabkan pertumbuhan fasilitas. Perlu diketahui bahwa jumlah fasilitas yang sudah ada tidak dapat diproyeksikan. Namun jumlah fasilitas yang ada tersebut dapat diperkirakan untuk tahun yang akan datang. Sehingga tidak ada data proyeksi fasilitas, namun yang ada adalah perkiraan jumlah fasilitas pada tahun yang akan datang. Selain penambahan penduduk, penambahan fasilitas juga dipengaruhi oleh jenis fasilitas, perluasan fasilitas yang ada, dan perkembangan sosial ekonomi.

## 2.3 Kebutuhan Air

Kebutuhan air merupakan jumlah air yang diperlukan oleh suatu unit konsumsi. Analisis kebutuhan air bersih untuk masa mendatang menggunakan standar – standar perhitungan yang telah ditetapkan. Kebutuhan air untuk fasilitas – fasilitas sosial ekonomi harus dibedakan sesuai peraturan PDAM dan memperhatikan kapasitas produksi sumber yang ada, tingkat kebocoran dan pelayanan. Faktor utama dalam analisis kebutuhan air adalah jumlah penduduk pada daerah studi. (Kalensun, 2016).

### 2.3.1 Kebutuhan Air Rata-rata

Kebutuhan air rata – rata terdiri atas kebutuhan domestik, kebutuhan non domestik serta kehilangan air. Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kegiatan

sehari-hari atau rumah tangga. Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air yang terdiri atas kebutuhan institusional, kebutuhan komersial dan industri serta kebutuhan fasilitas umum. Kehilangan air adalah jumlah air yang hilang akibat pemasangan sambungan yang tidak tepat, kebocoran dan penyambungan liar (Kalensun, 2016). Rumus kebutuhan air rata – rata adalah sebagai berikut:

$$Q_r = Q_d + Q_n + Q_a \quad 2.5$$

Keterangan:

- Q<sub>r</sub> = kebutuhan air rata – rata (L/s)
- Q<sub>d</sub> = kebutuhan air domestik (L/s)
- Q<sub>n</sub> = kebutuhan air non domestik (L/s)
- Q<sub>a</sub> = kehilangan air (L/s)

### 2.3.2 Fluktuasi Kebutuhan Air

Kebutuhan air (*water requirement*) merupakan jumlah air yang diperlukan bagi kebutuhan dasar/unit konsumsi (*water demand*) dan kehilangan air serta (pertimbangan bagi) kebutuhan air pemadam kebakaran. Kebutuhan dasar berfluktuasi dari waktu ke waktu dengan skala jam, hari, minggu dan bulan dalam satu kurun waktu 1 tahun (untuk tinjauan 1 tahun). Hal ini mengarahkan perlunya tolak pengukuran penyediaan air bersih yang didasarkan pada kondisi maksimum (Mangkoedihardjo, 1985).

Pola fluktuasi penggunaan air pada jangka waktu tertentu dapat dibedakan menjadi:

- a. Kebutuhan Harian Rata-Rata, merupakan rata-rata pemakaian air dalam satu hari baik untuk kebutuhan domestik maupun non domestik. Di mana besarnya pemakaian air harian rata-rata ini diperoleh dari jumlah pemakaian air bersih selama satu tahun dibagi jumlah hari dalam satu tahun.
- b. Kebutuhan Hari Maksimum, merupakan kebutuhan air dalam satu hari yang terbesar dalam waktu kurun waktu satu tahun. Besarnya faktor hari maksimum ini dapat diperoleh dengan membandingkan antara kebutuhan hari maksimum dengan kebutuhan harian rata-rata. Faktor hari maksimum (F<sub>hm</sub>) umumnya berkisar antara 1,1 – 1,3.
- c. Kebutuhan Jam Puncak, merupakan kebutuhan air dalam satu jam yang terbesar dalam kurun waktu satu hari. Besarnya faktor jam puncak ini dapat diperoleh dengan

membandingkan antara kebutuhan jam puncak dengan kebutuhan harian rata-rata. Faktor jam puncak ( $F_{jp}$ ) umumnya berkisar antara 1,5 – 1,75 (Hadisoebroto dkk., 2007).

Rumus yang digunakan untuk menghitung debit kebutuhan air hari maksimum ( $Q_{hm}$ ) dan kebutuhan air jam puncak ( $Q_{jp}$ ) adalah sebagai berikut:

$$Q_{hm} = F_{hm} \times Q_{rata-rata} \quad 2.6$$

$$Q_{jp} = F_{jp} \times Q_{rata-rata} \quad 2.7$$

Keterangan:

$Q$  (debit) = dalam satuan  $m^3/jam$

Perhitungan dimensi pipa transmisi air baku biasanya berdasarkan pada debit maksimum harian ( **$Q_{maks}$** , PDAM Surabaya menggunakan faktor **1.1**), sedangkan pipa transmisi – distribusi air minum pada dasarnya dirancang untuk dapat mengalirkan debit aliran untuk kebutuhan Jam Puncak ( **$Q_{peak}$**  PDAM Surabaya menggunakan faktor **1.2**). (RISPAM Kota Surabaya Tahun 2014-2035).

### 2.3.3 Kriteria Penyediaan Kebutuhan Air

Kriteria kebutuhan air yang butuh untuk di penuhi (liter/orang.hari) di Indonesia tertulis dalam SNI 6728. 1:2015. Pada kategori kota, kebutuhan air bersih domestik adalah sebagai berikut

Tabel 2. 1 Kebutuhan Air Kategori Kota

| No | Kategori Kota | Jumlah Penduduk (jiwa) | Kebutuhan Air Bersih (liter/orang.hari) |
|----|---------------|------------------------|---|
| 1  | Semi Urban    | 3,000 – 20,000         | 60 – 90                                 |
| 2  | Kota Kecil    | 20,000 – 100,000       | 90 – 110                                |
| 3  | Kota Sedang   | 100,000 – 500,000      | 100 – 125                               |
| 4  | Kota Besar    | 500,000 – 1,000,000    | 120 – 150                               |
| 5  | Metropolitan  | >1,000,000             | 150 – 200                               |

Sumber: SNI 6728.1:2015 tentang Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam

Sedangkan untuk kebutuhan air non-domestik tercantum juga di dalam SNI 6728. 1:2015 sebesar 15-30% dari total kebutuhan air domestik. Besarnya kebutuhan air akan semakin bertambah



seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk pada suatu wilayah. Dari keseluruhan kebutuhan air bersih, sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 20/PRT/M/2006 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan SPAM (KSNP-SPAM), disediakan sejumlah maksimum 20% sebagai nilai kehilangan air yang masih ditolerir.

## **2.4 Sistem Pengaliran dalam Distribusi**

Di lapangan terdapat tiga pilihan sistem pengaliran yang dapat diberlakukan dalam distribusi yaitu sistem gravitasi, sistem pemompaan dan sistem kombinasi (Kalensun, 2016).

### **a. Sistem Gravitasi**

Sistem pengaliran gravitasi akan memanfaatkan hukum alam gravitasi dalam pengalirannya, yaitu dari tempat tinggi menuju tempat yang rendah. Reservoir dengan air yang siap didistribusikan, diletakkan di daerah tertinggi wilayah pelayanan dengan tujuan mendapatkan nilai head yang tinggi. Cocok diterapkan pada daerah berbukit ataupun pegunungan.

### **b. Sistem Pemompaan**

Sistem pengaliran dengan pemompaan biasa dilakukan pada daerah yang topografinya cenderung datar. Reservoir akan diletakkan pada daerah rendah sesuai elevasi yang ada. Pengaliran ke sambungan rumah terjauh selanjutnya akan dibantu oleh pompa. Pemilihan pompa disesuaikan dengan kebutuhan sisa tekan pada bagian paling ujung pipa distribusi

### **c. Sistem Kombinasi**

Sistem pengaliran kombinasi akan memanfaatkan kelebihan dan meminimalisir kekurangan yang terjadi pada kedua sistem sebelumnya. Cara kerja sama dengan Sistem Pemompaan, namun apabila pemakaian air di wilayah pelayanan sedang dalam pemakaian minimum, maka sebagian air akan masuk ke dalam 'service reservoir' untuk ditampung. Air yang berhasil ditampung akan dipergunakan pada saat dibutuhkan. Sistem kombinasi akan memiliki dua sumber air distribusi yaitu dari 'service reservoir' dan stasiun pompa.

## 2.5 Sistem Jaringan Induk Distribusi

Jaringan pipa induk merupakan pipa distribusi yang memiliki diameter terbesar sehingga jangkauan pelayanannya luas. Secara fisik pipa induk dapat mengalirkan air sampai akhir tahap perencanaan dengan debit jam puncak, memiliki ketahanan yang tinggi namun tidak melayani penyadapan langsung ke konsumen (Dirjen Cipta Karya, 2009).

Sistem distribusi adalah jaringan perpipaan untuk mengalirkan air minum dari reservoir menuju daerah pelayanan/konsumen (Al-Layla, 1980). Perencanaan sistem distribusi air minum didasarkan atas dua faktor utama yaitu kebutuhan air (*water demand*) dan tekanan air, serta ditunjang dengan faktor kontinuitas dan keamanan. Pada tahun 1980 an, sistem jaringan induk masih terbagi menjadi tiga jenis, yaitu sistem *branch* atau *dead-end*, sistem loop dan sistem kombinasi (Al-Layla, 1980).

### 2.5.1 Sistem Cabang atau Branch

Pada sistem ini air hanya mengalir dari satu arah dan pada setiap ujung pipa akhir daerah pelayanan terdapat titik akhir (*dead end*), serta pipa distribusi tidak saling berhubungan. Area konsumen disuplai air melalui satu jalur pipa utama. Sistem ini biasanya digunakan pada daerah dengan sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Perkembangan kota kearah memanjang
- b. Sarana jaringan tidak saling berhubungan
- c. Keadaan topografi dengan kemiringan medan yang menuju satu arah

Keuntungan dari sistem ini adalah jaringan distribusi lebih sederhana, sehingga pemasangan pipa lebih murah dan penggunaan pipa lebih sedikit karena pipa distribusi hanya dipasang pada daerah yang paling padat penduduknya. Kerugian dari sistem ini adalah kemungkinan terjadinya penimbunan kotoran dan pengendapan diujung pipa tidak dapat dihindari, sehingga harus dilakukan pembersihan yang intensif, bila terjadi kerusakan dan kebakaran pada salah satu bagian sistem, suplai air akan terganggu, keseimbangan sistem pengaliran kurang terjamin terutama terjadinya tekanan kritis pada bagian pipa yang terjauh.

### 2.5.2 Sistem Melingkar atau Loop

Pada sistem ini jaringan pipa induk distribusi saling berhubungan satu dengan yang lain membentuk lingkaran-lingkaran, sehingga pada pipa induk tidak ada titik mati (*dead end*) dan air akan mengalir ke suatu titik yang dapat melalui beberapa arah. Sistem ini diterapkan pada:

- a. Daerah dengan jaringan jalan yang saling berhubungan
- b. Daerah dengan perkembangan kota cenderung ke segala arah
- c. Keadaan topografi yang relatif datar

Keuntungan sistem ini kemungkinan terjadinya penimbunan kotoran dan pengendapan kotoran dan pengendapan lumpur dapat dihindari. Bila terjadi kerusakan, perbaikan atau pengambilan air untuk pemadam kebakaran pada bagian tertentu, maka suplai air pada bagian sistem lainnya tidak terganggu. Kerugian pemilihan sistem ini adalah sistem perpipaan rumit dan perlengkapan pipa yang dipergunakan sangat banyak sehingga biaya yang diperlukan lebih besar.

### 2.6 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran air yang terlampau tinggi akan dapat menambah kemungkinan timbulnya pukulan air, dan menimbulkan suara berisik dan kadang-kadang menyebabkan ausnya permukaan dalam dari pipa. Di lain pihak, kecepatan yang terlampau rendah ternyata dapat menimbulkan efek kurang baik dari segi korosi, pengendapan kotoran, ataupun kualitas air. Biasanya digunakan standar kecepatan sebesar 0,9-1,2 m/detik, batas maksimal berkisar antara 1,5-2 m/detik. Batas kecepatan 2,0 m/detik sebaiknya diterapkan dalam penentuan pendahuluan ukuran pipa. (Kurniawan dan Sudiyono, 2014). Kecepatan aliran dalam pipa dapat dicari dengan rumus berikut:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2} \quad 2.8$$

Keterangan:

- V = kecepatan aliran (m/detik)  
Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/detik)  
A = luas penampang pipa (m<sup>2</sup>)  
D = diameter pipa (m)

## 2.7 Kehilangan Tekan

Kehilangan tekanan air pada pipa (headloss) terjadi karena gaya gesek antara fluida dengan permukaan pipa yang dilaluinya. Kehilangan tekanan pada pipa ada dua macam yaitu major losses dan minor losses (Gupta, 1989). Major losses merupakan kehilangan tekanan sepanjang pipa lurus dimana dihitung dengan rumus Hazen-William. Major losses juga dipengaruhi oleh koefisien Hazen-William (C) yang dapat dilihat pada Tabel 2.2. Modifikasi rumus Hazen-William yang digunakan untuk menghitung major losses dapat dilihat pada Persamaan 2.9.

$$H_f = \frac{L}{(0.00155 \times C \times D^{2.68})^{1.85}} \times Q^{1.85} \quad 2.9$$

Keterangan:

- H<sub>f</sub> = Major losses (m)
- L = Panjang pipa (m)
- Q = Debit aliran (l/detik)
- C = Koef. Hazen-William

Tabel 2. 2 Koefisien Hazen-William sesuai Bahan Pipa

| Bahan Pipa                   | Koefisien Hazen-William (C) |
|------------------------------|-----------------------------|
| Kuningan, tembaga, aluminium | 140                         |
| PVC, plastik                 | 150                         |
| <i>Cast iron</i>             |                             |
| ≤ 5 tahun                    | 130                         |
| 10 tahun                     | 120                         |
| 15 tahun                     | 110                         |
| 20 tahun                     | 90-100                      |
| ≥ 30 tahun                   | 75-90                       |
| <i>Galvanized iron</i>       | 120                         |
| Baja                         | 120                         |
| Baja dilas                   | 110                         |
| Beton                        | 130                         |
| <i>Wood stave</i>            | 120                         |

Sumber: Gupta, 1989

## 2.8 Sisa Tekan

Apabila penyediaan air dilaksanakan oleh PAM (Perusahaan Air Minum) maka tekanan yang tersedia pada pipa induk harus stabil agar distribusi air dapat menjangkau ke seluruh daerah konsumen, dengan kecepatan dan tekanan yang memadai

meskipun daerah tersebut cukup tinggi. Nilai sisa tekanan minimum pada setiap titik jaringan pipa induk yang direncanakan adalah sebesar 10 meter kolom air (mka). Hal ini dimaksudkan agar air dapat sampai di konsumen dengan tekanan yang cukup. Untuk mendapatkan tekanan minimum ini dilakukan dengan cara menaikkan elevated reservoir, mengatur nilai kecepatan aliran dalam pipa serta headloss total (Nelwan,2013).

## 2.9 Dimensi Pipa Distribusi

Metode perhitungan dimensi pipa dapat dilakukan secara dua jenis yaitu manual dan menggunakan bantuan software komputer. Perhitungan manual dilakukan menggunakan rumus atau persamaan Hardy-Cross, sedangkan perhitungan dengan bantuan berbagai macam software komputer salah satu nya dengan WaterCAD.

### 2.9.1 Perhitungan Manual

Langkah-langkah dalam melakukan perhitungan analisa jaringan pipa induk secara manual adalah sebagai berikut:

1. Mengasumsikan kecepatan aliran dan debit yang mengalir pada setiap pipa
2. Mencari diameter pipa dengan persamaan 2.8
3. Menghitung headloss dengan persamaan 2.9
4. Menghitung  $H_f/Q$  untuk mencari  $\Delta Q$

$$\Delta Q = \frac{-\sum H_f}{1.85 \sum (\frac{H_f}{Q})} \quad 2.10$$

Keterangan:

$H_f$  = Headloss (m)

$\Delta Q$  = Selisih debit (liter/detik)

Jika belum mendekati nol, maka Q harus dikoreksi dengan rumus

$$Q_{\text{koreksi}} = Q + \Delta Q \quad 2.11$$

Melakukan trial perhitungan berulang kali hingga  $\Delta Q$  mendekati 0 (nol).

### 2.9.2 Perhitungan Program Komputer WaterCAD

Perhitungan dengan bantuan program komputer dapat dilakukan lewat beberapa software komputer, salah satu nya WaterCAD. Program komputer ini dapat menggambarkan simulasi

hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Junction (titik koneksi pipa), pompa, katup, dan tangki air atau reservoir. WaterCAD menajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. Sebagai tambahan, usia air (*water age*) dan pelacakan sumber dapat juga disimulasikan.

Fasilitas yang lengkap serta pemodelan hidrolis yang akurat adalah salah satu langkah yang efektif dalam membuat model tentang pengaliran serta kualitas air. WaterCAD adalah alat bantu analisis hidrolis yang didalamnya terkandung kemampuan seperti:

- Kemampuan analisa yang tidak terbatas pada penempatan jaringan
- Perhitungan harga kekasaran pipa menggunakan persamaan Hazen-Williams, Darcy Weisbach, atau Chezy-Manning
- Termasuk juga minor head losses untuk bend, fitting, dsb
- Pemodelan terhadap kecepatan pompa yang konstant maupun variable
- Menghitung energi pompa dan biaya (*cost*)
- Pemodelan terhadap variasi tipe dari valve termasuk shutoff, check, pressure regulating, dan flow control valve
- Tersedia tangki penyimpan dengan berbagai bentuk (seperti diameter yang bervariasi terhadap tingginya)
- Memungkinkan dimasukkannya kategori kebutuhan (*demand*) ganda pada node, masing-masing dengan pola tersendiri yang bergantung pada variasi waktu.
- Model pressure yang bergantung pada pengeluaran aliran dari emitter (Sprinkler head)
- Dapat dioperasikan dengan system dasar pada tangga sederhana atau kontrol waktu, dan pada kontrol waktu yang lebih kompleks

Data primer dan sekunder jaringan distribusi akan dibutuhkan untuk menjalankan program ini dengan baik. Data-data yang dimasukkan ke dalam program WaterCAD adalah primer (seperti elevasi) dan data sekunder (seperti panjang pipa, diameter pipa, kekasaran pipa, demand, head dan debit pompa, dan lain-

lain). Garis besar tahap-tahap pengoperasian aplikasi WaterCAD adalah sebagai berikut:

- 1) Menggambar jaringan yang menjelaskan sistem distribusi atau mengambil dasar jaringan sebagai file text
- 2) Mengedit properties dari object
- 3) Menggambarkan bagaimana sistem beroperasi
- 4) Memilih tipe analisis
- 5) Menjalankan (run) analisis hidrolis/kualitas air
- 6) Melihat dan mengevaluasi hasil dari analisis

## **2.10 Perlengkapan Jaringan Distribusi**

Pengoperasian keseluruhan sistem distribusi agar berjalan dengan baik ditunjang oleh berbagai perlengkapan jaringan berupa bangunan penunjang, perpipaanan, sambungan pipa dan aksesoris pipa lainnya.

### **2.10.1 Bangunan Penunjang**

Bangunan penunjang sistem distribusi air minum diperlukan untuk menyesuaikan sistem dengan kondisi lapangan. Penggunaan bangunan penunjang dipengaruhi oleh kondisi topografi dan kondisi fisik lapangan. Jenis – jenis bangunan penunjang yang digunakan dalam sistem distribusi air minum antara lain:

- a. Bak Pelepas Tekan (BPT)  
BPT berfungsi untuk menghilangkan tekanan berlebih yang terdapat pada aliran yang dapat menyebabkan pipa pecah. BPT diletakkan di titik – titik tertentu pada pipa transmisi, yang mempunyai beda tinggi 60 m – 100 m, terhadap titik awal transmisi. Beda tinggi yang dimaksud sangat tergantung pada jenis pipa. Biasanya untuk jenis PVC beda tinggi maksimum untuk penempatan BPT adalah 70 meter. Pipa jenis baja atau DIP, beda tinggi maksimum untuk penempatan BPT adalah 100 meter. Jenis pipa lainnya dapat mengikuti standar nasional maupun standar internasional yang berlaku.
- b. Booster Station  
Booster Station berfungsi untuk menambah tekanan air dalam pipa dengan menggunakan pemompaan. Cara penerapannya yakni dengan pemasangan pompa secara

langsung pada pipa distribusi atau menggunakan reservoir kemudian dipompakan. Peletakan Booster Station pada tempat – tempat dimana air dalam pipa kurang dari kriteria tekanan air minimum.

- c. Jembatan Pipa  
Jembatan pipa merupakan bagian dari pipa transmisi atau pipa distribusi yang menyeberang sungai/saluran atau sejenis, diatas permukaan tanah/sungai. Pipa yang digunakan untuk jembatan pipa menggunakan pipa baja atau pipa DIP. Sebelum bagian pipa masuk dilengkapi gate valve dan wash out. Jembatan pipa juga dilengkapi dengan air valve yang diletakkan pada jarak 1/4 bentang dari titik masuk jembatan pipa.
- d. Siphon  
Siphon adalah bangunan yang dipakai untuk mengalirkan air dengan memanfaatkan efek syphon melalui bagian bawah saluran atau sungai. Siphon juga dipakai untuk melewati air di bawah lintasan kereta api atau bangunan-bangunan yang lain. Siphon direncanakan untuk mengalirkan air secara penuh dan sangat dipengaruhi oleh tinggi tekan. Pipa yang digunakan untuk Siphon menggunakan pipa baja.
- e. Thrust Block  
Thrust Block berfungsi sebagai pondasi bantalan/dudukan perlengkapan pipa seperti bend, tee atau valve yang berdiameter lebih besar dari 40 mm. Peletakan Thrust Block yaitu pada belokan pipa, persimpangan/percabangan pipa, sebelum dan sesudah jembatan pipa/Siphon dan perletakan valve. Thrust Block dibuat dari pasangan batu atau beton bertulang.
- f. Manhole  
Manhole merupakan bukaan di bak atau saluran air sebagai jalan masuk manusia. Bangunan ini berfungsi sebagai tempat pemeriksaan atau perbaikan bila terjadi gangguan pada perlengkapan-perengkapan tertentu pada jaringan distribusi. Penempatannya pada tempat assesoris yang penting dan pada jalur pipa setiap jarak 300 – 600 meter, terutama pada pipa berdiameter besar.
- g. Valve Chamber



Valve chamber adalah bangunan yang berfungsi sebagai penempatan valve pada sistem distribusi. Valve chamber berukuran kecil yang disesuaikan dengan ukuran valve.

### 2.10.2 Jenis Pipa

Beberapa jenis pipa yang umum digunakan dalam perencanaan sistem distribusi air minum di Indonesia sesuai Panduan SPAM Kementerian Pekerjaan Umum antara lain *Ductile Iron Pipe* (DIP), *High Density Polyethylen* (HDPE) dan *Polyvinil Chlorida* (PVC). Pipa dengan bahan DIP biasanya digunakan sebagai pipa distribusi primer karena ketahanannya terhadap tekanan tinggi dan kapasitas yang besar. Sementara pipa PVC dan HDPE digunakan pada aliran yang lebih kecil sesuai dengan kapasitasnya. Pipa PVC adalah pipa plastik yang terbuat dari gabungan materi vinyl yang menghasilkan pipa yang ringan, kuat, tidak berkarat dan tahan lama. Pipa HDPE adalah pipa yang terbuat dengan bahan polyethylene dengan kepadatan tinggi sehingga jenis pipa yang dihasilkan dapat menahan daya tekan yang lebih tinggi, kuat, lentur dan tahan terhadap bahan kimia. Perbandingan pipa PVC dan HDPE dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2. 3 Perbandingan Pipa PVC dan Pipa HDPE

| Aspek Perbandingan | Pipa PVC   | Pipa HDPE  |
|--------------------|--|--|
| Kelenturan         | Pipa PVC kurang lentur, sehingga memerlukan banyak <i>fitting</i> atau sambungan.  | Pipa HDPE mempunyai karakteristik yang lentur, sehingga mengurangi penggunaan <i>fitting</i> atau sambungan. |
| Ketahanan          | Pipa PVC putih lebih tahan terhadap sinar UV, tetapi tidak kuat menahan lumut, sebaliknya PVC abu-abu tahan terhadap lumut tetapi akan menyerap sinar UV | Pipa HDPE tidak punya potensi untuk mengkontaminasi air dan menjadi media tumbuhnya lumut.                   |

| Aspek Perbandingan | Pipa PVC  | Pipa HDPE  |
|--------------------|---|--|
|                    | sehingga pipa dapat bengkok.                              |  |
| Fungsi Instalasi   | Pipa PVC hanya digunakan untuk instalasi air dingin saja. | Pipa HDPE dapat digunakan untuk pipa instalasi air panas dan air dingin. |
| Harga              | Harga pipa PVC lebih murah 30 - 40 % daripada pipa HDPE.  | Harga pipa HDPE lebih mahal daripada pipa PVC.                           |

Sumber: Punmia, 2005.

Pemilihan bahan pipa yang digunakan harus memperhatikan faktor – faktor seperti harga pipa, tekanan air maksimum, korosivitas terhadap air dan tanah serta kondisi lapangan (beban lalu lintas, letak saluran air buangan dan kepadatan penduduk). Kedalaman dan peletakan pipa disesuaikan dengan brosur pipa. Ketentuan teknis lainnya dapat dilihat pada SNI 03-6419-2000: Spesifikasi pipa PVC bertekanan berdiameter (110-315) mm untuk air bersih untuk pipa PVC dan SNI 06-4829-2005: Spesifikasi pipa polietilen (PE) dan sambungannya untuk air minum untuk pipa HDPE.

### 2.10.3 Aksesoris Pipa

Aksesoris pipa distribusi terdiri atas valve dan fitting. Valve adalah perangkat yang terpasang pada sistem perpipaan, yang berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran fluida dengan cara membuka, menutup atau mengalirkan sebagian fluida. Fitting adalah perangkat yang berfungsi menyambungkan dua pipa atau lebih. Jenis – jenis aksesoris pipa antara lain:

- a. Gate valve; berfungsi untuk mengontrol arah aliran dalam pipa.
- b. Air release valve; berfungsi untuk melepaskan udara yang ada dalam aliran air. Air release valve dipasang pada setiap jalur pipa tinggi dan wilayah yang mempunyai tekanan lebih dari 1 atm.

- c. Blow off valve; merupakan gate valve yang dipasang pada setiap dead end atau titik terendah dari setiap jalur pipa.
- d. Check valve atau non-return valve; merupakan valve yang dipasang untuk pengaliran satu arah. Tujuannya untuk mencegah pukulan (*water hammer*) akibat aliran balik.
- e. Reducer – Increaser; increaser untuk menyambung pipa dari diameter kecil ke diameter besar sedangkan reducer untuk menyambung dua pipa dari diameter besar ke diameter kecil.
- f. Bend Merupakan assesoris untuk belokan pipa. Sudut belokan pipa yang umumnya digunakan 90°; 45°; 22,5° dan 11,25°.
- g. Tee; berfungsi untuk menyambung pipa pada percabangan.
- h. Tapping band; asesoris yang dipasang pada tempat yang perlu disadap dan untuk dialirkan ke tempat lain.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB 3**

### **GAMBARAN LOKASI STUDI**

#### **3.1 Wilayah Perencanaan**

Kota Surabaya terletak di tepi utara provinsi Jawa Timur. Wilayah perencanaan Tugas Akhir ini terletak pada Zona 2 wilayah pendistribusian air PDAM Kota Surabaya. Di dalam zona tersebut dilakukan pembagian menjadi 28 subzona lebih kecil untuk mempermudah mendistribusian air bersih kepada pelanggan. Pembagian wilayah pelayanan dapat dilihat pada Gambar 3.3.

##### **3.1.1 Letak Geografis dan Administratif**

Secara geografis Kota Surabaya terletak pada 07°09'00"-07°21'00"Lintang Selatan dan 112°36'- 112°54' Bujur Timur. Secara administratif kota ini dibagi menjadi lima wilayah yaitu Surabaya Utara, Surabaya Pusat, Surabaya Selatan, Surabaya Barat dan Surabaya Timur. Perencanaan ini akan dilakukan pada Zona 2 sesuai pembagian wilayah pendistribusian air minum yang telah dibuat oleh PDAM Kota Surabaya, yang letaknya berada pada wilayah timur kota. Adapun batas administrasi dari keseluruhan wilayah Surabaya Timur adalah sebagai berikut.

- Utara : Kecamatan Kenjeran dan Kecamatan Bulak
- Selatan : Kabupaten Sidoarjo
- Barat : Kecamatan Wonocolo, Kecamatan Wonokromo, Kecamatan Tegalsari, Kecamatan Genteng dan Kecamatan Simokerto
- Timur : Selat Madura

Penggunaan lahan Kota Surabaya sebagian besar merupakan kawasan perumahan (41,97%), sawah (10,7%), tambak (15,3%) jasa dan industri (16,5%). Sisanya digunakan untuk peruntukkan lain yang menunjang kebutuhan masyarakat dan pemerintah. (Dinas PU, 2011).

##### **3.1.2 Topografi**

Topografi Kota Surabaya secara keseluruhan merupakan kota pantai dengan sebagian besar dataran berupa dataran rendah (80,72%) dengan ketinggian 3-8 meter di atas permukaan laut, sedangkan sisanya merupakan daerah

perbukitan yang terletak di wilayah Surabaya Barat dan Surabaya Selatan. Surabaya Timur memiliki potensi lahan pertanian sawah irigasi dan kebun terluas kedua dibandingkan dengan wilayah Surabaya lain. Tanah di wilayah ini didominasi dengan tekstur lempung lanau. Sesuai dengan arahan RTRW 2013 memberikan arahan pada wilayah Surabaya Timur sebagai konservasi pantai. Namun seiring dengan terus bertambahnya jumlah penduduk di wilayah ini, terjadi alih fungsi lahan pertambahan menjadi lahan terbangun, baik untuk perdagangan maupun perumahan sesuai kebutuhan masyarakat. Peta pembangunan lahan eksisting Kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan rencana struktur ruang wilayah Kota Surabaya juga dapat dilihat pada Gambar 3.1

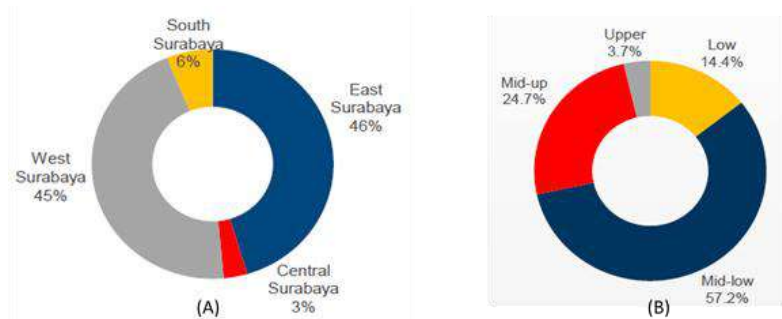
### **3.1.3 Gedung Apartemen**

Gedung high-rise (high-rise building) sesuai klasifikasi bangunan gedung berdasarkan ketinggian yang ada pada Permen PU No. 24 tahun 2007, yaitu bangunan gedung bertingkat tinggi yang memiliki jumlah lantai lebih dari 8 (delapan) lantai. Gedung yang didata dan dianalisis adalah gedung yang memiliki Izin Mendirikan Bangunan (IMB) “gedung tidak sederhana” sesuai Peraturan Walikota Surabaya No. 13 Tahun 2018 tentang Pedoman Teknis Pelayanan Izin Mendirikan Bangunan. Gedung tidak sederhana tersebut, meliputi: 1) bangunan dengan guna rumah tinggal dengan luas bangunan di atas 500 m<sup>2</sup> per lantai; 2) bangunan dengan guna rumah tinggal yang dibangun oleh pengembang; 3) bangunan dengan guna usaha mikro, kecil dan menengah; dan 4) bangunan dengan guna non rumah tinggal yang dibangun oleh pengembang. Jadi, jenis gedung high-rise yang didata dalam tugas akhir ini dibatasi pada gedung peruntukkan apartemen lebih dari 8 (delapan) lantai.

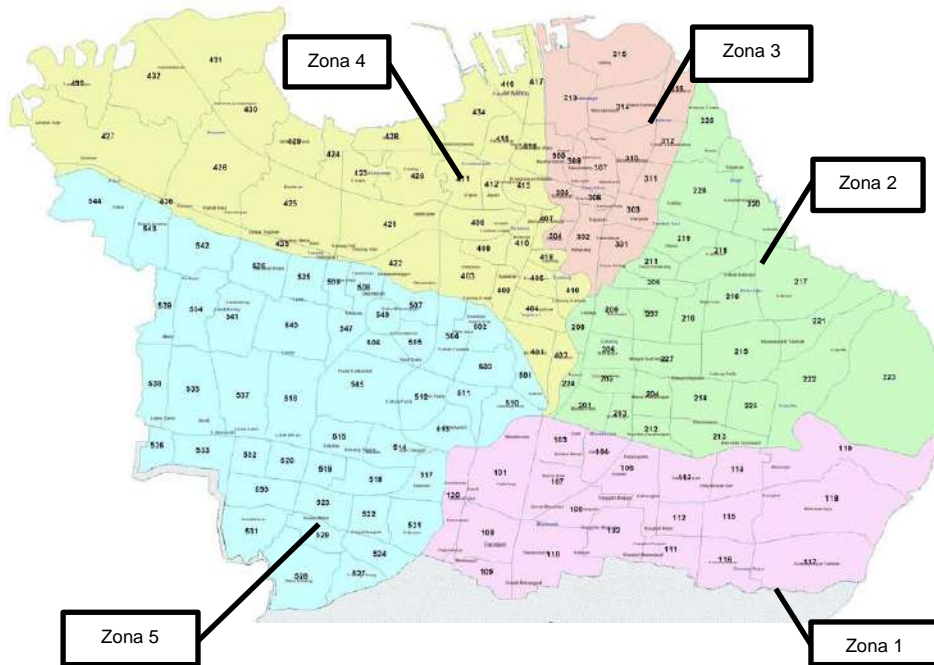
Menurut data hasil survey PT Colliers International (2017) di lapangan, bagi keseluruhan Kota Surabaya dalam jangka 2018-2021, akan terbangun masing-masing 33,535 unit apartemen (strata-title) baru, 2,035 unit hotel baru per-2018, tambahan 125.000 m<sup>2</sup> ruang perkantoran, serta empat gedung mall baru berisi 103.000 toko retail baru pada akhir tahun survey. Wilayah Surabaya Timur merupakan sasaran bagi

pertumbuhan properti gedung high-rise peruntukkan apartemen dan pusat perbelanjaan. Proyek-proyek pembangunan gedung high-rise jenis apartemen akan berpusat di Surabaya Timur, sebesar 50,4% dari total proyek yang tercatat. Terlihat pada diagram Gambar 3.1, keberadaan apartemen yang sudah beroperasi, wilayah ini memiliki porsi terbesar, sebesar 46%, dibandingkan dengan empat wilayah Kota Surabaya lainnya. Hal ini dikarenakan banyaknya universitas dan institusi pendidikan yang ada di sekitar Surabaya Timur. Sasaran target lebih diutamakan para mahasiswa dan pembeli rumah pertama kali (first-time home buyer) dengan kemampuan menengah-kebawah.

Selain itu, terlihat pada peta peruntukan yang dibuat oleh Pemerintah Kota Surabaya pada Gambar 3.5, indikator berwarna oranye merupakan wilayah pengembangan yang disiapkan untuk pertumbuhan gedung-gedung tersebut.

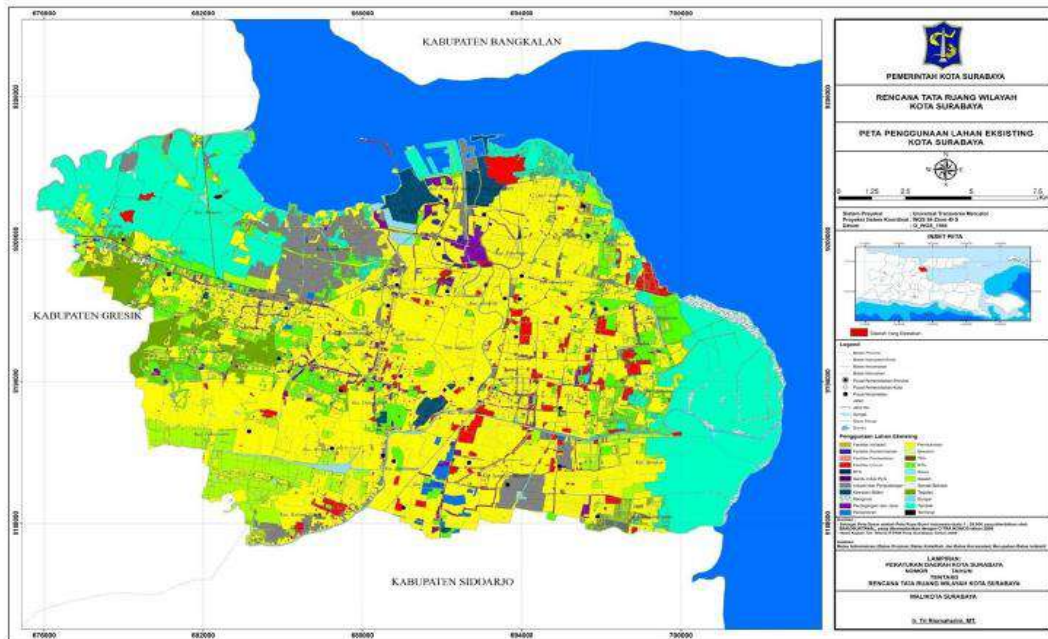


Gambar 3. 1 Diagram Pertumbuhan Pembangunan (A) dan Sasaran Penjualan (B) Gedung High-rise Jenis Apartemen

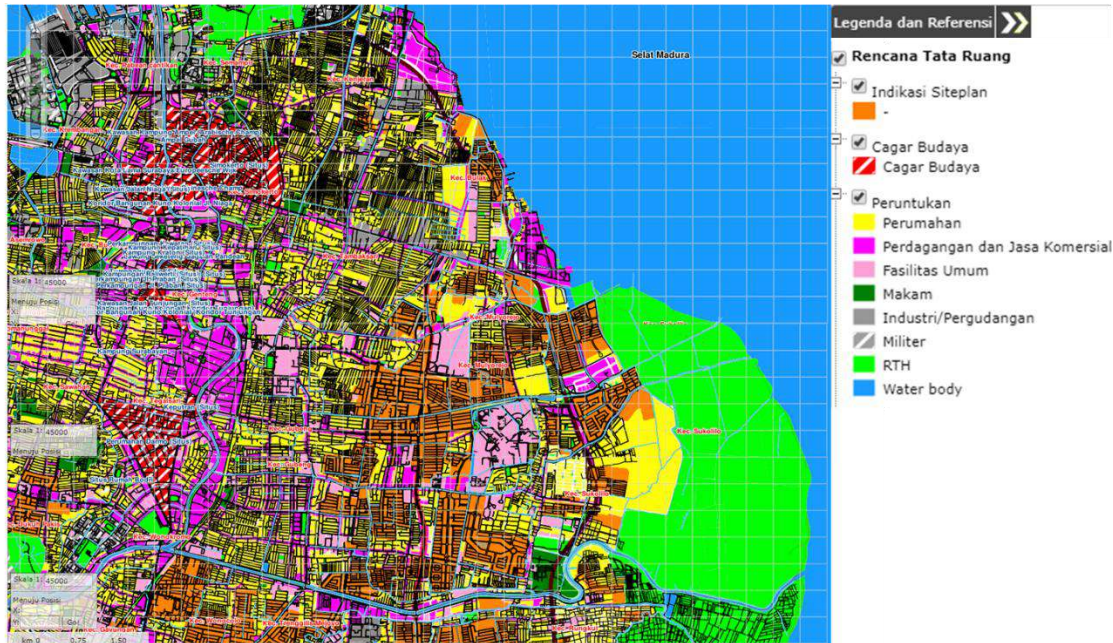


Gambar 3. 2 Peta Pembagian Zona dan Sub-zona PDAM Kota Surabaya  
 Sumber: RISPAM Tahun 2014-2035





Gambar 3. 3 Peta Pembangunan Lahan Eksisting Kota Surabaya  
 Sumber: RISPAM Tahun 2014-2035



Gambar 3. 4 Peta Rencana Struktur Ruang Wilayah Kota Surabaya  
 Sumber: [petaperuntukan.surabaya.go.id](http://petaperuntukan.surabaya.go.id)

### 3.1.4 Kependudukan

Jumlah penduduk di Kota Surabaya terus mengalami peningkatan setiap tahunnya termasuk pada wilayah perencanaan tugas akhir ini. Jumlah penduduk pada Zona 2 didapatkan dari data Sambungan Rumah (SR) yang tercatat pada PDAM Kota Surabaya, sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Data Jumlah Penduduk per Kecamatan di wilayah Surabaya Timur

| Tahun | Jumlah SR     | Jumlah penduduk terlayani |
|-------|---------------|---------------------------|
|       | (pada Zona 2) | (5 orang/SR)              |
| 2011  | 102,327       | 511,635                   |
| 2012  | 107,223       | 536,115                   |
| 2013  | 111,564       | 557,820                   |
| 2014  | 114,956       | 574,782                   |
| 2015  | 118,498       | 592,489                   |
| 2016  | 122,197       | 610,984                   |
| 2017  | 126,063       | 630,317                   |

Setiap SR mampu melayani satu KK dengan jumlah 5 orang/KK. Pada tahun 2017 tercatat ada sebanyak 630.317 orang yang terlayani. Jumlah penduduk terlihat terus bertambah setiap tahunnya seiring dengan bertambahnya jumlah sambungan rumah yang dilayani oleh PDAM Kota Surabaya.

### 3.2 Kondisi SPAM Wilayah Perencanaan

Perencanaan dilakukan pada Zona 2 sesuai pembagian wilayah distribusi air yang dilayani oleh PDAM Kota Surabaya. Kondisi wilayah perencanaan yang dimaksud meliputi aspek-aspek pelayanan PDAM di wilayah perencanaan antara lain aspek teknis kondisi unit air baku, unit produksi dan jaringan perpipaan sistem distribusi.

### 3.2.1 Unit Air Baku

Unit Produksi yang dimiliki PDAM Kota Surabaya berasal dari air permukaan (Kali Surabaya) sebesar 97% dan dari mata air (Mata Air Umbulan dan Mata Air Pandaan) sebesar 3%. Dengan kondisi air baku yang ada, PDAM Surya Sembada harus berusaha untuk melakukan pengolahan dengan teknologi yang memadai sehingga hasil produksi air minum memenuhi persyaratan standar air minum.

### 3.2.2 Unit Produksi

Air baku yang ada diolah sebagai treatment lanjutan agar memenuhi standar baku mutu yang berlaku pada enam instalasi pengolahan. Daftar Instalasi Pengolahan Air Minum yang beroperasi hingga tahun 2013 ada pada Tabel berikut:

Tabel 3. 2 Instalasi Pengolahan Air Minum di Kota Surabaya

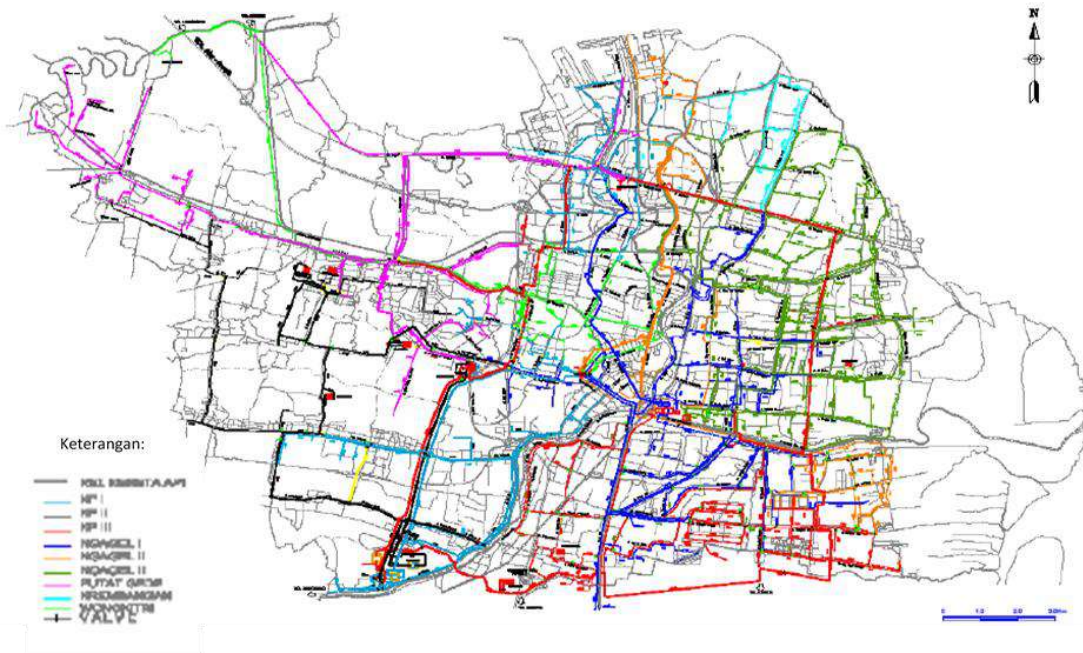
| No.             | Instalasi Pengolahan Air (IPA) | Kapasitas Eksisting hingga tahun 2013 (liter/detik) |
|-----------------|--------------------------------|---|
| 1               | IPA Ngagel I                   | 1,800   |
| 2               | IPA Ngagel II                  | 1,000   |
| 3               | IPA Ngagel III                 | 1,750   |
| 4               | IPA Karangpilang I             | 1,450   |
| 5               | IPA Karangpilang II            | 2,500   |
| 6               | IPA Karangpilang III           | 2,000   |
| Total Kapasitas |                                | 10,500  |

Sumber: Revisi RI-SPAM Kota Surabaya, 2014

Masing-masing IPAM melayani wilayah distribusi yang berbeda. Kebutuhan air pelanggan yang ada pada Zona 2 di-supply oleh air hasil pengolahan IPA Ngagel III (pipa hijau tua), IPA Ngagel I (pipa biru tua) dan IPA Karang Pilang III (pipa merah), seperti terlihat dalam Gambar 3.6.

### 3.2.3 Unit Distribusi

Unit distribusi berfungsi sebagai unit untuk mengalirkan air hasil produksi menuju pelanggan berupa jaringan perpipaan, maupun unit hantar lainnya seperti reservoir.



Gambar 3. 5 Jaringan Pipa Primer dan Sekunder PDAM Kota Surabaya  
 Sumber: RISPAM Tahun 2014-2035

### 3.2.3.1 Reservoir

Kota Surabaya berupa Ground Reservoir (GR) dan Elevated Reservoir (ER) yang berada di beberapa titik lokasi Instalasi Pengolahan Air (IPA). Lokasi dan kapasitas reservoir yang beroperasi dalam di lihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Lokasi dan Kapasitas Reservoir PDAM Kota Surabaya

|                      | No               | Lokasi          | Tipe              | Elevasi Maks Air<br>dari permukaan tanah<br>dalam meter |            | Elevasi Tanah<br>dari Maks Laut | Kapasitas<br>(m <sup>3</sup> ) | Tahun<br>Konstruksi |
|----------------------|------------------|-----------------|-------------------|---|------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|
|                      |                  |                 |                   | Dasar   | Top        |                                 |                                |                     |
| m <sup>3</sup> /hari | 1                | Pogger I        | G.R. (sintan)     | + (-3,50)   | + (-1,30)  | + 3,70 <sup>1</sup>             | 1.000                          |                     |
|                      |                  |                 | G.R. II (sintan)  | + (-4,50)   | + (-2,30)  | + 4,50 <sup>1</sup>             | 350                            |                     |
|                      |                  |                 | G.R. III (sintan) | + (-2,50)   | + (-0,30)  | + 4,80 <sup>1</sup>             | 400                            |                     |
|                      | 2                | Pogger I        | G.R.              | + (-1,50)   | + (-0,30)  | + 4,50 <sup>1</sup>             | 100                            |                     |
|                      |                  |                 | G.R.              | + (-3,50)   | + (-2,30)  | + 4,80 <sup>1</sup>             | 350                            |                     |
|                      |                  |                 | G.R.              | + (-4,50)   | + (-1,30)  | + 3,80 <sup>1</sup>             | 2.700                          |                     |
|                      | 4                | Keting Piting I | G.R.              | -4,00   | -1,30      | + 0,50                          | 5.000                          | 1980                |
|                      |                  |                 |                   | (+ 1.800L)  | (+ 5.175L) |                                 |                                |                     |
|                      |                  |                 |                   | -4,40   | -1,30      | + 0,50                          | 5.000                          | 1980                |
|                      |                  |                 | (+ 2.075L)        | (+ 5.175L)  |            |                                 |                                |                     |
| 5                    | Keting Piting II | G.R.            | -4,40             | -1,30   | + 7,20     | 3.000                           | 2010                           |                     |
|                      |                  |                 | (+ 2.25L)         | (+ 5.175L)  |            |                                 |                                |                     |

### 3.2.3.2 Sistem Pengaliran Air dan Operasional Pompa

Sistem pengaliran air menuju pelanggan sebagian besar menggunakan perpompaan langsung dikarenakan kontur wilayah Kota Surabaya, termasuk wilayah Surabaya Timur merupakan dataran rendah. Beberapa wilayah dengan kontur naik-turun dan tinggi dapat memanfaatkan gravitasi untuk pengalirannya. Rincian sistem pengaliran air dan operasional pompa pada keseluruhan Kota Surabaya tertulis dalam Tabel 3.4

Tabel 3. 4 Sistem Pengaliran Air dan Operasional Pompa Pada Jaringan PDAM Kota Surabaya

| NO | POMPA                       |              |                                     | KETERANGAN                                    | JUMLAH POMPA | VOL. TANDON (t3) | SISTEM ENERGI    |
|----|-----------------------------|--------------|-------------------------------------|---|--------------|------------------|------------------|
|    | ACHTER PUMP                 | HEAD (M. IN) | KAPASITAS (Q) (L/S)                 |   |              |                  |                  |
| 1  | KANDANGAN                   | 35           | 15                                  | TIDAK BEROPERASI                              | 3 UNIT       | 300              | Pompa (tidak)    |
| 2  | PRADAH 4                    | 35           | 100                                 | Beroperasi 2 Pompa Per Hari                   | 1 UNIT       | 400              | Pompa            |
|    | PRADAH 1, 2, 3              | 35           | 50                                  |   | 2 UNIT       |                  |                  |
| 3  | MANJAN 3 & 4                | 45           | 20                                  | TIDAK BEROPERASI                              | 2 UNIT       |                  | Pompa            |
|    | MANJAN 1 & 2                | 35           | 35                                  |   | 2 UNIT       |                  |                  |
| 4  | PUTUK GEDD                  | 35           | 30 m <sup>3</sup> /hr = 600 liter   | Beroperasi 3 pompa per hari                   |              | 1000             | Pompa            |
|    |                             |              |                                     |   | 4 UNIT       | 100              | Kombinasi        |
| 5  | PAWON (substansi VSD)       | 35           | 35                                  | Beroperasi 3 pompa per hari (07.00-19.00) w/h | 4 UNIT       |                  | Pompa            |
|    |                             |              |                                     |   |              | 1000             |                  |
| 6  | TANDON KONGKOT              |              |                                     | TIDAK BEROPERASI                              |              | 1000             |                  |
|    |                             |              |                                     |   |              | 1000             | Gravel           |
| 7  | KREMBANGAN                  | 35           | 215 m <sup>3</sup> /h = 56.72 liter | Beroperasi 2 pompa per hari                   | 6 UNIT       | 1500             | Pompa, Kombinasi |
| 8  | MENANGSAL                   |              |                                     | Beroperasi 1 Pompa per hari                   | 3 UNIT       | 300              | Pompa            |
| 9  | JEMUR HANAYAN               | 35           | 75                                  | TIDAK BEROPERASI                              | 3 UNIT       |                  | Pompa            |
| 10 | KEPUTIH ITS 1,2,3 SOFTARTER | 45           | 110 m <sup>3</sup> /h = 30.22 liter | Beroperasi 2 pompa per hari                   | 3 UNIT       |                  | Pompa            |
|    | KEPUTIH ITS 1,2,3 VSD       | 35           | 110 m <sup>3</sup> /h = 40.44 liter | Beroperasi 1 pompa per hari                   | 3 UNIT       |                  |                  |
| 11 | KESEGAN (WONOCOLO)          | 45           | 900 liter                           | Belum Beroperasi                              | 5 UNIT       | 2000             | Pompa            |
| 12 | KANDANGAN (KULURAHAN)       | 45           | 130 liter                           | Beroperasi 1 pompa per hari                   | 1 UNIT       |                  | Pompa            |

Sumber: RISPAM Kota Surabaya Tahun 2014-2035

### 3.2.3.3 Jaringan Distribusi

Jaringan perpipaan adalah tolak ukur terutama kepuasan pelanggan sebab dari sini air akan diterima pelanggan baik dan buruknya (kuantitas, kualitas dan kontinuitas). Berdasarkan Peraturan Pemerintah yang berlaku, dipersyaratkan agar kontinuitas pasokan mencapai 24 jam. Kualitas sesuai standar air minum dan debit mengalir dengan cukup dengan adanya sisa tekanan pada pipa pelanggan.

Tabel 3. 5 Panjang dan Kapasitas Pipa Distribusi di Kota Surabaya

| Jaringan Perpipaan  | Kapasitas (m <sup>3</sup> ) | Panjang (km) |
|---------------------|-----------------------------|--------------|
| Distribusi Primer   | 95.73                       | 148.7        |
| Distribusi Sekunder | 52.31                       | 663.7        |
| Distribusi Tersier  | 43.3                        | 4,680.5      |
| Total               | 191.3                       | 5,492.9      |

Sumber: RISPAM Kota Surabaya Tahun 2014-2035

Kondisi perpipaan Kota Surabaya saat ini belum siap semua maka PDAM Kota Surabaya sebagai pemasok terbesar mensyaratkan adanya tandon air bawah pada pelanggannya. Sisa tekan belum dinaikkan untuk menghindari rusaknya pipa-pipa di jaringan tua. Peta Jaringan pipa primer dan sekunder PDAM Kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 3.6 di atas.

### 3.2.4 Unit Pelayanan

PDAM Kota Surabaya saat ini telah memetakan keseluruhan wilayah Kota Surabaya menjadi 5 Zona Pelayanan (Zona 1, Zona 2, Zona 3, Zona 4 dan Zona 5) dan membaginya lagi menjadi 148 Subzona lebih kecil untuk mempermudah dalam melayani kebutuhan air pelanggan. Namun, analisa dan perencanaan tugas akhir ini akan dibatasi pada Zona 2 dengan total 28 subzona di dalamnya. Berikut rincian untuk tiap zonasi sesuai yang tercantum dalam RISPAM Kota Surabaya tahun 2014-2035.

Tabel 3. 6 Pembagian Zonasi Pelayanan dan SR Tiap Zona PDAM Kota Surabaya

| Pembagian Zona | Jumlah Subzona | Jumlah SR |         |         |
|----------------|----------------|-----------|---------|---------|
|                |                | 2011      | 2012    | 2013    |
| Zona 1         | 20             | 76,484    | 82,439  | 86,989  |
| Zona 2         | 28             | 102,327   | 107,213 | 111,564 |
| Zona 3         | 17             | 67,373    | 72,372  | 76,724  |
| Zona 4         | 36             | 93,757    | 98,041  | 101,621 |
| Zona 5         | 47             | 117,637   | 124,190 | 129,744 |
| Total          | 148            | 458,489   | 485,169 | 507,557 |

Sumber: Revisi RI-SPAM Kota Surabaya, 2014



## **BAB 4 METODE PERENCANAAN**

### **4.1 Umum**

Metode perencanaan memiliki peranan penting dalam suatu perencanaan. Maksud dari adanya metode perencanaan ini adalah memberikan gambaran mengenai cara dan langkah-langkah yang akan digunakan dalam perencanaan, sehingga sesuai dengan tujuannya.

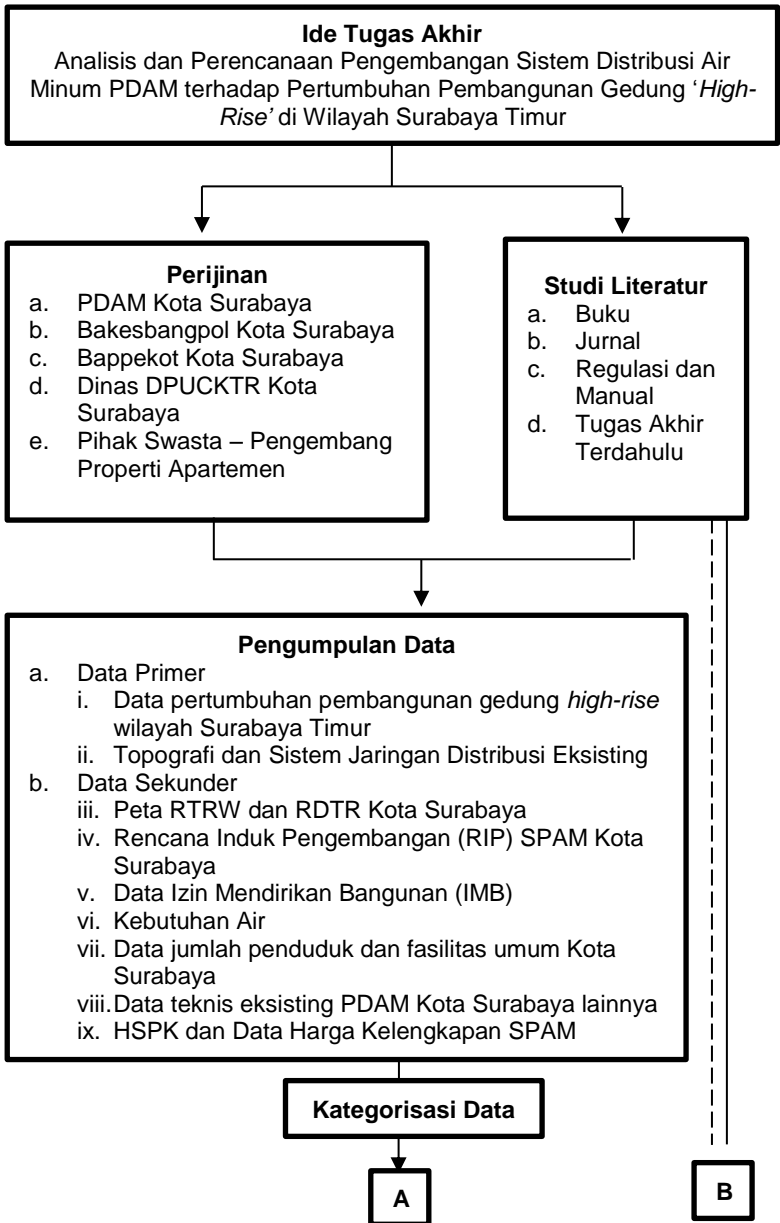
Analisis dan perencanaan Tugas Akhir ini akan dilaksanakan pada sub-zona yang berada di Zona 2 wilayah pelayanan PDAM Kota Surabaya. Periode perencanaan pengembangan distribusi PDAM adalah selama 10 tahun yaitu 2018-2028. Periode perencanaan sesuai dengan RTRW dan RISPAM Kota Surabaya, akan dibagi tahapan per-5 tahunan, menjadi Tahap I: 2018-2022 dan Tahap II: 2023-2027.

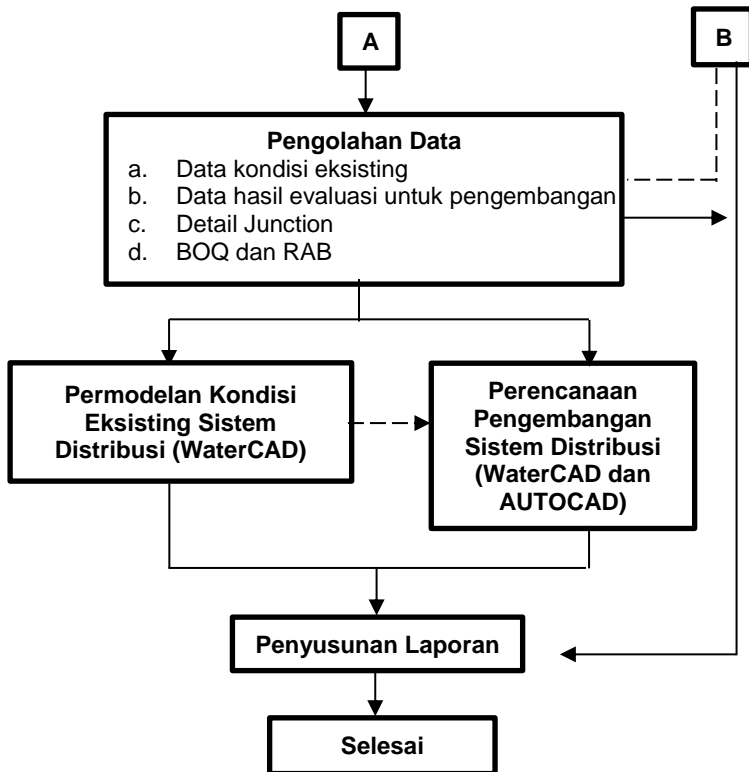
### **4.2 Kerangka Pelaksanaan**

Kerangka perencanaan merupakan acuan pelaksanaan perencanaan secara ringkas yang disusun berdasarkan adanya permasalahan dan mencapai tujuan perencanaan. Penyusunan kerangka perencanaan disusun dengan tujuan sebagai berikut:

- a. Sebagai gambaran awal mengenai tahapan perencanaan secara sistematis
- b. Mengetahui tahapan kerja yang harus dilakukan dalam melaksanakan perencanaan
- c. Mengetahui hal – hal yang berkaitan dengan pelaksanaan perencanaan
- d. Memperkecil dan menghindari kesalahan yang mungkin terjadi dalam melaksanakan perencanaan

Diagram alir metode pelaksanaan perencanaan yang disusun untuk mempermudah pelaksanaan perencanaan ditunjukkan pada Gambar 4.1.





Gambar 4. 1 Diagram Kerangka Perencanaan

### 4.3 Uraian Tahapan Kegiatan

Tahapan perencanaan berisi penjabaran detail tentang kerangka perencanaan dan langkah-langkah yang dilakukan selama proses perencanaan berlangsung.

#### 4.3.1 Ide Tugas Akhir

Ide tugas akhir ini adalah tentang Analisis dan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya. Ide muncul dikarenakan adanya pertumbuhan gedung-gedung dalam kategori apartemen di Zona 2 memiliki perkembangan yang cukup pesat. Rencana Induk SPAM Kota

Surabaya yang dibuat per-20 tahun, terbaru yang kini digunakan adalah RI SPAM 2014-2035, tidak memiliki cukup data detail dan riil sesuai kondisi pertumbuhan pembangunan gedung apartemen di lapangan. Analisis dan pengembangan dibuat dalam periode 10 tahun kedepan. Analisis dibutuhkan untuk mengidentifikasi kebutuhan air yang disebabkan oleh pertumbuhan proyek pembangunan apartemen di Zona 2, mengidentifikasi kemampuan PDAM Kota Surabaya dalam mengantisipasi bertambahnya kebutuhan air, hingga ditemukan solusi pengembangan untuk memenuhi kebutuhan air tersebut. Perencanaan pengembangan di bagi menjadi Tahap I (2018-2022) dan Tahap II (2023-2027).

#### **4.3.2 Perijinan**

Proses perijinan dilakukan dengan pembuatan proposal dan surat pengantar dari Jurusan Teknik Lingkungan ITS yang ditujukan kepada pihak terkait. Pihak yang dimaksudkan antara lain PDAM Kota Surabaya, Bakesbangpol Kota Surabaya, Bappeko Kota Surabaya, Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman, Cipta Karya dan Tata Ruang (DPUCKTR) Kota Surabaya dan pihak swasta pengembang properti.

PDAM Kota Surabaya merupakan pihak yang bertanggung jawab dalam pengelolaan distribusi di kawasan Surabaya Timur, Kota Surabaya. Perijinan yang ditujukan kepada pihak PDAM Kota Surabaya adalah untuk memperoleh data kondisi eksisting sistem distribusi air minum di Kota Surabaya serta ijin survei kondisi lapangan.

Badan Kesatuan Bangsa dan Politik (Bakesbangpol) Kota Surabaya bertugas melaksanakan penyusunan dan pelaksanaan kebijakan daerah yang bersifat spesifik. Perijinan yang ditujukan kepada pihak Bakesbangpol Kota Surabaya adalah ijin untuk memperoleh rujukan ke Badan Perencanaan Pembangunan Kota (Bappeko) serta DPUCKTR Kota Surabaya. Kedua Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) tersebut bertugas untuk melakukan penyusunan dan pelaksanaan kebijakan daerah di bidang perencanaan pembangunan kota. Perijinan yang ditujukan kepada kedua SKPD Kota Surabaya tersebut adalah ijin untuk memperoleh peta Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kota Surabaya, Rencana Detail Tata Ruang (RDTR), serta Izin Mendirikan Bangunan (IMB) Kota Surabaya sebagai data

sekunder untuk memproyeksikan jumlah pembangunan gedung high-rise pada wilayah perencanaan.

Sedangkan izin kepada pihak swasta ditujukan untuk menghimpun data primer lapangan mengenai data teknis gedung (termasuk jumlah hunian, kapasitas penghuni, tahun beroperasi, kebutuhan air untuk fasilitas gedung, dan data teknis lainnya) dalam kategori high-rise untuk kebutuhan data pemetaan pembangunan gedung apartemen sesuai periode perencanaan.

#### **4.3.3 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan dasar teori yang mendukung Tugas Akhir ini. Sumber literatur yang digunakan berasal dari buku, jurnal, prosiding, artikel serta referensi lainnya (regulasi, manual, brosur dan sejenisnya). Studi literatur juga dilakukan dengan membaca laporan Tugas Akhir sejenis yang telah dilakukan sebelumnya. Laporan Tugas Akhir yang sejenis diharapkan dapat memberi gambaran pelaksanaan dan penyelesaian laporan tugas akhir ini. Pelaksanaan studi literatur dilakukan mulai dari awal disusunnya proposal ini hingga selesainya Tugas Akhir.

#### **4.3.4 Pengumpulan Data**

Data-data yang dikumpulkan untuk pelaksanaan perencanaan ini berupa data primer dan data sekunder.

##### **a. Data Primer**

Data Primer adalah data yang diambil secara langsung pada lokasi pelayanan PDAM Kota Surabaya serta wilayah yang akan dikembangkan di bagian Surabaya Timur. Data primer yang diambil antara lain:

- i. Data Pertumbuhan Pembangunan Gedung-gedung Apartemen dari tiap pengembang properti**  
Survey dilakukan pada Kawasan Zona 2 yang meliputi tren pembangunan gedung dalam 10 tahun kedepan, jumlah unit properti yang dibangun, kapasitas penghuni, tahun operasi, fasilitas dan data teknis lainnya yang dapat menunjang perencanaan pengembangan sistem distribusi air ke wilayah tersebut. Tujuan pengambilan data adalah untuk mengkalkulasi jumlah kebutuhan air sesuai periode

perencanaan dan membandingkannya dengan kapasitas produksi, analisa kesiapan PDAM Kota Surabaya dalam mengantisipasi kenaikan demand air minum dan perencanaan pengembangan untuk memenuhi kebutuhan air pada daerah Surabaya Timur tersebut.

ii. **Topografi dan Sistem Distribusi Jaringan Eksisting PDAM**

Data kondisi topografi, berupa nilai elevasi dan koordinat titik, akan diperoleh melalui alat bantu *Global Positioning System* (GPS) pada titik-titik percabangan jaringan (node) tertentu. Pendataan ini dilakukan untuk memudahkan input permodelan jaringan pada software WaterCAD, sehingga didapatkan beda tinggi dan jarak antar titik sesuai kondisi lapangan sebenarnya.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diambil dari data yang sudah ada sebelumnya dan data yang diujikan. Data sekunder yang digunakan antara lain:

i. **Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)**

Peta RTRW Kota Surabaya terbaru yang dapat diakses dari website peta peruntukan.surabaya.go.id akan digunakan untuk menentukan daerah yang akan dikembangkan.

ii. **Izin Mendirikan Bangunan (IMB) khusus Gedung High-rise**

Data ini dihimpun untuk melengkapi data primer dari hasil survey kepada pihak swasta pengembang properti. Keduanya akan digunakan untuk memperkirakan pertumbuhan pembangunan gedung apartemen pada wilayah perencanaan.

iii. **Rencana Induk SPAM (RISPAM) Kota Surabaya tahun 2014-2035**

Rencana Induk dijadikan sebagian acuan untuk pengembangan SPAM dan teknis lainnya. Data yang terproyeksi dalam RISPAM dapat dibandingkan dengan data kondisi riil di lapangan dengan harapan pengembangan ke depan dapat lebih maksimal.

Pelayanan diharapkan mampu mengikuti target 100% ke seluruh wilayah Surabaya Timur untuk memenuhi target 100% bagi seluruh Kota Surabaya.

**iv. Kebutuhan Air**

- Kebutuhan air akan diklasifikasikan berdasarkan aktivitas masyarakat, menjadi: kebutuhan air domestik dan non-domestik.
- Air domestik ( $Q_{\text{domestik total}}$ ) akan dilakukan dua penggabungan dari kebutuhan air masyarakat di luar penghuni apartemen ( $Q_{\text{domestik-biasa}}$ ) dan kebutuhan air penghuni apartemen ( $Q_{\text{domestik-apartemen}}$ ). Pengumpulan data kebutuhan air masyarakat di luar penghuni apartemen diperoleh dari data yang dimiliki oleh PDAM Kota Surabaya melalui pengecekan rekening air pelanggan. Data yang dikumpulkan adalah pada wilayah yang terlayani selama 24 jam per hari sehingga dapat dianalisis kebutuhan air masyarakat pelanggan PDAM. Pengumpulan data kebutuhan air bertujuan untuk menentukan besarnya kebutuhan per orang per hari. Sedangkan data kebutuhan air penghuni apartemen akan digunakan jumlah sesuai dengan survey status sosial-ekonomi pada beberapa sampel penghuni gedung apartemen di Kota Surabaya.
- Kebutuhan air non-domestik ( $Q_{\text{non-domestik total}}$ ) di dalamnya termasuk komersial, industri dan fasilitas umum.
- Kebutuhan Air Total akan ditambahkan dengan kehilangan air yang diporsikan sebesar 15-20% Kebutuhan Air Domestik dan Non-domestik.

**v. Jumlah Penduduk dan Fasilitas Umum Kota Surabaya**

Data jumlah penduduk digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk selama rencana tahun perencanaan, sehingga diperoleh prakiraan kebutuhan air penduduk di daerah yang akan dikembangkan. Data yang dibutuhkan adalah data jumlah penduduk per subzone di Zona 2 dalam kurun waktu lima tahun ke belakang. Jumlah fasilitas umum diperlukan untuk mengetahui kebutuhan air

non-domestik di daerah analisis dan rencana pengembangan.

**vi. Data Teknis PDAM Kota Surabaya lainnya**

Data teknis meliputi persentase pelayanan, skema distribusi, jenis dan kondisi pipa jaringan distribusi, tingkat kehilangan air serta data teknis distribusi. Data ini digunakan untuk menganalisis permasalahan yang dialami oleh sistem jaringan distribusi air minum serta potensi pengembangannya.

**vii. Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) dan Data Harga Kelengkapan SPAM**

HSPK dan data harga kelengkapan SPAM digunakan untuk merencanakan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pengembangan SPAM Kota Surabaya sebagai lingkup aspek finansial perencanaan. HSPK yang digunakan adalah HSPK Kota Surabaya dengan pertimbangan kelengkapan data dan letak geografis yang dekat dengan wilayah perencanaan. Data harga kelengkapan SPAM yang dimaksud meliputi seluruh perlengkapan ataupun unit bangunan yang diperlukan dalam perencanaan SPAM. Kedua data ini dapat diperoleh dengan mengunduh pada situs – situs yang terkait.

#### **4.3.5 Kategorisasi Data**

Data – data yang telah dikumpulkan kemudian disortir dan dikategorikan sesuai jenis data, baik itu primer maupun sekunder. Pemilahan dan pengkategorian ini bertujuan untuk menyeleksi data yang digunakan dalam Tugas Akhir. Data yang diperoleh dapat dibagi menjadi dua kategori yakni data untuk analisa kondisi eksisting dan perencanaan pengembangan sistem distribusi.

#### **4.3.6 Pengolahan Data**

**a. Proyeksi Pembangunan Gedung Apartemen**

Data primer yang dikumpulkan dari hasil survey langsung kepada pihak pengembang properti akan dijadikan data untuk melihat tren perkembangan pembangunan gedung-gedung apartemen pada wilayah Surabaya Timur.



- b. **Proyeksi Penduduk dan Fasilitas Umum**  
Proyeksi penduduk dilakukan untuk memperkirakan jumlah penduduk yang akan dilayani pada masa mendatang. Metode proyeksi yang akan digunakan adalah metode Aritmatik, Geometrik dan Least Square. Ketiga metode tersebut akan dipilih satu yang sesuai. Proyeksi fasilitas umum disesuaikan dengan rencana pengembangan daerah. Fasilitas umum yang direncanakan dalam pengembangan sistem distribusi pada Tugas Akhir ini adalah sekolah, fasilitas kesehatan, kawasan perniagaan dan industri.
- c. **Kebutuhan Air**  
Kebutuhan air untuk sistem distribusi ini menggunakan debit jam puncak. Kebutuhan air yang diperhitungkan adalah kebutuhan air domestik, non-domestik, pemadam kebakaran dan estimasi kebocoran. Kebutuhan air domestik dan non-domestik didapatkan dari pengolahan data sekunder proyeksi penduduk dan fasilitas umum wilayah perencanaan, serta pengolahan data pertumbuhan pembangunan gedung aparemen di Zona 2 hasil survey kepada pihak swasta pengembang properti. Estimasi tingkat kebocoran air dapat dihitung berdasarkan jumlah air yang diproduksi oleh PDAM Kota Surabaya dan air yang terjual ke pelanggan. Faktor jam puncak ditentukan dengan melihat kondisi realita di lapangan. Kebutuhan air setiap orang dan fasilitas umum, dapat diperkirakan dengan data sekunder dari PDAM. Data yang dapat digunakan sebagai acuan adalah rekapan penggunaan air oleh pelanggan untuk setiap golongan dan jenis fasilitas per bulan dan data dari RIPSPAM Kota Surabaya Tahun 2014-2035.
- d. **Sistem Distribusi dan Tingkat Pelayanan**  
Keadaan eksisting di tingkat pelanggan dapat diketahui dari hasil *running* menggunakan software WaterCAD sistem distribusi yang ditinjau adalah jaringan pipa yang tidak memenuhi kriteria berdasarkan Pedoman / Petunjuk Teknis. Perencanaan wilayah pengembangan disesuaikan dengan ketersediaan air dibandingkan dengan tingkat kebutuhan pada tahun perencanaan. Wilayah

pengembangan disesuaikan dengan RISPAM PDAM Kota Surabaya tahun 2014-2035, RTRW Kota Surabaya dengan pembagian perencanaan per-5 tahunan; Tahap I: 2018-2022 dan Tahap II: 2023-2027.

#### **4.3.7 Permodelan Kondisi Eksisting Sistem Distribusi**

Data – data yang telah lengkap, kemudian diaplikasikan menggunakan software WaterCAD untuk melakukan pengolahan data. Data – data yang dimasukkan ke dalam software WaterCAD adalah data primer dan data sekunder. Hasil *running* berupa kecepatan aliran, tekanan air dalam pipa, dan lain – lain. Hasil *running* WaterCAD akan digunakan untuk mengevaluasi kondisi eksisting jaringan pipa dengan cara membandingkan kondisi eksisting distribusi dengan sistem yang ideal (memenuhi kriteria desain). Evaluasi jaringan eksisting juga didukung dengan pengamatan langsung di lapangan.

#### **4.3.8 Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi**

Pengembangan sistem distribusi ini dilakukan berdasarkan beberapa pertimbangan yang meliputi kebijakan strategis daerah bidang SPAM, tata guna lahan, rencana tata ruang Kota Surabaya dan pengamatan kondisi lapangan yang ada. Perencanaan pengembangan ini diupayakan tidak mengubah kondisi eksisting yang telah ada. Hal tersebut dikarenakan pertimbangan teknis dan juga ekonomi dalam penggantian pipa eksisting. Pengembangan disesuaikan dengan RTRW dan RISPAM Kota Surabaya, per-5 tahunan, menjadi Tahap I: 2017-2022 dan Tahap II: 2023-2027. Software WaterCAD digunakan untuk membuat skema rencana pengembangan dikarenakan hasilnya yang akurat dan mudah diaplikasikan.

#### **4.3.9 Penyusunan Laporan**

Seluruh data yang diperlukan serta hasil analisis dan perencanaan dicantumkan dalam laporan Tugas Akhir. Hasil analisis dan perencanaan yang tercantum dalam laporan sesuai dengan ruang lingkup perencanaan. Sistematika laporan disesuaikan dengan Pedoman Penyusunan Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSLK ITS. Sistematika laporan Tugas Akhir terdiri atas tiga bagian besar yakni bagian awal,

bagian inti/pokok dan bagian akhir. Penyusunan laporan menghasilkan kesimpulan yang menjawab rumusan masalah pelaksanaan Tugas Akhir.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Analisis Kondisi Eksisting Sistem Distribusi

Analisis kondisi eksisting sistem distribusi meliputi kebutuhan air total (*demand*), kapasitas produksi (*supply*) dan kehilangan air pada jaringan distribusi di wilayah Kota Surabaya. Data – data yang diperlukan diperoleh dari data sekunder dokumen RISPAM tahun 2014-2035 yang dikeluarkan oleh PDAM Kota Surabaya. Data teknis lain berupa koordinat dan elevasi sumber air PDAM, bangunan pelengkap sistem distribusi, data elevasi, panjang, diameter pipa dan koefisien kekasaran pipa di wilayah pelayanan Zona 2 diambil dari data yang ada di dalam file perpipaan WaterCAD yang dibuat oleh staff PDAM Kota Surabaya. Data teknis tersebut diperlukan untuk melakukan analisis lanjutan sistem distribusi eksisting, Tahap I dan Tahap II.

#### 5.1.1 Tingkat Pelayanan

Data dari PDAM Kota Surabaya menunjukkan bahwa pada kelima zona distribusi di tahun 2013, terdapat 507.557 sambungan rumah (SR) domestik yang terlayani. Satu unit SR akan melayani satu Kepala Keluarga (KK). Berdasarkan data yang dihimpun oleh BPS Kota Surabaya, pada tahun 2013 terdapat sebanyak 560.830 KK. Jumlah penduduk kota secara keseluruhan berjumlah 2.804.150 jiwa. Dengan membandingkan jumlah KK dan jumlah penduduk di Kota Surabaya, didapatkan rasio jumlah penduduk per KK. Perhitungan rasio nya adalah sebagai berikut:

$$\text{Rasio orang/KK} = \frac{\text{Jumlah penduduk Kota Surabaya}}{\text{Jumlah KK Kota Surabaya}} = \frac{2.804.150}{560.830} = 5 \text{ orang/KK}$$

Jumlah penduduk di wilayah administrasi Kota Surabaya yang terlayani PDAM sebanyak 2.804.150 jiwa. Persentase tingkat pelayanan PDAM Kota Surabaya dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} n \text{ Penduduk Terlayani} &= \text{Jumlah SR} \times \text{Rasio n penduduk per KK} \\ &= 507.557 \text{ SR} \times 5 \text{ jiwa/SR} \\ &= 2.537.785 \text{ jiwa} \\ \text{Persentase pelayanan} &= \frac{n \text{ Penduduk terlayani}}{n \text{ Wilayah terlayani}} = \frac{2.537.785}{2.804.150} = 90.5 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui tingkat pelayanan PDAM di Kota Surabaya pada tahun 2013 adalah sebesar 90,5 %.

Seiring dengan berjalannya waktu, jumlah penduduk dan aktivitasnya terus meningkat setiap tahunnya. Sesuai dengan ketentuan nomor 4 subbab 5.4 tentang Proyeksi Kebutuhan Air Minum dalam RISPAM tahun 2014-2035, direncanakan perhitungan cakupan pelayanan mengikuti target Pemerintah Kota yaitu 100% mulai tahun 2018.

Jadi, sesuai perhitungan dengan melakukan peningkatan pelayanan secara berkelanjutan, pada tahun 2017 direncanakan sudah memiliki tingkat pelayanan sebesar 97%. Pelayanan terus meningkat menuju angka 100% pada 2018 sesuai dengan target yang tertulis dalam RISPAM. Maka, perhitungan proyeksi kebutuhan air tahun-tahun selanjutnya disamaratakan pada angka 100% pelayanan. Tabel perhitungan dan peningkatan pelayanan dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 5. 1 Tingkat Pelayanan PDAM Kota Surabaya

| URAIAN                            | TAHUN     |           |           |           |           |           |           |           |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                   | 2011      | 2012      | 2013      | 2014      | 2015      | 2016      | 2017      | 2018      |
| Jumlah Penduduk Surabaya (Jinci)  | 2.082.298 | 2.048.667 | 2.088.100 | 2.081.854 | 2.088.981 | 2.078.204 | 2.032.181 | 2.048.150 |
| Jumlah Penduduk Dilayani Mer PDAM | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| Jumlah Penduduk yang dilayan PDAM | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| Tingkat Pelayanan                 | 100,00%   | 100,00%   | 100,00%   | 100,00%   | 100,00%   | 100,00%   | 100,00%   | 100,00%   |
| Penduduk yang dilayan PDAM        | 2.082.298 | 2.048.667 | 2.088.100 | 2.081.854 | 2.088.981 | 2.078.204 | 2.032.181 | 2.048.150 |

(RISPAM Kota Surabaya tahun 2014-2035)

### 5.1.2 Unit Pelayanan

Dalam tugas akhir ini, ruang lingkup unit pelayanan akan dibatasi pada sistem pelayanan distribusi Zona 2 dengan total 28 subzona. Data kebutuhan air selanjutnya akan didapatkan dengan memproyeksikan data SR pada tiap subzona sesuai data jumlah SR yang terdata oleh PDAM Kota Surabaya dari tahun 2011-2016. Berikut adalah jumlah SR eksisting untuk tiap subzona.

Tabel 5. 2 Jumlah Pelanggan (SR) Pada Tiap Kawasan Subzona Di Zona 2

| Subzona | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| 201     | 5849 | 6033 | 6184 | 6300 | 6419 | 6540 | 6663 |

| <b>Subzona</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>2016</b> | <b>2017</b> |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 202            | 2914        | 2928        | 2939        | 2947        | 2956        | 2964        | 2973        |
| 203            | 2686        | 2735        | 2768        | 2796        | 2824        | 2853        | 2882        |
| 204            | 3195        | 3344        | 3458        | 3551        | 3647        | 3745        | 3845        |
| 205            | 4431        | 4663        | 4910        | 5082        | 5261        | 5446        | 5637        |
| 206            | 5787        | 5946        | 6106        | 6217        | 6329        | 6444        | 6561        |
| 207            | 6677        | 6881        | 7173        | 7348        | 7526        | 7709        | 7897        |
| 208            | 1262        | 1262        | 1303        | 1317        | 1331        | 1346        | 1360        |
| 209            | 3183        | 3354        | 3537        | 3665        | 3797        | 3934        | 4076        |
| 210            | 1140        | 1144        | 1143        | 1144        | 1145        | 1146        | 1147        |
| 211            | 4748        | 4877        | 5102        | 5227        | 5354        | 5485        | 5619        |
| 212            | 2939        | 3058        | 3120        | 3183        | 3248        | 3313        | 3381        |
| 213            | 5468        | 5770        | 5941        | 6109        | 6282        | 6460        | 6642        |
| 214            | 2617        | 2701        | 2732        | 2772        | 2812        | 2853        | 2894        |
| 215            | 3444        | 3625        | 3707        | 3800        | 3895        | 3993        | 4093        |
| 216            | 4543        | 4634        | 4717        | 4777        | 4837        | 4898        | 4960        |
| 217            | 2976        | 2998        | 3062        | 3091        | 3121        | 3151        | 3181        |
| 218            | 3943        | 4300        | 4498        | 4703        | 4917        | 5141        | 5375        |
| 219            | 4782        | 4887        | 4992        | 5064        | 5138        | 5212        | 5287        |
| 220            | 3645        | 3936        | 4081        | 4240        | 4405        | 4576        | 4754        |
| 221            | 677         | 812         | 863         | 938         | 1020        | 1110        | 1207        |
| 222            | 2816        | 3194        | 3701        | 4062        | 4459        | 4895        | 5373        |
| 223            | 672         | 701         | 653         | 656         | 660         | 663         | 666         |
| 224            | 694         | 759         | 797         | 835         | 875         | 917         | 961         |
| 225            | 2027        | 2183        | 2314        | 2420        | 2530        | 2646        | 2766        |
| 226            | 4836        | 5394        | 5957        | 6393        | 6862        | 7364        | 7904        |
| 227            | 5291        | 5590        | 5742        | 5902        | 6067        | 6236        | 6410        |
| 228            | 9085        | 9514        | 10064       | 10416       | 10781       | 11158       | 11549       |

| Subzona         | 2011           | 2012           | 2013           | 2014           | 2015           | 2016           | 2017           |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Total SR</b> | <b>102,327</b> | <b>107,223</b> | <b>111,564</b> | <b>114,956</b> | <b>118,498</b> | <b>122,197</b> | <b>126,063</b> |

(RISPAM Kota Surabaya tahun 2014-2035)

### 5.1.3 Analisis Kebutuhan Air

Kebutuhan air Kota Surabaya didasarkan atas kebutuhan domestik, non-domestik dan cadangan untuk pemadam kebakaran (PMK). Kebutuhan air domestik berupa penggunaan pada rumah tempat tinggal, sementara kebutuhan non-domestik didasarkan atas penggunaan air bagi kegiatan di luar kegiatan rumah tangga (perkantoran, fasilitas ibadah, fasilitas pendidikan, bangunan komersial, prasarana umum dan industri) yang jumlahnya 30% dari kebutuhan domestik. Sedangkan cadangan PMK disediakan 5% dari kebutuhan air domestik.

Debit kebutuhan air domestik dapat dihitung berdasarkan data rata-rata pemakaian air per-bulan yang tercatat di PDAM Kota Surabaya. Berikut data pemakaian air per kategori pelanggan pada tahun 2014.

Tabel 5. 3 Pemakaian Air Per Kategori Pelanggan pada 2014

| Kategori      | Jumlah Pelanggan | Pemakaian Air per Bulan |
|---------------|------------------|-------------------------|
| (Satuan)      | SR               | (m <sup>3</sup> /bulan) |
| Perumahan     | 466,529          | 13,480,433              |
| Pemerintah    | 1,213            | 495,824                 |
| Perdagangan   | 33,899           | 2,505,015               |
| Industri      | 398              | 156,551                 |
| Sosial Umum   | 3,573            | 366,021                 |
| Sosial Khusus | 1,940            | 918,913                 |
| Pelabuhan     | 5                | 34,087                  |
|               | <b>507,557</b>   | <b>17,956,844</b>       |



Dari data di atas dapat dihitung kebutuhan air domestik unit tiap orang nya. Berikut contoh perhitungan kebutuhan air domestik per orang per hari pada bulan Desember 2014:

$$\begin{aligned}
 &\text{Jumlah orang/SR} &&= 5 \text{ orang/SR} \\
 &\text{Rata-rata pemakaian unit per bulan} &&= 13.480.433 \text{ m}^3 \\
 &\text{Jumlah hari dalam 1 bulan} &&= 31 \text{ hari} \\
 &\text{Debit per unit} \\
 &= \frac{\text{Rata-rata pemakaian per bulan} \times 1000 \frac{\text{L}}{\text{m}^3}}{\text{Jumlah hari dalam 1 bulan} \times \text{jumlah} \frac{\text{orang}}{\text{SR}}} \\
 &= \frac{13.480.433 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ L/m}^3}{31 \times 5 \text{ orang/SR}} \\
 &= 193,51 \text{ L/orang.hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 5. 4 Tingkat Konsumsi Air per Kategori Pelanggan PDAM Kota Surabaya Tahun 2014

| Kategori      | Jan  | Feb              | Mare             | April            | Mai              | Juni             | Juli             | Agust            | Sept             | Oktober          | November         | Desember         | Total             | Rata-rata        |
|---------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Pemerintah    | 158,02   | 169,71           | 155,56           | 162,58           | 172,56           | 156,81           | 152,00           | 170,94           | 154,25           | 165,35           | 159,35           | 152,12           | 2.166,32          | 162,84           |
| Perdagangan   | 2.506,42   | 3.024,31         | 2.718,81         | 2.995,42         | 2.894,02         | 2.782,61         | 2.671,42         | 2.739,54         | 2.826,71         | 2.963,61         | 2.915,02         | 2.734,02         | 33.529,61         | 2.718,81         |
| Perumahan     | 412,40   | 458,12           | 467,31           | 452,81           | 446,21           | 478,62           | 452,02           | 440,72           | 455,81           | 466,41           | 522,31           | 426,81           | 5.478,62          | 486,61           |
| Industri      | 2.172,02   | 2.278,61         | 2.579,34         | 2.422,19         | 2.494,31         | 2.795,12         | 2.598,11         | 2.298,21         | 2.599,11         | 2.898,61         | 2.697,41         | 2.492,11         | 30.792,71         | 2.928,11         |
| Sosial Umum   | 509,41   | 512,42           | 464,01           | 453,61           | 452,51           | 451,11           | 464,42           | 461,21           | 475,34           | 463,51           | 475,21           | 464,41           | 5.727,81          | 488,14           |
| Sosial Khusus | 2.258,61   | 2.364,91         | 2.265,21         | 2.255,21         | 2.265,41         | 2.271,11         | 2.280,24         | 2.279,21         | 2.279,34         | 2.273,61         | 2.273,61         | 2.273,61         | 27.473,61         | 2.273,61         |
| Pelabuhan     | 40.477,01  | 41.948,11        | 41.548,11        | 41.073,11        | 41.173,11        | 41.704,01        | 41.189,21        | 41.701,11        | 41.701,11        | 41.701,11        | 41.701,11        | 41.701,11        | 503.377,31        | 41.701,11        |
| <b>Total</b>  | <b>49.872,21</b>   | <b>54.072,11</b> | <b>52.021,11</b> | <b>51.021,11</b> | <b>51.491,11</b> | <b>51.991,11</b> | <b>51.491,11</b> | <b>51.991,11</b> | <b>51.991,11</b> | <b>51.991,11</b> | <b>51.991,11</b> | <b>51.991,11</b> | <b>613.377,31</b> | <b>51.991,11</b> |
| Kategori      | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span style="width: 45%;">- industri</span> <span style="width: 45%;">- sosial khusus</span> </div> |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                   |                  |

(RISPAM Kota Surabaya tahun 2014-2035)

Nilai kebutuhan air untuk domestik adalah sebesar 193,51 L/orang.hari untuk bulan Desember 2014. Namun nilai yang diambil untuk perhitungan proyeksi kebutuhan air domestik dan non-domestik adalah kebutuhan maksimal dalam kurun waktu satu tahun, yaitu 199,05 ≈ 200 L/orang.hari untuk kebutuhan air domestik. Begitu juga dengan kebutuhan air pada kategori lainnya yang diambil dari nilai maksimum, yaitu unit pemerintahan sebesar 2936,4 L/unit.hari, unit perdagangan sebesar 507,1 L/unit.hari, unit industri sebesar 2736,5 L/unit.hari, unit sosial umum sebesar 715,6 L/unit.hari, unit sosial khusus sebesar 3237 L/unit.hari dan kebutuhan unit pelabuhan sebesar 50.377,3 L/unit.hari. Namun

untuk kebutuhan air non-domestik dibulatkan sesuai proyeksi RISPAM yaitu sebesar 30% dari kebutuhan air domestik.

Perhitungan kebutuhan air eksisting tahun 2017 ( $P_o$ ) untuk tiap subzona dihitung berdasarkan jumlah kebutuhan air domestik ( $Q_{dom}$ ) yang didapatkan dari jumlah penduduk pada tahun  $P_o$ , 30% kebutuhan air non-domestik ( $Q_{non}$ ) dan 5% kebutuhan air pemadam kebakaran ( $Q_{PMK}$ ). Perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut;

Tabel 5. 5 Tabel Kebutuhan Air Total Eksisting Tiap Subzona

| Sub | Jumlah SR Tahun 2017 | Jumlah Penduduk Tahun 2017 | % Pel. | Keb Air Dom. ( $Q_{dom}$ ) | Keb Air Non-Domestik ( $Q_{non}$ ) | Keb Air PMK ( $Q_{PMK}$ ) | Keb Air Total ( $Q_{tot}$ )   |
|-----|----------------------|----------------------------|--------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
|     |                      |                            |        | 190 L/org.hr               | (30% x $Q_{dom}$ )                 | (5% x $Q_{dom}$ )         | ( $Q_{dom}+Q_{non}+Q_{PMK}$ ) |
| 201 | 6663                 | 33315                      | 97%    | 71.1                       | 21.3                               | 3.55                      | 95.94                         |
| 202 | 2973                 | 14863                      | 97%    | 31.7                       | 9.5                                | 1.59                      | 42.80                         |
| 203 | 2882                 | 14408                      | 97%    | 30.7                       | 9.2                                | 1.54                      | 41.49                         |
| 204 | 3845                 | 19227                      | 97%    | 41.0                       | 12.3                               | 2.05                      | 55.37                         |
| 205 | 5637                 | 28184                      | 97%    | 60.1                       | 18.0                               | 3.01                      | 81.16                         |
| 206 | 6561                 | 32805                      | 97%    | 70.0                       | 21.0                               | 3.50                      | 94.47                         |
| 207 | 7897                 | 39485                      | 97%    | 84.2                       | 25.3                               | 4.21                      | 113.70                        |
| 208 | 1360                 | 6802                       | 97%    | 14.5                       | 4.4                                | 0.73                      | 19.59                         |
| 209 | 4076                 | 20380                      | 97%    | 43.5                       | 13.0                               | 2.17                      | 58.69                         |
| 210 | 1147                 | 5735                       | 97%    | 12.2                       | 3.7                                | 0.61                      | 16.52                         |
| 211 | 5619                 | 28096                      | 97%    | 59.9                       | 18.0                               | 3.00                      | 80.91                         |
| 212 | 3381                 | 16903                      | 97%    | 36.1                       | 10.8                               | 1.80                      | 48.67                         |
| 213 | 6642                 | 33212                      | 97%    | 70.8                       | 21.3                               | 3.54                      | 95.64                         |
| 214 | 2894                 | 14471                      | 97%    | 30.9                       | 9.3                                | 1.54                      | 41.67                         |
| 215 | 4093                 | 20464                      | 97%    | 43.7                       | 13.1                               | 2.18                      | 58.93                         |
| 216 | 4960                 | 24801                      | 97%    | 52.9                       | 15.9                               | 2.65                      | 71.42                         |

| Sub                            | Jumlah SR Tahun 2017 | Jumlah Penduduk Tahun 2017 | % Pel. | Keb Air Dom. ( $Q_{dom}$ ) | Keb Air Non-Domestik ( $Q_{non}$ ) | Keb Air PMK ( $Q_{PMK}$ ) | Keb Air Total ( $Q_{tot}$ ) |
|--------------------------------|----------------------|----------------------------|--------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 217                            | 3181                 | 15905                      | 97%    | 33.9                       | 10.2                               | 1.70                      | 45.80                       |
| 218                            | 5375                 | 26874                      | 97%    | 57.3                       | 17.2                               | 2.87                      | 77.39                       |
| 219                            | 5287                 | 26437                      | 97%    | 56.4                       | 16.9                               | 2.82                      | 76.13                       |
| 220                            | 4754                 | 23769                      | 97%    | 50.7                       | 15.2                               | 2.54                      | 68.45                       |
| 221                            | 1207                 | 6033                       | 97%    | 12.9                       | 3.9                                | 0.64                      | 17.37                       |
| 222                            | 5373                 | 26863                      | 97%    | 57.3                       | 17.2                               | 2.87                      | 77.36                       |
| 223                            | 666                  | 3331                       | 97%    | 7.1                        | 2.1                                | 0.36                      | 9.59                        |
| 224                            | 961                  | 4805                       | 97%    | 10.3                       | 3.1                                | 0.51                      | 13.84                       |
| 225                            | 2766                 | 13832                      | 97%    | 29.5                       | 8.9                                | 1.48                      | 39.83                       |
| 226                            | 7904                 | 39519                      | 97%    | 84.3                       | 25.3                               | 4.21                      | 113.80                      |
| 227                            | 6410                 | 32051                      | 97%    | 68.4                       | 20.5                               | 3.42                      | 92.30                       |
| 228                            | 11549                | 57746                      | 97%    | 123.2                      | 37.0                               | 6.16                      | 166.29                      |
| <b>Total Keb Air (L/detik)</b> |                      |                            |        | <b>1344.5</b>              | <b>403.36</b>                      | <b>67.23</b>              | <b>1815.12</b>              |

#### 5.1.4 Kehilangan Air

Analisis akan memasukkan unsur kehilangan air. Kehilangan air yang ditunjukkan dalam laporan ini berupa kebocoran pada pipa ataupun sambungan dan aksesoris pipa. Jumlah kehilangan air dapat dihitung melalui selisih jumlah air yang diproduksi dengan jumlah air yang dikonsumsi oleh pelanggan. Nilai air yang dikonsumsi didasarkan pada data penjualan air yang diperoleh PDAM Kota Surabaya.

Pada tahun 2017, data menunjukkan bahwa jumlah air yang didistribusikan kepada pelanggan berjumlah 287,245,744 m<sup>3</sup>/tahun dan jumlah air yang sampai ke pelanggan berjumlah 205,048,585 m<sup>3</sup>/tahun. Jumlah air yang hilang adalah selisih dari keduanya. Berikut perhitungan kehilangan air dan presentase kehilangan airnya:

$$\text{Kehilangan air} = \Sigma \text{ air produksi} - \Sigma \text{ air konsumsi}$$

$$\begin{aligned}
&= (287,245,744 - 205,048,585) \text{ m}^3 \\
&= 82,197,159 \text{ m}^3 \\
\% \text{ Kehilangan air} &= \frac{\Sigma \text{ air produksi} - \Sigma \text{ air konsumsi}}{\Sigma \text{ air produksi}} \times 100\% \\
&= \frac{82,197,159}{287,245,744} \times 100\% \\
&= 27 \%
\end{aligned}$$

Nilai kehilangan air yang dialami oleh pipa-pipa distribusi dianggap berada pada angka 27.0% untuk seluruh perpipaan. Kebocoran pipa menyebabkan meningkatnya kebutuhan air subzona pelayanan. Sistem jaringan distribusi PDAM Kota Surabaya yang saling terkoneksi dan dilayani oleh pipa-pipa tua menyebabkan presentase kebocoran sebesar 27% masih dialami. Nilai ini masih jauh dari target 20% kebocoran yang diperbolehkan, sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 20/PRT/M/2006 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan SPAM (KSNP-SPAM).

Kehilangan air akan menyebabkan kerugian yang besar bagi perusahaan, dan akan berkembang semakin besar jika tidak ditangani dengan segera. Banyak faktor teknis yang menyumbang angka besar bagi jumlah kehilangan air. Pada tingkat kebocoran ini (30% ke bawah) yang menjadi masalah utama adalah masalah teknis kebocoran pipa dan keakuratan meter air. Penanganan dengan konsep zone meter air atau *District Meter Area* (DMA) merupakan upaya pengontrolan kehilangan air yang sedang diupayakan oleh PDAM Kota Surabaya di jaringan perpipaan yang ada. Oleh karena itu, untuk perhitungan proyeksi kebutuhan air pada Tahap I dan Tahap II, nilai kehilangan dianggap akan terus menurun akibat dari upaya tim dalam pembentukan dan pengontrolan lewat DMA. Nilai persen kehilangan air yang digunakan akan mengikuti proyeksi yang tertulis dalam RISPAM tahun 2014-2035 sesuai Tabel 5.6 berikut. Diharapkan nilai kehilangan air mampu menyentuh angka 20.5% pada akhir tahun perencanaan Tahap II, pada tahun 2027.

Tabel 5. 6 Nilai %Kehilangan Air Pada Sistem Distribusi

| URAIAN                             | TAHUN     |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                    | 2013      | 2018      | 2015      | 2016      | 2011      | 2018      | 2019      | 2020      |
| Jumlah Penduduk Surabaya (Jawa)    | 2.694.150 | 2.876.953 | 2.935.944 | 2.851.534 | 2.807.493 | 2.983.561 | 2.894.860 | 2.815.937 |
| Jumlah Penduduk Dilayani/Non PDAM  | 398.413   | 281.880   | 285.308   | 171.091   | 28.028    | -         | -         | -         |
| Jumlah Penduduk yang dilayani PDAM | 2.495.737 | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| Tingkat Pelayanan                  | 92,03%    | 97,55%    | 97,30%    | 94,00%    | 97,3%     | 100,00%   | 100,00%   | 100,00%   |
| Penduduk yang akan dilayani PDAM   | 3.118.090 | 3.551.887 | 3.580.430 | 2.680.413 | 2.181.488 | 3.983.561 | 3.894.860 | 2.815.937 |
| Persentase Kehilangan Air          | 29,90%    | 29%       | 27,2%     | 27%       | 20%       | 22%       | 24,7%     | 24,0%     |

| URAIAN                             | TAHUN     |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                    | 2011      | 2012      | 2013      | 2014      | 2015      | 2016      | 2017      | 2018      |
| Jumlah Penduduk Surabaya (Jawa)    | 2.692.298 | 2.949.087 | 2.935.109 | 2.851.904 | 2.888.953 | 3.070.294 | 3.302.183 | 3.048.193 |
| Jumlah Penduduk Dilayani/Non PDAM  | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| Jumlah Penduduk yang dilayani PDAM | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| Tingkat Pelayanan                  | 100,00%   | 100,00%   | 100,00%   | 100,00%   | 99,33%    | 100,00%   | 100,00%   | 100,00%   |
| Penduduk yang akan dilayani PDAM   | 3.692.298 | 3.468.087 | 3.935.109 | 2.851.904 | 3.888.953 | 3.070.294 | 3.302.183 | 3.048.193 |
| Persentase Kehilangan Air          | 29,9%     | 29,7%     | 29,7%     | 27%       | 20,90%    | 21,00%    | 24,70%    | 24,00%    |

(RISPAM Kota Surabaya tahun 2014-2035)

Setelah mengetahui presentase kehilangan air, dapat diketahui jumlah kebutuhan air total eksisting. Berikut perhitungannya:

Tabel 5. 7 Tabel Kebutuhan Air Rata-rata dan Jam Puncak Eksisting Tiap Subzona

| Sub | Jum. SR Thn 2017 | Jum. Pend. Tahun 2017 | % Pelayanan | Keb Air Total (Q <sub>tot</sub> )                       | Kehilangan Air (Q <sub>NRW</sub> ) | Keb Air Rata-rata (Q <sub>ave</sub> ) | Keb Air Jam Puncak (Q <sub>peak</sub> ) |
|-----|------------------|-----------------------|-------------|---|------------------------------------|---------------------------------------|---|
|     |                  |                       |             | (Q <sub>dom</sub> +Q <sub>non</sub> +Q <sub>PM</sub> K) | 27%                                | (Q <sub>tot</sub> +Q <sub>NRW</sub> ) | (1.2 x Q <sub>ave</sub> )               |
| 201 | 6663             | 33315                 | 97%         | 95.94   | 25.9                               | 121.84                                | 146.21                                  |
| 202 | 2973             | 14863                 | 97%         | 42.80   | 11.6                               | 54.36                                 | 65.23                                   |
| 203 | 2882             | 14408                 | 97%         | 41.49   | 11.2                               | 52.69                                 | 63.23                                   |
| 204 | 3845             | 19227                 | 97%         | 55.37   | 14.9                               | 70.32                                 | 84.38                                   |
| 205 | 5637             | 28184                 | 97%         | 81.16   | 21.9                               | 103.07                                | 123.69                                  |
| 206 | 6561             | 32805                 | 97%         | 94.47   | 25.5                               | 119.97                                | 143.97                                  |
| 207 | 7897             | 39485                 | 97%         | 113.70  | 30.7                               | 144.40                                | 173.28                                  |

| Sub                        | Jum. SR Thn 2017 | Jum. Pend. Tahun 2017 | % Pelayanan | Keb Air Total ( $Q_{tot}$ ) | Kehilangan Air ( $Q_{NRW}$ ) | Keb Air Rata-rata ( $Q_{ave}$ ) | Keb Air Jam Puncak ( $Q_{peak}$ ) |
|----------------------------|------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 208                        | 1360             | 6802                  | 97%         | 19.59                       | 5.3                          | 24.88                           | 29.85                             |
| 209                        | 4076             | 20380                 | 97%         | 58.69                       | 15.8                         | 74.53                           | 89.44                             |
| 210                        | 1147             | 5735                  | 97%         | 16.52                       | 4.5                          | 20.97                           | 25.17                             |
| 211                        | 5619             | 28096                 | 97%         | 80.91                       | 21.8                         | 102.75                          | 123.30                            |
| 212                        | 3381             | 16903                 | 97%         | 48.67                       | 13.1                         | 61.82                           | 74.18                             |
| 213                        | 6642             | 33212                 | 97%         | 95.64                       | 25.8                         | 121.46                          | 145.75                            |
| 214                        | 2894             | 14471                 | 97%         | 41.67                       | 11.3                         | 52.92                           | 63.51                             |
| 215                        | 4093             | 20464                 | 97%         | 58.93                       | 15.9                         | 74.84                           | 89.81                             |
| 216                        | 4960             | 24801                 | 97%         | 71.42                       | 19.3                         | 90.70                           | 108.84                            |
| 217                        | 3181             | 15905                 | 97%         | 45.80                       | 12.4                         | 58.17                           | 69.80                             |
| 218                        | 5375             | 26874                 | 97%         | 77.39                       | 20.9                         | 98.28                           | 117.94                            |
| 219                        | 5287             | 26437                 | 97%         | 76.13                       | 20.6                         | 96.69                           | 116.02                            |
| 220                        | 4754             | 23769                 | 97%         | 68.45                       | 18.5                         | 86.93                           | 104.32                            |
| 221                        | 1207             | 6033                  | 97%         | 17.37                       | 4.7                          | 22.06                           | 26.48                             |
| 222                        | 5373             | 26863                 | 97%         | 77.36                       | 20.9                         | 98.24                           | 117.89                            |
| 223                        | 666              | 3331                  | 97%         | 9.59                        | 2.6                          | 12.18                           | 14.62                             |
| 224                        | 961              | 4805                  | 97%         | 13.84                       | 3.7                          | 17.57                           | 21.09                             |
| 225                        | 2766             | 13832                 | 97%         | 39.83                       | 10.8                         | 50.59                           | 60.70                             |
| 226                        | 7904             | 39519                 | 97%         | 113.80                      | 30.7                         | 144.53                          | 173.44                            |
| 227                        | 6410             | 32051                 | 97%         | 92.30                       | 24.9                         | 117.22                          | 140.66                            |
| 228                        | 11549            | 57746                 | 97%         | 166.29                      | 44.9                         | 211.19                          | 253.42                            |
| <b>Total Kebutuhan Air</b> |                  |                       |             | <b>1815.1</b>               | <b>490.0</b>                 | <b>2305.2</b>                   | <b>2766.2</b>                     |

Kebutuhan air rata-rata ( $Q_{ave}$ ) didapatkan dari hasil penjumlahan kebutuhan air total ( $Q_{tot}$ ) dan kehilangan air ( $Q_{NRW}$ ). Selanjutnya kebutuhan air jam puncak dapat dihitung dengan mengalikan kebutuhan air rata-rata dengan faktor jam

puncak (peak) yang bernilai  $1.2 \times Q_{ave}$ . Didapatkan kebutuhan air peak total sebesar 2766.2 L/detik untuk Zona 2.

Perhitungan dimensi pipa transmisi air baku biasanya berdasarkan pada debit maksimum harian ( $Q_{maks}$ , PDAM Surabaya menggunakan faktor 1.1), sedangkan pipa transmisi – distribusi air minum pada dasarnya dirancang untuk dapat mengalirkan debit aliran untuk kebutuhan Jam Puncak ( $Q_{peak}$  PDAM Surabaya menggunakan faktor 1.2). (RISPAM Kota Surabaya tahun 2014-2035).

### 5.1.5 Analisis Kapasitas Produksi

Sumber air baku PDAM Kota Surabaya berasal 97% dari air permukaan yaitu sungai Surabaya yang sebelumnya telah melalui IPAM, serta 3% berasal mata air Umbulan dan Pandaan. Jumlah masing-masing kapasitas produksi yang ada hanya akan digunakan sesuai debit produksi yang mengalir dalam batas Zona 2. Data di ambil dari model perpipaan eksisting yang telah diplotkan pada scenario WaterCAD milik PDAM Kota Surabaya. Berikut nilai debit yang mengalir di dalam jaringan distribusi Zona 2:

. Tabel 5. 8 Debit Produksi Yang Mengalir Ke Dalam Zona 2

| No. | Instalasi Pengolahan Air (IPA) | Jenis Sumber  | Kapasitas Eksisting (L/detik) | Q Yang Mengalir Dalam Zona 2 (L/detik) |
|-----|--------------------------------|---------------|-------------------------------|--|
| 1   | IPA Ngagel I                   | Air permukaan | 1,800                         | 1,800                                  |
| 2   | IPA Ngagel II                  | Air permukaan | 1,000                         | -                                      |
| 3   | IPA Ngagel III                 | Air permukaan | 1,750                         | 1,750                                  |
| 4   | IPA Karangpilang I             | Air permukaan | 1,450                         | -                                      |
| 5   | IPA Karangpilang II            | Air permukaan | 2,500                         | -                                      |
| 6   | IPA Karangpilang III           | Air permukaan | 2,000                         | 2,000                                  |
| 7   | Umbulan                        | Mata Air      | 1,000                         | 500                                    |

(Sumber: Data Teknis PDAM Kota Surabaya)

Secara garis besar, kapasitas produksi yang ter-supply oleh jaringan perpipaan PDAM yang masuk ke dalam Zona 2 adalah sebesar 5500 L/detik. Nilai ini didapatkan dari kapasitas maksimal

ketiga IPA yang men-supply Zona 2 yaitu IPA Ngagel I, Ngagel III dan Karang Pilang III. Debit produksi selanjutnya akan dibandingkan dengan kebutuhan air total eksisting tahun 2017

### 5.1.6 Analisis Sistem Distribusi Eksisting Menggunakan WaterCAD

Data teknis berupa koordinat dan elevasi sumber air PDAM, bangunan pelengkap dan beberapa titik di wilayah pelayanan diperlukan untuk melakukan analisis sistem distribusi menggunakan WaterCAD. Analisis juga memerlukan input data berupa data diameter pipa, koefisien kekasaran pipa dan panjang pipa yang diperoleh dari PDAM Kota Surabaya. Hasil pembuatan model jaringan dengan WaterCAD dapat dilihat pada Gambar 5.1. Hasil running program WaterCAD adalah keadaan air pada pipe (pipa) dan junction (percabangan). Pipe akan menggambarkan pipa pada jaringan. Pipa pada WaterCAD setelah running menunjukkan hasil berupa *flow* (arah aliran), *velocity* (kecepatan dalam pipa), serta *headloss* (tekanan yang hilang selama perjalanan).

Aspek yang dianalisis menggunakan WaterCAD adalah kecepatan aliran, sisa tekan dan headloss dengan kriteria sebagai berikut:

- Kecepatan : (0,3 – 3,0) m/s
- Sisa Tekan : (1 – 10) atm
- Headloss max. : 10 m/km

Analisis terpenting pada junction adalah pressure (tekanan), dimana akan sangat mempengaruhi pipa dan jaringan apabila nilainya melebihi tekanan maksimal karena pipa sangat berpotensi bocor. Dan apabila tekanan berada di bawah ambang nilai minimum, aliran air dalam pipa akan menjadi sangat kecil. Bila kecepatan yang muncul kurang dari standar maka pipa berpotensi mengalami pengendapan, sedangkan bila kecepatan terlampau besar maka pipa berpotensi mengalami pengikisan akibat aliran air yang terlalu cepat. Terakhir, headloss menunjukkan besar friksi yang dihasilkan pada pipa karena adanya gesekan.

Hasil running terbagi menjadi peta dan tabel hasil analisis pada junction serta pipe. Peta Hasil analisis WaterCAD dapat dilihat pada Gambar 5.2. dan Gambar 5.3. Hasil tabel analisis junction



dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan tabel analisis pipe pada Tabel 5.8. Analisis permodelan jaringan menggunakan WaterCAD pada tugas akhir ini tidak dilakukan pengecekan langsung ke lapangan, sehingga tidak dapat diketahui tingkat keakuratan permodelan dengan kondisi eksisting.



Gambar 5. 1 Model Jaringan Distribusi WaterCAD

Tabel 5. 9 Hasil Analisis Junction Eksisting

| No. | ID   | Junct. Name     | Elev. (m) | Sub. | Demand (L/detik) | Pressure (m H2O) |
|-----|------|-----------------|-----------|------|------------------|------------------|
| 1   | 105  | R. Ngagel II    | 2.5       | -    | 0                |                  |
| 2   | 1116 | R. Ngagel I_Gr1 | 3         | -    | 201.3            |                  |
| 3   | 410  | R. Ngagel I_Gr2 | 6         | -    | 428.4            |                  |
| 4   | 1025 | R. Ngagel III   | 3.6       | -    | 1,201.10         |                  |
| 5   | 459  | J-193           | 1.1       | IN   | -720.5           | 43.78            |
| 6   | 1301 | J-201-06        | 2         | 201  | 146.2            | 42.47            |
| 7   | 1561 | J-202-01        | 2         | 202  | 12               | 40.67            |
| 8   | 371  | J-202-02        | 2         | 202  | 17.8             | 46.27            |
| 9   | 1416 | J-202-03        | 2.1       | 202  | 4.2              | 45.3             |
| 10  | 373  | J-202-06        | 5         | 202  | 31.2             | 42.14            |
| 11  | 135  | J-203-03        | 2         | 203  | 22.9             | 45.32            |
| 12  | 443  | J-203-06        | 2         | 203  | 40.3             | 42.61            |
| 13  | 1597 | J-204-01        | 2.4       | 204  | 17.9             | 37               |
| 14  | 1587 | J-204-09        | 2         | 204  | 66.5             | 40.54            |
| 15  | 908  | J-205-10        | 4         | 205  | 36.6             | 37.94            |
| 16  | 386  | J-205-12        | 5         | 205  | 87.1             | 40.7             |
| 17  | 397  | J-206-02        | 2         | 206  | 90.4             | 35.95            |
| 18  | 405  | J-206-05        | 5         | 206  | 53.5             | 36.65            |
| 19  | 892  | J-207-04        | 2.2       | 207  | 88.4             | 25.21            |
| 20  | 1612 | J-207-05        | 2.5       | 207  | 84.8             | 32.29            |
| 21  | 800  | J-208-2740      | 5.1       | 208  | 28.1             | 36.14            |
| 22  | 1630 | J-208-Nias      | 5         | 208  | 1.8              | 36.19            |
| 23  | 260  | J-209-01        | 2.8       | 209  | 34.9             | 35.13            |
| 24  | 868  | J-209-08        | 1         | 209  | 21.3             | 31.81            |
| 25  | 164  | J-209-10        | 1.5       | 209  | 33.2             | 29.72            |
| 26  | 283  | J-210-04        | 3.1       | 210  | 25.2             | 26.75            |

| <b>No.</b> | <b>ID</b> | <b>Junct. Name</b> | <b>Elev. (m)</b> | <b>Sub.</b> | <b>Demand (L/detik)</b> | <b>Pressure (m H2O)</b> |
|------------|-----------|--------------------|------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| 27         | 1728      | J-211-2741         | 1.6              | 211         | 123.3                   | 25.51                   |
| 28         | 487       | J-212-03           | 1.9              | 212         | 54.5                    | 40.1                    |
| 29         | 493       | J-212-07           | 6                | 212         | 19.7                    | 35.69                   |
| 30         | 1648      | J-213-01           | 2.2              | 213         | 121.7                   | 40.31                   |
| 31         | 474       | J-213-04           | 1.3              | 213         | 24.7                    | 37.57                   |
| 32         | 1600      | J-214-01           | 2.3              | 214         | 34.6                    | 36.99                   |
| 33         | 521       | J-214-02           | 2.3              | 214         | 21.9                    | 37.19                   |
| 34         | 519       | J-214-2632         | 2.1              | 214         | 7                       | 36.89                   |
| 35         | 569       | J-215-05           | 0                | 215         | 10.4                    | 34.04                   |
| 36         | 1686      | J-215-06           | 1.5              | 215         | 33.3                    | 35.12                   |
| 37         | 558       | J-215-07           | 1.1              | 215         | 20.8                    | 36.42                   |
| 38         | 538       | J-215-08           | 1.5              | 215         | 22.9                    | 37.58                   |
| 39         | 899       | J-215-2637         | 2.1              | 215         | 2.3                     | 32.83                   |
| 40         | 1154      | J-216-06           | 2.2              | 216         | 2.8                     | 31.02                   |
| 41         | 313       | J-216-2419         | 3.4              | 216         | 6.4                     | 31.36                   |
| 42         | 1709      | J-216-2641         | 1.6              | 216         | 6.4                     | 32.02                   |
| 43         | 708       | J-216-2642         | 1.8              | 216         | 9.2                     | 31.33                   |
| 44         | 697       | J-216-GM1          | 1.6              | 210         | 25.3                    | 37.44                   |
| 45         | 647       | J-217-01           | 0                | 217         | 38.3                    | 33.03                   |
| 46         | 626       | J-217-02           | 0                | 217         | 31.5                    | 33.19                   |
| 47         | 250       | J-218-03           | 2                | 218         | 8.8                     | 32.05                   |
| 48         | 238       | J-218-04           | 1                | 218         | 8.1                     | 32.45                   |
| 49         | 651       | J-218-05           | 0                | 218         | 22.5                    | 33.06                   |
| 50         | 1740      | J-218-06           | 1.9              | 218         | 20.4                    | 29.05                   |
| 51         | 228       | J-218-09           | 0                | 218         | 16.8                    | 31                      |
| 52         | 182       | J-218-11           | 0                | 218         | 41.4                    | 30.56                   |
| 53         | 256       | J-218-2643         | 2                | 218         | 58.7                    | 31.88                   |

| No. | ID   | Junct. Name | Elev. (m) | Sub. | Demand (L/detik) | Pressure (m H2O) |
|-----|------|-------------|-----------|------|------------------|------------------|
| 54  | 262  | J-219-01    | 1.9       | 219  | 44.2             | 29.06            |
| 55  | 1736 | J-219-02    | 1.7       | 219  | 44.2             | 32.17            |
| 56  | 924  | J-219-03    | 1.6       | 219  | 12.9             | 30.64            |
| 57  | 1749 | J-219-04    | 1.4       | 219  | 14.7             | 29.72            |
| 58  | 467  | J-220       | 1.5       | 220  | 0.7              | 33.58            |
| 59  | 997  | J-220-02    | 0         | 220  | 36.2             | 33.27            |
| 60  | 211  | J-220-03    | 0         | 220  | 20.4             | 29.9             |
| 61  | 216  | J-220-05    | 0         | 220  | 18.8             | 32.14            |
| 62  | 655  | J-220-2669  | 0         | 220  | 3.1              | 33.05            |
| 63  | 749  | J-220-06    | 0         | 220  | 6.3              | 30.59            |
| 64  | 757  | J-220-07    | 0         | 220  | 18.8             | 20.33            |
| 65  | 1696 | J-221-02    | 0         | 221  | 10.4             | 34.08            |
| 66  | 615  | J-221-03    | 0         | 221  | 2.6              | 36.92            |
| 67  | 618  | J-221-04    | 0         | 221  | 2.6              | 31.86            |
| 68  | 627  | J-221-2731  | -1        | 221  | 10.9             | 33.83            |
| 69  | 1693 | J-222-02    | 0         | 222  | 117.9            | 31.84            |
| 70  | 814  | J-224-02    | 2.2       | 224  | 12.1             | 42.49            |
| 71  | 1309 | J-224-04    | 2         | 224  | 9                | 45.36            |
| 72  | 499  | J-225-01    | 5.2       | 225  | 3.4              | 37.7             |
| 73  | 571  | J-225-02    | 1.8       | 225  | 7                | 35.93            |
| 74  | 1663 | J-225-03    | 0         | 225  | 44.1             | 34.18            |
| 75  | 472  | J-225-05    | 0         | 225  | 6.3              | 38.88            |
| 76  | 747  | J-226-01    | 0         | 226  | 173.4            | 19.92            |
| 77  | 149  | J-227-01    | 2.5       | 227  | 31.1             | 38.64            |
| 78  | 550  | J-227-02    | 2.4       | 227  | 6                | 36.51            |
| 79  | 545  | J-227-03    | 2.1       | 227  | 66.9             | 37.34            |
| 80  | 515  | J-227-05    | 4.8       | 227  | 13.5             | 36.92            |

| No. | ID   | Junct. Name          | Elev. (m) | Sub. | Demand (L/detik) | Pressure (m H2O) |
|-----|------|----------------------|-----------|------|------------------|------------------|
| 81  | 542  | J-227-06             | 2.2       | 227  | 23.2             | 37.4             |
| 82  | 762  | J-228-02             | 1.8       | 228  | 79.1             | 22.64            |
| 83  | 760  | J-228-05             | 0         | 228  | 110.6            | 24.13            |
| 84  | 776  | J-228-06             | 1.3       | 228  | 63.7             | 33.15            |
| 85  | 786  | J-313                | 1.1       | OUT  | 40.6             | 29.25            |
| 86  | 1201 | J-436                | 1.6       | IN   | -286.5           | 34.68            |
| 87  | 1774 | J-586                | 1.4       | OUT  | 44.9             | 34.59            |
|     |      | <b>Keb Air Total</b> |           |      | <b>2766.2</b>    |                  |

Analisis terpenting pada junction seperti terlihat pada Tabel 5.9 ada pada nilai *pressure* atau tekanan. Kondisi seluruh junction yang ada pada jaringan distribusi eksisting memiliki nilai tekanan yang bagus yaitu di atas 10 m H2O .

## 5.2 Rencana Pengembangan Jaringan Distribusi

Pengembangan sistem distribusi diperlukan untuk terus meningkatkan cakupan pelayanan PDAM. Faktor jumlah penduduk dan aktivitas di berbagai bidang yang terus-menerus meningkat setiap tahunnya jelas memicu meningkatnya jumlah kebutuhan air yang dibutuhkan. Fenomena munculnya pembangunan gedung-gedung high-rise berupa apartemen dan mall yang sedang tumbuh pesat di Kota Surabaya menjadi salah satu faktor yang harus diantisipasi kehadirannya. Hal ini mengingat kapasitas produksi air yang terbatas, sehingga proyeksi kebutuhan air pada tahun-tahun mendatang dibutuhkan sebagai upaya antisipasi menghadapi tingginya lonjakan penduduk yang beriringan dengan lonjakan kebutuhan air bersih. Kebutuhan air akan dijumlahkan dengan proyeksi kebutuhan air domestik dan non-domestik dari masyarakat.

Pengembangan jaringan distribusi dilakukan untuk 10 tahun, mulai tahun 2018-2027. Perencanaan pengembangan akan dilakukan dalam dua tahap. Keduanya akan fokus untuk menambah cakupan pelayanan terutama kepada proyek

pembangunan apartemen yang hadir dalam wilayah pelayanan Zona 2.

### 5.2.1 Proyeksi Pembangunan Apartemen

Perhitungan proyeksi pembangunan apartemen dibutuhkan untuk mengetahui jumlah proyeksi unit hingga akhir tahun perencanaan. Sehingga dapat diproyeksi jumlah kebutuhan air total dari keseluruhan unit yang ada.

#### 5.2.1.1 Perhitungan Proyeksi Pembangunan Apartemen

Proyeksi pembangunan apartemen dihitung menggunakan salah satu metode diantara metode aritmatik, geometrik atau *least square*, seperti metode dalam memproyeksikan penduduk. Pemilihan metode ditentukan dengan membandingkan hasil perhitungan nilai koefisien korelasi yang paling mendekati satu. Perhitungan proyeksi penduduk memerlukan data perkembangan jumlah unit terbangun dalam beberapa tahun sebelumnya. Tugas akhir ini menggunakan data jumlah unit terbangun (eksisting) tahun 2012-2017 dari data sekunder hasil pendataan lapangan yang dilakukan oleh PT. Colliers International Surabaya. Sedangkan jumlah unit pada 2018-2021 merupakan jumlah unit yang sudah memiliki izin dan sedang dalam tahap pembangunan yang didapatkan dari survey langsung kepada para pengembang maupun data sekunder dari PT. Colliers International Surabaya. Perhitungan proyeksi jumlah unit akan dilakukan untuk tahun 2022-2027. Data jumlah unit terbangun di Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 5.11. Data lengkap nama proyek yang dan jumlah unit yang telah terbangun untuk setiap tahunnya dapat dilihat secara detail dalam Lampiran A Tabel A1.

Tabel 5. 10 Data Jumlah Unit Apartemen Di Kota Surabaya

| No | Tahun | Jumlah Apartemen Di Kota Surabaya (unit) | Jumlah Apartemen Di Zona 2 (unit) |
|----|-------|--|-----------------------------------|
| 1  | 2012  | 12,486                                   | 3,900                             |
| 2  | 2013  | 14,748                                   | 4,908                             |

| No | Tahun | Jumlah Apartemen Di Kota Surabaya (unit) | Jumlah Apartemen Di Zona 2 (unit) |
|----|-------|--|-----------------------------------|
| 3  | 2014  | 16,521                                   | 6,618                             |
| 4  | 2015  | 21,179                                   | 9,396                             |
| 5  | 2016  | 25,251                                   | 11,196                            |
| 6  | 2017  | 26,475                                   | 11,460                            |
| 7  | 2018  | 30,854                                   | 16,745                            |
| 8  | 2019  | 38,206                                   | 18,045                            |
| 9  | 2020  | 46,214                                   | 21,051                            |
| 10 | 2021  | 52,042                                   | 22,607                            |

Dari data di atas dapat diketahui rasio jumlah unit apartemen terbangun di Kota Surabaya dan di Zona 2, berikut perhitungannya:

Jumlah unit di Kota Surabaya = 52,042 unit

Jumlah unit di Zona 2 = 22,607 unit

Rasio perbandingan jumlah unit apartemen terbangun

$$= \frac{\text{Jumlah unit di Kota Surabaya}}{\text{Jumlah unit di Zona 2}} = \frac{52,042}{22,607} = 41.57\%$$

Jumlah unit terbangun pada Zona 2 adalah 41.57% dari total terbangun yang ada di Kota Surabaya. Nilai ini selanjutnya akan dijadikan presentase proyeksi jumlah unit pada Zona 2 setelah menghitung proyeksi jumlah unit di Kota Surabaya.

Dari data jumlah unit apartemen terbangun yang telah terdata pada Tabel 5.11, kemudian dicari nilai koefisien korelasi ( r ) nya menggunakan tiga metode: Aritmatik, Geometri dan Least Square dengan perhitungan sebagai berikut:

#### A. Metode Aritmatik

Koefisien korelasi dihitung menggunakan Persamaan 2.1. Perhitungan koefisien korelasi metode aritmatik dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5. 11 Koefisien Korelasi Pertumbuhan Apartemen Metode Aritmatik

| No.    | Tahun | Jumlah Apartemen | X           | Y     | X*Y    | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|--------|-------|------------------|-------------|-------|--------|----------------|----------------|
| 1      | 2012  | 12,486           | 1           | 0     | 0      | 1              | 0              |
| 2      | 2013  | 14,748           | 2           | 2262  | 4524   | 4              | 5116644        |
| 3      | 2014  | 16,521           | 3           | 1773  | 5319   | 9              | 3143529        |
| 4      | 2015  | 21,179           | 4           | 4658  | 18632  | 16             | 21696964       |
| 5      | 2016  | 25,251           | 5           | 4072  | 20360  | 25             | 16581184       |
| 6      | 2017  | 26,475           | 6           | 1224  | 7344   | 36             | 1498176        |
| 7      | 2018  | 30,854           | 7           | 4379  | 30653  | 49             | 19175641       |
| 8      | 2019  | 38,206           | 8           | 7352  | 58816  | 64             | 54051904       |
| 9      | 2020  | 46,214           | 9           | 8008  | 72072  | 81             | 64128064       |
| 10     | 2021  | 52,042           | 10          | 5828  | 58280  | 100            | 33965584       |
| Jumlah |       |                  | 55          | 39556 | 276000 | 385            | 219357690      |
| r      |       |                  | 0.811348392 |       |        |                |                |

## B. Metode Geometri

Koefisien korelasi dihitung menggunakan Persamaan 2.1. Perhitungan koefisien korelasi metode aritmatik dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5. 12 Koefisien Korelasi Pertumbuhan Apartemen Metode Geometri

| No. | Tahun | Jumlah Apartemen | X | Y      | X*Y    | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-----|-------|------------------|---|--------|--------|----------------|----------------|
| 1   | 2012  | 12,486           | 1 | 9.432  | 9.432  | 1              | 88.969         |
| 2   | 2013  | 14,748           | 2 | 9.599  | 19.198 | 4              | 92.138         |
| 3   | 2014  | 16,521           | 3 | 9.712  | 29.137 | 9              | 94.330         |
| 4   | 2015  | 21,179           | 4 | 9.961  | 39.843 | 16             | 99.217         |
| 5   | 2016  | 25,251           | 5 | 10.137 | 50.683 | 25             | 102.751        |
| 6   | 2017  | 26,475           | 6 | 10.184 | 61.104 | 36             | 103.713        |
| 7   | 2018  | 30,854           | 7 | 10.337 | 72.359 | 49             | 106.854        |
| 8   | 2019  | 38,206           | 8 | 10.551 | 84.406 | 64             | 111.318        |



|        |      |        |             |         |         |     |         |
|--------|------|--------|-------------|---------|---------|-----|---------|
| 9      | 2020 | 46,214 | 9           | 10.741  | 96.669  | 81  | 115.370 |
| 10     | 2021 | 52,042 | 10          | 10.860  | 108.598 | 100 | 117.935 |
| Jumlah |      |        | 55          | 101.513 | 571.429 | 385 | 1032.60 |
| r      |      |        | 0.996563642 |         |         |     |         |

### C. Metode *Least Square*

Koefisien korelasi dihitung menggunakan Persamaan 2.1. Perhitungan koefisien korelasi metode aritmatik dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5. 13 Koefisien Korelasi Pertumbuhan Apartemen Metode *Least Square*

| No     | Tahun | Jumlah Apartemen | X         | Y      | X*Y     | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|--------|-------|------------------|-----------|--------|---------|----------------|----------------|
| 1      | 2012  | 12,486           | 1         | 12486  | 12486   | 1              | 155900196      |
| 2      | 2013  | 14,748           | 2         | 14748  | 29496   | 4              | 217503504      |
| 3      | 2014  | 16,521           | 3         | 16521  | 49563   | 9              | 272943441      |
| 4      | 2015  | 21,179           | 4         | 21179  | 84716   | 16             | 448550041      |
| 5      | 2016  | 25,251           | 5         | 25251  | 126255  | 25             | 637613001      |
| 6      | 2017  | 26,475           | 6         | 26475  | 158850  | 36             | 700925625      |
| 7      | 2018  | 30,854           | 7         | 30854  | 215978  | 49             | 951969316      |
| 8      | 2019  | 38,206           | 8         | 38206  | 305648  | 64             | 1459698436     |
| 9      | 2020  | 46,214           | 9         | 46214  | 415926  | 81             | 2135733796     |
| 10     | 2021  | 52,042           | 10        | 52042  | 520420  | 100            | 2708369764     |
| Jumlah |       |                  | 55        | 283976 | 1919338 | 385            | 9689207120     |
| r      |       |                  | 0.9763149 |        |         |                |                |

Ketiga koefisien korelasi dibandingkan dan dipilih dengan nilai r yang paling mendekati angka 1 (satu), didapatkan Metode Geometri dengan nilai  $r = 0.996563642$ . Proyeksi jumlah apartemen pada tahun-tahun selanjutnya akan menggunakan Metode Geometri sesuai Persamaan 2.2

Perhitungan proyeksi jumlah apartemen menggunakan metode geometrik memerlukan data rasio pertumbuhan penduduk.

Nilai rasio pertumbuhan apartemen dihitung tiap tahun untuk menghitung proyeksi unit apartemen tiap tahunnya.

Tabel 5. 14 Rasio Pertumbuhan Apartemen

| No        | Tahun | Jumlah Apt. | Pertambahan Apt. | % Pertumbuhan Apt. |
|-----------|-------|-------------|------------------|--------------------|
| 1         | 2012  | 12,486      | 0                | 0.00%              |
| 2         | 2013  | 14,748      | 2262             | 18.12%             |
| 3         | 2014  | 16,521      | 1773             | 12.02%             |
| 4         | 2015  | 21,179      | 4658             | 28.19%             |
| 5         | 2016  | 25,251      | 4072             | 19.23%             |
| 6         | 2017  | 26,475      | 1224             | 4.85%              |
| 7         | 2018  | 30,854      | 4379             | 16.54%             |
| 8         | 2019  | 38,206      | 7352             | 23.83%             |
| 9         | 2020  | 46,214      | 8008             | 20.96%             |
| 10        | 2021  | 52,042      | 5828             | 12.61%             |
| Rata-rata |       |             | 3956             | <b>15.63%</b>      |

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 5.14 diperoleh nilai rasio pertumbuhan apartemen rata-rata sebesar 15.63%. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung proyeksi pertumbuhan unit apartemen tahun-tahun berikutnya Persamaan 2.2. Berikut contoh perhitungan proyeksi jumlah apartemen di Kota Surabaya untuk tahun 2022 menggunakan data unit terbangun tahun 2021.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah apartemen (Po)} &= \text{Jumlah penduduk 2021} = 52,042 \text{ unit} \\
 \text{Kurun waktu (dn)} &= 2022 - 2021 = 1 \\
 \text{Rasio rata-rata} &= 15.63\% = 0.1563 \\
 \text{Jumlah penduduk 2018 (Pn)} &= \text{Po} \times (1+r)^{dn} \\
 &= 52,042 \times (1+0.1563)^1 \\
 &= 60,179 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya, dihitung proyeksi jumlah apartemen khusus di Zona 2 sebagai berikut:

$$\text{Jumlah proyeksi apartemen di Kota Surabaya} = 60,179 \text{ unit}$$

% Rasio unit terbangun pada Zona 2 = 46.86% dari total proyeksi se Kota Surabaya.

Jumlah proyeksi apartemen di Kota Surabaya

= 46.86% x 60,179 unit

= 28,197 unit

Jadi, proyeksi jumlah unit apartemen yang ada pada tahun 2022 di Kota Surabaya adalah 60,179 unit, sedangkan yang berada pada lingkup Zona 2 adalah sebanyak 28,197 unit. Perhitungan proyeksi jumlah unit apartemen dalam kurun waktu perencanaan dilakukan dengan cara yang sama dengan perhitungan di atas. Perhitungan proyeksi jumlah unit apartemen yang akan dibangun pada tahun-tahun selanjutnya di Kota Surabaya maupun di Zona 2 secara lengkap disajikan pada Tabel 5.15.

Tabel 5. 15 Jumlah Unit Apartemen Eksisting Dan Hasil Proyeksi Di Kota Surabaya

| Data Jumlah Unit Terbangun & Unit Yang Sudah Memiliki Izin Dan Sedang Dalam Tahap Pembangunan (unit) |               |                            |        |
|--|---------------|----------------------------|--------|
| Tahun  | Kota Surabaya |                            | Zona 2 |
| 2017   | 26,475        |                            | 11,460 |
| 2018   | 30,854        |                            | 16,745 |
| 2019   | 38,206        |                            | 18,045 |
| 2020   | 46,214        |                            | 21,051 |
| 2021   | 52,042        |                            | 22,607 |
| Proyeksi Jumlah Unit (unit)  |               |                            |        |
| Tahun  | Kota Surabaya | Rasio Zona 2:Kota Surabaya | Zona 2 |
| 2022   | 60,179        | 41.57%                     | 25,018 |
| 2023   | 69,587        |                            | 28,929 |
| 2024   | 80,467        |                            | 33,452 |
| 2025   | 93,048        |                            | 38,682 |

| Data Jumlah Unit Terbangun & Unit Yang Sudah Memilliki Izin Dan Sedang Dalam Tahap Pembangunan (unit) |               |  |        |
|---|---------------|--|--------|
| Tahun   | Kota Surabaya |  | Zona 2 |
| 2026  | 107,595       |  | 44,730 |
| 2027  | 124,417       |  | 51,723 |

### 5.2.1.2 Lokasi Proyeksi Pembangunan Apartemen

Lokasi pembangunan apartemen dibutuhkan untuk dapat mengetahui pada subzone mana kebutuhan air dapat dimasukkan. Dari Tabel 5.15 diketahui bahwa untuk tahun 2018 hingga 2021 telah terdata lokasi proyek pembangunan apartemen dari para pengembang properti. Data rinci dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut

Tabel 5. 16 Data Lokasi Pembangunan Apartemen Di Zona 2

| Thn. | Jum.  | Nama Proyek                             | Unit  | Lokasi                    | Sub-zona |
|------|-------|---|-------|---------------------------|----------|
| 2009 | 180   | The Cosmopolis Res.                     | 180   | Keputih, Sukolilo         |          |
| 2010 | 792   | East Coast Apt.                         | 792   | Kalisari, Mulyorejo       |          |
| 2011 | -     | -                                       |       |                           |          |
| 2012 | 2,928 | Dr Apt.                                 | 640   | Keputih, Sukolilo         |          |
|      |       | Gunawangsa MERR (Tower A)               | 640   | Menur Pumpungan, Sukolilo |          |
|      |       | Gunawangsa MERR (Tower B)               | 640   | Menur Pumpungan, Sukolilo |          |
|      |       | Puncak Kertajaya (Tower A)              | 1,008 | Keputih, Sukolilo         |          |
| 2013 | 1,008 | Puncak Kertajaya (Tower B)              | 1,008 | Keputih, Sukolilo         |          |
| 2014 | 1,710 | Educity Apt. (Tower Harvad & Standford) | 1,710 | Kalisari, Mulyorejo       |          |
| 2015 | 2,778 | Marvell City (Linden Tower)             | 360   | Ngagel                    |          |
|      |       | Educity Apt. (Tower Yale & Princeton)   | 1,818 | Kalisari, Mulyorejo       |          |
|      |       | Gunawangsa MERR (Tower A)               | 600   | Menur Pumpungan, Sukolilo |          |

| Thn. | Jum.  | Nama Proyek                          | Unit          | Lokasi                        | Sub-zona |
|------|-------|--------------------------------------|---------------|-------------------------------|----------|
| 2016 | 1,800 | Bale Hinggil (Tower A)               | 1,200         | Medokan Semampir, Sukolilo    |          |
|      |       | Gunawangsa MERR (Tower B)            | 600           | Menur Pumpungan, Sukolilo     |          |
| 2017 | 264   | One East Penthouse & Res. Collection | 264           | Manyar Sabrangan, Mulyorejo   |          |
| 2018 | 5,285 | Puncak Dharmahasada (2 Tower)        | 2,886         | Kalijudan, Mulyorejo          | 218      |
|      |       | 100 Apt.                             | 158           | Gubeng                        | 208      |
|      |       | Taman Melati Apt. MERR               | 1,053         | Mulyorejo                     | 218      |
|      |       | Citadines Marvell                    | 288           | Ngagel, Wonokromo             | 208      |
| 2019 | 1,300 | Bale Hinggil (Tower C&D)             | 900           | Medokan Semampir, Sukolilo    | 213      |
|      |       | Grand Dharmahasada Lagoon (2 Tower)  | 840           | Mulyosari, Mulyorejo          | 216      |
|      |       | Bellevue Manyar Apt.                 | 460           | Manyar Sabrangan, Mulyorejo   | 227      |
|      |       | East Coast Mansion (Tower A)         | 1,450         | Kejawen Putih Tambak, Keputih | 221      |
| 2020 | 3,006 | The Arundaya                         | 1,130         | Kalijudan, Mulyorejo          | 219      |
|      |       | One Galaxy Superblock Apt. (Tower A) | 426           | Keputih, Sukolilo             | 210      |
|      |       | Eastcovia (Zaha Tower)               | 750           | Kejawen Putih Tambak, Keputih | 215      |
| 2021 | 1,556 | Grand Shamaya Lagoon                 | 380           | Mojo, Gubeng                  | 207      |
|      |       | One Galaxy Superblock Apt. (Tower B) | 426           | Keputih, Sukolilo             | 210      |
|      |       | <b>Total Terbangun Di Zona 2</b>     | <b>21,635</b> | <i>Unit</i>                   |          |
|      |       |                                      | <b>30</b>     | <i>Tower</i>                  |          |

Dari data gabungan unit eksisting dan unit yang sedang tahap pembangunan pada tabel di atas, dapat dicari jumlah unit maksimum pada keseluruhan tower yang ada. Dari total 21,635 unit yang telah/akan terbangun dalam 30 gedung (*tower*), didapatkan nilai rata-rata 1,200 unit/tower. Nilai tersebut selanjutnya akan digunakan sebagai pembagi dalam menentukan jumlah prakiraan tambahan tower.

Dalam menentukan prakiraan jumlah tower yang akan dibangun untuk keseluruhan proyeksi unit apartemen yang akan dibangun pada tahun 2022 hingga 2027, dilakukan perhitungan sederhana. Berikut contoh perhitungan prakiraan tambahan tower pada tahun 2022.

Jumlah tambahan unit apartemen tahun 2022 = 2,411 unit

Nilai unit pembagi = 1,200 unit/tower

Jumlah prakiraan tower =  $\frac{2,411 \text{ unit}}{1,200 \text{ unit/tower}} = 2 \text{ unit tambahan}$

Perhitungan prakiraan jumlah tower yang akan dibangun hingga tahun 2027 ada pada Tabel 5.17 berikut

Tabel 5. 17 Prakiraan Jumlah Tower Apartemen

| Tahun                       | Total Unit | Tambahan Unit | Prakiraan Tambahan Tower |
|-----------------------------|------------|---------------|--------------------------|
| <b>2022</b>                 | 25,018     | 2,411         | 2                        |
| <b>2023</b>                 | 28,929     | 3,911         | 3                        |
| <b>2024</b>                 | 33,452     | 4,523         | 4                        |
| <b>2025</b>                 | 38,682     | 5,230         | 4                        |
| <b>2026</b>                 | 44,730     | 6,048         | 5                        |
| <b>2027</b>                 | 51,723     | 6,993         | 6                        |
| Jumlah Prakiraan Tower Apt. |            |               | 24                       |

Jadi keseluruhan jumlah unit apartemen proyeksi dari tahun 2022 hingga 2027 akan dibagi rata menjadi 24 tower apartemen. Dengan detail tambahan pada Tahap I sebanyak 18 *tower* dan Tahap II sebanyak 22 *tower* apartemen. Penentuan lokasi akan disesuaikan dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya yang terlihat pada Gambar 5.4. Lokasi

prakiraan persebaran tower apartemen dapat dilihat pada Gambar 5.5.

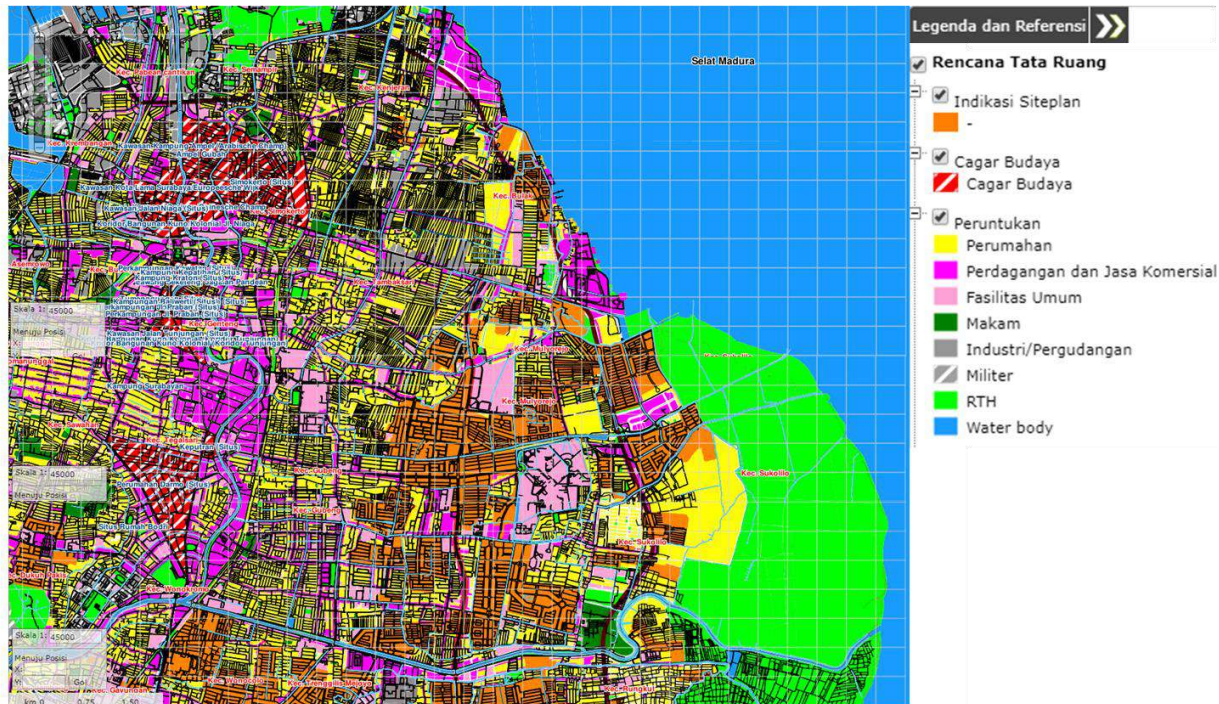
Kebutuhan air untuk setiap *tower* akan dimasukkan ke dalam junction terdekat dari lokasi hasil plotting prakiraan persebaran pembangunan apartemen di Zona terhadap RTRW tersebut.

Tabel 5. 18 Daftar Nama Proyek Beserta Titik Masuk *Demand Air*

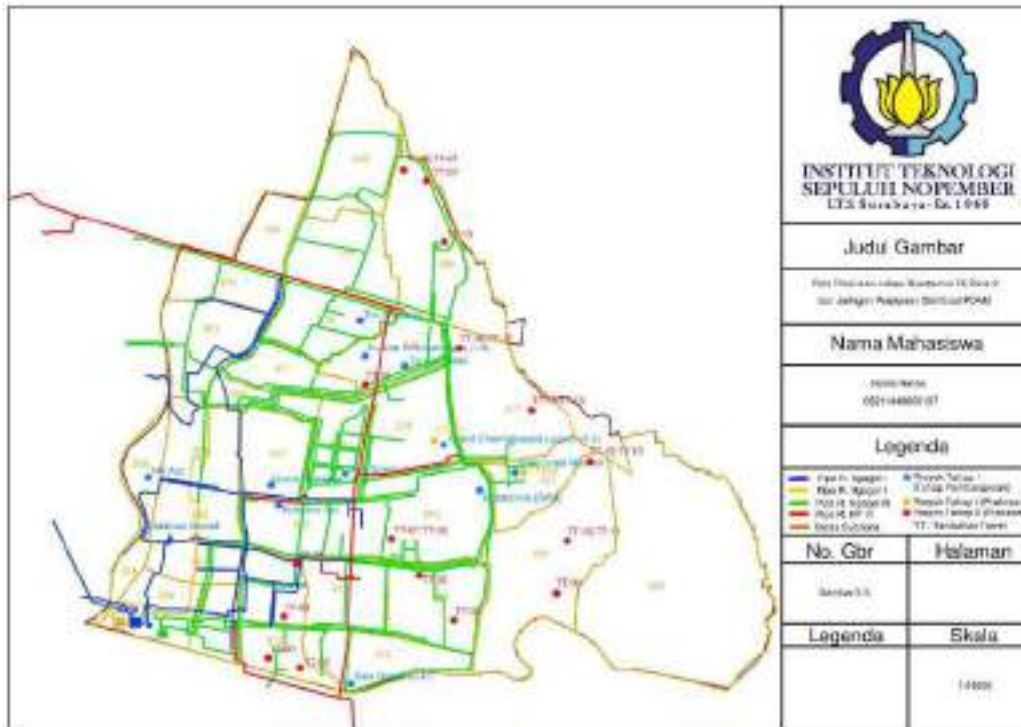
| No. Tower       | Nama Proyek                          | Lokasi Subzona | ID Junction-in |
|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| <b>Tahap I</b>  |                                      |                |                |
| 1,2             | Puncak Dharmahusada (2 Tower)        | 218            | J-218-11       |
| 3               | 100 Apt.                             | 208            | J-208-2740     |
| 4               | Taman Melati Apt. MERR               | 218            | J-218-05       |
| 5               | Citadines Marvell                    | 208            | J-208-2740     |
| 6,7             | Bale Hinggil (Tower C&D)             | 213            | J-213-01       |
| 8,9             | Grand Dharmahusada Lagoon (2 Tower)  | 216            | J-216-2641     |
| 10              | Belleview Manyar Apt.                | 227            | J-227-01       |
| 11              | East Coast Mansion (Tower A)         | 221            | J-221-2731     |
| 12              | The Arundaya                         | 219            | J-219-04       |
| 13              | One Galaxy Superblock Apt. (Tower A) | 210            | J-210-04       |
| 14              | Eastcovia (Zaha Tower)               | 215            | J-215-05       |
| 15              | Grand Shamaya Lagoon                 | 207            | J-207-05       |
| 16              | One Galaxy Superblock Apt. (Tower B) | 210            | J-210-04       |
| 17              | TT-001                               | 216            | J-216-2641     |
| 18              | TT-002                               | 221            | J-221-2731     |
| <b>Tahap II</b> |                                      |                |                |
| 1               | TT-01                                | 212            | J-212-03       |
| 2               | TT-02                                | 212            | J-212-07       |
| 3               | TT-03                                | 204            | J-204-09       |

| <b>No. Tower</b> | <b>Nama Proyek</b> | <b>Lokasi Subzona</b> | <b>ID Junction-in</b> |
|------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| 4                | TT-04              | 204                   | J-204-01              |
| 5                | TT-05              | 223                   | J-223-05              |
| 6                | TT-06              | 225                   | J-225-02              |
| 7,8              | TT-07, TT-08       | 215                   | J-215-2673            |
| 9                | TT-09              | 222                   | J-222-02              |
| 10,11            | TT-10, TT-11       | 222                   | J-222-02              |
| 12,13            | TT-12, TT-13       | 222                   | J-222-02              |
| 14,15            | TT-14, TT-15       | 217                   | J-217-02              |
| 16,17            | TT-16, TT-17       | 217                   | J-217-01              |
| 18               | TT-18              | 218                   | J-218-06              |
| 19               | TT-19              | 220                   | J-220-06              |
| 20,21            | TT-20, TT-21       | 220                   | J-220-07              |
| 22               | TT-22              | 220                   | J-220-07              |





Gambar 5. 2 Plotting Pembangunan Apartemen Di Zona 2 Terhadap Peta RTRW



Gambar 5. 3 Peta Prakiraan Persebaran Lokasi Apartemen Di Zona 2

### 5.2.2 Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk dapat dihitung menggunakan salah satu metode diantara metode aritmatik, geometrik atau *least square*. Pemilihan metode ditentukan dengan membandingkan hasil perhitungan nilai koefisien korelasi yang paling mendekati satu. Perhitungan proyeksi penduduk akan menggunakan data *time series* jumlah SR eksiting untuk tiap subzone beberapa tahun sebelumnya, mulai tahun 2011-2017. Dimana setiap SR akan diasumsikan mampu melayani 5 orang/SR sesuai perhitungan pada subbab 5.1.3 sebelumnya. Perhitungan proyeksi penduduk dilakukan untuk sepuluh tahun sesuai dengan rencana pengembangan sistem distribusi hingga tahun 2027. Data jumlah SR tiap subzona dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5. 19 Jumlah SR Tiap Subzona Di Zona 2

| Sub. | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 201  | 5,849 | 6,033 | 6,184 | 6,300 | 6,419 | 6,540 | 6,663 |
| 202  | 2,914 | 2,928 | 2,939 | 2,947 | 2,956 | 2,964 | 2,973 |
| 203  | 2,686 | 2,735 | 2,768 | 2,796 | 2,824 | 2,853 | 2,882 |
| 204  | 3,195 | 3,344 | 3,458 | 3,551 | 3,647 | 3,745 | 3,845 |
| 205  | 4,431 | 4,663 | 4,910 | 5,082 | 5,261 | 5,446 | 5,637 |
| 206  | 5,787 | 5,946 | 6,106 | 6,217 | 6,329 | 6,444 | 6,561 |
| 207  | 6,677 | 6,881 | 7,173 | 7,348 | 7,526 | 7,709 | 7,897 |
| 208  | 1,262 | 1,262 | 1,303 | 1,317 | 1,331 | 1,346 | 1,360 |
| 209  | 3,183 | 3,354 | 3,537 | 3,665 | 3,797 | 3,934 | 4,076 |
| 210  | 1,140 | 1,144 | 1,143 | 1,144 | 1,145 | 1,146 | 1,147 |
| 211  | 4,748 | 4,877 | 5,102 | 5,227 | 5,354 | 5,485 | 5,619 |
| 212  | 2,939 | 3,058 | 3,120 | 3,183 | 3,248 | 3,313 | 3,381 |
| 213  | 5,468 | 5,770 | 5,941 | 6,109 | 6,282 | 6,460 | 6,642 |
| 214  | 2,617 | 2,701 | 2,732 | 2,772 | 2,812 | 2,853 | 2,894 |
| 215  | 3,444 | 3,625 | 3,707 | 3,800 | 3,895 | 3,993 | 4,093 |
| 216  | 4,543 | 4,634 | 4,717 | 4,777 | 4,837 | 4,898 | 4,960 |
| 217  | 2,976 | 2,998 | 3,062 | 3,091 | 3,121 | 3,151 | 3,181 |

| Sub.         | 2011           | 2012           | 2013           | 2014           | 2015           | 2016           | 2017           |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 218          | 3,943          | 4,300          | 4,498          | 4,703          | 4,917          | 5,141          | 5,375          |
| 219          | 4,782          | 4,887          | 4,992          | 5,064          | 5,138          | 5,212          | 5,287          |
| 220          | 3,645          | 3,936          | 4,081          | 4,240          | 4,405          | 4,576          | 4,754          |
| 221          | 677            | 812            | 863            | 938            | 1,020          | 1,110          | 1,207          |
| 222          | 2,816          | 3,194          | 3,701          | 4,062          | 4,459          | 4,895          | 5,373          |
| 223          | 672            | 701            | 653            | 656            | 660            | 663            | 666            |
| 224          | 694            | 759            | 797            | 835            | 875            | 917            | 961            |
| 225          | 2,027          | 2,183          | 2,314          | 2,420          | 2,530          | 2,646          | 2,766          |
| 226          | 4,836          | 5,394          | 5,957          | 6,393          | 6,862          | 7,364          | 7,904          |
| 227          | 5,291          | 5,590          | 5,742          | 5,902          | 6,067          | 6,236          | 6,410          |
| 228          | 9,085          | 9,514          | 10,064         | 10,416         | 10,781         | 11,158         | 11,549         |
| SR           | 102,327        | 107,223        | 111,564        | 114,956        | 118,498        | 122,197        | 126,063        |
| <b>Pend.</b> | <b>511,635</b> | <b>536,115</b> | <b>557,820</b> | <b>574,782</b> | <b>592,489</b> | <b>610,984</b> | <b>630,317</b> |

### A. Metode Aritmatik

Koefisien korelasi dihitung menggunakan Persamaan 2.1. Perhitungan koefisien korelasi metode aritmatik dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5. 20 Koefisien Korelasi Pertumbuhan SR Metode Aritmatik

| No     | Tahun | Jumlah Penduduk | X           | Y        | X*Y      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|--------|-------|-----------------|-------------|----------|----------|----------------|----------------|
| 1      | 2011  | 511,635         | 1           | 0        | 0        | 1              | 0              |
| 2      | 2012  | 536,115         | 2           | 24480    | 48960    | 4              | 599270400      |
| 3      | 2013  | 557,820         | 3           | 21705    | 65115    | 9              | 471107025      |
| 4      | 2014  | 574,782         | 4           | 16961.87 | 67847.48 | 16             | 287705055.9    |
| 5      | 2015  | 592,489         | 5           | 17706.68 | 88533.4  | 25             | 313526484.5    |
| 6      | 2016  | 610,984         | 6           | 18495.76 | 110974.6 | 36             | 342093129.8    |
| 7      | 2017  | 630,317         | 7           | 19332.35 | 135326.4 | 49             | 373739743.1    |
| Jumlah |       |                 | 28          | 118681.7 | 516756.9 | 140            | 2387441838     |
| r      |       |                 | 0.751126647 |          |          |                |                |

## B. Metode Geometrik

Koefisien korelasi dihitung menggunakan Persamaan 2.1. Perhitungan koefisien korelasi metode aritmatik dapat dilihat pada Tabel 5.21.

Tabel 5. 21 Koefisien Korelasi Pertumbuhan SR Metode Geometrik

| No     | Tahun | Jumlah Penduduk | X           | Y       | X*Y      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|--------|-------|-----------------|-------------|---------|----------|----------------|----------------|
| 1      | 2011  | 511,635         | 1           | 13.145  | 13.145   | 1              | 172.801        |
| 2      | 2012  | 536,115         | 2           | 13.192  | 26.384   | 4              | 174.032        |
| 3      | 2013  | 557,820         | 3           | 13.232  | 39.695   | 9              | 175.080        |
| 4      | 2014  | 574,782         | 4           | 13.262  | 53.047   | 16             | 175.874        |
| 5      | 2015  | 592,489         | 5           | 13.292  | 66.460   | 25             | 176.680        |
| 6      | 2016  | 610,984         | 6           | 13.323  | 79.937   | 36             | 177.498        |
| 7      | 2017  | 630,317         | 7           | 13.354  | 93.478   | 49             | 178.329        |
| Jumlah |       |                 | 28          | 92.7999 | 372.1472 | 140            | 1230.29        |
| r      |       |                 | 0.815257604 |         |          |                |                |

## C. Metode Least Square

Koefisien korelasi dihitung menggunakan Persamaan 2.1. Perhitungan koefisien korelasi metode aritmatik dapat dilihat pada Tabel 5.22.

Tabel 5. 22 Koefisien Korelasi Pertumbuhan SR Metode Least Square

| No     | Tahun | Jumlah Penduduk | X           | Y       | X*Y      | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|--------|-------|-----------------|-------------|---------|----------|----------------|----------------|
| 1      | 2011  | 511,635         | 1           | 511635  | 511635   | 1              | 261770373225   |
| 2      | 2012  | 536,115         | 2           | 536115  | 1072230  | 4              | 287419293225   |
| 3      | 2013  | 557,820         | 3           | 557820  | 1673460  | 9              | 311163152400   |
| 4      | 2014  | 574,782         | 4           | 574782  | 2299127  | 16             | 330374198827   |
| 5      | 2015  | 592,489         | 5           | 592489  | 2962443  | 25             | 351042681574   |
| 6      | 2016  | 610,984         | 6           | 610984  | 3665906  | 36             | 373301826479   |
| 7      | 2017  | 630,317         | 7           | 630317  | 4412217  | 49             | 397299090830   |
| Jumlah |       |                 | 28          | 4014141 | 16597018 | 140            | 2.31237E+12    |
| r      |       |                 | 0.744800746 |         |          |                |                |

Ketiga koefisien korelasi ( r ) dibandingkan dan dipilih dengan nilai r yang paling mendekati angka 1 (satu), didapatkan Metode Geometri dengan nilai  $r = 0.815257604$ . Proyeksi jumlah penduduk pada tahun-tahun selanjutnya akan menggunakan Metode Geometri sesuai Persamaan 2.2.

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode geometrik memerlukan data rasio pertumbuhan penduduk. Nilai rasio pertumbuhan penduduk dihitung tiap subzone untuk menghitung proyeksi penduduk per subzona. Jika dalam perhitungan rasio pertumbuhan terdapat data pertumbuhan penduduk yang negatif, maka data tersebut dihilangkan. Pada subbab ini diberikan contoh perhitungan proyeksi penduduk pada Subzona 201. Data jumlah penduduk dan rasio pertumbuhan penduduk Subzona 201 dapat dilihat pada Tabel 5.23.

Tabel 5. 23 Rasio Pertumbuhan Penduduk Subzona 201

| Tahun     | Jumlah SR | Jumlah penduduk | Pertambahan Jiwa | % Pertambahan | Rasio Pertumbuhan |
|-----------|-----------|-----------------|------------------|---------------|-------------------|
| 2011      | 5,849     | 29,245          | 0                | 0%            | 0                 |
| 2012      | 6,033     | 30,165          | 920              | 3.15%         | 0.031458          |
| 2013      | 6,184     | 30,920          | 755              | 2.50%         | 0.025029          |
| 2014      | 6,300     | 31,502          | 582              | 1.88%         | 0.018850          |
| 2015      | 6,419     | 32,095          | 593              | 1.72%         | 0.017234          |
| 2016      | 6,540     | 32,700          | 604              | 1.65%         | 0.016585          |
| 2017      | 6,663     | 33,315          | 616              | 1.70%         | 0.017002          |
| Rata-rata |           |                 | 678              | 1.88%         | 0.018829          |

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 5.24 diperoleh nilai rasio pertumbuhan rata-rata penduduk pada subzone 201 adalah sebesar 1.88%. Nilai tersebut digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk subzone 201 menggunakan Persamaan 3.2. Berikut contoh perhitungan proyeksi penduduk untuk tahun 2018 menggunakan data penduduk tahun 2017.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penduduk awal (Po)} &= \text{Jumlah penduduk 2017} \\ &= 33,315 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kurun waktu (dn)} &= 2018 - 2017 \\
&= 1 \\
\text{Rasio rata-rata} &= 1.88\% \\
&= 0.18829 \\
\text{Jumlah penduduk 2018 (Pn)} &= P_0 \times (1+r)^{dn} \\
&= 33,315 \times (1+ 0.18829)^1 \\
&= 33,943 \text{ jiwa}
\end{aligned}$$

Jadi, jumlah penduduk yang terlayani pada tahun 2018 adalah 33,942 jiwa. Perhitungan proyeksi penduduk tiap subzona dari subzona 201-228 dalam kurun waktu perencanaan dilakukan dengan cara yang sama dengan perhitungan di atas. Perhitungan rasio pertumbuhan penduduk dan proyeksi penduduk per subzona secara lengkap disajikan pada Lampiran B Tabel B1.

### 5.2.3 Korelasi Antara Pertumbuhan Penduduk Dan Pembangunan Gedung Apartemen

Pertumbuhan Apartemen mulai signifikan sejak tahun 2009 dan terus meningkat hingga saat ini. Semakin banyak penduduk, semakin banyak unit apartemen baru yang bermunculan untuk memenuhi kebutuhan tempat tinggal. Mengingat Kota Surabaya memiliki lahan yang terbatas untuk jumlah penduduk yang terus meningkat setiap tahunnya.

Tabel 5. 24 Presentase Pertumbuhan Jumlah Unit Apartemen Rata-rata Terhadap Jumlah Penduduk Di Zona 2

|               | No. | Tahun | SR      | Penduduk | Jumlah Unit Apt. | % Rasio Unit Apt. : Jumlah Penduduk | % Pertumbuhan |
|---------------|-----|-------|---------|----------|------------------|-------------------------------------|---------------|
| Data Sekunder | 0   | 2009  | -       | -        | 180              | -                                   | -             |
|               | 0   | 2010  | -       | -        | 972              | -                                   | -             |
|               | 0   | 2011  | 102,327 | 511,635  | 972              | 0.19%                               | 0.00%         |
|               | 0   | 2012  | 107,223 | 536,115  | 3,900            | 0.73%                               | 0.54%         |
|               | 0   | 2013  | 111,564 | 557,820  | 4,908            | 0.88%                               | 0.15%         |
|               | 0   | 2014  | 114,956 | 574,782  | 6,618            | 1.15%                               | 0.27%         |
|               | 0   | 2015  | 118,498 | 592,489  | 9,396            | 1.59%                               | 0.43%         |
|               | 0   | 2016  | 122,197 | 610,984  | 11,196           | 1.83%                               | 0.25%         |

|  | No. | Tahun       | SR      | Penduduk | Jumlah Unit Apt. | % Rasio Unit Apt. : Jumlah Penduduk | % Pertumbuhan |
|--|-----|-------------|---------|----------|------------------|-------------------------------------|---------------|
|  | 0   | <b>2017</b> | 126,063 | 630,317  | 11,460           | 1.82%                               | -0.01%        |
|  | 1   | <b>2018</b> | 130,107 | 650,537  | 17,295           | 2.66%                               | 0.84%         |
|  | 2   | <b>2019</b> | 134,340 | 671,699  | 20,795           | 3.10%                               | 0.44%         |
|  | 3   | <b>2020</b> | 138,773 | 693,863  | 23,801           | 3.43%                               | 0.33%         |
|  | 4   | <b>2021</b> | 143,418 | 717,091  | 25,357           | 3.54%                               | 0.11%         |
| Proyeksi   | 5   | <b>2022</b> | 148,290 | 741,452  | 28,197           | 3.80%                               | 0.27%         |
|  | 6   | <b>2023</b> | 153,404 | 767,020  | 32,606           | 4.25%                               | 0.45%         |
|  | 7   | <b>2024</b> | 158,774 | 793,872  | 37,704           | 4.75%                               | 0.50%         |
|  | 8   | <b>2025</b> | 164,419 | 822,096  | 43,599           | 5.30%                               | 0.55%         |
|  | 9   | <b>2026</b> | 170,356 | 851,782  | 50,415           | 5.92%                               | 0.62%         |
|  | 10  | <b>2027</b> | 176,606 | 883,029  | 58,297           | 6.60%                               | 0.68%         |
| Rata-rata %Pertumbuhan Apartemen Thd Jumlah Penduduk |     |             |         |          |                  |                                     | <b>0.38%</b>  |

Dapat dilihat pada rangkuman data di Tabel 5.25 di atas, pada tahun 2011 hingga tahun 2017 terdapat korelasi pertumbuhan. Tercatat jumlah unit apartemen eksisting dibandingkan dengan jumlah penduduk terus meningkat dari hanya berjumlah 0.19% menjadi 1.82% pada akhir tahun 2017.

Proyeksi yang dilakukan dari data pada tahun-tahun sebelumnya pun menunjukkan rasio yang terus bertambah. Pada akhir tahun 2027 diprediksi jumlah unit apartemen akan terus meningkat dengan jumlah 58,297 unit, atau sebesar 6.60% dari jumlah penduduk terproyeksi. Dan dapat dihitung presentase pertumbuhan rasio unit apartemen terhadap jumlah penduduk adalah sebesar 0.38% setiap tahunnya.

#### 5.2.4 Proyeksi Kebutuhan Air

Kebutuhan air akan dihitung satu per satu mulai dari kebutuhan air subzone, kebutuhan air apartemen dan kebutuhan air total. Hasil dari perhitungan kebutuhan air total merupakan nilai yang akan di-*running* untuk analisa lebih lanjut menggunakan WaterCAD.



#### 5.2.4.1 Proyeksi Kebutuhan Air Subzona

Kebutuhan air yang diproyeksikan merupakan kebutuhan air domestik. Peningkatan presentase pelayanan domestik dilihat dari tren pertumbuhan pelanggan tiap tahun. Pada subbab ini diberikan contoh perhitungan proyeksi kebutuhan air pada Subzona 201.

Jumlah penduduk tahun 2017 = 33,315 jiwa

Jumlah penduduk tahun 2018 = 33,943 jiwa

a. Domestik (SR)

% Pelayanan tahun 2018 = 100%  
(RISPAM Tahun 2014-2035)

Jumlah penduduk terlayani tahun 2018 = 100% x 33,943 jiwa  
= 33,943 jiwa

Jumlah SR =  $\frac{33,943 \text{ jiwa}}{5 \text{ orang/SR}}$  = 6,663 SR

Unit konsumsi = 200 L/orang.hari  
(RISPAM Tahun 2014-2035)

Kebutuhan Air Domestik ( $Q_{\text{Domestik}}$ ) =  $\frac{33,943 \text{ jiwa} \times 200 \text{ L/orang.hari}}{86400 \text{ s/hari}}$   
= 78.57 L/detik

b. Kebutuhan Air Non Domestik

% Kebutuhan Air Non Domestik = 30%      Kebutuhan Air  
Domestik (RISPAM Tahun 2014-2035)

Kebutuhan Non Domestik ( $Q_{\text{Non Domestik}}$ ) = 30% x 78.57 L/detik  
= 23.57 L/detik

c. Kebutuhan Air Pemadatan Kebakaran (PMK)

% Kebutuhan PMK = 5% Kebutuhan Air Domestik  
(RISPAM Tahun 2014-2035)

Kebutuhan PMK ( $Q_{\text{PMK}}$ ) = 5% x 78.57 L/detik  
= 3.93 L/detik

d. Kebutuhan Air Total

Kebutuhan Air Total ( $Q_{\text{Total}}$ ) =  $Q_{\text{Domestik}} + Q_{\text{Non Domestik}} + Q_{\text{PMK}}$   
= 78.57 + 23.57 + 3.93  
= 106.07 L/detik

e. Kehilangan Air (NRW)

% NRW Tahun 2018 = 25% Kebutuhan Air Total  
(RISPAM Tahun 2014-2035)

Kehilangan Air ( $Q_{\text{NRW}}$ ) = 25% x 106.67 L/detik  
= 26.52 L/detik

- f. Kebutuhan Air Rata-rata Harian ( $Q_{ave}$ ) = ( $Q_{Total} + Q_{NRW}$ )  
 = (106.07 + 26.52)  
 = 132.59 L/detik
- g. Kebutuhan Air Maks. Harian ( $Q_{maks}$ ) = ( $Q_{ave} \times 1.1$ )  
 = (132.59 L/detik  $\times$  1.1)  
 = 145.85 L/detik
- h. Kebutuhan Air Puncak Harian ( $Q_{peak}$ ) = ( $Q_{ave} \times 1.2$ )  
 = (132.59 L/detik  $\times$  1.2)  
 = 159.11 L/detik

Selanjutnya nilai proyeksi kebutuhan air jam puncak ( $Q_{peak}$ ) lah yang akan dijadikan patokan dalam analisis dan perencanaan pengembangan pada Tahap I dan Tahap II. Pada Subzona 201 besarnya adalah 159.11 L/detik. Hasil perhitungan proyeksi kebutuhan air tiap subzona dapat dilihat pada Lampiran B.

#### 5.2.4.2 Proyeksi Kebutuhan Air Apartemen

Proyeksi kebutuhan air apartemen dihitung dengan pertama menetapkan jumlah orang per unit dan kebutuhan air per orang sebagai standar prakiraan untuk menghitung kebutuhan air total untuk tiap apartemennya. Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari nya ditentukan berdasarkan Tabel 5.25

Tabel 5. 25 Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari

| No. | Jenis Gedung    | Pemakaian Air Rata-rata Sehari (Liter) | Keterangan  |
|-----|-----------------|--|---|
| 1   | Perumahan Mewah | 250                                    | -   |
| 2   | Rumah Biasa     | 160 – 250                              | -   |
| 3   | Apartemen       | 200 – 250                              | *Mewah: 250 Liter<br>*Menengah: 180 Liter<br>*Bujangan: 120 Liter |
| 4   | Asrama          | 120                                    | -   |

Sumber: Noerbambang dan Morimura, 2005

Dari tabel tersebut diambil nilai pemakaian air rata-rata untuk apartemen adalah 250 L/detik. Nilai ini selanjutnya menjadi faktor pengali dalam menghitung proyeksi kebutuhan air keseluruhan apartemen pada Tahap I dan Tahap II. Hasil perhitungan kebutuhan air untuk apartemen dapat dilihat pada Tabel 5.26.

Tabel 5. 26 Proyeksi Kebutuhan Air Apartemen

|          | Keb Air Penduduk Subzona (L/s) | Jumlah Unit Apt. | Keb Air Per Orang (L/org.hari) | Jumlah Orang Per Unit | Keb Air Apt. (L/s) |
|----------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Po       | 2,766.24                       | -                | -                              | -                     | -                  |
| Tahap I  | 3,590.95                       | 13,547           | 250                            | 4                     | 156.79             |
| Tahap II | 4,389.21                       | 26,400           | 250                            | 4                     | 305.56             |

Dari perhitungan tabel di atas dapat diketahui bahwa pada Tahap I terdapat tambahan kebutuhan air dari apartemen sebesar 156.79 L/detik dan pada Tahap II sebesar 305.56 L/detik yang tersebar di seluruh Zona 2

### 5.2.5 Kebutuhan Air Total Tiap Subzona

Kebutuhan air total tiap subzone didapatkan dari hasil penjumlahan proyeksi kebutuhan air subzone dan proyeksi kebutuhan air untuk apartemen pada subzone tersebut. Nilai kebutuhan air total pada Tahap I dan Tahap II merupakan nilai yang akan di-*running* untuk analisa lebih lanjut menggunakan WaterCAD. Detail kebutuhan air pada subzone dapat dilihat pada Tabel 5.27 berikut

Tabel 5.27 Kebutuhan Air Total Tiap Subzona untuk Pengembangan

| Sub | Junction ID | Kebutuhan Air (L/detik) |               |              |               |               |                | Ket. |
|-----|-------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|------|
|     |             | Sub. Tahap I            | Sub. Tahap II | Apt. Tahap I | Apt. Tahap II | Total Tahap I | Total Tahap II |      |
| 201 | J-201-06    | 177.12                  | 199.56        | -            | -             | 177.12        | 199.56         |      |
| 202 | J-202-01    | 13.42                   | 13.97         | -            | -             | 13.42         | 13.97          |      |

| Sub        | Junction ID | Kebutuhan Air (L/detik) |               |              |               |               |                | Ket.                    |
|------------|-------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|-------------------------|
|            |             | Sub. Tahap I            | Sub. Tahap II | Apt. Tahap I | Apt. Tahap II | Total Tahap I | Total Tahap II |                         |
|            | J-202-02    | 19.97                   | 20.79         | -            | -             | 19.97         | 20.79          |                         |
|            | J-202-03    | 4.68                    | 4.87          | -            | -             | 4.68          | 4.87           |                         |
|            | J-202-06    | 34.95                   | 36.38         | -            | -             | 34.95         | 36.38          |                         |
| <b>203</b> | J-203-03    | 26.63                   | 28.74         | -            | -             | 26.63         | 28.74          |                         |
|            | J-203-06    | 46.75                   | 50.45         | -            | -             | 46.75         | 50.45          |                         |
| <b>204</b> | J-204-01    | 22.51                   | 26.38         | -            | 13.89         | 22.51         | 40.27          | *TT-04                  |
|            | J-204-09    | 83.83                   | 98.26         | -            | 13.89         | 83.83         | 112.15         | *TT-03                  |
| <b>205</b> | J-205-10    | 47.96                   | 58.50         | -            | -             | 47.96         | 58.50          |                         |
|            | J-205-12    | 114.24                  | 139.32        | -            | -             | 114.24        | 139.32         |                         |
| <b>206</b> | J-206-02    | 109.16                  | 122.57        | -            | -             | 109.16        | 122.57         |                         |
|            | J-206-05    | 64.65                   | 72.58         | -            | -             | 64.65         | 72.58          |                         |
| <b>207</b> | J-207-04    | 110.06                  | 127.38        | -            | -             | 110.06        | 127.38         |                         |
|            | J-207-05    | 105.59                  | 122.21        | 4.40         | -             | 109.99        | 126.61         | *Grand Shama ya L.      |
| <b>208</b> | J-208-2740  | 32.68                   | 35.39         | 5.16         | -             | 37.84         | 40.56          | *100 Apt. *Cit. Marvell |
|            | J-208-Nias  | 2.09                    | 2.26          | -            | -             | 2.09          | 2.26           |                         |
| <b>209</b> | J-209-01    | 46.00                   | 56.37         | -            | -             | 46.00         | 56.37          |                         |
|            | J-209-08    | 28.05                   | 34.37         | -            | -             | 28.05         | 34.37          |                         |
|            | J-209-10    | 43.80                   | 53.68         | -            | -             | 43.80         | 53.68          |                         |
| <b>210</b> | J-210-04    | 27.90                   | 28.76         | 9.86         | -             | 37.76         | 38.62          | *One Galaxy SB (A-B)    |
| <b>211</b> | J-211-2741  | 153.53                  | 177.79        | -            | -             | 153.53        | 177.79         |                         |

| Sub | Junction ID | Kebutuhan Air (L/detik) |               |              |               |               |                | Ket.                              |
|-----|-------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|-----------------------------------|
|     |             | Sub. Tahap I            | Sub. Tahap II | Apt. Tahap I | Apt. Tahap II | Total Tahap I | Total Tahap II |                                   |
| 212 | J-212-03    | 66.46                   | 75.41         | -            | 13.89         | 66.46         | 89.30          | *TT-01                            |
|     | J-212-07    | 24.03                   | 27.27         | -            | 13.89         | 24.03         | 41.16          | *TT-02                            |
| 213 | J-213-01    | 153.60                  | 181.24        | 10.42        | -             | 164.02        | 191.66         | *Bale Hinggil (C-D)               |
|     | J-213-04    | 31.32                   | 36.96         | -            | -             | 31.32         | 36.96          |                                   |
| 214 | J-214-01    | 41.05                   | 45.28         | -            | -             | 41.05         | 45.28          |                                   |
|     | J-214-02    | 25.97                   | 28.65         | -            | -             | 25.97         | 28.65          |                                   |
|     | J-214-2632  | 8.30                    | 9.16          | -            | -             | 8.30          | 9.16           |                                   |
| 215 | J-215-05    | 12.99                   | 15.09         | 8.68         | -             | 21.67         | 23.77          | *Eastac ovia (Zaha)               |
|     | J-215-06    | 41.64                   | 48.36         | -            | -             | 41.64         | 48.36          |                                   |
|     | J-215-07    | 25.98                   | 30.18         | -            | -             | 25.98         | 30.18          |                                   |
|     | J-215-08    | 28.65                   | 33.28         | -            | -             | 28.65         | 33.28          |                                   |
|     | J-215-2637  | 2.91                    | 3.38          | -            | 27.78         | 2.91          | 31.15          | *TT-07, TT-08                     |
| 216 | J-216-GM1   | 29.73                   | 32.50         | -            | -             | 29.73         | 32.50          |                                   |
|     | J-216-06    | 3.27                    | 3.57          | -            | -             | 3.27          | 3.57           |                                   |
|     | J-216-2419  | 7.52                    | 8.22          | -            | -             | 7.52          | 8.22           |                                   |
|     | J-216-2641  | 7.52                    | 8.22          | 23.61        | -             | 31.13         | 31.83          | *Grand Dharm. L. (1-2)<br>*TT-001 |
|     | J-216-2642  | 10.86                   | 11.87         | -            | -             | 10.86         | 11.87          |                                   |
|     | J-216-2643  | 68.99                   | 75.40         | -            | -             | 68.99         | 75.40          |                                   |
| 217 | J-217-01    | 44.38                   | 47.77         | -            | 27.78         | 44.38         | 75.55          | *TT-16, TT-17                     |

| Sub        | Junction ID | Kebutuhan Air (L/detik) |               |              |               |               |                | Ket.                 |
|------------|-------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------------|
|            |             | Sub. Tahap I            | Sub. Tahap II | Apt. Tahap I | Apt. Tahap II | Total Tahap I | Total Tahap II |                      |
|            | J-217-02    | 36.42                   | 39.20         | -            | 27.78         | 36.42         | 66.98          | *TT-14, TT-15        |
| <b>218</b> | J-218-05    | 30.95                   | 39.69         | 12.19        | -             | 43.14         | 51.87          | *Taman Melati Apt.   |
|            | J-218-03    | 12.12                   | 15.54         | -            | -             | 12.12         | 15.54          |                      |
|            | J-218-04    | 11.19                   | 14.34         | -            | -             | 11.19         | 14.34          |                      |
|            | J-218-06    | 28.10                   | 36.03         | -            | 13.89         | 28.10         | 49.92          | *TT-18               |
|            | J-218-09    | 23.18                   | 29.72         | -            | -             | 23.18         | 29.72          |                      |
|            | J-218-11    | 57.07                   | 73.18         | 33.40        | -             | 90.48         | 106.58         | *Pnck Dharm. (1-2)   |
| <b>219</b> | J-219-01    | 52.41                   | 57.80         | -            | -             | 52.41         | 57.80          |                      |
|            | J-219-02    | 52.41                   | 57.80         | -            | -             | 52.41         | 57.80          |                      |
|            | J-219-03    | 15.30                   | 16.88         | -            | -             | 15.30         | 16.88          |                      |
|            | J-219-04    | 17.45                   | 19.25         | 13.08        | -             | 30.53         | 32.32          | *The Arundaya        |
| <b>220</b> | J-220       | 1.00                    | 1.24          | -            | -             | 1.00          | 1.24           |                      |
|            | J-220-02    | 48.40                   | 60.11         | -            | -             | 48.40         | 60.11          |                      |
|            | J-220-03    | 27.28                   | 33.88         | -            | -             | 27.28         | 33.88          |                      |
|            | J-220-05    | 25.08                   | 31.15         | -            | -             | 25.08         | 31.15          |                      |
|            | J-220-06    | 8.39                    | 10.42         | -            | 13.89         | 8.39          | 24.31          | *TT-19               |
|            | J-220-07    | 25.08                   | 31.15         | -            | 41.67         | 25.08         | 72.81          | *TT-20, TT-21, TT-22 |
|            | J-220-2669  | 4.10                    | 5.09          | -            | -             | 4.10          | 5.09           |                      |
| <b>221</b> | J-221-02    | 17.38                   | 27.13         | -            | -             | 17.38         | 27.13          |                      |
|            | J-221-03    | 4.35                    | 6.79          | -            | -             | 4.35          | 6.79           |                      |
|            | J-221-04    | 4.35                    | 6.79          | -            | -             | 4.35          | 6.79           |                      |

| Sub                   | Junction ID | Kebutuhan Air (L/detik) |               |               |               |               |                | Ket.                               |
|-----------------------|-------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|------------------------------------|
|                       |             | Sub. Tahap I            | Sub. Tahap II | Apt. Tahap I  | Apt. Tahap II | Total Tahap I | Total Tahap II |                                    |
|                       | J-221-2731  | 18.34                   | 28.63         | 30.67         | -             | 49.02         | 59.30          | *East Coast Mansion *TT-002        |
| 222                   | J-222-02    | 207.31                  | 339.02        | -             | 69.44         | 207.31        | 408.47         | *TT-09, TT-10, TT-11, TT-12, TT-13 |
| 223                   | J-223-01    | 16.54                   | 17.40         | -             | -             | 16.54         | 17.40          |                                    |
| 224                   | J-224-02    | 16.83                   | 21.83         | -             | -             | 16.83         | 21.83          |                                    |
|                       | J-224-04    | 12.57                   | 16.31         | -             | -             | 12.57         | 16.31          |                                    |
| 225                   | J-225-01    | 4.70                    | 6.03          | -             | -             | 4.70          | 6.03           |                                    |
|                       | J-225-02    | 9.63                    | 12.35         | -             | 13.89         | 9.63          | 26.24          | *TT-06                             |
|                       | J-225-03    | 60.80                   | 78.00         | -             | -             | 60.80         | 78.00          |                                    |
|                       | J-225-05    | 8.62                    | 11.07         | -             | 13.89         | 8.62          | 24.95          | *TT-05                             |
| 226                   | J-226-01    | 272.55                  | 398.33        | -             | -             | 272.55        | 398.33         |                                    |
| 227                   | J-227-01    | 39.43                   | 46.44         | 5.32          | -             | 44.76         | 51.77          | *Bellevue Apt.                     |
|                       | J-227-02    | 7.54                    | 8.88          | -             | -             | 7.54          | 8.88           |                                    |
|                       | J-227-03    | 84.69                   | 99.74         | -             | -             | 84.69         | 99.74          |                                    |
|                       | J-227-05    | 17.06                   | 20.09         | -             | -             | 17.06         | 20.09          |                                    |
|                       | J-227-06    | 29.40                   | 34.63         | -             | -             | 29.40         | 34.63          |                                    |
| 228                   | J-228-02    | 103.72                  | 126.44        | -             | -             | 103.72        | 126.44         |                                    |
|                       | J-228-05    | 145.02                  | 176.79        | -             | -             | 145.02        | 176.79         |                                    |
|                       | J-228-06    | 83.43                   | 101.70        | -             | -             | 83.43         | 101.70         |                                    |
| <b>Total Q Demand</b> |             | <b>3590.9</b>           | <b>4389.2</b> | <b>156.79</b> | <b>305.56</b> | <b>3747.7</b> | <b>4851.5</b>  |                                    |

## 5.2.6 Analisis Pengembangan Jaringan Menggunakan WaterCAD

Analisis WaterCAD untuk pengembangan sistem distribusi dilakukan untuk Tahap I dan Tahap II. Data teknis untuk jaringan sama dengan kondisi eksisting. Perbedaan data yang dimasukkan dalam WaterCAD adalah pada kebutuhan air untuk junction subzona pelayanan. Data kebutuhan air disesuaikan dengan proyeksi kebutuhan air pada tahun 2022 untuk Tahap I dan tahun 2027 untuk Tahap II.

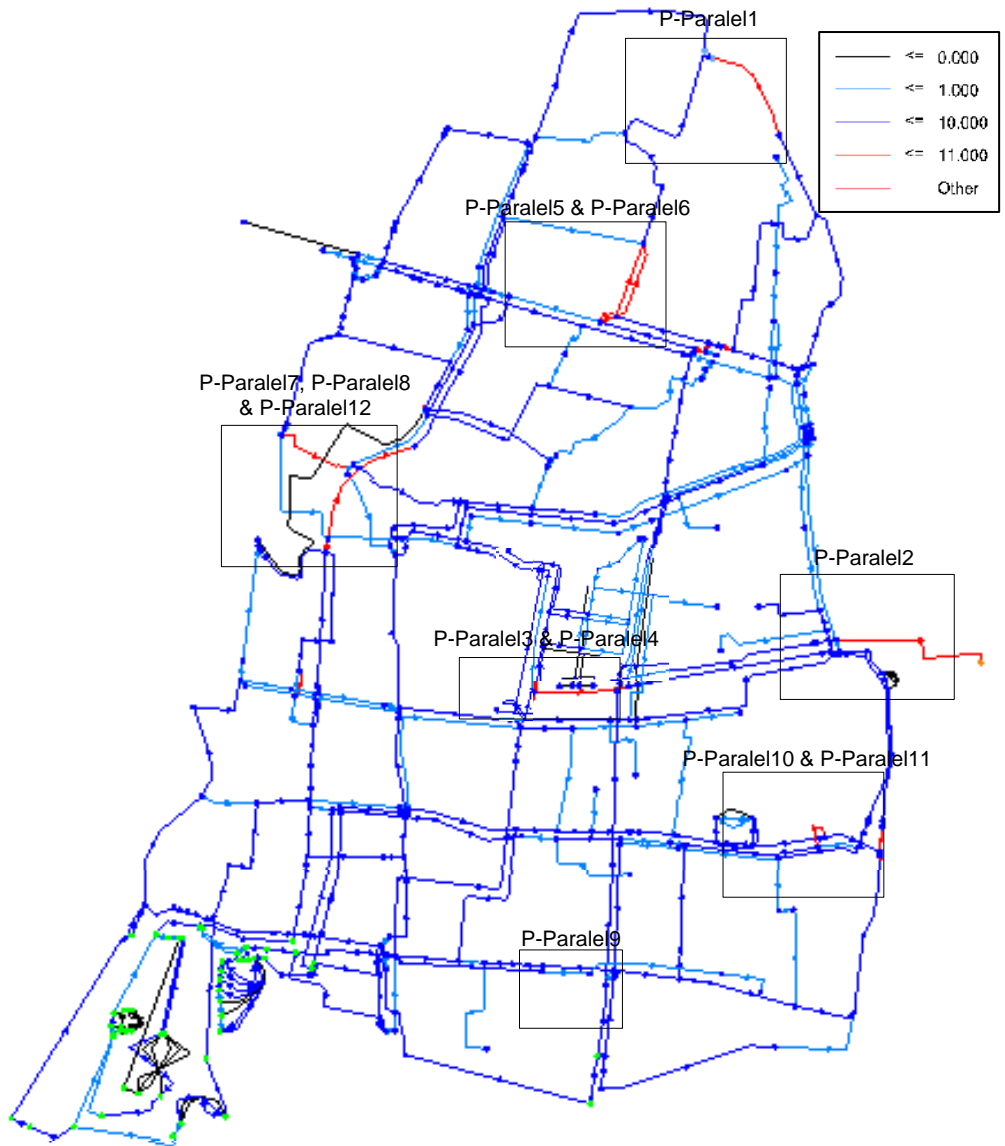
### 5.2.6.1 Analisis WaterCAD untuk Pengembangan Tahap I

Pada pengembangan Tahap I dilakukan penambahan cakupan pelayanan dengan penambahan sambungan dan kebutuhan air yang dilayani. Pada tahap ini, diasumsikan akan menerima *supply* air tambahan dari proyek SPAM Umbulan sebesar 500 L/s dan kapasitas *idle* IPAM Karang Pilang III sebesar 500 L/s untuk memenuhi *demand*. Kedua *supply* air tambahan akan masuk sebagai demand negatif di junction J-193.

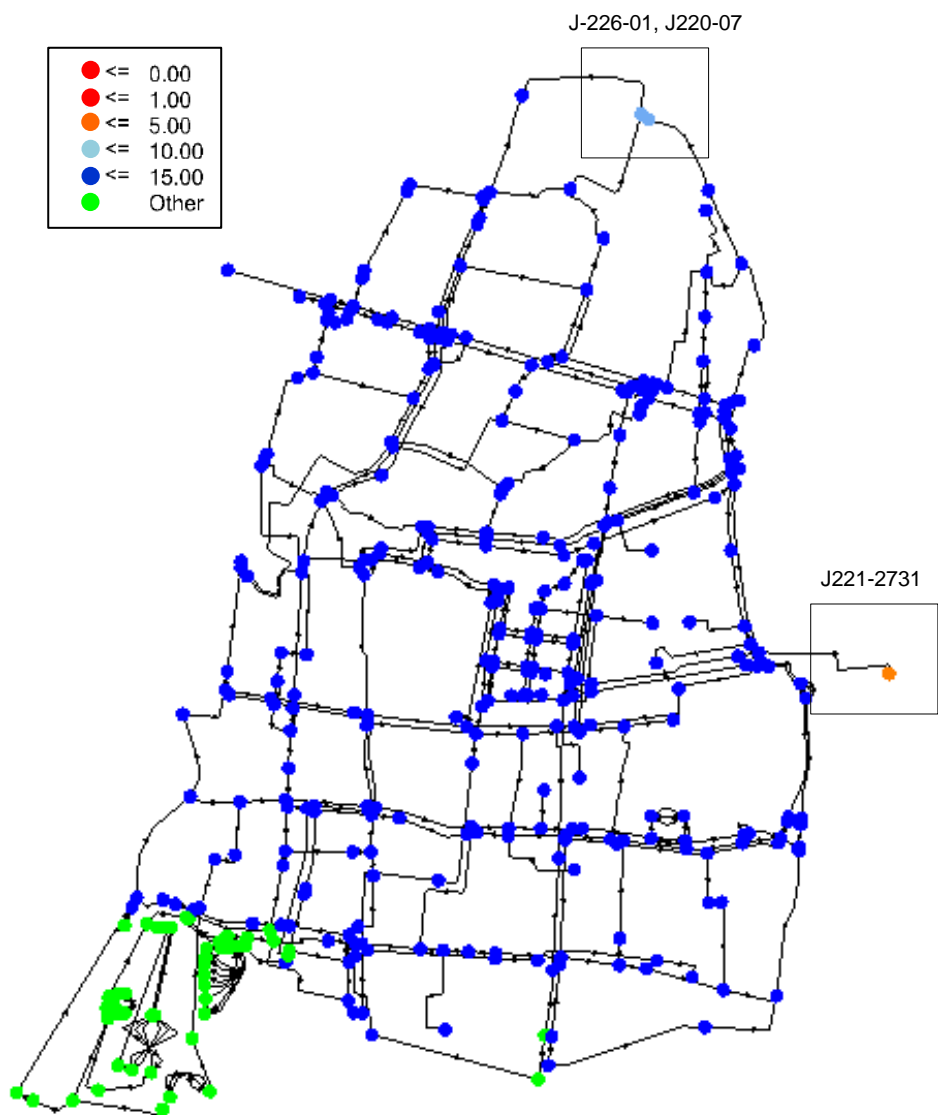
Hasil modifikasi jaringan untuk memenuhi standar headloss, sisa tekan dan kecepatan dilakukan penambahan 12 ruas pipa paralel. Hal ini dilakukan karena merupakan tindakan paling ekonomis dan mudah dilakukan dibandingkan dengan mengganti (memperbesar) diameter pipa yang sudah ada. Pipa paralel diberi nama P-Paralel1, P-Paralel2, P-Paralel3, P-Paralel4, P-Paralel5, P-Paralel6, P-Paralel7, P-Paralel8, P-Paralel9, P-Paralel10, P-Paralel11 dan P-Paralel12. Tindakan lain diberlakukan pada pompa booster ITS. Dari sebelumnya hanya dua pompa yang menyala, maka pada pada tahap ini dinyalakan ketiga nya untuk dapat mengakomodir kebutuhan debit yang mengalir.

Peta jaringan WaterCAD sebelum modifikasi pengembangan Tahap I dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.5. Hasil analisis junction sebelum dan sesudah modifikasi jaringan dapat dilihat pada Tabel 5.28, sedangkan analisis pipa paralel tambahan dapat dilihat pada Tabel 5.29.

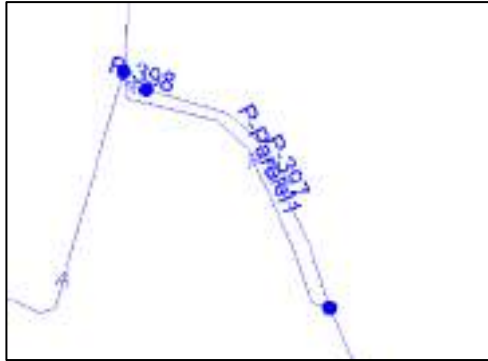




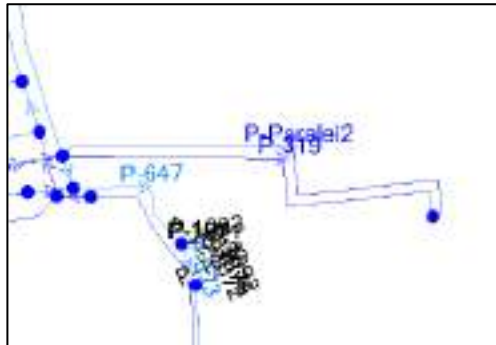
Gambar 5. 4 Jaringan Perpipaan Sebelum Pengembangan Tahap I



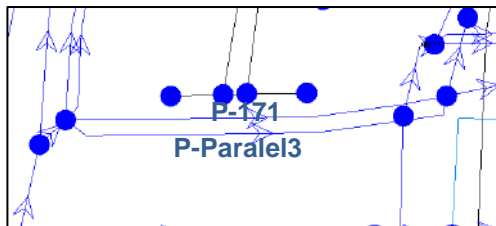
Gambar 5. 5 Pressure Sebelum Pengembangan Tahap I



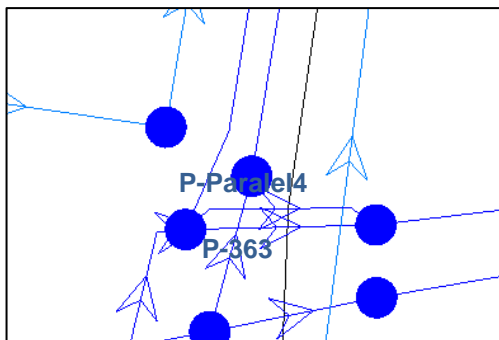
Gambar 5. 6A Penambahan Pipa Paralel 1 (J-226-02, J220-07)



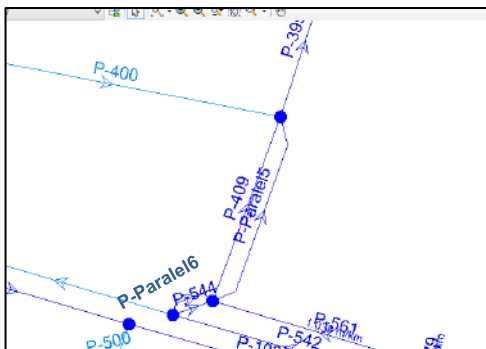
Gambar 5. 6B Penambahan Pipa Paralel 2 (J-221-2731)



Gambar 5. 6C Penambahan Pipa Paralel 3



Gambar 5. 6D Penambahan Pipa Paralel 4



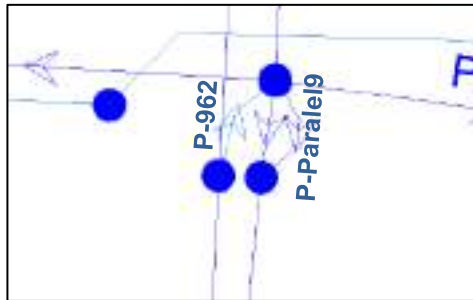
Gambar 5. 6E Penambahan Pipa Paralel 5 dan Pipa Paralel 6



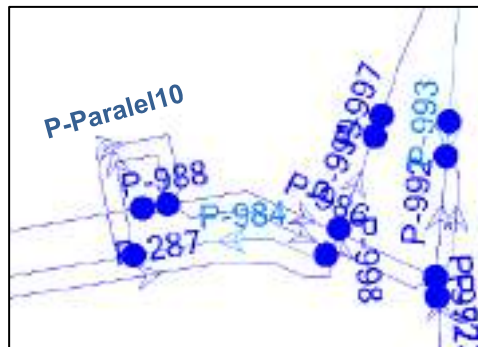
Gambar 5. 6F Penambahan Pipa Paralel 7



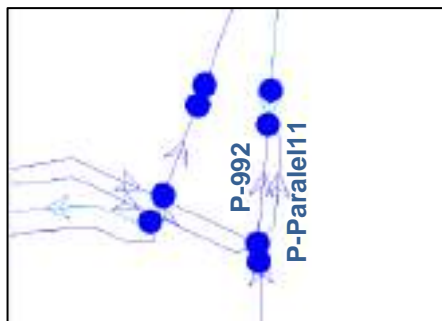
Gambar 5. 6G Penambahan Pipa Paralel 8



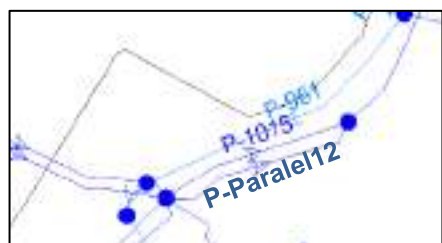
Gambar 5. 6H Penambahan Pipa Paralel 9



Gambar 5. 6I Penambahan Pipa Paralel 10



Gambar 5. 6J Penambahan Pipa Paralel 11



Gambar 5. 6K Penambahan Pipa Paralel 12

Tabel 5. 28 Hasil Analisis *Junction* Pengembangan Tahap I

| Junct. ID       | Elevation (m) | Subzona yang dilayani | Demand (L/detik) | Pressure Sebelum (m H <sup>2</sup> O) | Pressure Sesudah (m H <sup>2</sup> O) |
|-----------------|---------------|-----------------------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| R. Ngagel I_Gr1 | 3             | -                     | 198.8            | -                                     |                                       |
| R. Ngagel I_Gr2 | 6             | -                     | 450.6            | -                                     |                                       |
| R. Ngagel III   | 3.6           | -                     | 1,160.7          | -                                     |                                       |
| J-193           | 1.1           | IN                    | -1,720.5         | 50.73                                 | 51.04                                 |
| J-436           | 1.6           | IN                    | -286.5           | 27.99                                 | 29.45                                 |
| J-201-06        | 2             | 201                   | 177.1            | 43.32                                 | 43.37                                 |
| J-202-01        | 2             | 202                   | 13.4             | 39.98                                 | 40.02                                 |

| <b>Junct. ID</b> | <b>Elevation (m)</b> | <b>Subzona yang dilayani</b> | <b>Demand (L/detik)</b> | <b>Pressure Sebelum (m H<sup>2</sup>O)</b> | <b>Pressure Sesudah (m H<sup>2</sup>O)</b> |
|------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------|--|--|
| J-202-02         | 2                    | 202                          | 20                      | 45.09                                      | 44.87                                      |
| J-202-03         | 2.1                  | 202                          | 4.7                     | 44.43                                      | 44.32                                      |
| J-203-03         | 2                    | 203                          | 26.6                    | 45.54                                      | 45.58                                      |
| J-203-06         | 5                    | 202                          | 35                      | 40.25                                      | 39.94                                      |
| J-203-06         | 2                    | 203                          | 46.8                    | 44   | 44.08                                      |
| J-204-01         | 2.4                  | 204                          | 22.5                    | 35.17                                      | 34.91                                      |
| J-204-09         | 2                    | 204                          | 83.8                    | 40.17                                      | 40.24                                      |
| J-205-10         | 4                    | 205                          | 48                      | 36.76                                      | 36.81                                      |
| J-205-12         | 5                    | 205                          | 114.2                   | 37.71                                      | 37.23                                      |
| J-206-02         | 2                    | 206                          | 109.2                   | 40.51                                      | 40.04                                      |
| J-206-05         | 5                    | 206                          | 64.7                    | 35.36                                      | 34.55                                      |
| J-207-04         | 2.2                  | 207                          | 110.1                   | 19.69                                      | 20.25                                      |
| J-207-05         | 2.5                  | 207                          | 110                     | 35.29                                      | 35.56                                      |
| J-208-2740       | 5.1                  | 208                          | 37.8                    | 33.45                                      | 32.86                                      |
| J-208-Nias       | 5                    | 208                          | 2.1                     | 33.53                                      | 32.91                                      |
| J-209-01         | 2.8                  | 209                          | 46                      | 30.62                                      | 31.35                                      |
| J-209-08         | 1                    | 209                          | 28.1                    | 24.45                                      | 28.55                                      |
| J-209-10         | 1.5                  | 209                          | 43.8                    | 19.96                                      | 22.14                                      |
| J-210-04         | 3.1                  | 210                          | 37.8                    | 20.33                                      | 20.86                                      |
| J-211-2741       | 1.6                  | 211                          | 153.5                   | 14.97                                      | 23.44                                      |
| J-212-03         | 1.9                  | 212                          | 66.5                    | 40.91                                      | 41.03                                      |
| J-212-07         | 6                    | 212                          | 24                      | 36.51                                      | 36.64                                      |
| J-213-01         | 2.2                  | 213                          | 164                     | 45.14                                      | 45.68                                      |
| J-213-04         | 1.3                  | 213                          | 31.3                    | 36.24                                      | 36.38                                      |
| J-214-01         | 2.3                  | 214                          | 41.1                    | 35.18                                      | 34.93                                      |
| J-214-02         | 2.3                  | 214                          | 26                      | 36.09                                      | 35.84                                      |

| <b>Junct. ID</b> | <b>Elevation (m)</b> | <b>Subzona yang dilayani</b> | <b>Demand (L/detik)</b> | <b>Pressure Sebelum (m H<sup>2</sup>O)</b> | <b>Pressure Sesudah (m H<sup>2</sup>O)</b> |
|------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------|--|--|
| J-214-2632       | 2.1                  | 214                          | 8.3                     | 35.12                                      | 34.87                                      |
| J-215-05         | 0                    | 215                          | 21.7                    | 24.94                                      | 25.22                                      |
| J-215-06         | 1.5                  | 215                          | 41.6                    | 29.13                                      | 28.33                                      |
| J-215-07         | 1.1                  | 215                          | 26                      | 33.37                                      | 33.08                                      |
| J-215-08         | 1.5                  | 215                          | 28.7                    | 35.78                                      | 35.71                                      |
| J-215-2637       | 2.1                  | 215                          | 2.9                     | 26.66                                      | 26.54                                      |
| J-216-06         | 2.2                  | 216                          | 3.3                     | 21.87                                      | 24.55                                      |
| J-216-2419       | 3.4                  | 216                          | 7.5                     | 25.04                                      | 24.92                                      |
| J-216-2641       | 1.6                  | 216                          | 31.1                    | 18.81                                      | 19.44                                      |
| J-216-2642       | 1.8                  | 216                          | 10.9                    | 21.74                                      | 22.16                                      |
| J-216-GM1        | 1.6                  | 210                          | 29.7                    | 36.89                                      | 38.49                                      |
| J-217-01         | 0                    | 217                          | 44.4                    | 24.25                                      | 26.37                                      |
| J-217-02         | 0                    | 217                          | 36.4                    | 24.02                                      | 26.64                                      |
| J-218-03         | 2                    | 218                          | 12.1                    | 23.8                                       | 25.46                                      |
| J-218-04         | 1                    | 218                          | 11.2                    | 23.35                                      | 25.22                                      |
| J-218-05         | 0                    | 218                          | 43.1                    | 24.33                                      | 26.41                                      |
| J-218-06         | 1.9                  | 218                          | 28.1                    | 18.82                                      | 20.73                                      |
| J-218-09         | 0                    | 218                          | 23.2                    | 20.89                                      | 22.67                                      |
| J-218-11         | 0                    | 218                          | 90.5                    | 19.13                                      | 21   |
| J-218-2643       | 2                    | 218                          | 69                      | 23.57                                      | 25.22                                      |
| J-219-01         | 1.9                  | 219                          | 52.4                    | 18.82                                      | 20.74                                      |
| J-219-02         | 1.7                  | 219                          | 52.4                    | 24.52                                      | 26.15                                      |
| J-219-03         | 1.6                  | 219                          | 15.3                    | 21.7                                       | 23.67                                      |
| J-219-04         | 1.4                  | 219                          | 30.5                    | 19.62                                      | 21.41                                      |
| J-220            | 1.5                  | 220                          | 1                       | 28.09                                      | 29.19                                      |
| J-220-02         | 0                    | 220                          | 48.4                    | 26.06                                      | 27.88                                      |



| Junct. ID  | Elevation (m) | Subzona yang dilayani | Demand (L/detik) | Pressure Sebelum (m H <sup>2</sup> O) | Pressure Sesudah (m H <sup>2</sup> O) |
|------------|---------------|-----------------------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| J-220-03   | 0             | 220                   | 27.3             | 20.01                                 | 21.09                                 |
| J-220-05   | 0             | 220                   | 25.1             | 23.84                                 | 25.5                                  |
| J-220-05   | 0             | 220                   | 4.1              | 24.31                                 | 26.4                                  |
| J-220-06   | 0             | 220                   | 8.4              | 20.55                                 | 22.08                                 |
| J-220-07   | 0             | 220                   | 25.1             | 6.22                                  | 11.98                                 |
| J-221-02   | 0             | 221                   | 17.4             | 25.05                                 | 25.29                                 |
| J-221-03   | 0             | 221                   | 4.4              | 32.02                                 | 30.53                                 |
| J-221-04   | 0             | 221                   | 4.4              | 19.3                                  | 25.1                                  |
| J-221-2731 | -1            | 221                   | 49               | 4.24                                  | 21.88                                 |
| J-222-02   | 0             | 222                   | 207.3            | 19.21                                 | 25.08                                 |
| J-224-02   | 2.2           | 224                   | 16.8             | 41.37                                 | 41.21                                 |
| J-224-04   | 2             | 224                   | 12.6             | 45.6                                  | 45.58                                 |
| J-225-01   | 5.2           | 225                   | 4.7              | 40.39                                 | 40.6                                  |
| J-225-02   | 1.8           | 225                   | 9.6              | 32.21                                 | 30.26                                 |
| J-225-03   | 0             | 225                   | 60.8             | 25.4                                  | 27.38                                 |
| J-225-05   | 0             | 225                   | 8.6              | 37.48                                 | 37.61                                 |
| J-226-01   | 0             | 226                   | 272.6            | 5.65                                  | 11.73                                 |
| J-227-01   | 2.5           | 227                   | 44.8             | 35.83                                 | 35.29                                 |
| J-227-02   | 2.4           | 227                   | 7.5              | 34.31                                 | 34.2                                  |
| J-227-03   | 2.1           | 227                   | 84.7             | 35.46                                 | 35.41                                 |
| J-227-05   | 4.8           | 227                   | 17.1             | 35.82                                 | 35.89                                 |
| J-227-06   | 2.2           | 227                   | 29.4             | 35.6                                  | 35.59                                 |
| J-228-02   | 1.8           | 228                   | 103.7            | 19.28                                 | 22.19                                 |
| J-228-05   | 0             | 228                   | 145              | 20.08                                 | 23.67                                 |
| J-228-06   | 1.3           | 228                   | 83.4             | 26.97                                 | 28.32                                 |
| J-313      | 1.1           | OUT                   | 40.6             | 22.19                                 | 24.75                                 |

| Junct. ID | Elevation (m) | Subzona yang dilayani | Demand (L/detik) | Pressure Sebelum (m H <sup>2</sup> O) | Pressure Sesudah (m H <sup>2</sup> O) |
|-----------|---------------|-----------------------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| J-586     | 1.4           | OUT                   | 44.9             | 27.95                                 | 29.39                                 |

= Pressure di bawah standar

Tabel 5. 29 Hasil Analisis Pipa Paralel Pengembangan Tahap I

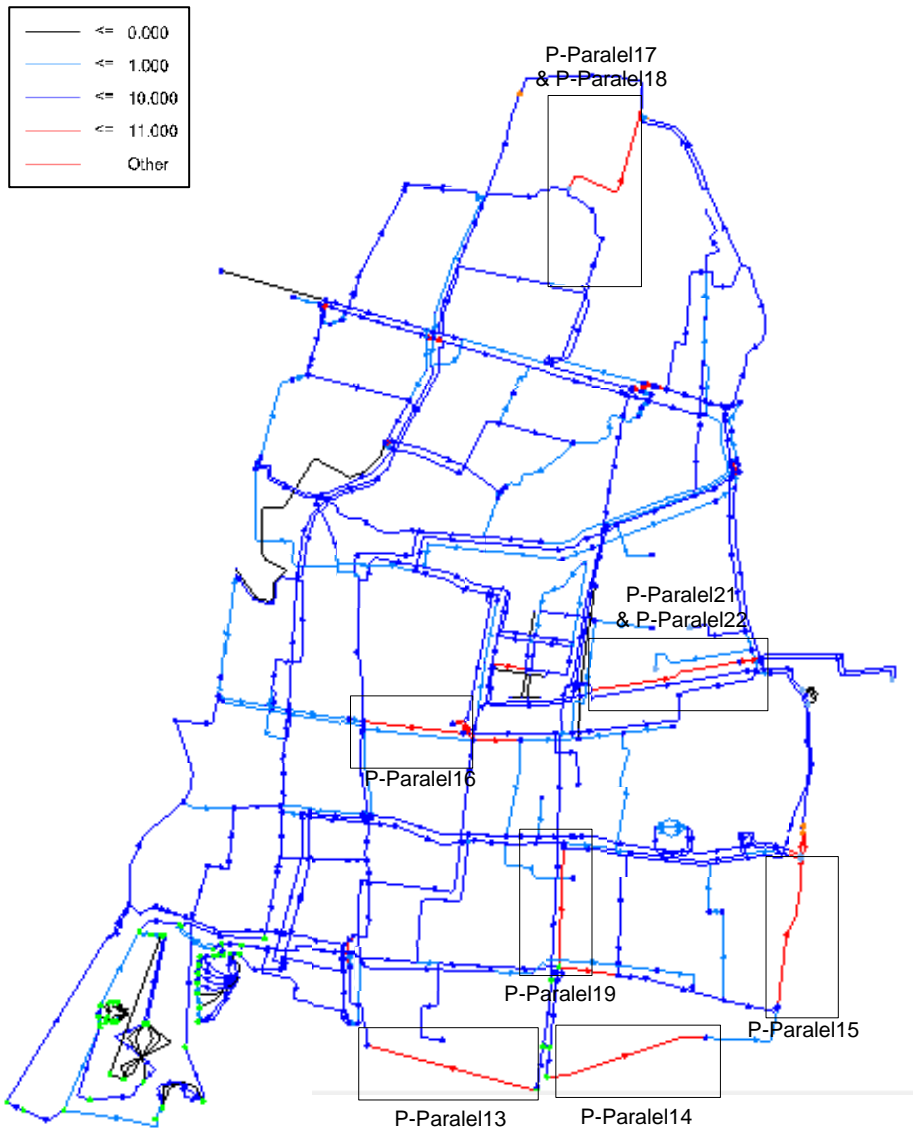
| No. | Name       | Dia. | Mat. | HW  | Q     | V    | Hf     | L    |
|-----|------------|------|------|-----|-------|------|--------|------|
|     |            |      |      |     | L/s   | m/s  | m/km   | m    |
| 1   | P-397      | 300  | PVC  | 120 | 127   | 1.8  | 11.606 | 990  |
|     | P-Paralel1 | 250  | PVC  | 120 | 55    | 1.12 | 5.994  | 1064 |
| 2   | P-319      | 200  | PVC  | 130 | 49    | 1.56 | 12.358 | 1685 |
|     | P-Paralel2 | 200  | PVC  | 130 | 24.5  | 0.78 | 3.423  | 1685 |
| 3   | P-171      | 250  | PVC  | 120 | 75.2  | 1.53 | 10.696 | 909  |
|     | P-Paralel3 | 200  | PVC  | 120 | 29.6  | 0.94 | 5.651  | 909  |
| 4   | P-363      | 300  | PVC  | 130 | 135.1 | 1.91 | 11.217 | 131  |
|     | P-Paralel4 | 250  | PVC  | 130 | 50    | 1.02 | 4.321  | 131  |
| 5   | P-409      | 300  | PVC  | 120 | 117.7 | 1.66 | 10.072 | 814  |
|     | P-Paralel5 | 300  | PVC  | 120 | 99    | 1.4  | 7.315  | 814  |
| 6   | P-544      | 300  | PVC  | 120 | 117.4 | 1.66 | 10.031 | 43   |
|     | P-Paralel6 | 300  | PVC  | 120 | 103.9 | 1.47 | 7.997  | 43   |
| 7   | P-448      | 250  | PVC  | 120 | 89.9  | 1.83 | 14.875 | 102  |
|     | P-1012     | 250  | PVC  | 120 | 89.9  | 1.83 | 14.875 | 665  |
|     | P-Paralel7 | 250  | PVC  | 120 | 57.4  | 1.17 | 6.474  | 767  |
| 8   | P-465      | 250  | PVC  | 130 | 79.2  | 1.61 | 10.143 | 827  |
|     | P-Paralel8 | 250  | PVC  | 130 | 59.2  | 1.21 | 5.908  | 827  |
| 9   | P-962      | 250  | PVC  | 120 | 77.4  | 1.58 | 11.271 | 49   |
|     | P-Paralel9 | 250  | PVC  | 120 | 61.2  | 1.25 | 7.299  | 49   |

| No. | Name        | Dia. | Mat. | HW  | Q     | V    | Hf     | L   |
|-----|-------------|------|------|-----|-------|------|--------|-----|
| 10  | P-990       | 200  | PVC  | 130 | 49    | 1.56 | 12.376 | 287 |
|     | P-Paralel10 | 200  | PVC  | 130 | 36.9  | 1.17 | 7.292  | 287 |
| 11  | P-992       | 300  | PVC  | 120 | 154.1 | 2.18 | 16.599 | 371 |
|     | P-Paralel11 | 300  | PVC  | 120 | 90.8  | 1.29 | 6.237  | 371 |
| 12  | P-1015      | 250  | PVC  | 120 | 97.3  | 1.98 | 14.855 | 599 |
|     | P-Paralel12 | 250  | PVC  | 120 | 62.3  | 1.27 | 7.551  | 599 |

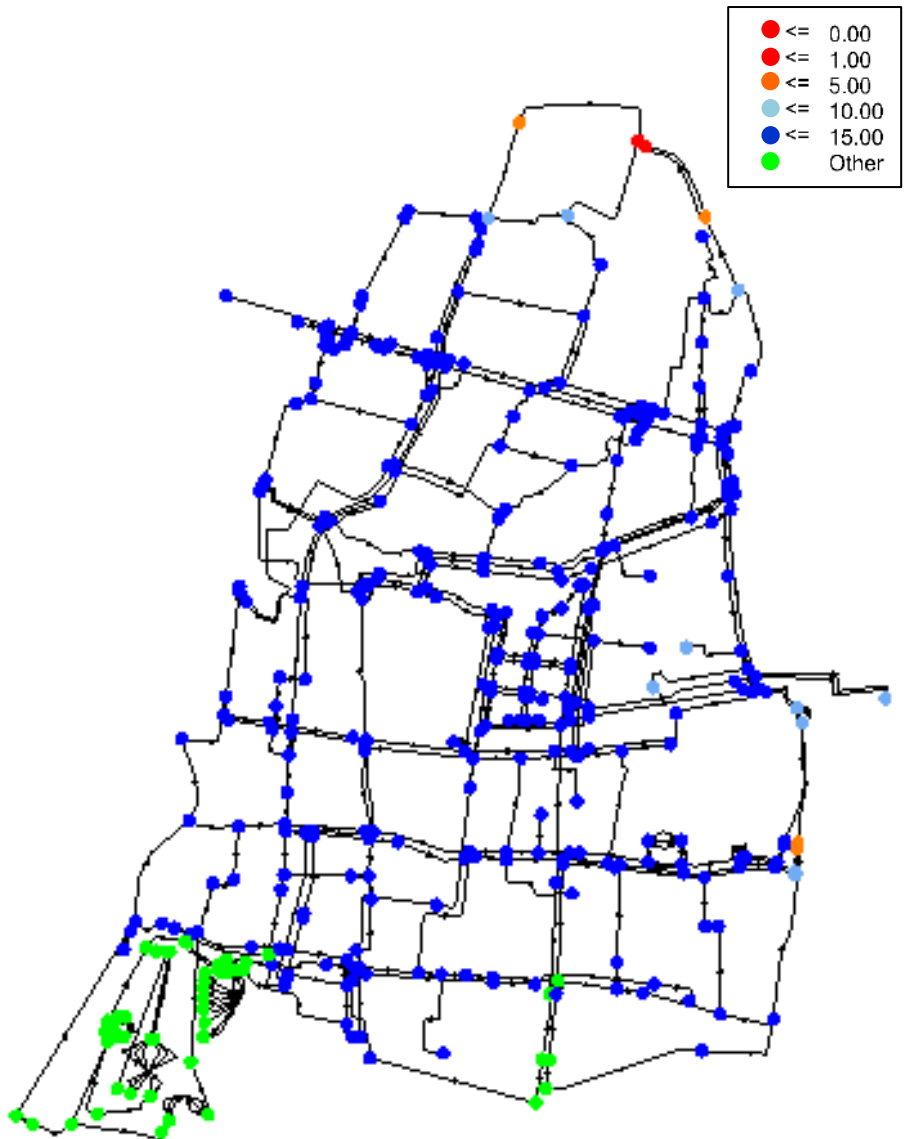
### 5.2.6.2 Analisis WaterCAD untuk Pengembangan Tahap II

Pada pengembangan Tahap II terus dilakukan penambahan cakupan pelayanan dengan penambahan sambungan dan kebutuhan air yang dilayani. Berdasarkan RISPAM, PDAM Kota Surabaya merencanakan untuk menambah pasokan/*supply* air bersih lewat embangunan reservoir baru Karang Pilang IV pada tahun 2024 dengan debit 1000 L/s. Seiring dengan terus bertambahnya kebutuhan air baik dari kebutuhan penduduk maupun kebutuhan proyek apartemen baru pada tahap ini, sistem distribusi Zona 2 diasumsikan akan menerima *supply* air tambahan lanjutan IPAM Karang Pilang IV sebesar 1000 L/s untuk memenuhi *demand*. *Supply* air tambahan akan masuk sebagai demand negatif di junction J-193 sebesar 500L/s dan di J-436 sebesar 500L/s.

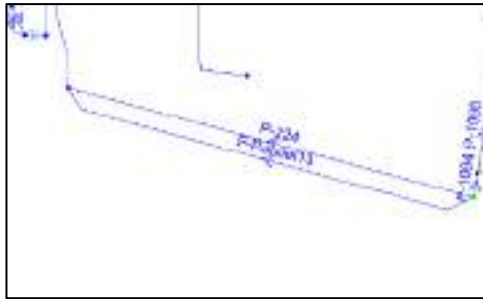
Hasil modifikasi jaringan untuk memenuhi standar headloss, sisa tekan dan kecepatan dilakukan penambahan 12 ruas pipa parallel dengan nama P-Paralel13, P-Paralel14, P-Paralel15, P-Paralel16, P-Paralel17, P-Paralel18, P-Paralel19, P-Paralel20, P-Paralel21. Beberapa pipa parallel yang ditambahkan pada Tahap I mengalami nilai headloss yang kembali melewati batas. Maka dilakukan perhitungan diameter pipa baru untuk P-Paralel1B, P-Paralel5B, P-Paralel6B, P-Paralel10B dan P-Paralel11B. Hasil analisis sebelum pengembangan Tahap II dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan Gambar 5.8. Tabel analisis pada junctions di Tabel 5.30 dan analisis pada pipes di Tabel 5.31.



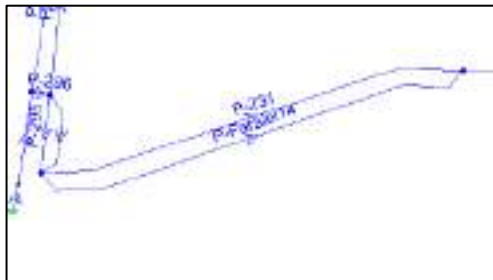
Gambar 5. 7 Jaringan Perpipaan Sebelum Pengembangan Tahap II



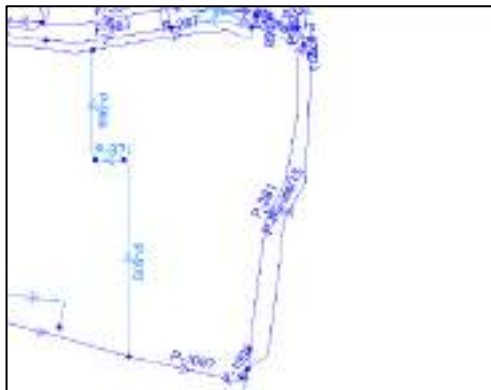
Gambar 5. 8 Pressure Sebelum Pengembangan Tahap II



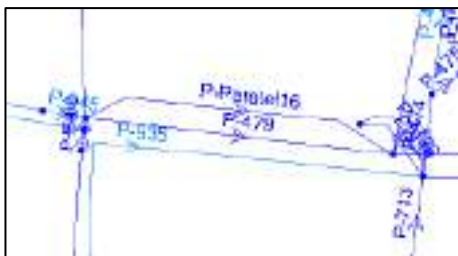
Gambar 5. 9A Penambahan Pipa Paralel 13



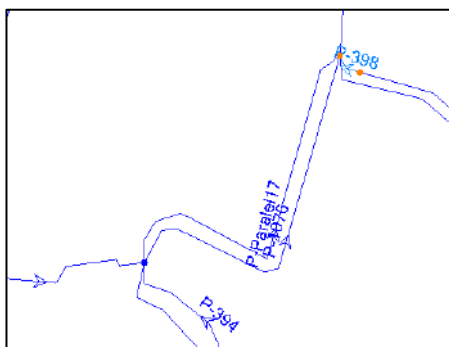
Gambar 5. 9B Penambahan Pipa Paralel 14



Gambar 5. 9C Penambahan Pipa Paralel 15



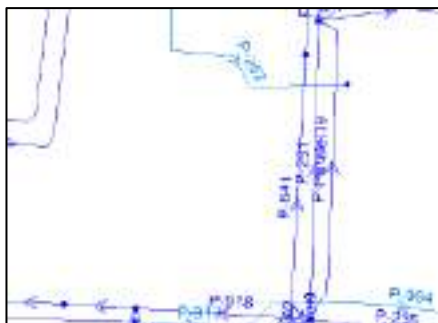
Gambar 5. 9D Penambahan Pipa Paralel 16



Gambar 5. 9E Penambahan Pipa Paralel 17



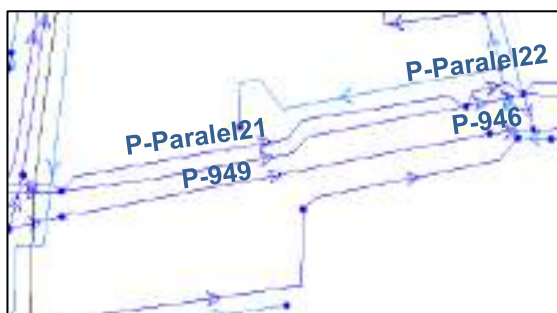
Gambar 5. 9F Penambahan Pipa Paralel 18



Gambar 5. 9G Penambahan Pipa Paralel 19



Gambar 5. 9H Penambahan Pipa Paralel 20



Gambar 5. 9I Penambahan Pipa Paralel 21 dan Paralel 22



Tabel 5. 30 Hasil Analisis *Junction* Pengembangan Tahap II

| Junct. ID       | Elevation (m) | Subzona yang dilayani | Demand (L/detik) | Pressure Sebelum (m H <sup>2</sup> O) | Pressure Sesudah (m H <sup>2</sup> O) |
|-----------------|---------------|-----------------------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| R. Ngagel I_Gr1 | 3             | -                     | 218.8            |                                       |                                       |
| R. Ngagel I_Gr2 | 6             | -                     | 470.3            |                                       |                                       |
| R. Ngagel III   | 3.6           | -                     | 1,224.6          |                                       |                                       |
| J-193           | 1.1           | IN                    | -2,220.5         | 55.29                                 | 51.2                                  |
| J-436           | 1.6           | IN                    | -786.5           | 34.33                                 | 33.8                                  |
| J-201-06        | 2             | 201                   | 199.6            | 41.66                                 | 41.69                                 |
| J-202-01        | 2             | 202                   | 14               | 37.11                                 | 37.51                                 |
| J-202-02        | 2             | 202                   | 20.8             | 42.93                                 | 43.03                                 |
| J-202-03        | 2.1           | 202                   | 4.9              | 42.25                                 | 42.27                                 |
| J-203-03        | 2             | 203                   | 28.7             | 44.4                                  | 44.41                                 |
| J-203-06        | 5             | 202                   | 36.4             | 37.45                                 | 37.59                                 |
| J-203-06        | 2             | 203                   | 50.5             | 42.75                                 | 42.79                                 |
| J-204-01        | 2.4           | 204                   | 40.3             | 28.27                                 | 31.58                                 |
| J-204-09        | 2             | 204                   | 112.2            | 37.35                                 | 37.71                                 |
| J-205-10        | 4             | 205                   | 58.5             | 33.6                                  | 34.13                                 |
| J-205-12        | 5             | 205                   | 139.3            | 34.05                                 | 34.12                                 |
| J-206-02        | 2             | 206                   | 122.6            | 36.82                                 | 36.89                                 |
| J-206-05        | 5             | 206                   | 72.6             | 30.97                                 | 32.05                                 |
| J-207-04        | 2.2           | 207                   | 127.4            | 11.01                                 | 15.3                                  |
| J-207-05        | 2.5           | 207                   | 126.6            | 32.74                                 | 34.27                                 |
| J-208-2740      | 5.1           | 208                   | 40.6             | 28.94                                 | 28.34                                 |
| J-208-Nias      | 5             | 208                   | 2.3              | 29                                    | 28.42                                 |
| J-209-01        | 2.8           | 209                   | 56.4             | 28.04                                 | 29.18                                 |
| J-209-08        | 1             | 209                   | 34.4             | 24.93                                 | 25.06                                 |

| Junct. ID  | Elevation (m) | Subzona yang dilayani | Demand (L/detik) | Pressure Sebelum (m H <sup>2</sup> O) | Pressure Sesudah (m H <sup>2</sup> O) |
|------------|---------------|-----------------------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| J-209-10   | 1.5           | 209                   | 53.7             | 16.39                                 | 16.82                                 |
| J-210-04   | 3.1           | 210                   | 38.6             | 12.19                                 | 15.57                                 |
| J-211-2741 | 1.6           | 211                   | 177.8            | 19.12                                 | 19.1                                  |
| J-212-03   | 1.9           | 212                   | 89.3             | 38.13                                 | 37.98                                 |
| J-212-07   | 6             | 212                   | 41.2             | 32.95                                 | 32.66                                 |
| J-213-01   | 2.2           | 213                   | 191.7            | 48.01                                 | 44.06                                 |
| J-213-04   | 1.3           | 213                   | 37               | 28.52                                 | 33.7                                  |
| J-214-01   | 2.3           | 214                   | 45.3             | 28.31                                 | 31.66                                 |
| J-214-02   | 2.3           | 214                   | 28.7             | 30.22                                 | 34.72                                 |
| J-214-2632 | 2.1           | 214                   | 9.2              | 28.43                                 | 32.13                                 |
| J-215-05   | 0             | 215                   | 23.8             | 13.01                                 | 17.44                                 |
| J-215-06   | 1.5           | 215                   | 48.4             | 12.66                                 | 19.88                                 |
| J-215-07   | 1.1           | 215                   | 30.2             | 23.75                                 | 27.26                                 |
| J-215-08   | 1.5           | 215                   | 33.3             | 30.21                                 | 32.39                                 |
| J-215-2637 | 2.1           | 215                   | 31.2             | 12.16                                 | 17.35                                 |
| J-216-06   | 2.2           | 216                   | 3.6              | 12                                    | 20.31                                 |
| J-216-2419 | 3.4           | 216                   | 8.2              | 14.46                                 | 19.29                                 |
| J-216-2641 | 1.6           | 216                   | 31.8             | 7.3                                   | 11.72                                 |
| J-216-2642 | 1.8           | 216                   | 11.9             | 9.86                                  | 14.28                                 |
| J-216-GM1  | 1.6           | 210                   | 32.5             | 38.45                                 | 34.47                                 |
| J-217-01   | 0             | 217                   | 75.6             | 16.26                                 | 20.98                                 |
| J-217-02   | 0             | 217                   | 67               | 14.12                                 | 22.53                                 |
| J-218-03   | 2             | 218                   | 15.5             | 17.11                                 | 20.65                                 |
| J-218-04   | 1             | 218                   | 14.3             | 15.57                                 | 19.7                                  |
| J-218-05   | 0             | 218                   | 51.9             | 16.51                                 | 21.02                                 |
| J-218-06   | 1.9           | 218                   | 49.9             | 14.42                                 | 14.95                                 |

| Junct. ID  | Elevation (m) | Subzona yang dilayani | Demand (L/detik) | Pressure Sebelum (m H <sup>2</sup> O) | Pressure Sesudah (m H <sup>2</sup> O) |
|------------|---------------|-----------------------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| J-218-09   | 0             | 218                   | 29.7             | 16.03                                 | 16.85                                 |
| J-218-11   | 0             | 218                   | 106.6            | 13.63                                 | 14.48                                 |
| J-218-2643 | 2             | 218                   | 75.4             | 16.84                                 | 20.37                                 |
| J-219-01   | 1.9           | 219                   | 57.8             | 14.46                                 | 14.99                                 |
| J-219-02   | 1.7           | 219                   | 57.8             | 24.58                                 | 24.12                                 |
| J-219-03   | 1.6           | 219                   | 16.9             | 20.02                                 | 20.04                                 |
| J-219-04   | 1.4           | 219                   | 32.3             | 15.14                                 | 15.85                                 |
| J-220      | 1.5           | 220                   | 1.2              | 27.15                                 | 25.88                                 |
| J-220-02   | 0             | 220                   | 60.1             | 23.07                                 | 23.36                                 |
| J-220-03   | 0             | 220                   | 33.9             | 9.61                                  | 13.59                                 |
| J-220-05   | 0             | 220                   | 31.2             | 17.44                                 | 19.9                                  |
| J-220-05   | 0             | 220                   | 5.1              | 16.46                                 | 21.01                                 |
| J-220-06   | 0             | 220                   | 24.3             | 10.73                                 | 12.62                                 |
| J-220-07   | 0             | 220                   | 72.8             | -10.8                                 | 2.96                                  |
| J-221-02   | 0             | 221                   | 27.1             | 13.03                                 | 17.45                                 |
| J-221-03   | 0             | 221                   | 6.8              | 17.81                                 | 21.82                                 |
| J-221-04   | 0             | 221                   | 6.8              | 1.11                                  | 13.85                                 |
| J-221-2731 | -1            | 221                   | 59.3             | 6.92                                  | 15.33                                 |
| J-222-02   | 0             | 222                   | 408.5            | 0.87                                  | 13.69                                 |
| J-224-02   | 2.2           | 224                   | 21.8             | 38.5                                  | 38.51                                 |
| J-224-04   | 2             | 224                   | 16.3             | 43.96                                 | 43.98                                 |
| J-225-01   | 5.2           | 225                   | 6.3              | 40.02                                 | 38.44                                 |
| J-225-02   | 1.8           | 225                   | 26.2             | 17.58                                 | 21.48                                 |
| J-225-03   | 0             | 225                   | 78               | 7.4                                   | 17.18                                 |
| J-225-05   | 0             | 225                   | 25               | 29.43                                 | 28.83                                 |
| J-226-01   | 0             | 226                   | 398.3            | -11.06                                | 2.94                                  |

| Junct. ID | Elevation (m) | Subzona yang dilayani | Demand (L/detik) | Pressure Sebelum (m H <sup>2</sup> O) | Pressure Sesudah (m H <sup>2</sup> O) |
|-----------|---------------|-----------------------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| J-227-01  | 2.5           | 227                   | 51.8             | 31.27                                 | 30.58                                 |
| J-227-02  | 2.4           | 227                   | 8.9              | 27.67                                 | 29.87                                 |
| J-227-03  | 2.1           | 227                   | 99.7             | 29.9                                  | 31.64                                 |
| J-227-05  | 4.8           | 227                   | 20.1             | 32.7                                  | 33.27                                 |
| J-227-06  | 2.2           | 227                   | 34.6             | 30.59                                 | 32.36                                 |
| J-228-02  | 1.8           | 228                   | 126.4            | 17.1                                  | 20.16                                 |
| J-228-05  | 0             | 228                   | 176.8            | 18.16                                 | 20.56                                 |
| J-228-06  | 1.3           | 228                   | 101.7            | 26.94                                 | 25.59                                 |
| J-313     | 1.1           | OUT                   | 40.6             | 25.99                                 | 25.32                                 |
| J-586     | 1.4           | <None>                | 44.9             | 32.85                                 | 32.46                                 |

Tabel 5. 31 Hasil Analisis Pipa Paralel Pengembangan Tahap II

| No. | Name         | Dia. | Mat. | HW  | Q     | V    | Hf     | L    |
|-----|--------------|------|------|-----|-------|------|--------|------|
|     |              |      |      |     | L/s   | m/s  | m/km   | m    |
| 1   | P-Paralel1   | 250  | PVC  | 120 | 84.2  | 1.72 | 13.188 | 1064 |
|     | P-Paralel1B  | 300  | PVC  | 120 | 88    | 1.25 | 5.886  | 1064 |
| 2   | P-Paralel5   | 300  | PVC  | 120 | 131.7 | 1.86 | 12.403 | 814  |
|     | P-Paralel5B  | 400  | PVC  | 120 | 218.3 | 1.74 | 7.794  | 814  |
| 3   | P-Paralel6   | 300  | PVC  | 120 | 168.5 | 2.38 | 19.585 | 43   |
|     | P-Paralel6B  | 350  | PVC  | 120 | 229.8 | 2.39 | 16.422 | 43   |
| 4   | P-Paralel10  | 200  | PVC  | 130 | 60.1  | 1.91 | 18.038 | 287  |
|     | P-Paralel10B | 250  | PVC  | 130 | 65.4  | 1.33 | 7.106  | 287  |
| 5   | P-Paralel11  | 300  | PVC  | 120 | 157.9 | 2.23 | 17.366 | 371  |
|     | P-Paralel11B | 400  | PVC  | 120 | 228.3 | 1.82 | 8.469  | 371  |
| 6   | P-224        | 600  | PVC  | 90  | 561.4 | 1.99 | 10.592 | 655  |
|     | P-Paralel13  | 450  | PVC  | 90  | 169.5 | 1.07 | 4.683  | 655  |

| No. | Name        | Dia. | Mat. | HW  | Q     | V    | Hf     | L    |
|-----|-------------|------|------|-----|-------|------|--------|------|
| 7   | P-231       | 200  | PVC  | 120 | 52.3  | 1.66 | 16.147 | 1338 |
|     | P-Paralel14 | 250  | PVC  | 120 | 67.7  | 1.38 | 8.796  | 1338 |
| 8   | P-281       | 300  | PVC  | 120 | 150.6 | 2.13 | 15.905 | 1289 |
|     | P-Paralel15 | 300  | PVC  | 120 | 111.1 | 1.57 | 9.06   | 1289 |
| 9   | P-479       | 250  | PVC  | 120 | 79.9  | 1.63 | 11.951 | 1039 |
|     | P-Paralel16 | 250  | PVC  | 120 | 48.1  | 0.98 | 4.678  | 1039 |
| 10  | P-1076      | 300  | PVC  | 120 | 148   | 2.09 | 15.41  | 1188 |
|     | P-Paralel17 | 300  | PVC  | 120 | 108.6 | 1.54 | 8.679  | 1188 |
| 11  | P-394       | 300  | PVC  | 120 | 111.2 | 1.57 | 9.072  | 407  |
|     | P-Paralel18 | 300  | PVC  | 120 | 89.5  | 1.27 | 6.07   | 1210 |
| 12  | P-291       | 250  | PVC  | 120 | 92    | 1.87 | 15.519 | 1130 |
|     | P-Paralel19 | 300  | PVC  | 120 | 103.8 | 1.47 | 7.985  | 1130 |
| 13  | P-295       | 250  | PVC  | 120 | 52.3  | 1.06 | 5.445  | 384  |
|     | P-Paralel20 | 250  | PVC  | 120 | 52.7  | 1.07 | 5.526  | 384  |
| 14  | P-949       | 300  | PVC  | 120 | 144.5 | 2.04 | 14.732 | 67   |
|     | P-Paralel21 | 350  | PVC  | 120 | 142.9 | 1.49 | 6.812  | 67   |

### 5.2.7 Analisis Kapasitas Debit dan Kebutuhan Unit

Hasil analisis *junction* menggunakan WaterCAD dilakukan evaluasi pada reservoir dan kapasitas sumber yang tersedia. Hal tersebut diperlukan untuk mengecek apakah simulasi model sistem distribusi menggunakan WaterCAD dapat berjalan sesuai pada lapangan. Analisis dilakukan pada *junction* reservoir dan kapasitas sumber, hubungan antara sumber dan reservoir dapat dilihat dalam sistem transmisi jaringan. Data kapasitas sumber merupakan data hasil analisis, kemudian data kapasitas sumber dibandingkan dengan kebutuhan air reservoir sesuai hasil simulasi WaterCAD dalam Tabel 5.32. Hasil perbandingan kapasitas sumber dan debit kebutuhan reservoir dapat dilihat pada Tabel 5.32.

Tabel 5. 32 Perbandingan Kapasitas Sumber dan Debit Kebutuhan Reservoir

| Sumber        | Q Supply (L/s) | Reservoir            | Q Demand (L/s)                             |
|---------------|----------------|----------------------|--|
| Kali Surabaya | 1,800          | R. Ngagel I          | -689.1                                     |
|               | 1,750          | R. Ngagel III        | -1,224.60                                  |
|               | 2,000          | R. Karang Pilang III | (-720.5)<br>(-286.5)<br>(-500)<br>= -1,507 |
|               | 1,000          | R. Karang Pilang IV  | -1,000                                     |
| M.A Umbulan   | 500            | Umbulan              | -500                                       |

Berdasarkan RISPAM, PDAM Kota Surabaya merencanakan untuk menambah pasokan/*supply* air bersih lewat pemanfaatan kapasitas idle Karang Pilang III dan lewat proyek SPAM Umbulan 500 L/s. Serta pembangunan reservoir baru Karang Pilang IV pada tahun 2024 dengan debit 1000 L/s. Hasil perbandingan pada Tabel 5.32 di atas, dapat diketahui bahwa seluruh debit kebutuhan reservoir pada unit pelayanan dapat terpenuhi oleh debit unit produksi sehingga hasil analisis dan simulasi WaterCAD dapat berjalan pada lapangan.

### 5.2.8 Detail Junction

Gambar detail *junction* menunjukkan jenis-jenis asesoris yang digunakan pada tiap *junction* jaringan distribusi. Asesoris yang digunakan pada detail junction umumnya digambarkan dengan simbol-simbol tertentu.

Pada Tugas Akhir ini dilakukan perencanaan detail junction pada junction yang dimodifikasi untuk masing-masing tahap. Detail junction digambarkan setelah dilakukan perhitungan diameter pipa tapping pada masing-masing junction untuk blok pelayanan. Debit yang digunakan untuk perhitungan adalah proyeksi debit pada Tahap II karena mengantisipasi kebutuhan kedepannya. Pada subbab ini akan diberikan perhitungan diameter pipa tapping pada junction J-209-08. Perhitungan

diameter pipa tapping menggunakan Persamaan 3.8, sebagai berikut:

$$A = \frac{Q_{tapping}}{V_{asumsi}} = \frac{0.0344 \text{ m}^3/\text{s}}{1.5 \text{ m/s}} = 0.021 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.021 \text{ m}^2}{\pi}} = 162.97 = 200 \text{ mm}$$

$$V_{cek} = \frac{Q_{tapping}}{A_{tapping}} = \frac{0.0344}{0.25\pi(0.2)^2} = 1.10 \text{ m/s}$$

Tabel 5. 33 Perhitungan Diameter Pipa Tapping

| No. | Nama Pipa  | Q <sub>tapping</sub> | V <sub>asumsi</sub> | A              | D <sub>hitung</sub> | OD  | V <sub>cek</sub> |
|-----|------------|----------------------|---------------------|----------------|---------------------|-----|------------------|
|     |            | L/s                  | m/s                 | m <sup>2</sup> |                     | mm  | m/s              |
| 1   | J-209-08   | 34.4                 | 1.5                 | 0.021          | 162.97              | 200 | 1.10             |
| 2   | J-211-2741 | 177.8                | 1.5                 | 0.108          | 370.50              | 400 | 1.42             |
| 3   | J-213-01   | 191.7                | 1.5                 | 0.116          | 384.71              | 400 | 1.53             |
| 4   | J-213-04   | 37                   | 1.5                 | 0.022          | 169.01              | 200 | 1.18             |
| 5   | J-216-GM1  | 32.5                 | 1.5                 | 0.020          | 158.40              | 200 | 1.04             |
| 6   | J-217-02   | 67                   | 1.5                 | 0.041          | 227.44              | 250 | 1.37             |
| 7   | J-221-2731 | 59.3                 | 1.5                 | 0.036          | 213.97              | 250 | 1.21             |
| 8   | J-222-02   | 408.5                | 1.5                 | 0.248          | 561.59              | 560 | 1.66             |
| 9   | J-225-03   | 78                   | 1.5                 | 0.047          | 245.40              | 250 | 1.59             |
| 10  | J-225-05   | 25                   | 1.5                 | 0.015          | 138.93              | 200 | 0.80             |
| 11  | J-226-01   | 398.3                | 1.5                 | 0.241          | 554.53              | 560 | 1.62             |
| 12  | J-228-05   | 176.8                | 1.5                 | 0.107          | 369.46              | 400 | 1.41             |
| 13  | J-228-06   | 101.7                | 1.5                 | 0.062          | 280.21              | 300 | 1.44             |

### 5.3 Bill Of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pengembangan Sistem Distribusi

Perhitungan BOQ dan RAB pada Tugas Akhir ini meliputi seluruh kegiatan pengembangan dan modifikasi jaringan distribusi pada Tahap I dan Tahap II. Perhitungan BOQ memerlukan rincian kebutuhan per unit pekerjaan yang didasarkan pada gambar teknik

dalam analisis dan rencana pengembangan. Keperluan material didasarkan pada hasil analisis perencanaan dan disesuaikan ketersediaannya di pasaran. Sementara dalam perhitungan RAB didasarkan pada hasil perhitungan BOQ dan Hasil Analisis Harga Satuan yang menggunakan data biaya di Kota Surabaya dan standar pekerjaan.

### 5.3.1 BOQ dan RAB Perpipaan

BOQ dan RAB perpipaan merupakan analisis keperluan dan harga pipa, asesoris serta pekerjaan perpipaan. Analisis yang diperlukan untuk menghitung RAB perpipaan berupa perhitungan kebutuhan pipa, asesoris dan perhitungan harga pekerjaan perpipaan.

#### A. BOQ Pengadaan Pipa

Perhitungan BOQ pengadaan pipa didasarkan pada hasil analisis WaterCAD pada Tahap I dan Tahap II. Direncanakan ada penambahan pipa sekunder baru yang terpasang secara paralel dengan pipa primer eksisting, masing-masing lima belas pada Tahap I dan tujuh pada Tahap II. Material pipa yang direncanakan untuk digunakan adalah pipa jenis PVC dikarenakan telah memenuhi kriteria perencanaan dan ketahanan yang baik. Kebutuhan pipa untuk pengembangan sistem distribusi dapat dilihat pada Tabel 5.34.

Tabel 5.34 BOQ Kebutuhan Pipa Pengembangan

| Dia.(mm)      | Tahap I     | Tahap II    | Total        |
|---------------|-------------|-------------|--------------|
| 200           | 2594        | -           | 2594         |
| 250           | 2660        | 2761        | 5421         |
| 300           | 1064        | 6447        | 7511         |
| 350           | 43          | 67          | 110          |
| 400           | 1185        | -           | 1185         |
| 450           | -           | 655         | 655          |
| <b>Jumlah</b> | <b>7546</b> | <b>9930</b> | <b>17476</b> |

#### B. BOQ Pengadaan Asesoris Pipa

BOQ pengadaan asesoris pipa didasarkan pada hasil analisis pengembangan jaringan pada Tahap I dan Tahap II. Asesoris pipa terdiri atas fittings dan valves. Asesoris yang



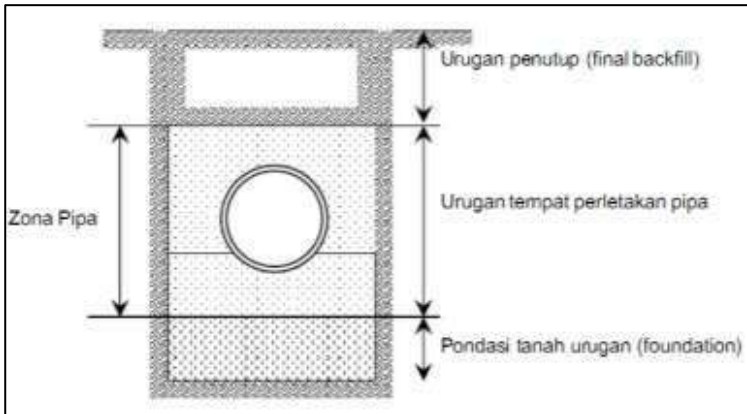
dibutuhkan dalam Tugas Akhir ini meliputi tee, elbow, socket, reducer/increaser valve dan valve socket berdasarkan detail junction. Spesifikasi asesoris pipa disesuaikan dengan ketersediaannya di pasaran. Jumlah asesoris pipa yang dibutuhkan untuk pengembangan Tahap 1 dan Tahap 2 dapat dilihat pada Tabel 5.35.

Tabel 5.35 BOQ Asesoris Pipa Pengembangan

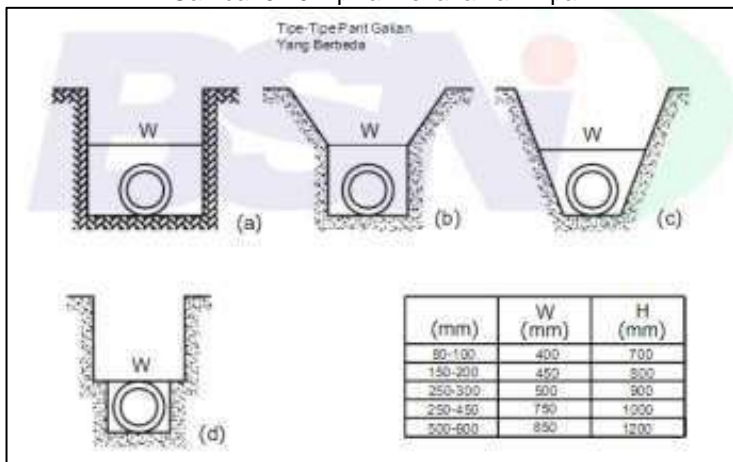
| No. | Jenis Asesoris                   | n  |
|-----|----------------------------------|----|
| 1   | Tee Socket PVC (AW) Ø250 mm      | 11 |
| 2   | Tee Socket PVC (AW) Ø300 mm      | 15 |
| 3   | Tee Socket PVC (AW) Ø400 mm      | 9  |
| 4   | Bend Socket PVC (AW) 90° Ø250 mm | 8  |
| 5   | Bend Socket PVC (AW) 90° Ø300 mm | 10 |
| 6   | Bend Socket PVC (AW) 90° Ø400 mm | 6  |
| 7   | Bend Socket PVC (AW) 45° Ø250 mm | 1  |
| 8   | Bend Socket PVC (AW) 45° Ø300 mm | 1  |
| 9   | Reducing Socket Ø200x250 mm      | 5  |
| 10  | Reducing Socket Ø250x300 mm      | 8  |
| 11  | Reducing Socket Ø300x350 mm      | 12 |
| 12  | Reducing Socket Ø350x400 mm      | 10 |
| 13  | Meter Air Ø200 mm                | 3  |
| 14  | Meter Air Ø250 mm                | 3  |
| 15  | Meter Air Ø300 mm                | 1  |
| 16  | Meter Air Ø400 mm                | 4  |

### C. BOQ Pekerjaan Penanaman Pipa

Penanaman pipa dari muka tanah direncanakan sesuai dengan diameter pipa. Kemudian dari galian tanah dilakukan perhitungan volume galian, urugan tanah urugan pasir dan pemadatan. Penentuan lebar dan kedalaman galian tanah berdasarkan pada SNI 7511:2011 tentang Tata Cara Pemasangan Pipa Transmisi dan Pipa Distribusi Serta Bangunan Pelintas Pipa. Skema galian tanah serta kedalaman maksimum galian dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan 5.11 berikut.



Gambar 5.10 Tipikal Penanaman Pipa



Gambar 5.11 Skema, Lebar (W) dan Kedalaman (H) Galian Penanaman Pipa

Perhitungan BOQ penanaman pipa dibagi sesuai dengan tahapan pengembangan. Berikut adalah contoh perhitungan BOQ penanaman pipa berdiameter 200mm:

$$\begin{aligned}
 \text{Kedalaman tanah urug (H)} &= 0.8 \text{ m} \\
 \text{Lebar galian (W)} &= 0.45 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman pasir (h)} &= (D_{\text{pipa}} + b + d) \\
 &= (0.2 + 0.15 + 0.15) \\
 &= 0.5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kedalaman galian (Hg)} &= H + h \\
 &= (0.8 + 0.5) \text{ m} \\
 &= 1.30 \text{ m} \\
 \text{Volume galian total} &= \text{Hg} \times W \times 1 \text{ m} \\
 &= (1.30 \times 0.45 \times 1) \text{ m}^3/\text{m} \\
 &= 0.59 \text{ m}^3/\text{m} \\
 \text{Volume urugan pasir} &= \text{Vol. galian pasir} - \text{Vol. pipa} \\
 &= (W \times h \times 1 \text{ m}) - (\frac{1}{4} \times 3.14 \times D^2 \times 1 \text{ m}) \\
 &= [(0.45 \times 0.5 \times 1) - (\frac{1}{4} \times 3.14 \times 0.2^2 \times 1)] \text{ m}^3/\text{m} \\
 &= [0.225 - 0.0314] \text{ m}^3/\text{m} \\
 &= 0.19 \text{ m}^3/\text{m} \\
 \text{Volume urugan tanah} &= H \times W \times 1 \text{ m} \\
 &= (0.8 \times 0.45 \times 1) \text{ m}^3/\text{m} \\
 &= 0.36 \text{ m}^3/\text{m} \\
 \text{Volume tanah dibuang} &= \text{Vol. galian total} - \text{Vol. urugan tanah} \\
 &= (0.59 - 0.36) \text{ m}^3/\text{m} \\
 &= 0.23 \text{ m}^3/\text{m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOQ penanaman pipa per meter lari dapat dilihat pada Tabel 5.36.

Tabel 5.36 Penanaman Pipa per Meter Lari

| <b>Uraian Pekerjaan</b>  |                   | <b>200</b> | <b>250</b> | <b>300</b> | <b>350</b> | <b>400</b> | <b>450</b> |
|--------------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Diameter Pipa PVC        | m                 | 0.2        | 0.25       | 0.315      | 0.355      | 0.4        | 0.45       |
| Kedalaman tanah urug (H) | m                 | 0.8        | 0.9        | 0.9        | 1.0        | 1.0        | 1.0        |
| Lebar Galian (W)         | m                 | 0.45       | 0.5        | 0.5        | 0.75       | 0.75       | 0.75       |
| Kedalaman pasir (h)      | m                 | 0.5        | 0.55       | 0.615      | 0.655      | 0.7        | 0.75       |
| Kedalaman galian (Hg)    | m                 | 1.3        | 1.45       | 1.515      | 1.655      | 1.7        | 1.75       |
| Volume galian total      | m <sup>3</sup> /m | 0.59       | 0.73       | 0.76       | 1.24       | 1.28       | 1.31       |
| Volume urugan pasir      | m <sup>3</sup> /m | 0.19       | 0.23       | 0.23       | 0.39       | 0.40       | 0.40       |
| Volume urugan tanah      | m <sup>3</sup> /m | 0.36       | 0.45       | 0.45       | 0.75       | 0.75       | 0.75       |
| Volume tanah dibuang     | m <sup>3</sup> /m | 0.23       | 0.28       | 0.31       | 0.49       | 0.53       | 0.56       |

#### **D. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pipa**

Analisis harga satuan pekerjaan perpipaan terdiri atas galian tanah, pengurugan tanah, pengurugan pasir, pembuangan tanah serta pemasangan, pengangkutan, pengetestan dan

pencucian pipa. Setiap perhitungan pekerjaan didasarkan pada standar yang berlaku atau HSPK Kota Surabaya yang dapat dijadikan acuan. Apabila tidak terdapat standar yang diacu, maka perhitungan dilakukan dengan metode pendekatan. Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Perpipaan dilakukan untuk pipa berdiameter 200 mm, 250 mm, 300 mm, 350 mm, 400 mm dan 450 mm sesuai dengan kebutuhan. Hasil rekapitulasi harga satuan pekerjaan perpipaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.37 berikut. Detail tiap butir pekerjaan dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 5.37 Rekapitulasi Harga Pekerjaan Perpipaan

| <b>Analisis Harga Pekerjaan Pipa</b> | <b>Total</b> |
|--------------------------------------|--------------|
| Total Harga Pekerjaan Pipa Ø200 mm   | Rp682,346    |
| Total Harga Pekerjaan Pipa Ø250 mm   | Rp690,943    |
| Total Harga Pekerjaan Pipa Ø315 mm   | Rp700,990    |
| Total Harga Pekerjaan Pipa Ø355 mm   | Rp709,587    |
| Total Harga Pekerjaan Pipa Ø400 mm   | Rp719,634    |
| Total Harga Pekerjaan Pipa Ø450 mm   | Rp728,231    |

## E. RAB Perpipaan

Perhitungan RAB perpipaan terdiri atas harga pengadaan dan pekerjaan pipa serta harga asesoris pipa. Volume yang dibutuhkan merupakan hasil dari analisis BOQ sementara harga satuan merupakan hasil analisis harga pekerjaan perpipaan. Rangkuman hasil perhitungan RAB pengadaan pipa dapat dilihat pada Tabel 5.38 dan pekerjaan perpipaan pada Tabel 5.39. Sementara RAB asesoris pipa dapat dilihat pada Tabel 5.40.

Tabel 5.38 RAB Pengadaan Pipa

| <b>Nama</b> | <b>Dia.</b> | <b>Mat.</b> | <b>L</b> | <b>Harga Satuan</b> | <b>Biaya Material</b> |
|-------------|-------------|-------------|----------|---------------------|-----------------------|
|             | mm          |             | m        | per 4 m             |                       |
| P-Paralel1B | 300         | PVC         | 1064     | Rp1,885,000         | Rp501,410,000         |
| P-Paralel2  | 200         | PVC         | 1685     | Rp458,600           | Rp193,185,250         |
| P-Paralel3  | 200         | PVC         | 909      | Rp458,600           | Rp104,216,850         |
| P-Paralel4  | 250         | PVC         | 131      | Rp1,118,800         | Rp36,640,700          |
| P-Paralel5B | 400         | PVC         | 814      | Rp2,405,500         | Rp489,519,250         |
| P-Paralel6B | 350         | PVC         | 43       | Rp2,270,500         | Rp24,407,875          |
| P-Paralel7  | 250         | PVC         | 767      | Rp1,118,800         | Rp214,529,900         |
| P-Paralel8  | 250         | PVC         | 827      | Rp1,118,800         | Rp231,311,900         |

| <b>Nama</b>  | <b>Dia.</b> | <b>Mat.</b> | <b>L</b> | <b>Harga Satuan</b> | <b>Biaya Material</b>  |
|--------------|-------------|-------------|----------|---------------------|------------------------|
| P-Paralel9   | 250         | PVC         | 49       | Rp1,118,800         | Rp13,705,300           |
| P-Paralel10B | 250         | PVC         | 287      | Rp1,118,800         | Rp80,273,900           |
| P-Paralel11B | 400         | PVC         | 371      | Rp2,405,500         | Rp223,110,125          |
| P-Paralel12  | 250         | PVC         | 599      | Rp1,118,800         | Rp167,540,300          |
| P-Paralel13  | 450         | PVC         | 655      | Rp2,405,500         | Rp393,900,625          |
| P-Paralel14  | 250         | PVC         | 1338     | Rp1,118,800         | Rp374,238,600          |
| P-Paralel15  | 300         | PVC         | 1289     | Rp1,885,000         | Rp607,441,250          |
| P-Paralel16  | 250         | PVC         | 1039     | Rp1,118,800         | Rp290,608,300          |
| P-Paralel17  | 300         | PVC         | 1188     | Rp1,885,000         | Rp559,845,000          |
| P-Paralel18  | 300         | PVC         | 1210     | Rp1,885,000         | Rp570,212,500          |
| P-Paralel19  | 300         | PVC         | 1130     | Rp1,885,000         | Rp532,512,500          |
| P-Paralel20  | 250         | PVC         | 384      | Rp1,118,800         | Rp107,404,800          |
| P-Paralel21  | 350         | PVC         | 67       | Rp2,270,500         | Rp38,030,875           |
| P-Paralel22  | 300         | PVC         | 1630     | Rp1,885,000         | Rp768,137,500          |
|              |             |             |          |                     | <b>Rp6,522,183,300</b> |

Tabel 5.39 RAB Pekerjaan Pipa

| <b>Dia. (mm)</b>                  | <b>Panjang Pipa (m)</b> | <b>Harga Satuan Pekerjaan</b> | <b>Biaya Pekerjaan</b>  |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 200                               | 2594                    | Rp682,346                     | Rp1,770,004,486         |
| 250                               | 5421                    | Rp690,943                     | Rp3,745,599,835         |
| 300                               | 7511                    | Rp700,990                     | Rp5,265,132,886         |
| 350                               | 110                     | Rp709,587                     | Rp78,054,526            |
| 400                               | 1185                    | Rp719,634                     | Rp852,765,816           |
| 450                               | 655                     | Rp728,231                     | Rp476,991,043           |
| <b>Total Biaya Pekerjaan Pipa</b> |                         |                               | <b>Rp11,711,557,549</b> |

Tabel 5.40 RAB Aesoris Pipa

| <b>No.</b> | <b>Jenis Aesoris</b>             | <b>n</b> | <b>Harga Satuan</b> | <b>Harga</b> |
|------------|----------------------------------|----------|---------------------|--------------|
| 1          | Tee Socket PVC (AW) Ø250 mm      | 11       | Rp 487,700          | Rp 5,364,700 |
| 2          | Tee Socket PVC (AW) Ø300 mm      | 15       | Rp 555,500          | Rp 8,332,500 |
| 3          | Tee Socket PVC (AW) Ø400 mm      | 9        | Rp 666,750          | Rp 6,000,750 |
| 4          | Bend Socket PVC (AW) 90° Ø250 mm | 8        | Rp 537,600          | Rp 4,300,800 |

| No.                       | Jenis Asesoris                   | n  | Harga Satuan | Harga                |
|---------------------------|----------------------------------|----|--------------|----------------------|
| 5                         | Bend Socket PVC (AW) 90° Ø300 mm | 10 | Rp 557,800   | Rp 5,578,000         |
| 6                         | Bend Socket PVC (AW) 90° Ø400 mm | 6  | Rp 599,200   | Rp 3,595,200         |
| 7                         | Bend Socket PVC (AW) 45° Ø250 mm | 1  | Rp 420,700   | Rp 420,700           |
| 8                         | Bend Socket PVC (AW) 45° Ø300 mm | 1  | Rp 485,200   | Rp 485,200           |
| 9                         | Reducing Socket Ø200x250 mm      | 5  | Rp 352,000   | Rp 1,760,000         |
| 10                        | Reducing Socket Ø250x300 mm      | 8  | Rp 374,500   | Rp 2,996,000         |
| 11                        | Reducing Socket Ø300x350 mm      | 12 | Rp 385,400   | Rp 4,624,800         |
| 12                        | Reducing Socket Ø350x400 mm      | 10 | Rp 398,000   | Rp 3,980,000         |
| 13                        | Meter Air Ø200 mm                | 3  | Rp 4,727,500 | Rp 14,182,500        |
| 14                        | Meter Air Ø250 mm                | 3  | Rp 4,977,500 | Rp 14,932,500        |
| 15                        | Meter Air Ø300 mm                | 1  | Rp 5,227,500 | Rp 5,227,500         |
| 16                        | Meter Air Ø400 mm                | 4  | Rp 5,477,500 | Rp 21,910,000        |
| <b>Total RAB Asesoris</b> |                                  |    |              | <b>Rp103,691,150</b> |

### 5.3.2 BOQ dan RAB Perpipaan

Seluruh perhitungan RAB dari masing-masing detail kebutuhan rencana dijumlahkan, didapatkan rekapitulasi anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pengembangan Tahap I dan Tahap II secara keseluruhan. Rekapitulasi perhitungan RAB dapat dilihat pada Tabel 5.41.

Tabel 5.41 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

| No  | Rincian Kegiatan    | RAB                      |
|-----|---------------------|--------------------------|
| 1.1 | Material Perpipaan  | Rp 6,522,183,300         |
| 1.2 | Pekerjaan Perpipaan | Rp 11,711,557,549        |
| 1.3 | Pengadaan Asesoris  | Rp 103,691,150           |
|     | <b>Total RAB</b>    | <b>Rp 18,337,431,999</b> |

Jadi, kebutuhan total anggaran biaya perencanaan pengembangan PDAM Kota Surabaya dari pengadaan material perpipaan, pekerjaan perpipaan dan pengadaan asesoris adalah sebesar Rp. 18,337,431,999.

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh dari pelaksanaan Tugas Akhir ini adalah:

1. Presentase pertumbuhan pembangunan proyek apartemen rata-rata, berdasarkan data yang telah terhimpun, adalah 15.63% setiap tahunnya.
2. Pada Tahap I diperkirakan terdapat tambahan 18 tower apartemen baru yang menyumbang tambahan kebutuhan air sebesar 156.79 L/detik dengan kebutuhan air total pada Zona 2 sebesar 3747.7 L/detik, dan pada Tahap II diperkirakan terdapat tambahan 22 tower apartemen baru yang menyumbang tambahan kebutuhan air sebesar 305.56 L/detik dengan kebutuhan air total pada Zona 2 sebesar 4694.7 L/detik.
3. Pengembangan jaringan distribusi hingga akhir periode perencanaan diasumsikan mendapat *supply* tambahan dari SPAM Umbulan dan kapasitas *idle* IPAM Karang Pilang III, serta Karang Pilang IV. Pola pengembangan adalah dengan terus mempertahankan pelayanan 100% kepada pelanggan, mempertahankan tekanan pada junction, serta memantau nilai headloss dan kecepatan pada pipa. Dilakukan penambahan pipa secara paralel pada ruas pipa eksisting dengan total 21 ruas pipa. Pompa booster dioperasikan secara maksimal untuk membantu mensuplai air ke subzone sesuai kebutuhan. Total RAB untuk penambahan pipa paralel pengembangan PDAM Kota Surabaya hingga akhir tahun 2027 adalah sebesar Rp. 18,337,431,999.

#### **6.2 Saran**

Saran yang diperoleh dari pelaksanaan Tugas Akhir ini antara lain:

1. Perlu dianalisis terhadap jaringan perpipaan tersier dan kondisi aspek teknis lainnya termasuk valve serta bukannya, fittings, dan asesoris lainnya sesuai kondisi aktual di lapangan untuk lebih meningkatkan akurasi analisis dalam pengembangan kedepan.

2. Sisa tekan pada Zona 2 bagian utara perlu mendapat perhatian lebih, mengingat jaraknya yang berada jauh dari sumber dan merupakan tempat pembangunan/ pengembangan siteplan dengan potensi lonjakan air yang besar di masa mendatang.
3. Kondisi perpipaan tua, diatas 20 tahun harus sangat diperhatikan kecepatan yang mengalir dan headloss pada pipa agar dapat terus melayani subzone pelayanan dan meminimalisir terjadinya kebocoran pada pipa.



## DAFTAR PUSTAKA

- Armanto, R. N., dan Indrajanto, H., 2016. Analisis dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum di PDAM Unit Plosowahyu Kabupaten Lamongan. **Jurnal Teknik ITS Vol. 5, No.2, (2016) ISSN: 2337-3539**
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2017. **Kota Surabaya Dalam Angka 2017**. Surabaya
- Beedle LS, Mir M. Ali, Armstrong PJ. **The Skyscraper and the City: Design, Technology, and Innovation, Books 1**. Lewiston, NY: The Edwin Mellen Press; 2007:13, 14.
- Craighead, Geoff. 2009. **High-rise Security and Fire Life Safety. Chapter 1: High-rise Building Definition, Development, and Use. USA**: Elsevier Inc.
- CV. Trimukti Andayani. Apr 2017. **Revisi Rencana Induk SPAM (RISPAM) Kota Surabaya Tahun 2014-2035**. Surabaya
- Dinas Cipta Karya PU. **Profil Kota Surabaya 2001**. Surabaya
- Gupta, R. S. 1989. **Hydrology and Hydraulic Systems**. Prentice Hall, London.
- Hadisoebroto, Rositayanti., Astono, Widy dan Rizki, AWP. 2007. **Kajian Pola Pemakaian Air Bersih Di Tiga Apartemen Di Jakarta**.  
URL:<http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/jtl/article/viewFile/17266/17212.html>
- Hall Jr JR. **High-Rise Building Fires**. Quincy, MA: National Fire Protection Association; August 2005:2.
- Kalensun, H. 2016. Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di Kelurahan Pangolombian Kecamatan Tomohon Selatan. **Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.2, Februari 2016 (105-115) ISSN: 2337-6732**
- Knoke ME, Managing Editor, CPP. **High-rise structures: life safety and security considerations**. In: Protection of Assets Manual. Alexandria, VA: ASIS International; 2006.
- Mangkoedihardjo, Sarwoko. 1985. **Penyediaan Air Bersih Dasar Dasar Perencanaan dan Evaluasi Kebutuhan Air**. Surabaya: Teknik Penyehatan-FTSP Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya
- McGhee, Terence.J and Steel, E.W.1991. **Water Supply and Sewerege, 6th Edition**. New York: McGraw-Hill Book Co.

- Nelwan, F. dkk. 2013. Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori. **Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.10, September 2013 (678-684) ISSN: 2337-6732**
- Nur. Des 2017. Radar Malang: **Tambah Kapasitas Produksi, PDAM Investasi Rp. 520 M** <[https://pdam-sby.go.id/page.php?get=tampil\\_berita&id=1530001&bhs=0](https://pdam-sby.go.id/page.php?get=tampil_berita&id=1530001&bhs=0)>
- PT. Colliers International. Mar 2017. **Colliers Half Year Report (H2 2017)**. Surabaya
- Punmia, B. C. 2005. **Water Supply Engineering Volume 1**. University of Jodhpur.
- Rossman, Lewis A. Sept 2000. **EPANET 2 USERS MANUAL versi Bahasa Indonesia**. Cincinnati: United States Environmental Protection Agency (EPA). EPA/600/R-00/057.
- Tiwari, Kartikey., Jatale, Aman., dan Khandelwal, Sahil. Feb 2013. Assesment of Public Water Distribution System in Indore City, India. **International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Vol.2, Issue 8, February 2013. ISSN: 2277-3754**
- Zahro, Fatimatus dan Musahadah. Jul 2017. Surya.co.id: **Air PDAM Surabaya Bocor Hingga 26 Persen, ini Janji Dirut yang Baru** <<http://surabaya.tribunnews.com/2017/07/01/air-pdam-surabaya-bocor-hingga-26-persen-ini-janji-dirut-yang-baru>>.

**LAMPIRAN A**  
**Data Proyeksi Penduduk**  
**dan Proyeksi Gedung High-rise (Apartemen)**

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

Tabel A1. Nama Proyek Dan Jumlah Unit Apartemen Di Kota Surabaya Tahun 2009-2021

| No          | Total Tambahan Unit | Nama Proyek                       | Unit  | Wilayah |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|-------|---------|
| <b>2012</b> | <b>4,182</b>        | Dr Apt.                           | 640   | Timur   |
|             |                     | Puncak Permai (Tower C)           | 1,254 | Selatan |
|             |                     | Gunawangsa MERR (Tower A)         | 640   | Timur   |
|             |                     | Gunawangsa MERR (Tower B)         | 640   | Timur   |
|             |                     | Puncak Kertajaya (Tower A)        | 1,008 | Timur   |
|             |                     |                                   |       |         |
| <b>2013</b> | <b>2,262</b>        | Puncak Kertajaya (Tower B)        | 1,008 | Timur   |
|             |                     | Puncak Permai (Tower D)           | 1,254 | Selatan |
|             |                     |                                   |       |         |
| <b>2014</b> | <b>2,516</b>        | The Peak Residence                | 190   | Pusat   |
|             |                     | Pakuwon Indah Supermall (Orchard) | 940   | Barat   |
|             |                     | De Papilio Tamansari              | 446   | Selatan |
|             |                     | Pakuwon Indah Supermall (Tanglin) | 940   | Barat   |
|             |                     |                                   |       |         |
| <b>2015</b> | <b>9,140</b>        | Bale Hinggil Apt.                 | 2,014 | Timur   |
|             |                     | Puncak Dharmahusada               | 1,250 | Timur   |
|             |                     | Puncak Bukit Golf                 | 1,250 | Barat   |
|             |                     | The Voila Apt.                    | 216   | Selatan |
|             |                     | La Ritz Mansion                   | 450   | Barat   |
|             |                     | Marvell City (Linden Tower)       | 360   | Pusat   |
|             |                     | Educity Apt.                      | 3,600 | Timur   |
|             |                     |                                   |       |         |
| <b>2017</b> | <b>3,803</b>        | 100 Apt.                          | 158   | Pusat   |
|             |                     | The Capital Square                | 453   | Barat   |
|             |                     | Taman Melati Apt. MERR            | 1,053 | Timur   |

| No          | Total Tambahan Unit | Nama Proyek                            | Unit  | Wilayah |
|-------------|---------------------|--|-------|---------|
|             |                     | Pavillion Permata (Tower 2)            | 507   | Barat   |
|             |                     | Gunawangsa Tidar (2 Tower)             | 1,200 | Pusat   |
|             |                     | Citadines Marvell                      | 288   | Timur   |
|             |                     | Oakwood at One East Res.               | 144   | Timur   |
|             |                     |  |       |         |
| <b>2018</b> | <b>3,297</b>        | Puri City (Tower C)                    | 550   | Timur   |
|             |                     | Supermall Mansion (Anderson Tower)     | 1,130 | Barat   |
|             |                     | The Fontage                            | 159   | Selatan |
|             |                     | The City Square (Tower II)             | 400   | Selatan |
|             |                     | Bale Hinggil (Tower C&D)               | 900   | Timur   |
|             |                     | Graha Golf (2 Tower)                   | 158   | Barat   |
|             |                     |  |       |         |
| <b>2019</b> | <b>7,352</b>        | Puncak MERR                            | 2,200 | Timur   |
|             |                     | Grand Dharmahusada Lagoon              | 840   | Timur   |
|             |                     | BeSS Mansion                           | 723   | Selatan |
|             |                     | Madison Aveneu                         | 800   | Selatan |
|             |                     | Darmo Hill (Rosewood Tower)            | 500   | Barat   |
|             |                     | The Rosebay Graha Family               | 229   | Barat   |
|             |                     | Gunawangsa Tidar (Tower C)             | 600   | Pusat   |
|             |                     | Klaska Res.                            | 1,000 | Pusat   |
|             |                     | Belleview Manyar Apt.                  | 460   | Timur   |
|             |                     |  |       |         |
| <b>2020</b> | <b>8,008</b>        | Atrivm Residence                       | 543   | Barat   |
|             |                     | Supermall Pakuwon Indah (Benson Tower) | 1,300 | Barat   |
|             |                     | East CBD (Tower A)                     | 283   | Timur   |
|             |                     | East Coast Mansion (Tower A)           | 1,450 | Timur   |

| No          | Total Tambahan Unit | Nama Proyek                           | Unit  | Wilayah |
|-------------|---------------------|---------------------------------------|-------|---------|
|             |                     | BeSS Mansion (Premier Tower)          | 1,000 | Selatan |
|             |                     | Biz Square Apt.                       | 400   | Timur   |
|             |                     | Cornell Apt.                          | 416   | Barat   |
|             |                     | Denver Apt.                           | 450   | Barat   |
|             |                     | The Arundaya                          | 1,130 | Timur   |
|             |                     | Tamansari Emerald Apt.                | 610   | Barat   |
|             |                     | One Galaxy Superblock Apt. (Tower A)  | 426   | Timur   |
|             |                     |                                       |       |         |
| <b>2021</b> | <b>5,828</b>        | Eastcovia (Zaha Tower)                | 750   | Timur   |
|             |                     | Springville Residence (2 Tower)       | 474   | Timur   |
|             |                     | The Tunjungan Boulevard               | 292   | Pusat   |
|             |                     | The Grand Stand                       | 307   | Barat   |
|             |                     | The Trans Icon Apt.                   | 1,100 | Selatan |
|             |                     | Vertu Apt.                            | 184   | Barat   |
|             |                     | Westown View                          | 936   | Barat   |
|             |                     | Darmo Hill Residence (Rosewood Tower) | 341   | Barat   |
|             |                     | Tierra Apt. (Star Tower)              | 638   | Barat   |
|             |                     | Grand Shamaya Lagoon                  | 380   | Pusat   |
|             |                     | One Galaxy Superblock Apt. (Tower B)  | 426   | Timur   |

Keterangan:

|  |                              |
|--|------------------------------|
|  | <b>Berada pada Zona 2</b>    |
|  | <b>Berada di luar Zona 2</b> |

Tabel A3. Proyeksi Jumlah Penduduk dan SR Pada Tiap Subzona

| Subzona | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|         | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| 201     | 33,315 | 33,943 | 34,582 | 35,233 | 35,896 | 36,572 | 37,261 | 37,962 | 38,677 | 39,406 | 40,147 |
| 202     | 14,863 | 14,906 | 14,948 | 14,991 | 15,034 | 15,077 | 15,120 | 15,163 | 15,206 | 15,250 | 15,293 |
| 203     | 14,408 | 14,553 | 14,700 | 14,849 | 14,999 | 15,150 | 15,304 | 15,458 | 15,614 | 15,772 | 15,931 |
| 204     | 19,227 | 19,745 | 20,276 | 20,822 | 21,382 | 21,957 | 22,548 | 23,155 | 23,778 | 24,418 | 25,075 |
| 205     | 28,184 | 29,173 | 30,197 | 31,258 | 32,355 | 33,491 | 34,667 | 35,884 | 37,144 | 38,448 | 39,798 |
| 206     | 32,805 | 33,399 | 34,005 | 34,621 | 35,249 | 35,888 | 36,539 | 37,201 | 37,875 | 38,562 | 39,261 |
| 207     | 39,485 | 40,445 | 41,429 | 42,437 | 43,470 | 44,527 | 45,611 | 46,720 | 47,857 | 49,021 | 50,214 |
| 208     | 6,802  | 6,875  | 6,950  | 7,025  | 7,101  | 7,178  | 7,256  | 7,335  | 7,414  | 7,494  | 7,575  |
| 209     | 20,380 | 21,116 | 21,878 | 22,667 | 23,486 | 24,333 | 25,212 | 26,122 | 27,064 | 28,041 | 29,053 |
| 210     | 5,735  | 5,740  | 5,745  | 5,750  | 5,755  | 5,760  | 5,765  | 5,770  | 5,776  | 5,781  | 5,786  |
| 211     | 28,096 | 28,783 | 29,486 | 30,207 | 30,945 | 31,701 | 32,475 | 33,269 | 34,082 | 34,915 | 35,768 |
| 212     | 16,903 | 17,245 | 17,594 | 17,951 | 18,314 | 18,685 | 19,064 | 19,450 | 19,844 | 20,246 | 20,656 |
| 213     | 33,212 | 34,151 | 35,117 | 36,111 | 37,132 | 38,183 | 39,263 | 40,373 | 41,516 | 42,690 | 43,898 |
| 214     | 14,471 | 14,681 | 14,895 | 15,111 | 15,330 | 15,553 | 15,779 | 16,008 | 16,241 | 16,477 | 16,716 |
| 215     | 20,464 | 20,977 | 21,502 | 22,041 | 22,593 | 23,160 | 23,740 | 24,335 | 24,945 | 25,570 | 26,210 |
| 216     | 24,801 | 25,115 | 25,432 | 25,754 | 26,080 | 26,409 | 26,743 | 27,082 | 27,424 | 27,771 | 28,122 |



| Subzona                | 0              | 1              | 2              | 3              | 4              | 5              | 6              | 7              | 8              | 9              | 10             |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                        | 2017           | 2018           | 2019           | 2020           | 2021           | 2022           | 2023           | 2024           | 2025           | 2026           | 2027           |
| 217                    | 15,905         | 16,058         | 16,211         | 16,367         | 16,523         | 16,682         | 16,842         | 17,003         | 17,166         | 17,330         | 17,496         |
| 218                    | 26,874         | 28,098         | 29,377         | 30,714         | 32,113         | 33,575         | 35,103         | 36,702         | 38,373         | 40,120         | 41,946         |
| 219                    | 26,437         | 26,820         | 27,209         | 27,603         | 28,002         | 28,408         | 28,819         | 29,237         | 29,660         | 30,090         | 30,525         |
| 220                    | 23,769         | 24,694         | 25,654         | 26,652         | 27,688         | 28,765         | 29,884         | 31,046         | 32,254         | 33,508         | 34,811         |
| 221                    | 6,033          | 6,561          | 7,134          | 7,758          | 8,436          | 9,173          | 9,975          | 10,846         | 11,795         | 12,825         | 13,946         |
| 222                    | 26,863         | 29,486         | 32,366         | 35,527         | 38,996         | 42,804         | 46,984         | 51,572         | 56,609         | 62,137         | 68,205         |
| 223                    | 3,331          | 3,347          | 3,364          | 3,381          | 3,398          | 3,415          | 3,432          | 3,449          | 3,466          | 3,484          | 3,501          |
| 224                    | 4,805          | 5,036          | 5,277          | 5,530          | 5,794          | 6,072          | 6,363          | 6,668          | 6,987          | 7,322          | 7,673          |
| 225                    | 13,832         | 14,464         | 15,124         | 15,815         | 16,537         | 17,292         | 18,081         | 18,907         | 19,770         | 20,672         | 21,616         |
| 226                    | 39,519         | 42,414         | 45,521         | 48,855         | 52,434         | 56,275         | 60,398         | 64,822         | 69,570         | 74,667         | 80,136         |
| 227                    | 32,051         | 32,945         | 33,864         | 34,809         | 35,780         | 36,779         | 37,805         | 38,859         | 39,944         | 41,058         | 42,204         |
| 228                    | 57,746         | 59,767         | 61,860         | 64,025         | 66,267         | 68,587         | 70,988         | 73,474         | 76,046         | 78,708         | 81,464         |
| <b>Jumlah Penduduk</b> | <b>630,317</b> | <b>650,537</b> | <b>671,699</b> | <b>693,863</b> | <b>717,091</b> | <b>741,452</b> | <b>767,020</b> | <b>793,872</b> | <b>822,096</b> | <b>851,782</b> | <b>883,029</b> |
| <b>Jumlah SR</b>       | <b>126,063</b> | <b>130,107</b> | <b>134,340</b> | <b>138,773</b> | <b>143,418</b> | <b>148,290</b> | <b>153,404</b> | <b>158,774</b> | <b>164,419</b> | <b>170,356</b> | <b>176,606</b> |

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

**LAMPIRAN B**  
**Data Proyeksi Kebutuhan Air**

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

Tabel B1. Kebutuhan Air Pada Subzona 201

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 6663   | 6789   | 6916   | 7047   | 7179   | 7314   | 7452   | 7592   | 7735   | 7881   | 8029   |
| Jumlah Penduduk                      | 33315  | 33943  | 34582  | 35233  | 35896  | 36572  | 37261  | 37962  | 38677  | 39406  | 40147  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 32316  | 33943  | 34582  | 35233  | 35896  | 36572  | 37261  | 37962  | 38677  | 39406  | 40147  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 71.07  | 78.57  | 84.05  | 85.64  | 87.25  | 88.89  | 90.56  | 96.66  | 98.48  | 100.34 | 102.23 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 21.32  | 23.57  | 25.22  | 25.69  | 26.17  | 26.67  | 27.17  | 29.00  | 29.55  | 30.10  | 30.67  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 3.55   | 3.93   | 4.20   | 4.28   | 4.36   | 4.44   | 4.53   | 4.83   | 4.92   | 5.02   | 5.11   |
| Keb Air Total                        | 95.94  | 106.07 | 113.47 | 115.61 | 117.78 | 120.00 | 122.26 | 130.50 | 132.95 | 135.46 | 138.01 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 25.90  | 26.52  | 27.80  | 27.75  | 27.68  | 27.60  | 27.51  | 28.71  | 28.58  | 28.45  | 28.29  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 121.84 | 132.59 | 141.27 | 143.35 | 145.46 | 147.60 | 149.77 | 159.21 | 161.54 | 163.90 | 166.30 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 134.03 | 145.85 | 155.40 | 157.69 | 160.01 | 162.36 | 164.75 | 175.13 | 177.69 | 180.29 | 182.93 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qm  | 146.21 | 159.11 | 169.53 | 172.02 | 174.56 | 177.12 | 179.73 | 191.05 | 193.85 | 196.68 | 199.56 |

Tabel B2. Kebutuhan Air Pada Subzona 202

| Uraian                               | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  |
| Jumlah SR                            | 2973  | 2981  | 2990  | 2998  | 3007  | 3015  | 3024  | 3033  | 3041  | 3050  | 3059  |
| Jumlah Penduduk                      | 14863 | 14906 | 14948 | 14991 | 15034 | 15077 | 15120 | 15163 | 15206 | 15250 | 15293 |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| Penduduk yang akan dilayani          | 14418 | 14906 | 14948 | 14991 | 15034 | 15077 | 15120 | 15163 | 15206 | 15250 | 15293 |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210   | 210   | 210   | 210   | 210   | 220   | 220   | 220   | 220   |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 31.71 | 34.50 | 36.33 | 36.44 | 36.54 | 36.64 | 36.75 | 38.61 | 38.72 | 38.83 | 38.94 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 9.51  | 10.35 | 10.90 | 10.93 | 10.96 | 10.99 | 11.02 | 11.58 | 11.62 | 11.65 | 11.68 |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 1.59  | 1.73  | 1.82  | 1.82  | 1.83  | 1.83  | 1.84  | 1.93  | 1.94  | 1.94  | 1.95  |
| Keb Air Total                        | 42.80 | 46.58 | 49.05 | 49.19 | 49.33 | 49.47 | 49.61 | 52.12 | 52.27 | 52.42 | 52.57 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%   | 24%   | 24%   | 23%   | 23%   | 22%   | 22%   | 21%   | 21%   |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 11.56 | 11.65 | 12.02 | 11.81 | 11.59 | 11.38 | 11.16 | 11.47 | 11.24 | 11.01 | 10.78 |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 54.36 | 58.23 | 61.07 | 60.99 | 60.92 | 60.85 | 60.77 | 63.59 | 63.51 | 63.43 | 63.35 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 59.79 | 64.05 | 67.17 | 67.09 | 67.01 | 66.93 | 66.85 | 69.95 | 69.86 | 69.77 | 69.68 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 65.23 | 69.87 | 73.28 | 73.19 | 73.11 | 73.02 | 72.93 | 76.31 | 76.21 | 76.11 | 76.02 |

Tabel B3. Kebutuhan Air Pada Subzona 203

| Uraian                               | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  |
| Jumlah SR                            | 2882  | 2911  | 2940  | 2970  | 3000  | 3030  | 3061  | 3092  | 3123  | 3154  | 3186  |
| Jumlah Penduduk                      | 14408 | 14553 | 14700 | 14849 | 14999 | 15150 | 15304 | 15458 | 15614 | 15772 | 15931 |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| Penduduk yang akan dilayani          | 13976 | 14553 | 14700 | 14849 | 14999 | 15150 | 15304 | 15458 | 15614 | 15772 | 15931 |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210   | 210   | 210   | 210   | 210   | 220   | 220   | 220   | 220   |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 30.73 | 33.69 | 35.73 | 36.09 | 36.46 | 36.82 | 37.20 | 39.36 | 39.76 | 40.16 | 40.57 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 9.22  | 10.11 | 10.72 | 10.83 | 10.94 | 11.05 | 11.16 | 11.81 | 11.93 | 12.05 | 12.17 |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 1.54  | 1.68  | 1.79  | 1.80  | 1.82  | 1.84  | 1.86  | 1.97  | 1.99  | 2.01  | 2.03  |
| Keb Air Total                        | 41.49 | 45.48 | 48.24 | 48.72 | 49.22 | 49.71 | 50.21 | 53.14 | 53.67 | 54.22 | 54.76 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%   | 24%   | 24%   | 23%   | 23%   | 22%   | 22%   | 21%   | 21%   |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 11.20 | 11.37 | 11.82 | 11.69 | 11.57 | 11.43 | 11.30 | 11.69 | 11.54 | 11.39 | 11.23 |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 52.69 | 56.85 | 60.05 | 60.42 | 60.78 | 61.15 | 61.51 | 64.83 | 65.21 | 65.60 | 65.99 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 57.96 | 62.53 | 66.06 | 66.46 | 66.86 | 67.26 | 67.66 | 71.31 | 71.74 | 72.16 | 72.59 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 63.23 | 68.22 | 72.06 | 72.50 | 72.94 | 73.38 | 73.82 | 77.79 | 78.26 | 78.72 | 79.19 |

Tabel B4. Kebutuhan Air Pada Subzona 204

| Uraian                               | 0     | 1     | 2     | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019  | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 3845  | 3949  | 4055  | 4164   | 4276   | 4391   | 4510   | 4631   | 4756   | 4884   | 5015   |
| Jumlah Penduduk                      | 19227 | 19745 | 20276 | 20822  | 21382  | 21957  | 22548  | 23155  | 23778  | 24418  | 25075  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -     | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%  | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 18651 | 19745 | 20276 | 20822  | 21382  | 21957  | 22548  | 23155  | 23778  | 24418  | 25075  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210   | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 41.01 | 45.71 | 49.28 | 50.61  | 51.97  | 53.37  | 54.80  | 58.96  | 60.55  | 62.18  | 63.85  |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%   | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 12.30 | 13.71 | 14.78 | 15.18  | 15.59  | 16.01  | 16.44  | 17.69  | 18.16  | 18.65  | 19.15  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%    | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 2.05  | 2.29  | 2.46  | 2.53   | 2.60   | 2.67   | 2.74   | 2.95   | 3.03   | 3.11   | 3.19   |
| Keb Air Total                        | 55.37 | 61.70 | 66.53 | 68.32  | 70.16  | 72.05  | 73.99  | 79.60  | 81.74  | 83.94  | 86.20  |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%   | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 14.95 | 15.43 | 16.30 | 16.40  | 16.49  | 16.57  | 16.65  | 17.51  | 17.57  | 17.63  | 17.67  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 70.32 | 77.13 | 82.83 | 84.72  | 86.65  | 88.62  | 90.63  | 97.11  | 99.31  | 101.56 | 103.87 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 77.35 | 84.84 | 91.11 | 93.19  | 95.31  | 97.48  | 99.70  | 106.82 | 109.24 | 111.72 | 114.25 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 84.38 | 92.55 | 99.40 | 101.66 | 103.98 | 106.34 | 108.76 | 116.53 | 119.17 | 121.88 | 124.64 |



Tabel B5. Kebutuhan Air Pada Subzona 205

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 5637   | 5835   | 6039   | 6252   | 6471   | 6698   | 6933   | 7177   | 7429   | 7690   | 7960   |
| Jumlah Penduduk                      | 28184  | 29173  | 30197  | 31258  | 32355  | 33491  | 34667  | 35884  | 37144  | 38448  | 39798  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 27338  | 29173  | 30197  | 31258  | 32355  | 33491  | 34667  | 35884  | 37144  | 38448  | 39798  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 60.12  | 67.53  | 73.40  | 75.97  | 78.64  | 81.40  | 84.26  | 91.37  | 94.58  | 97.90  | 101.34 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 18.04  | 20.26  | 22.02  | 22.79  | 23.59  | 24.42  | 25.28  | 27.41  | 28.37  | 29.37  | 30.40  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 3.01   | 3.38   | 3.67   | 3.80   | 3.93   | 4.07   | 4.21   | 4.57   | 4.73   | 4.89   | 5.07   |
| Keb Air Total                        | 81.16  | 91.17  | 99.09  | 102.56 | 106.16 | 109.89 | 113.75 | 123.35 | 127.68 | 132.16 | 136.81 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 21.91  | 22.79  | 24.28  | 24.62  | 24.95  | 25.28  | 25.59  | 27.14  | 27.45  | 27.75  | 28.05  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 103.07 | 113.96 | 123.36 | 127.18 | 131.11 | 135.17 | 139.34 | 150.49 | 155.13 | 159.92 | 164.85 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 113.38 | 125.35 | 135.70 | 139.90 | 144.23 | 148.68 | 153.28 | 165.54 | 170.65 | 175.91 | 181.34 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 123.69 | 136.75 | 148.03 | 152.62 | 157.34 | 162.20 | 167.21 | 180.59 | 186.16 | 191.90 | 197.82 |

Tabel B6. Kebutuhan Air Pada Subzona 206

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 6561   | 6680   | 6801   | 6924   | 7050   | 7178   | 7308   | 7440   | 7575   | 7712   | 7852   |
| Jumlah Penduduk                      | 32805  | 33399  | 34005  | 34621  | 35249  | 35888  | 36539  | 37201  | 37875  | 38562  | 39261  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 31821  | 33399  | 34005  | 34621  | 35249  | 35888  | 36539  | 37201  | 37875  | 38562  | 39261  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 69.98  | 77.31  | 82.65  | 84.15  | 85.67  | 87.23  | 88.81  | 94.72  | 96.44  | 98.19  | 99.97  |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 20.99  | 23.19  | 24.80  | 25.24  | 25.70  | 26.17  | 26.64  | 28.42  | 28.93  | 29.46  | 29.99  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 3.50   | 3.87   | 4.13   | 4.21   | 4.28   | 4.36   | 4.44   | 4.74   | 4.82   | 4.91   | 5.00   |
| Keb Air Total                        | 94.47  | 104.37 | 111.58 | 113.60 | 115.66 | 117.76 | 119.89 | 127.88 | 130.20 | 132.56 | 134.96 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 25.51  | 26.09  | 27.34  | 27.26  | 27.18  | 27.08  | 26.98  | 28.13  | 27.99  | 27.84  | 27.67  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 119.97 | 130.47 | 138.92 | 140.87 | 142.84 | 144.84 | 146.87 | 156.01 | 158.19 | 160.39 | 162.63 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 131.97 | 143.51 | 152.81 | 154.95 | 157.12 | 159.33 | 161.55 | 171.61 | 174.01 | 176.43 | 178.89 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 143.97 | 156.56 | 166.70 | 169.04 | 171.41 | 173.81 | 176.24 | 187.21 | 189.83 | 192.47 | 195.15 |

Tabel B7. Kebutuhan Air Pada Subzona 207

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 7897   | 8089   | 8286   | 8487   | 8694   | 8905   | 9122   | 9344   | 9571   | 9804   | 10043  |
| Jumlah Penduduk                      | 39485  | 40445  | 41429  | 42437  | 43470  | 44527  | 45611  | 46720  | 47857  | 49021  | 50214  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 38300  | 40445  | 41429  | 42437  | 43470  | 44527  | 45611  | 46720  | 47857  | 49021  | 50214  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 84.23  | 93.62  | 100.70 | 103.15 | 105.66 | 108.23 | 110.86 | 118.96 | 121.86 | 124.82 | 127.86 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 25.27  | 28.09  | 30.21  | 30.94  | 31.70  | 32.47  | 33.26  | 35.69  | 36.56  | 37.45  | 38.36  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 4.21   | 4.68   | 5.03   | 5.16   | 5.28   | 5.41   | 5.54   | 5.95   | 6.09   | 6.24   | 6.39   |
| Keb Air Total                        | 113.70 | 126.39 | 135.94 | 139.25 | 142.64 | 146.11 | 149.66 | 160.60 | 164.51 | 168.51 | 172.61 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 30.70  | 31.60  | 33.31  | 33.42  | 33.52  | 33.60  | 33.67  | 35.33  | 35.37  | 35.39  | 35.39  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 144.40 | 157.99 | 169.25 | 172.67 | 176.15 | 179.71 | 183.33 | 195.93 | 199.88 | 203.90 | 208.00 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 158.84 | 173.79 | 186.17 | 189.93 | 193.77 | 197.68 | 201.67 | 215.53 | 219.87 | 224.29 | 228.80 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 173.28 | 189.59 | 203.09 | 207.20 | 211.39 | 215.65 | 220.00 | 235.12 | 239.85 | 244.68 | 249.60 |

Tabel B8. Kebutuhan Air Pada Subzona 208

| Uraian                               | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  |
| Jumlah SR                            | 1360  | 1375  | 1390  | 1405  | 1420  | 1436  | 1451  | 1467  | 1483  | 1499  | 1515  |
| Jumlah Penduduk                      | 6802  | 6875  | 6950  | 7025  | 7101  | 7178  | 7256  | 7335  | 7414  | 7494  | 7575  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| Penduduk yang akan dilayani          | 6598  | 6875  | 6950  | 7025  | 7101  | 7178  | 7256  | 7335  | 7414  | 7494  | 7575  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210   | 210   | 210   | 210   | 210   | 220   | 220   | 220   | 220   |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 14.51 | 15.92 | 16.89 | 17.08 | 17.26 | 17.45 | 17.64 | 18.68 | 18.88 | 19.08 | 19.29 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 4.35  | 4.77  | 5.07  | 5.12  | 5.18  | 5.23  | 5.29  | 5.60  | 5.66  | 5.72  | 5.79  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 0.73  | 0.80  | 0.84  | 0.85  | 0.86  | 0.87  | 0.88  | 0.93  | 0.94  | 0.95  | 0.96  |
| Keb Air Total                        | 19.59 | 21.49 | 22.80 | 23.05 | 23.30 | 23.55 | 23.81 | 25.21 | 25.49 | 25.76 | 26.04 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%   | 24%   | 24%   | 23%   | 23%   | 22%   | 22%   | 21%   | 21%   |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 5.29  | 5.37  | 5.59  | 5.53  | 5.48  | 5.42  | 5.36  | 5.55  | 5.48  | 5.41  | 5.34  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 24.88 | 26.86 | 28.39 | 28.58 | 28.78 | 28.97 | 29.17 | 30.76 | 30.96 | 31.17 | 31.38 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 27.36 | 29.54 | 31.23 | 31.44 | 31.65 | 31.87 | 32.08 | 33.83 | 34.06 | 34.29 | 34.52 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 29.85 | 32.23 | 34.07 | 34.30 | 34.53 | 34.76 | 35.00 | 36.91 | 37.16 | 37.41 | 37.65 |

Tabel B9. Kebutuhan Air Pada Subzona 209

| Uraian                               | 0     | 1     | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 4076  | 4223  | 4376   | 4533   | 4697   | 4867   | 5042   | 5224   | 5413   | 5608   | 5811   |
| Jumlah Penduduk                      | 20380 | 21116 | 21878  | 22667  | 23486  | 24333  | 25212  | 26122  | 27064  | 28041  | 29053  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 19769 | 21116 | 21878  | 22667  | 23486  | 24333  | 25212  | 26122  | 27064  | 28041  | 29053  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 43.47 | 48.88 | 53.18  | 55.09  | 57.08  | 59.14  | 61.28  | 66.51  | 68.91  | 71.40  | 73.98  |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 13.04 | 14.66 | 15.95  | 16.53  | 17.12  | 17.74  | 18.38  | 19.95  | 20.67  | 21.42  | 22.19  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 2.17  | 2.44  | 2.66   | 2.75   | 2.85   | 2.96   | 3.06   | 3.33   | 3.45   | 3.57   | 3.70   |
| Keb Air Total                        | 58.69 | 65.99 | 71.79  | 74.38  | 77.06  | 79.84  | 82.73  | 89.79  | 93.03  | 96.39  | 99.87  |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 15.85 | 16.50 | 17.59  | 17.85  | 18.11  | 18.36  | 18.61  | 19.75  | 20.00  | 20.24  | 20.47  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 74.53 | 82.48 | 89.37  | 92.23  | 95.17  | 98.21  | 101.34 | 109.55 | 113.04 | 116.63 | 120.35 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 81.99 | 90.73 | 98.31  | 101.45 | 104.69 | 108.03 | 111.47 | 120.50 | 124.34 | 128.30 | 132.38 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 89.44 | 98.98 | 107.25 | 110.67 | 114.21 | 117.85 | 121.61 | 131.46 | 135.64 | 139.96 | 144.41 |

Tabel B10. Kebutuhan Air Pada Subzona 210

| Uraian                               | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  |
| Jumlah SR                            | 1147  | 1148  | 1149  | 1150  | 1151  | 1152  | 1153  | 1154  | 1155  | 1156  | 1157  |
| Jumlah Penduduk                      | 5735  | 5740  | 5745  | 5750  | 5755  | 5760  | 5765  | 5770  | 5776  | 5781  | 5786  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| Penduduk yang akan dilayani          | 5563  | 5740  | 5745  | 5750  | 5755  | 5760  | 5765  | 5770  | 5776  | 5781  | 5786  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210   | 210   | 210   | 210   | 210   | 220   | 220   | 220   | 220   |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 12.23 | 13.29 | 13.96 | 13.98 | 13.99 | 14.00 | 14.01 | 14.69 | 14.71 | 14.72 | 14.73 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 3.67  | 3.99  | 4.19  | 4.19  | 4.20  | 4.20  | 4.20  | 4.41  | 4.41  | 4.42  | 4.42  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 0.61  | 0.66  | 0.70  | 0.70  | 0.70  | 0.70  | 0.70  | 0.73  | 0.74  | 0.74  | 0.74  |
| Keb Air Total                        | 16.52 | 17.94 | 18.85 | 18.87 | 18.88 | 18.90 | 18.92 | 19.84 | 19.85 | 19.87 | 19.89 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%   | 24%   | 24%   | 23%   | 23%   | 22%   | 22%   | 21%   | 21%   |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 4.46  | 4.48  | 4.62  | 4.53  | 4.44  | 4.35  | 4.26  | 4.36  | 4.27  | 4.17  | 4.08  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 20.97 | 22.42 | 23.47 | 23.40 | 23.32 | 23.25 | 23.17 | 24.20 | 24.12 | 24.04 | 23.97 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 23.07 | 24.66 | 25.82 | 25.74 | 25.65 | 25.57 | 25.49 | 26.62 | 26.53 | 26.45 | 26.36 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 25.17 | 26.91 | 28.16 | 28.08 | 27.99 | 27.90 | 27.81 | 29.04 | 28.95 | 28.85 | 28.76 |

Tabel B11. Kebutuhan Air Pada Subzona 211

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 5619   | 5757   | 5897   | 6041   | 6189   | 6340   | 6495   | 6654   | 6816   | 6983   | 7154   |
| Jumlah Penduduk                      | 28096  | 28783  | 29486  | 30207  | 30945  | 31701  | 32475  | 33269  | 34082  | 34915  | 35768  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 27253  | 28783  | 29486  | 30207  | 30945  | 31701  | 32475  | 33269  | 34082  | 34915  | 35768  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 59.93  | 66.63  | 71.67  | 73.42  | 75.21  | 77.05  | 78.93  | 84.71  | 86.78  | 88.90  | 91.08  |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 17.98  | 19.99  | 21.50  | 22.03  | 22.56  | 23.12  | 23.68  | 25.41  | 26.03  | 26.67  | 27.32  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 3.00   | 3.33   | 3.58   | 3.67   | 3.76   | 3.85   | 3.95   | 4.24   | 4.34   | 4.45   | 4.55   |
| Keb Air Total                        | 80.91  | 89.95  | 96.75  | 99.12  | 101.54 | 104.02 | 106.56 | 114.36 | 117.16 | 120.02 | 122.95 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 21.85  | 22.49  | 23.70  | 23.79  | 23.86  | 23.92  | 23.98  | 25.16  | 25.19  | 25.20  | 25.21  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 102.75 | 112.43 | 120.46 | 122.90 | 125.40 | 127.94 | 130.54 | 139.52 | 142.34 | 145.22 | 148.16 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 113.03 | 123.68 | 132.50 | 135.19 | 137.94 | 140.74 | 143.59 | 153.47 | 156.58 | 159.74 | 162.97 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 123.30 | 134.92 | 144.55 | 147.48 | 150.48 | 153.53 | 156.64 | 167.43 | 170.81 | 174.27 | 177.79 |

Tabel B12. Kebutuhan Air Pada Subzona 212

| Uraian                               | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9      | 10     |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 3381  | 3449  | 3519  | 3590  | 3663  | 3737  | 3813  | 3890  | 3969  | 4049   | 4131   |
| Jumlah Penduduk                      | 16903 | 17245 | 17594 | 17951 | 18314 | 18685 | 19064 | 19450 | 19844 | 20246  | 20656  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 16396 | 17245 | 17594 | 17951 | 18314 | 18685 | 19064 | 19450 | 19844 | 20246  | 20656  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210   | 210   | 210   | 210   | 210   | 220   | 220   | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 36.06 | 39.92 | 42.76 | 43.63 | 44.51 | 45.42 | 46.34 | 49.53 | 50.53 | 51.55  | 52.60  |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 10.82 | 11.98 | 12.83 | 13.09 | 13.35 | 13.62 | 13.90 | 14.86 | 15.16 | 15.47  | 15.78  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 1.80  | 2.00  | 2.14  | 2.18  | 2.23  | 2.27  | 2.32  | 2.48  | 2.53  | 2.58   | 2.63   |
| Keb Air Total                        | 48.67 | 53.89 | 57.73 | 58.90 | 60.09 | 61.31 | 62.55 | 66.86 | 68.21 | 69.60  | 71.00  |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%   | 24%   | 24%   | 23%   | 23%   | 22%   | 22%   | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 13.14 | 13.47 | 14.14 | 14.14 | 14.12 | 14.10 | 14.07 | 14.71 | 14.67 | 14.62  | 14.56  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 61.82 | 67.36 | 71.88 | 73.04 | 74.22 | 75.41 | 76.63 | 81.57 | 82.88 | 84.21  | 85.56  |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 68.00 | 74.10 | 79.06 | 80.34 | 81.64 | 82.95 | 84.29 | 89.73 | 91.17 | 92.63  | 94.12  |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 74.18 | 80.84 | 86.25 | 87.65 | 89.06 | 90.50 | 91.95 | 97.88 | 99.46 | 101.05 | 102.67 |



Tabel B13. Kebutuhan Air Pada Subzona 213

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 6642   | 6830   | 7023   | 7222   | 7426   | 7637   | 7853   | 8075   | 8303   | 8538   | 8780   |
| Jumlah Penduduk                      | 33212  | 34151  | 35117  | 36111  | 37132  | 38183  | 39263  | 40373  | 41516  | 42690  | 43898  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 32215  | 34151  | 35117  | 36111  | 37132  | 38183  | 39263  | 40373  | 41516  | 42690  | 43898  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 70.84  | 79.05  | 85.35  | 87.77  | 90.25  | 92.80  | 95.43  | 102.80 | 105.71 | 108.70 | 111.78 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 21.25  | 23.72  | 25.61  | 26.33  | 27.08  | 27.84  | 28.63  | 30.84  | 31.71  | 32.61  | 33.53  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 3.54   | 3.95   | 4.27   | 4.39   | 4.51   | 4.64   | 4.77   | 5.14   | 5.29   | 5.44   | 5.59   |
| Keb Air Total                        | 95.64  | 106.72 | 115.23 | 118.49 | 121.84 | 125.29 | 128.83 | 138.78 | 142.71 | 146.75 | 150.90 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 25.82  | 26.68  | 28.23  | 28.44  | 28.63  | 28.82  | 28.99  | 30.53  | 30.68  | 30.82  | 30.93  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 121.46 | 133.40 | 143.46 | 146.93 | 150.47 | 154.10 | 157.82 | 169.32 | 173.39 | 177.56 | 181.83 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 133.61 | 146.74 | 157.81 | 161.62 | 165.52 | 169.51 | 173.60 | 186.25 | 190.73 | 195.32 | 200.02 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 145.75 | 160.08 | 172.15 | 176.31 | 180.57 | 184.92 | 189.38 | 203.18 | 208.07 | 213.08 | 218.20 |

Tabel B14. Kebutuhan Air Pada Subzona 214

| Uraian                               | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  |
| Jumlah SR                            | 2894  | 2936  | 2979  | 3022  | 3066  | 3111  | 3156  | 3202  | 3248  | 3295  | 3343  |
| Jumlah Penduduk                      | 14471 | 14681 | 14895 | 15111 | 15330 | 15553 | 15779 | 16008 | 16241 | 16477 | 16716 |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| Penduduk yang akan dilayani          | 14037 | 14681 | 14895 | 15111 | 15330 | 15553 | 15779 | 16008 | 16241 | 16477 | 16716 |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210   | 210   | 210   | 210   | 210   | 220   | 220   | 220   | 220   |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 30.87 | 33.98 | 36.20 | 36.73 | 37.26 | 37.80 | 38.35 | 40.76 | 41.35 | 41.95 | 42.56 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 9.26  | 10.20 | 10.86 | 11.02 | 11.18 | 11.34 | 11.51 | 12.23 | 12.41 | 12.59 | 12.77 |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 1.54  | 1.70  | 1.81  | 1.84  | 1.86  | 1.89  | 1.92  | 2.04  | 2.07  | 2.10  | 2.13  |
| Keb Air Total                        | 41.67 | 45.88 | 48.87 | 49.58 | 50.30 | 51.03 | 51.77 | 55.03 | 55.83 | 56.64 | 57.46 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%   | 24%   | 24%   | 23%   | 23%   | 22%   | 22%   | 21%   | 21%   |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 11.25 | 11.47 | 11.97 | 11.90 | 11.82 | 11.74 | 11.65 | 12.11 | 12.00 | 11.89 | 11.78 |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 52.92 | 57.35 | 60.85 | 61.48 | 62.12 | 62.77 | 63.42 | 67.13 | 67.83 | 68.53 | 69.24 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 58.22 | 63.08 | 66.93 | 67.63 | 68.34 | 69.05 | 69.77 | 73.85 | 74.61 | 75.39 | 76.16 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 63.51 | 68.82 | 73.02 | 73.78 | 74.55 | 75.33 | 76.11 | 80.56 | 81.40 | 82.24 | 83.09 |

Tabel B15. Kebutuhan Air Pada Subzona 215

| Uraian                               | 0     | 1     | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 4093  | 4195  | 4300   | 4408   | 4519   | 4632   | 4748   | 4867   | 4989   | 5114   | 5242   |
| Jumlah Penduduk                      | 20464 | 20977 | 21502  | 22041  | 22593  | 23160  | 23740  | 24335  | 24945  | 25570  | 26210  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 19850 | 20977 | 21502  | 22041  | 22593  | 23160  | 23740  | 24335  | 24945  | 25570  | 26210  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 43.65 | 48.56 | 52.26  | 53.57  | 54.91  | 56.29  | 57.70  | 61.96  | 63.52  | 65.11  | 66.74  |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 13.10 | 14.57 | 15.68  | 16.07  | 16.47  | 16.89  | 17.31  | 18.59  | 19.05  | 19.53  | 20.02  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 2.18  | 2.43  | 2.61   | 2.68   | 2.75   | 2.81   | 2.89   | 3.10   | 3.18   | 3.26   | 3.34   |
| Keb Air Total                        | 58.93 | 65.55 | 70.55  | 72.32  | 74.13  | 75.99  | 77.90  | 83.65  | 85.75  | 87.90  | 90.10  |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 15.91 | 16.39 | 17.29  | 17.36  | 17.42  | 17.48  | 17.53  | 18.40  | 18.44  | 18.46  | 18.47  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 74.84 | 81.94 | 87.84  | 89.68  | 91.56  | 93.47  | 95.42  | 102.05 | 104.18 | 106.35 | 108.57 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 82.32 | 90.13 | 96.62  | 98.65  | 100.71 | 102.82 | 104.97 | 112.26 | 114.60 | 116.99 | 119.43 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 89.81 | 98.33 | 105.41 | 107.62 | 109.87 | 112.16 | 114.51 | 122.47 | 125.02 | 127.62 | 130.28 |

Tabel B16. Kebutuhan Air Pada Subzona 216

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 4960   | 5023   | 5086   | 5151   | 5216   | 5282   | 5349   | 5416   | 5485   | 5554   | 5624   |
| Jumlah Penduduk                      | 24801  | 25115  | 25432  | 25754  | 26080  | 26409  | 26743  | 27082  | 27424  | 27771  | 28122  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 24057  | 25115  | 25432  | 25754  | 26080  | 26409  | 26743  | 27082  | 27424  | 27771  | 28122  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 52.90  | 58.14  | 61.81  | 62.60  | 63.39  | 64.19  | 65.00  | 68.96  | 69.83  | 70.71  | 71.61  |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 15.87  | 17.44  | 18.54  | 18.78  | 19.02  | 19.26  | 19.50  | 20.69  | 20.95  | 21.21  | 21.48  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 2.65   | 2.91   | 3.09   | 3.13   | 3.17   | 3.21   | 3.25   | 3.45   | 3.49   | 3.54   | 3.58   |
| Keb Air Total                        | 71.42  | 78.48  | 83.45  | 84.51  | 85.57  | 86.66  | 87.75  | 93.09  | 94.27  | 95.46  | 96.67  |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 19.28  | 19.62  | 20.45  | 20.28  | 20.11  | 19.93  | 19.74  | 20.48  | 20.27  | 20.05  | 19.82  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 90.70  | 98.10  | 103.89 | 104.79 | 105.68 | 106.59 | 107.50 | 113.57 | 114.54 | 115.51 | 116.49 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 99.77  | 107.91 | 114.28 | 115.26 | 116.25 | 117.25 | 118.25 | 124.93 | 125.99 | 127.06 | 128.14 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 108.84 | 117.72 | 124.67 | 125.74 | 126.82 | 127.90 | 129.00 | 136.29 | 137.45 | 138.61 | 139.79 |

Tabel B17. Kebutuhan Air Pada Subzona 217

| Uraian                               | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  |
| Jumlah SR                            | 3181  | 3212  | 3242  | 3273  | 3305  | 3336  | 3368  | 3401  | 3433  | 3466  | 3499  |
| Jumlah Penduduk                      | 15905 | 16058 | 16211 | 16367 | 16523 | 16682 | 16842 | 17003 | 17166 | 17330 | 17496 |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| Penduduk yang akan dilayani          | 15428 | 16058 | 16211 | 16367 | 16523 | 16682 | 16842 | 17003 | 17166 | 17330 | 17496 |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210   | 210   | 210   | 210   | 210   | 220   | 220   | 220   | 220   |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 33.93 | 37.17 | 39.40 | 39.78 | 40.16 | 40.55 | 40.93 | 43.29 | 43.71 | 44.13 | 44.55 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 10.18 | 11.15 | 11.82 | 11.93 | 12.05 | 12.16 | 12.28 | 12.99 | 13.11 | 13.24 | 13.37 |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 1.70  | 1.86  | 1.97  | 1.99  | 2.01  | 2.03  | 2.05  | 2.16  | 2.19  | 2.21  | 2.23  |
| Keb Air Total                        | 45.80 | 50.18 | 53.19 | 53.70 | 54.22 | 54.74 | 55.26 | 58.45 | 59.01 | 59.57 | 60.14 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%   | 24%   | 24%   | 23%   | 23%   | 22%   | 22%   | 21%   | 21%   |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 12.37 | 12.54 | 13.03 | 12.89 | 12.74 | 12.59 | 12.43 | 12.86 | 12.69 | 12.51 | 12.33 |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 58.17 | 62.72 | 66.23 | 66.59 | 66.96 | 67.33 | 67.70 | 71.31 | 71.69 | 72.08 | 72.47 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 63.99 | 69.00 | 72.85 | 73.25 | 73.65 | 74.06 | 74.46 | 78.44 | 78.86 | 79.29 | 79.72 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 69.80 | 75.27 | 79.47 | 79.91 | 80.35 | 80.79 | 81.23 | 85.57 | 86.03 | 86.50 | 86.97 |

Tabel B18. Kebutuhan Air Pada Subzona 218

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 5375   | 5620   | 5875   | 6143   | 6423   | 6715   | 7021   | 7340   | 7675   | 8024   | 8389   |
| Jumlah Penduduk                      | 26874  | 28098  | 29377  | 30714  | 32113  | 33575  | 35103  | 36702  | 38373  | 40120  | 41946  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 26068  | 28098  | 29377  | 30714  | 32113  | 33575  | 35103  | 36702  | 38373  | 40120  | 41946  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 57.33  | 65.04  | 71.40  | 74.65  | 78.05  | 81.61  | 85.32  | 93.45  | 97.71  | 102.16 | 106.81 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 17.20  | 19.51  | 21.42  | 22.40  | 23.42  | 24.48  | 25.60  | 28.04  | 29.31  | 30.65  | 32.04  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 2.87   | 3.25   | 3.57   | 3.73   | 3.90   | 4.08   | 4.27   | 4.67   | 4.89   | 5.11   | 5.34   |
| Keb Air Total                        | 77.39  | 87.81  | 96.39  | 100.78 | 105.37 | 110.17 | 115.18 | 126.16 | 131.91 | 137.91 | 144.19 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 20.90  | 21.95  | 23.62  | 24.19  | 24.76  | 25.34  | 25.92  | 27.76  | 28.36  | 28.96  | 29.56  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 98.28  | 109.76 | 120.01 | 124.97 | 130.13 | 135.51 | 141.10 | 153.92 | 160.27 | 166.87 | 173.75 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 108.11 | 120.73 | 132.01 | 137.47 | 143.15 | 149.06 | 155.21 | 169.31 | 176.29 | 183.56 | 191.12 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 117.94 | 131.71 | 144.01 | 149.96 | 156.16 | 162.61 | 169.32 | 184.70 | 192.32 | 200.25 | 208.50 |

Tabel B19. Kebutuhan Air Pada Subzona 219

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 5287   | 5364   | 5442   | 5521   | 5600   | 5682   | 5764   | 5847   | 5932   | 6018   | 6105   |
| Jumlah Penduduk                      | 26437  | 26820  | 27209  | 27603  | 28002  | 28408  | 28819  | 29237  | 29660  | 30090  | 30525  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 25644  | 26820  | 27209  | 27603  | 28002  | 28408  | 28819  | 29237  | 29660  | 30090  | 30525  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 56.39  | 62.08  | 66.13  | 67.09  | 68.06  | 69.05  | 70.05  | 74.45  | 75.52  | 76.62  | 77.73  |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 16.92  | 18.63  | 19.84  | 20.13  | 20.42  | 20.71  | 21.01  | 22.33  | 22.66  | 22.99  | 23.32  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 2.82   | 3.10   | 3.31   | 3.35   | 3.40   | 3.45   | 3.50   | 3.72   | 3.78   | 3.83   | 3.89   |
| Keb Air Total                        | 76.13  | 83.81  | 89.28  | 90.57  | 91.88  | 93.21  | 94.56  | 100.50 | 101.96 | 103.43 | 104.93 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 20.56  | 20.95  | 21.87  | 21.74  | 21.59  | 21.44  | 21.28  | 22.11  | 21.92  | 21.72  | 21.51  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 96.69  | 104.77 | 111.15 | 112.31 | 113.48 | 114.65 | 115.84 | 122.61 | 123.88 | 125.15 | 126.44 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 106.36 | 115.24 | 122.27 | 123.54 | 124.82 | 126.12 | 127.42 | 134.87 | 136.26 | 137.67 | 139.09 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 116.02 | 125.72 | 133.38 | 134.77 | 136.17 | 137.58 | 139.01 | 147.13 | 148.65 | 150.18 | 151.73 |

Tabel B20. Kebutuhan Air Pada Subzona 220

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 4754   | 4939   | 5131   | 5330   | 5538   | 5753   | 5977   | 6209   | 6451   | 6702   | 6962   |
| Jumlah Penduduk                      | 23769  | 24694  | 25654  | 26652  | 27688  | 28765  | 29884  | 31046  | 32254  | 33508  | 34811  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 23056  | 24694  | 25654  | 26652  | 27688  | 28765  | 29884  | 31046  | 32254  | 33508  | 34811  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 50.70  | 57.16  | 62.35  | 64.78  | 67.30  | 69.92  | 72.63  | 79.05  | 82.13  | 85.32  | 88.64  |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 15.21  | 17.15  | 18.71  | 19.43  | 20.19  | 20.97  | 21.79  | 23.72  | 24.64  | 25.60  | 26.59  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 2.54   | 2.86   | 3.12   | 3.24   | 3.36   | 3.50   | 3.63   | 3.95   | 4.11   | 4.27   | 4.43   |
| Keb Air Total                        | 68.45  | 77.17  | 84.18  | 87.45  | 90.85  | 94.39  | 98.06  | 106.72 | 110.87 | 115.18 | 119.66 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 18.48  | 19.29  | 20.62  | 20.99  | 21.35  | 21.71  | 22.06  | 23.48  | 23.84  | 24.19  | 24.53  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 86.93  | 96.46  | 104.80 | 108.44 | 112.20 | 116.09 | 120.12 | 130.20 | 134.71 | 139.37 | 144.19 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 95.62  | 106.11 | 115.28 | 119.28 | 123.42 | 127.70 | 132.13 | 143.22 | 148.18 | 153.31 | 158.61 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 104.32 | 115.75 | 125.76 | 130.13 | 134.64 | 139.31 | 144.14 | 156.24 | 161.65 | 167.25 | 173.03 |



Tabel B21. Kebutuhan Air Pada Subzona 221

| Uraian                               | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  |
| Jumlah SR                            | 1207  | 1312  | 1427  | 1552  | 1687  | 1835  | 1995  | 2169  | 2359  | 2565  | 2789  |
| Jumlah Penduduk                      | 6033  | 6561  | 7134  | 7758  | 8436  | 9173  | 9975  | 10846 | 11795 | 12825 | 13946 |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| Penduduk yang akan dilayani          | 5852  | 6561  | 7134  | 7758  | 8436  | 9173  | 9975  | 10846 | 11795 | 12825 | 13946 |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210   | 210   | 210   | 210   | 210   | 220   | 220   | 220   | 220   |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 12.87 | 15.19 | 17.34 | 18.86 | 20.50 | 22.30 | 24.24 | 27.62 | 30.03 | 32.66 | 35.51 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 3.86  | 4.56  | 5.20  | 5.66  | 6.15  | 6.69  | 7.27  | 8.29  | 9.01  | 9.80  | 10.65 |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 0.64  | 0.76  | 0.87  | 0.94  | 1.03  | 1.11  | 1.21  | 1.38  | 1.50  | 1.63  | 1.78  |
| Keb Air Total                        | 17.37 | 20.50 | 23.41 | 25.45 | 27.68 | 30.10 | 32.73 | 37.28 | 40.54 | 44.09 | 47.94 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%   | 24%   | 24%   | 23%   | 23%   | 22%   | 22%   | 21%   | 21%   |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 4.69  | 5.13  | 5.74  | 6.11  | 6.50  | 6.92  | 7.36  | 8.20  | 8.72  | 9.26  | 9.83  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 22.06 | 25.63 | 29.14 | 31.56 | 34.18 | 37.02 | 40.09 | 45.49 | 49.26 | 53.35 | 57.77 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 24.27 | 28.19 | 32.06 | 34.72 | 37.60 | 40.72 | 44.10 | 50.04 | 54.19 | 58.68 | 63.55 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 26.48 | 30.75 | 34.97 | 37.88 | 41.02 | 44.43 | 48.11 | 54.58 | 59.11 | 64.01 | 69.32 |

Tabel B22. Kebutuhan Air Pada Subzona 222

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 5373   | 5897   | 6473   | 7105   | 7799   | 8561   | 9397   | 10314  | 11322  | 12427  | 13641  |
| Jumlah Penduduk                      | 26863  | 29486  | 32366  | 35527  | 38996  | 42804  | 46984  | 51572  | 56609  | 62137  | 68205  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 26057  | 29486  | 32366  | 35527  | 38996  | 42804  | 46984  | 51572  | 56609  | 62137  | 68205  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 57.30  | 68.26  | 78.67  | 86.35  | 94.78  | 104.04 | 114.20 | 131.32 | 144.14 | 158.22 | 173.67 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 17.19  | 20.48  | 23.60  | 25.90  | 28.43  | 31.21  | 34.26  | 39.40  | 43.24  | 47.47  | 52.10  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 2.87   | 3.41   | 3.93   | 4.32   | 4.74   | 5.20   | 5.71   | 6.57   | 7.21   | 7.91   | 8.68   |
| Keb Air Total                        | 77.36  | 92.14  | 106.20 | 116.57 | 127.96 | 140.45 | 154.17 | 177.28 | 194.59 | 213.60 | 234.46 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 20.89  | 23.04  | 26.02  | 27.98  | 30.07  | 32.30  | 34.69  | 39.00  | 41.84  | 44.86  | 48.06  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 98.24  | 115.18 | 132.22 | 144.55 | 158.02 | 172.75 | 188.85 | 216.28 | 236.43 | 258.45 | 282.52 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 108.07 | 126.70 | 145.44 | 159.00 | 173.83 | 190.03 | 207.74 | 237.91 | 260.07 | 284.30 | 310.77 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 117.89 | 138.22 | 158.66 | 173.46 | 189.63 | 207.31 | 226.63 | 259.54 | 283.72 | 310.14 | 339.02 |

Tabel B23. Kebutuhan Air Pada Subzona 223

| Uraian                               | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  |
| Jumlah SR                            | 666   | 669   | 673   | 676   | 680   | 683   | 686   | 690   | 693   | 697   | 700   |
| Jumlah Penduduk                      | 3331  | 3347  | 3364  | 3381  | 3398  | 3415  | 3432  | 3449  | 3466  | 3484  | 3501  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| Penduduk yang akan dilayani          | 3231  | 3347  | 3364  | 3381  | 3398  | 3415  | 3432  | 3449  | 3466  | 3484  | 3501  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210   | 210   | 210   | 210   | 210   | 220   | 220   | 220   | 220   |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 7.10  | 7.75  | 8.18  | 8.22  | 8.26  | 8.30  | 8.34  | 8.78  | 8.83  | 8.87  | 8.91  |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 2.13  | 2.32  | 2.45  | 2.47  | 2.48  | 2.49  | 2.50  | 2.63  | 2.65  | 2.66  | 2.67  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 0.36  | 0.39  | 0.41  | 0.41  | 0.41  | 0.42  | 0.42  | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.45  |
| Keb Air Total                        | 9.59  | 10.46 | 11.04 | 11.09 | 11.15 | 11.21 | 11.26 | 11.86 | 11.92 | 11.98 | 12.04 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%   | 24%   | 24%   | 23%   | 23%   | 22%   | 22%   | 21%   | 21%   |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 2.59  | 2.62  | 2.70  | 2.66  | 2.62  | 2.58  | 2.53  | 2.61  | 2.56  | 2.51  | 2.47  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 12.18 | 13.08 | 13.74 | 13.76 | 13.77 | 13.78 | 13.79 | 14.46 | 14.48 | 14.49 | 14.50 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 13.40 | 14.38 | 15.12 | 15.13 | 15.15 | 15.16 | 15.17 | 15.91 | 15.93 | 15.94 | 15.95 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 14.62 | 15.69 | 16.49 | 16.51 | 16.52 | 16.54 | 16.55 | 17.36 | 17.37 | 17.39 | 17.40 |

Tabel B24. Kebutuhan Air Pada Subzona 224

| Uraian                               | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  | 2027  |
| Jumlah SR                            | 961   | 1007  | 1055  | 1106  | 1159  | 1214  | 1273  | 1334  | 1397  | 1464  | 1535  |
| Jumlah Penduduk                      | 4805  | 5036  | 5277  | 5530  | 5794  | 6072  | 6363  | 6668  | 6987  | 7322  | 7673  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| Penduduk yang akan dilayani          | 4661  | 5036  | 5277  | 5530  | 5794  | 6072  | 6363  | 6668  | 6987  | 7322  | 7673  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210   | 210   | 210   | 210   | 210   | 220   | 220   | 220   | 220   |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 10.25 | 11.66 | 12.83 | 13.44 | 14.08 | 14.76 | 15.47 | 16.98 | 17.79 | 18.64 | 19.54 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 3.08  | 3.50  | 3.85  | 4.03  | 4.23  | 4.43  | 4.64  | 5.09  | 5.34  | 5.59  | 5.86  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 0.51  | 0.58  | 0.64  | 0.67  | 0.70  | 0.74  | 0.77  | 0.85  | 0.89  | 0.93  | 0.98  |
| Keb Air Total                        | 13.84 | 15.74 | 17.31 | 18.14 | 19.01 | 19.92 | 20.88 | 22.92 | 24.02 | 25.17 | 26.38 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%   | 24%   | 24%   | 23%   | 23%   | 22%   | 22%   | 21%   | 21%   |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 3.74  | 3.93  | 4.24  | 4.35  | 4.47  | 4.58  | 4.70  | 5.04  | 5.16  | 5.29  | 5.41  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 17.57 | 19.67 | 21.56 | 22.50 | 23.48 | 24.51 | 25.58 | 27.96 | 29.18 | 30.46 | 31.78 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 19.33 | 21.64 | 23.71 | 24.75 | 25.83 | 26.96 | 28.13 | 30.76 | 32.10 | 33.50 | 34.96 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 21.09 | 23.60 | 25.87 | 27.00 | 28.18 | 29.41 | 30.69 | 33.56 | 35.02 | 36.55 | 38.14 |

Tabel B25. Kebutuhan Air Pada Subzona 225

| Uraian                               | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9      | 10     |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
|                                      | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 2766  | 2893  | 3025  | 3163  | 3307  | 3458  | 3616  | 3781  | 3954  | 4134   | 4323   |
| Jumlah Penduduk                      | 13832 | 14464 | 15124 | 15815 | 16537 | 17292 | 18081 | 18907 | 19770 | 20672  | 21616  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%   | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 13417 | 14464 | 15124 | 15815 | 16537 | 17292 | 18081 | 18907 | 19770 | 20672  | 21616  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190   | 200   | 210   | 210   | 210   | 210   | 210   | 220   | 220   | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 29.51 | 33.48 | 36.76 | 38.44 | 40.19 | 42.03 | 43.95 | 48.14 | 50.34 | 52.64  | 55.04  |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%   | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 8.85  | 10.04 | 11.03 | 11.53 | 12.06 | 12.61 | 13.18 | 14.44 | 15.10 | 15.79  | 16.51  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%    | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 1.48  | 1.67  | 1.84  | 1.92  | 2.01  | 2.10  | 2.20  | 2.41  | 2.52  | 2.63   | 2.75   |
| Keb Air Total                        | 39.83 | 45.20 | 49.63 | 51.89 | 54.26 | 56.74 | 59.33 | 64.99 | 67.96 | 71.06  | 74.31  |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%   | 25%   | 25%   | 24%   | 24%   | 23%   | 23%   | 22%   | 22%   | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 10.75 | 11.30 | 12.16 | 12.45 | 12.75 | 13.05 | 13.35 | 14.30 | 14.61 | 14.92  | 15.23  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 50.59 | 56.50 | 61.78 | 64.35 | 67.01 | 69.79 | 72.68 | 79.29 | 82.57 | 85.98  | 89.54  |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 55.65 | 62.15 | 67.96 | 70.78 | 73.71 | 76.77 | 79.95 | 87.22 | 90.83 | 94.58  | 98.49  |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 60.70 | 67.80 | 74.14 | 77.21 | 80.41 | 83.75 | 87.21 | 95.15 | 99.08 | 103.18 | 107.45 |

Tabel B26. Kebutuhan Air Pada Subzona 226

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 7904   | 8483   | 9104   | 9771   | 10487  | 11255  | 12080  | 12964  | 13914  | 14933  | 16027  |
| Jumlah Penduduk                      | 39519  | 42414  | 45521  | 48855  | 52434  | 56275  | 60398  | 64822  | 69570  | 74667  | 80136  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 38333  | 42414  | 45521  | 48855  | 52434  | 56275  | 60398  | 64822  | 69570  | 74667  | 80136  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 84.30  | 98.18  | 110.64 | 118.75 | 127.44 | 136.78 | 146.80 | 165.06 | 177.15 | 190.12 | 204.05 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 25.29  | 29.45  | 33.19  | 35.62  | 38.23  | 41.03  | 44.04  | 49.52  | 53.14  | 57.04  | 61.22  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 4.21   | 4.91   | 5.53   | 5.94   | 6.37   | 6.84   | 7.34   | 8.25   | 8.86   | 9.51   | 10.20  |
| Keb Air Total                        | 113.80 | 132.54 | 149.37 | 160.31 | 172.05 | 184.65 | 198.18 | 222.83 | 239.15 | 256.67 | 275.47 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 30.73  | 33.14  | 36.59  | 38.47  | 40.43  | 42.47  | 44.59  | 49.02  | 51.42  | 53.90  | 56.47  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 144.53 | 165.68 | 185.96 | 198.78 | 212.48 | 227.12 | 242.77 | 271.85 | 290.56 | 310.57 | 331.94 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 158.98 | 182.25 | 204.56 | 218.66 | 233.73 | 249.84 | 267.05 | 299.03 | 319.62 | 341.62 | 365.13 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 173.44 | 198.82 | 223.15 | 238.54 | 254.98 | 272.55 | 291.32 | 326.22 | 348.68 | 372.68 | 398.33 |

Tabel B27. Kebutuhan Air Pada Subzona 227

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 6410   | 6589   | 6773   | 6962   | 7156   | 7356   | 7561   | 7772   | 7989   | 8212   | 8441   |
| Jumlah Penduduk                      | 32051  | 32945  | 33864  | 34809  | 35780  | 36779  | 37805  | 38859  | 39944  | 41058  | 42204  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 31089  | 32945  | 33864  | 34809  | 35780  | 36779  | 37805  | 38859  | 39944  | 41058  | 42204  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 68.37  | 76.26  | 82.31  | 84.61  | 86.97  | 89.39  | 91.89  | 98.95  | 101.71 | 104.55 | 107.46 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 20.51  | 22.88  | 24.69  | 25.38  | 26.09  | 26.82  | 27.57  | 29.68  | 30.51  | 31.36  | 32.24  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 3.42   | 3.81   | 4.12   | 4.23   | 4.35   | 4.47   | 4.59   | 4.95   | 5.09   | 5.23   | 5.37   |
| Keb Air Total                        | 92.30  | 102.95 | 111.12 | 114.22 | 117.40 | 120.68 | 124.05 | 133.58 | 137.31 | 141.14 | 145.08 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 24.92  | 25.74  | 27.22  | 27.41  | 27.59  | 27.76  | 27.91  | 29.39  | 29.52  | 29.64  | 29.74  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 117.22 | 128.69 | 138.34 | 141.63 | 144.99 | 148.44 | 151.96 | 162.97 | 166.83 | 170.78 | 174.82 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 128.94 | 141.56 | 152.17 | 155.79 | 159.49 | 163.28 | 167.15 | 179.26 | 183.51 | 187.85 | 192.30 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 140.66 | 154.43 | 166.01 | 169.95 | 173.99 | 178.12 | 182.35 | 195.56 | 200.19 | 204.93 | 209.78 |

Tabel B28. Kebutuhan Air Pada Subzona 228

| Uraian                               | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
| Jumlah SR                            | 11549  | 11953  | 12372  | 12805  | 13253  | 13717  | 14198  | 14695  | 15209  | 15742  | 16293  |
| Jumlah Penduduk                      | 57746  | 59767  | 61860  | 64025  | 66267  | 68587  | 70988  | 73474  | 76046  | 78708  | 81464  |
| Jumlah Penduduk dilayani Non PDAM    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Jumlah Penduduk dilayani PDAM        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % Tingkat Pelayanan                  | 97%    | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |
| Penduduk yang akan dilayani          | 56013  | 59767  | 61860  | 64025  | 66267  | 68587  | 70988  | 73474  | 76046  | 78708  | 81464  |
| Konsumsi Air (L/org.hari)            | 190    | 200    | 210    | 210    | 210    | 210    | 210    | 220    | 220    | 220    | 220    |
| Keb Air Domestik (L/s)               | 123.18 | 138.35 | 150.35 | 155.62 | 161.07 | 166.70 | 172.54 | 187.09 | 193.64 | 200.41 | 207.43 |
| % Keb Non Domestik dari Keb Domestik | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    | 30%    |
| Keb Air Non Domestik (L/s)           | 36.95  | 41.51  | 45.11  | 46.69  | 48.32  | 50.01  | 51.76  | 56.13  | 58.09  | 60.12  | 62.23  |
| % Keb PMK dari Keb Domestik          | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     |
| Keb Air PMK (L/s)                    | 6.16   | 6.92   | 7.52   | 7.78   | 8.05   | 8.34   | 8.63   | 9.35   | 9.68   | 10.02  | 10.37  |
| Keb Air Total                        | 166.29 | 186.77 | 202.98 | 210.08 | 217.44 | 225.05 | 232.93 | 252.57 | 261.41 | 270.56 | 280.03 |
| % Rencana Kehilangan Air             | 27%    | 25%    | 25%    | 24%    | 24%    | 23%    | 23%    | 22%    | 22%    | 21%    | 21%    |
| Kehilangan Air (L/s)                 | 44.90  | 46.69  | 49.73  | 50.42  | 51.10  | 51.76  | 52.41  | 55.56  | 56.20  | 56.82  | 57.41  |
| Keb Air Rata-rata Harian (L/s)       | 211.19 | 233.47 | 252.71 | 260.50 | 268.54 | 276.81 | 285.34 | 308.13 | 317.61 | 327.38 | 337.44 |
| Keb Air Maks Harian (L/s) - 1.1Qr    | 232.31 | 256.81 | 277.98 | 286.55 | 295.39 | 304.49 | 313.87 | 338.94 | 349.37 | 360.11 | 371.18 |
| Keb Air Puncak Harian (L/s) - 1.2Qr  | 253.42 | 280.16 | 303.25 | 312.60 | 322.24 | 332.18 | 342.41 | 369.76 | 381.13 | 392.85 | 404.93 |



Tabel B29. Kebutuhan Air Total Pada Tiap Subzona

| Sub. | Pend. Eksisting | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027   |
|------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 201  | 33,315          | 146.21 | 159.11 | 169.53 | 172.02 | 174.56 | 177.12 | 179.73 | 191.05 | 193.85 | 196.68 | 199.56 |
| 202  | 14,863          | 65.23  | 69.87  | 73.28  | 73.19  | 73.11  | 73.02  | 72.93  | 76.31  | 76.21  | 76.11  | 76.02  |
| 203  | 14,408          | 63.23  | 68.22  | 72.06  | 72.50  | 72.94  | 73.38  | 73.82  | 77.79  | 78.26  | 78.72  | 79.19  |
| 204  | 19,227          | 84.38  | 92.55  | 99.40  | 101.66 | 103.98 | 106.34 | 108.76 | 116.53 | 119.17 | 121.88 | 124.64 |
| 205  | 28,184          | 123.69 | 136.75 | 148.03 | 152.62 | 157.34 | 162.20 | 167.21 | 180.59 | 186.16 | 191.90 | 197.82 |
| 206  | 32,805          | 143.97 | 156.56 | 166.70 | 169.04 | 171.41 | 173.81 | 176.24 | 187.21 | 189.83 | 192.47 | 195.15 |
| 207  | 39,485          | 173.28 | 189.59 | 203.09 | 207.20 | 211.39 | 215.65 | 220.00 | 235.12 | 239.85 | 244.68 | 249.60 |
| 208  | 6,802           | 29.85  | 32.23  | 34.07  | 34.30  | 34.53  | 34.76  | 35.00  | 36.91  | 37.16  | 37.41  | 37.65  |
| 209  | 20,380          | 89.44  | 98.98  | 107.25 | 110.67 | 114.21 | 117.85 | 121.61 | 131.46 | 135.64 | 139.96 | 144.41 |
| 210  | 5,735           | 25.17  | 26.91  | 28.16  | 28.08  | 27.99  | 27.90  | 27.81  | 29.04  | 28.95  | 28.85  | 28.76  |
| 211  | 28,096          | 123.30 | 134.92 | 144.55 | 147.48 | 150.48 | 153.53 | 156.64 | 167.43 | 170.81 | 174.27 | 177.79 |
| 212  | 16,903          | 74.18  | 80.84  | 86.25  | 87.65  | 89.06  | 90.50  | 91.95  | 97.88  | 99.46  | 101.05 | 102.67 |
| 213  | 33,212          | 145.75 | 160.08 | 172.15 | 176.31 | 180.57 | 184.92 | 189.38 | 203.18 | 208.07 | 213.08 | 218.20 |
| 214  | 14,471          | 63.51  | 68.82  | 73.02  | 73.78  | 74.55  | 75.33  | 76.11  | 80.56  | 81.40  | 82.24  | 83.09  |
| 215  | 20,464          | 89.81  | 98.33  | 105.41 | 107.62 | 109.87 | 112.16 | 114.51 | 122.47 | 125.02 | 127.62 | 130.28 |
| 216  | 24,801          | 108.84 | 117.72 | 124.67 | 125.74 | 126.82 | 127.90 | 129.00 | 136.29 | 137.45 | 138.61 | 139.79 |

| Sub.        | Pend. Eksisting | 2017           | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022           | 2023   | 2024   | 2025   | 2026   | 2027           |
|-------------|-----------------|----------------|--------|--------|--------|--------|----------------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| 217         | 15,905          | 69.80          | 75.27  | 79.47  | 79.91  | 80.35  | 80.79          | 81.23  | 85.57  | 86.03  | 86.50  | 86.97          |
| 218         | 26,874          | 117.94         | 131.71 | 144.01 | 149.96 | 156.16 | 162.61         | 169.32 | 184.70 | 192.32 | 200.25 | 208.50         |
| 219         | 26,437          | 116.02         | 125.72 | 133.38 | 134.77 | 136.17 | 137.58         | 139.01 | 147.13 | 148.65 | 150.18 | 151.73         |
| 220         | 23,769          | 104.32         | 115.75 | 125.76 | 130.13 | 134.64 | 139.31         | 144.14 | 156.24 | 161.65 | 167.25 | 173.03         |
| 221         | 6,033           | 26.48          | 30.75  | 34.97  | 37.88  | 41.02  | 44.43          | 48.11  | 54.58  | 59.11  | 64.01  | 69.32          |
| 222         | 26,863          | 117.89         | 138.22 | 158.66 | 173.46 | 189.63 | 207.31         | 226.63 | 259.54 | 283.72 | 310.14 | 339.02         |
| 223         | 3,331           | 14.62          | 15.69  | 16.49  | 16.51  | 16.52  | 16.54          | 16.55  | 17.36  | 17.37  | 17.39  | 17.40          |
| 224         | 4,805           | 21.09          | 23.60  | 25.87  | 27.00  | 28.18  | 29.41          | 30.69  | 33.56  | 35.02  | 36.55  | 38.14          |
| 225         | 13,832          | 60.70          | 67.80  | 74.14  | 77.21  | 80.41  | 83.75          | 87.21  | 95.15  | 99.08  | 103.18 | 107.45         |
| 226         | 39,519          | 173.44         | 198.82 | 223.15 | 238.54 | 254.98 | 272.55         | 291.32 | 326.22 | 348.68 | 372.68 | 398.33         |
| 227         | 32,051          | 140.66         | 154.43 | 166.01 | 169.95 | 173.99 | 178.12         | 182.35 | 195.56 | 200.19 | 204.93 | 209.78         |
| 228         | 57,746          | 253.42         | 280.16 | 303.25 | 312.60 | 322.24 | 332.18         | 342.41 | 369.76 | 381.13 | 392.85 | 404.93         |
| Q Penduduk  | 630,317         | <b>2766.24</b> |        |        |        |        | <b>3590.95</b> |        |        |        |        | <b>4389.21</b> |
| Q Apartemen |                 | -              |        |        |        |        | <b>156.79</b>  |        |        |        |        | <b>305.56</b>  |
| Q Total     |                 | <b>2766.24</b> |        |        |        |        | <b>3747.74</b> |        |        |        |        | <b>4694.76</b> |

**LAMPIRAN C**  
**Detail Analisis Harga Pekerjaan Pipa**  
**dan Harga Satuan Upah dan Bahan**

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

Tabel C1 Harga Pekerjaan Pipa 250mm

| No. | Uraian Kegiatan                     | Satuan          | Koef.   | Harga Satuan | Jumlah Harga |
|-----|-------------------------------------|-----------------|---|--------------|--------------|
| 1   | Galian Tanah Biasa Untuk Konstruksi | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)                                 |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.757   | Rp145,000    | Rp109,765    |
|     | Mandor                              | OH              | 0.0252  | Rp171,000    | Rp4,309      |
|     |                                     |                 |   | Nilai HSPK:  | Rp114,074    |
| 2   | Urugan Tanah Kembali                | Acuan:          | SNI 03-2835-2002 pek.tanah bangunan sederhana (6.8) |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.504   | Rp145,000    | Rp73,080     |
|     | Mandor                              | OH              | 0.0504  | Rp171,000    | Rp8,618      |
|     |                                     |                 |   | Nilai HSPK:  | Rp81,698     |
| 3   | Urugan Pasir                        | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.11)                                |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.302   | Rp145,000    | Rp43,790     |
|     | Mandor                              | OH              | 0.01  | Rp171,000    | Rp1,710      |
|     | BAHAN                               |                 |   |              |              |
|     | Pasir Urug                          | m3              | 1.2   | Rp177,000    | Rp212,400    |
|     |                                     |                 |   | Nilai HSPK:  | Rp257,900    |
| 4   | Pembuangan Tanah sejauh 150 m       | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)                                 |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.516   | Rp145,000    | Rp74,820     |
|     | ALAT                                |                 |   |              |              |
|     | Sewa Dump Truk                      | Jam             | 0.25  | Rp70,000     | Rp17,500     |
|     |                                     |                 | Nilai HSPK:   | Rp92,320     |              |
| 5   | Pemasangan pipa PVC Ø200 mm         | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)                                 |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.3   | Rp145,000    | Rp43,500     |
|     | Mandor                              | OH              | 0.042   | Rp171,000    | Rp7,182      |
|     | Tukang                              | OH              | 0.258   | Rp150,000    | Rp38,700     |

|   |   |                 |                     |             |                  |
|---|---|-----------------|---------------------|-------------|------------------|
|   |   |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp89,382         |
| 6   | Pengangkutan<br>Pipa PVC Ø150-<br>200) mm | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1) |             |                  |
|   |   | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>      |             |                  |
|   | UPAH                                      |                 |                     |             |                  |
|   | Pekerja                                   | OH              | 0.168               | Rp145,000   | Rp24,360         |
|   | Mandor                                    | OH              | 0.084               | Rp171,000   | Rp14,364         |
|   |   |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp38,724         |
| 7   | Pengetesan Pipa<br>PVC                    | Acuan:          | Pendekatan          |             |                  |
|   |   | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>      |             |                  |
|   | UPAH                                      |                 |                     |             |                  |
|   | Pekerja                                   | OH              | 0.02                | Rp145,000   | Rp2,900          |
|   | Tukang                                    | OH              | 0.02                | Rp150,000   | Rp3,000          |
|   | Kepala Tukang                             | OH              | 0.002               | Rp165,000   | Rp330            |
|   | Operator                                  | OH              | 0.0019              | Rp195,000   | Rp371            |
|   | Mandor                                    | OH              | 0.001               | Rp171,000   | Rp171            |
|   | BAHAN                                     |                 |                     |             |                  |
|   | Air                                       | m3              | 0.0365              | Rp5,000     | Rp183            |
|   | Sewa Alat Test                            | Jam             | 0.003               | Rp100,000   | Rp300            |
|   |   |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp7,254          |
| 8   | Pencucian Pipa<br>PVC                     | Acuan:          | Pendekatan          |             |                  |
|   |   | Sat.Pembayaran: | m lari              |             |                  |
|   | UPAH                                      |                 |                     |             |                  |
|   | Pekerja                                   | OH              | 0.005               | Rp145,000   | Rp725            |
|   | Mandor                                    | OH              | 0.0005              | Rp171,000   | Rp86             |
|   | BAHAN                                     |                 |                     |             |                  |
|   | Air                                       | m3              | 0.0365              | Rp5,000     | Rp183            |
|   |   |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp993            |
| <b>Total Harga Pekerjaan Pipa Ø200 mm</b> |   |                 |                     |             | <b>Rp682,346</b> |

Tabel C2 Harga Pekerjaan Pipa 250 mm

| No. | Uraian Kegiatan                           | Satuan          | Koef.               | Harga Satuan | Jumlah Harga |
|-----|---|-----------------|---------------------|--------------|--------------|
| 1   | Galian Tanah<br>Biasa Untuk<br>Konstruksi | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1) |              |              |
|     |   | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>      |              |              |
|     | UPAH                                      |                 |                     |              |              |
|     | Pekerja                                   | OH              | 0.757               | Rp145,000    | Rp109,765    |
|     | Mandor                                    | OH              | 0.025               | Rp171,000    | Rp4,309      |

|   |                                      |                 |   |             |           |
|---|--------------------------------------|-----------------|---|-------------|-----------|
|   |                                      |                 |   | Nilai HSPK: | Rp114,074 |
| 2 | Urugan Tanah Kembali                 | Acuan:          | SNI 03-2835-2002 pek.tanah bangunan sederhana (6.8) |             |           |
|   |                                      | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |             |           |
|   | UPAH                                 |                 |   |             |           |
|   | Pekerja                              | OH              | 0.504   | Rp145,000   | Rp73,080  |
|   | Mandor                               | OH              | 0.05  | Rp171,000   | Rp8,618   |
|   |                                      |                 |   | Nilai HSPK: | Rp81,698  |
| 3 | Urugan Pasir                         | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.11)                                |             |           |
|   |                                      | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |             |           |
|   | UPAH                                 |                 |   |             |           |
|   | Pekerja                              | OH              | 0.302   | Rp145,000   | Rp43,790  |
|   | Mandor                               | OH              | 0.01  | Rp171,000   | Rp1,710   |
|   | BAHAN                                |                 |   |             |           |
|   | Pasir Urug                           | m3              | 1.2   | Rp177,000   | Rp212,400 |
|   |                                      |                 |   | Nilai HSPK: | Rp257,900 |
| 4 | Pembuangan Tanah sejauh 150 m        | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)                                 |             |           |
|   |                                      | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |             |           |
|   | UPAH                                 |                 |   |             |           |
|   | Pekerja                              | OH              | 0.516   | Rp145,000   | Rp74,820  |
|   | ALAT                                 |                 |   |             |           |
|   | Sewa Dump Truk                       | Jam             | 0.25  | Rp70,000    | Rp17,500  |
|   |                                      |                 |   | Nilai HSPK: | Rp92,320  |
| 5 | Pemasangan pipa PVC Ø250 mm          | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)                                 |             |           |
|   |                                      | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |             |           |
|   | UPAH                                 |                 |   |             |           |
|   | Pekerja                              | OH              | 0.32  | Rp145,000   | Rp46,400  |
|   | Mandor                               | OH              | 0.049   | Rp171,000   | Rp8,379   |
|   | Tukang                               | OH              | 0.288   | Rp150,000   | Rp43,200  |
|   |                                      |                 |   | Nilai HSPK: | Rp97,979  |
| 6 | Penggangkutan Pipa PVC Ø(250-300) mm | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)                                 |             |           |
|   |                                      | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |             |           |
|   | UPAH                                 |                 |   |             |           |
|   | Pekerja                              | OH              | 0.168   | Rp145,000   | Rp24,360  |
|   | Mandor                               | OH              | 0.084   | Rp171,000   | Rp14,364  |
|   |                                      |                 |   | Nilai HSPK: | Rp38,724  |
| 7 |                                      | Acuan:          | Pendekatan  |             |           |

|   |   |                 |                |             |                  |
|---|---|-----------------|----------------|-------------|------------------|
|   | Pengetesan Pipa PVC                       | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup> |             |                  |
|   | UPAH                                      |                 |                |             |                  |
|   | Pekerja                                   | OH              | 0.02           | Rp145,000   | Rp2,900          |
|   | Tukang                                    | OH              | 0.02           | Rp150,000   | Rp3,000          |
|   | Kepala Tukang                             | OH              | 0.002          | Rp165,000   | Rp330            |
|   | Operator                                  | OH              | 0.002          | Rp195,000   | Rp371            |
|   | Mandor                                    | OH              | 0.001          | Rp171,000   | Rp171            |
|   | BAHAN                                     |                 |                |             |                  |
|   | Air                                       | m3              | 0.037          | Rp5,000     | Rp183            |
|   | Sewa Alat Test                            | Jam             | 0.003          | Rp100,000   | Rp300            |
|   |   |                 |                | Nilai HSPK: | Rp7,254          |
| 8 | Pencucian Pipa PVC                        | Acuan:          | Pendekatan     |             |                  |
|   |   | Sat.Pembayaran: | m lari         |             |                  |
|   | UPAH                                      |                 |                |             |                  |
|   | Pekerja                                   | OH              | 0.005          | Rp145,000   | Rp725            |
|   | Mandor                                    | OH              | 5E-04          | Rp171,000   | Rp86             |
|   | BAHAN                                     |                 |                |             |                  |
|   | Air                                       | m3              | 0.037          | Rp5,000     | Rp183            |
|   |   |                 |                | Nilai HSPK: | Rp993            |
|   | <b>Total Harga Pekerjaan Pipa Ø250 mm</b> |                 |                |             | <b>Rp690,943</b> |

Tabel C3 Harga Pekerjaan Pipa 315 mm

| No. | Uraian Kegiatan                     | Satuan          | Koef.   | Harga Satuan | Jumlah Harga |
|-----|-------------------------------------|-----------------|---|--------------|--------------|
| 1   | Galian Tanah Biasa Untuk Konstruksi | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)                                 |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.757   | Rp145,000    | Rp109,765    |
|     | Mandor                              | OH              | 0.025   | Rp171,000    | Rp4,309      |
|     |                                     |                 |   | Nilai HSPK:  | Rp114,074    |
| 2   | Urugan Tanah Kembali                | Acuan:          | SNI 03-2835-2002 pek.tanah bangunan sederhana (6.8) |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.504   | Rp145,000    | Rp73,080     |
|     | Mandor                              | OH              | 0.05  | Rp171,000    | Rp8,618      |



|   |                                     |                 |                      |             |           |
|---|-------------------------------------|-----------------|----------------------|-------------|-----------|
|   |                                     |                 |                      | Nilai HSPK: | Rp81,698  |
| 3 | Urugan Pasir                        | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.11) |             |           |
|   |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>       |             |           |
|   | UPAH                                |                 |                      |             |           |
|   | Pekerja                             | OH              | 0.302                | Rp145,000   | Rp43,790  |
|   | Mandor                              | OH              | 0.01                 | Rp171,000   | Rp1,710   |
|   | BAHAN                               |                 |                      |             |           |
|   | Pasir Urug                          | m3              | 1.2                  | Rp177,000   | Rp212,400 |
|   |                                     |                 |                      | Nilai HSPK: | Rp257,900 |
| 4 | Pembuangan Tanah sejauh 150 m       | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)  |             |           |
|   |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>       |             |           |
|   | UPAH                                |                 |                      |             |           |
|   | Pekerja                             | OH              | 0.516                | Rp145,000   | Rp74,820  |
|   | ALAT                                |                 |                      |             |           |
|   | Sewa Dump Truk                      | Jam             | 0.25                 | Rp70,000    | Rp17,500  |
|   |                                     |                 |                      | Nilai HSPK: | Rp92,320  |
| 5 | Pemasangan pipa PVC Ø315 mm         | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)  |             |           |
|   |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>       |             |           |
|   | UPAH                                |                 |                      |             |           |
|   | Pekerja                             | OH              | 0.35                 | Rp145,000   | Rp50,750  |
|   | Mandor                              | OH              | 0.056                | Rp171,000   | Rp9,576   |
|   | Tukang                              | OH              | 0.318                | Rp150,000   | Rp47,700  |
|   |                                     |                 |                      | Nilai HSPK: | Rp108,026 |
| 6 | Pengangkutan Pipa PVC Ø(250-315) mm | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)  |             |           |
|   |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>       |             |           |
|   | UPAH                                |                 |                      |             |           |
|   | Pekerja                             | OH              | 0.168                | Rp145,000   | Rp24,360  |
|   | Mandor                              | OH              | 0.084                | Rp171,000   | Rp14,364  |
|   |                                     |                 |                      | Nilai HSPK: | Rp38,724  |
| 7 | Pengetesan Pipa PVC                 | Acuan:          | Pendekatan           |             |           |
|   |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>       |             |           |
|   | UPAH                                |                 |                      |             |           |
|   | Pekerja                             | OH              | 0.02                 | Rp145,000   | Rp2,900   |
|   | Tukang                              | OH              | 0.02                 | Rp150,000   | Rp3,000   |
|   | Kepala Tukang                       | OH              | 0.002                | Rp165,000   | Rp330     |
|   | Operator                            | OH              | 0.002                | Rp195,000   | Rp371     |
|   | Mandor                              | OH              | 0.001                | Rp171,000   | Rp171     |

|   |                    |                 |            |             |                  |
|---|--------------------|-----------------|------------|-------------|------------------|
|   | BAHAN              |                 |            |             |                  |
|   | Air                | m3              | 0.037      | Rp5,000     | Rp183            |
|   | Sewa Alat Test     | Jam             | 0.003      | Rp100,000   | Rp300            |
|   |                    |                 |            | Nilai HSPK: | Rp7,254          |
| 8   | Pencucian Pipa PVC | Acuan:          | Pendekatan |             |                  |
|   |                    | Sat.Pembayaran: | m lari     |             |                  |
|   | UPAH               |                 |            |             |                  |
|   | Pekerja            | OH              | 0.005      | Rp145,000   | Rp725            |
|   | Mandor             | OH              | 5E-04      | Rp171,000   | Rp86             |
|   | BAHAN              |                 |            |             |                  |
|   | Air                | m3              | 0.037      | Rp5,000     | Rp183            |
|   |                    |                 |            | Nilai HSPK: | Rp993            |
| <b>Total Harga Pekerjaan Pipa Ø315 mm</b> |                    |                 |            |             | <b>Rp700,990</b> |

Tabel C4 Harga Pekerjaan Pipa 355 mm

| No. | Uraian Kegiatan                     | Satuan          | Koef.   | Harga Satuan | Jumlah Harga |
|-----|-------------------------------------|-----------------|---|--------------|--------------|
| 1   | Galian Tanah Biasa Untuk Konstruksi | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)                                 |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.757   | Rp145,000    | Rp109,765    |
|     | Mandor                              | OH              | 0.025   | Rp171,000    | Rp4,309      |
|     |                                     |                 |   | Nilai HSPK:  | Rp114,074    |
| 2   | Urugan Tanah Kembali                | Acuan:          | SNI 03-2835-2002 pek.tanah bangunan sederhana (6.8) |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.504   | Rp145,000    | Rp73,080     |
|     | Mandor                              | OH              | 0.05  | Rp171,000    | Rp8,618      |
|     |                                     |                 |   | Nilai HSPK:  | Rp81,698     |
| 3   | Urugan Pasir                        | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.11)                                |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.302   | Rp145,000    | Rp43,790     |
|     | Mandor                              | OH              | 0.01  | Rp171,000    | Rp1,710      |
|     | BAHAN                               |                 |   |              |              |
|     | Pasir Urug                          | m3              | 1.2   | Rp177,000    | Rp212,400    |

|   |                                     |                 |                     |             |           |
|---|-------------------------------------|-----------------|---------------------|-------------|-----------|
|   |                                     |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp257,900 |
| 4 | Pembuangan Tanah sejauh 150 m       | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1) |             |           |
|   |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>      |             |           |
|   | UPAH                                |                 |                     |             |           |
|   | Pekerja                             | OH              | 0.516               | Rp145,000   | Rp74,820  |
|   | ALAT                                |                 |                     |             |           |
|   | Sewa Dump Truk                      | Jam             | 0.25                | Rp70,000    | Rp17,500  |
|   |                                     |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp92,320  |
| 5 | Pemasangan pipa PVC Ø355 mm         | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1) |             |           |
|   |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>      |             |           |
|   | UPAH                                |                 |                     |             |           |
|   | Pekerja                             | OH              | 0.37                | Rp145,000   | Rp53,650  |
|   | Mandor                              | OH              | 0.063               | Rp171,000   | Rp10,773  |
|   | Tukang                              | OH              | 0.348               | Rp150,000   | Rp52,200  |
|   |                                     |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp116,623 |
| 6 | Pengangkutan Pipa PVC Ø(250-450) mm | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1) |             |           |
|   |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>      |             |           |
|   | UPAH                                |                 |                     |             |           |
|   | Pekerja                             | OH              | 0.168               | Rp145,000   | Rp24,360  |
|   | Mandor                              | OH              | 0.084               | Rp171,000   | Rp14,364  |
|   |                                     |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp38,724  |
| 7 | Pengetesan Pipa PVC                 | Acuan:          | Pendekatan          |             |           |
|   |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>      |             |           |
|   | UPAH                                |                 |                     |             |           |
|   | Pekerja                             | OH              | 0.02                | Rp145,000   | Rp2,900   |
|   | Tukang                              | OH              | 0.02                | Rp150,000   | Rp3,000   |
|   | Kepala Tukang                       | OH              | 0.002               | Rp165,000   | Rp330     |
|   | Operator                            | OH              | 0.002               | Rp195,000   | Rp371     |
|   | Mandor                              | OH              | 0.001               | Rp171,000   | Rp171     |
|   | BAHAN                               |                 |                     |             |           |
|   | Air                                 | m3              | 0.037               | Rp5,000     | Rp183     |
|   | Sewa Alat Test                      | Jam             | 0.003               | Rp100,000   | Rp300     |
|   |                                     |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp7,254   |
| 8 | Pencucian Pipa PVC                  | Acuan:          | Pendekatan          |             |           |
|   |                                     | Sat.Pembayaran: | m lari              |             |           |
|   | UPAH                                |                 |                     |             |           |
|   | Pekerja                             | OH              | 0.005               | Rp145,000   | Rp725     |

|   |        |    |       |             |                  |
|---|--------|----|-------|-------------|------------------|
|   | Mandor | OH | 5E-04 | Rp171,000   | Rp86             |
|   | BAHAN  |    |       |             |                  |
|   | Air    | m3 | 0.037 | Rp5,000     | Rp183            |
|   |        |    |       | Nilai HSPK: | Rp993            |
| <b>Total Harga Pekerjaan Pipa Ø355 mm</b> |        |    |       |             | <b>Rp709,587</b> |

Tabel C5 Harga Pekerjaan Pipa 400 mm

| No. | Uraian Kegiatan                     | Satuan          | Koef.   | Harga Satuan | Jumlah Harga |
|-----|-------------------------------------|-----------------|---|--------------|--------------|
| 1   | Galian Tanah Biasa Untuk Konstruksi | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)                                 |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.757   | Rp145,000    | Rp109,765    |
|     | Mandor                              | OH              | 0.025   | Rp171,000    | Rp4,309      |
|     |                                     |                 |   | Nilai HSPK:  | Rp114,074    |
| 2   | Urugan Tanah Kembali                | Acuan:          | SNI 03-2835-2002 pek.tanah bangunan sederhana (6.8) |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.504   | Rp145,000    | Rp73,080     |
|     | Mandor                              | OH              | 0.05  | Rp171,000    | Rp8,618      |
|     |                                     |                 |   | Nilai HSPK:  | Rp81,698     |
| 3   | Urugan Pasir                        | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.11)                                |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.302   | Rp145,000    | Rp43,790     |
|     | Mandor                              | OH              | 0.01  | Rp171,000    | Rp1,710      |
|     | BAHAN                               |                 |   |              |              |
|     | Pasir Urug                          | m3              | 1.2   | Rp177,000    | Rp212,400    |
|     |                                     |                 |   | Nilai HSPK:  | Rp257,900    |
| 4   | Pembuangan Tanah sejauh 150 m       | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)                                 |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.516   | Rp145,000    | Rp74,820     |
|     | ALAT                                |                 |   |              |              |
|     | Sewa Dump Truk                      | Jam             | 0.25  | Rp70,000     | Rp17,500     |

|   |   |                 |                     |             |                  |
|---|---|-----------------|---------------------|-------------|------------------|
|   |   |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp92,320         |
| 5 | Pemasangan pipa PVC Ø400 mm               | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1) |             |                  |
|   |   | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>      |             |                  |
|   | UPAH                                      |                 |                     |             |                  |
|   | Pekerja                                   | OH              | 0.4                 | Rp145,000   | Rp58,000         |
|   | Mandor                                    | OH              | 0.07                | Rp171,000   | Rp11,970         |
|   | Tukang                                    | OH              | 0.378               | Rp150,000   | Rp56,700         |
|   |   |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp126,670        |
| 6 | Pengangkutan Pipa PVC Ø(250-450) mm       | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1) |             |                  |
|   |   | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>      |             |                  |
|   | UPAH                                      |                 |                     |             |                  |
|   | Pekerja                                   | OH              | 0.168               | Rp145,000   | Rp24,360         |
|   | Mandor                                    | OH              | 0.084               | Rp171,000   | Rp14,364         |
|   |   |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp38,724         |
| 7 | Pengetesan Pipa PVC                       | Acuan:          | Pendekatan          |             |                  |
|   |   | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>      |             |                  |
|   | UPAH                                      |                 |                     |             |                  |
|   | Pekerja                                   | OH              | 0.02                | Rp145,000   | Rp2,900          |
|   | Tukang                                    | OH              | 0.02                | Rp150,000   | Rp3,000          |
|   | Kepala Tukang                             | OH              | 0.002               | Rp165,000   | Rp330            |
|   | Operator                                  | OH              | 0.002               | Rp195,000   | Rp371            |
|   | Mandor                                    | OH              | 0.001               | Rp171,000   | Rp171            |
|   | BAHAN                                     |                 |                     |             |                  |
|   | Air                                       | m3              | 0.037               | Rp5,000     | Rp183            |
|   | Sewa Alat Test                            | Jam             | 0.003               | Rp100,000   | Rp300            |
|   |   |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp7,254          |
| 8 | Pencucian Pipa PVC                        | Acuan:          | Pendekatan          |             |                  |
|   |   | Sat.Pembayaran: | m lari              |             |                  |
|   | UPAH                                      |                 |                     |             |                  |
|   | Pekerja                                   | OH              | 0.005               | Rp145,000   | Rp725            |
|   | Mandor                                    | OH              | 5E-04               | Rp171,000   | Rp86             |
|   | BAHAN                                     |                 |                     |             |                  |
|   | Air                                       | m3              | 0.037               | Rp5,000     | Rp183            |
|   |   |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp993            |
|   | <b>Total Harga Pekerjaan Pipa Ø400 mm</b> |                 |                     |             | <b>Rp719,634</b> |

Tabel C6 Harga Pekerjaan Pipa 450 mm

| No. | Uraian Kegiatan                     | Satuan          | Koef.   | Harga Satuan | Jumlah Harga |
|-----|-------------------------------------|-----------------|---|--------------|--------------|
| 1   | Galian Tanah Biasa Untuk Konstruksi | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)                                 |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.757   | Rp145,000    | Rp109,765    |
|     | Mandor                              | OH              | 0.025   | Rp171,000    | Rp4,309      |
|     |                                     |                 |   | Nilai HSPK:  | Rp114,074    |
| 2   | Urugan Tanah Kembali                | Acuan:          | SNI 03-2835-2002 pek.tanah bangunan sederhana (6.8) |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.504   | Rp145,000    | Rp73,080     |
|     | Mandor                              | OH              | 0.05  | Rp171,000    | Rp8,618      |
|     |                                     |                 |   | Nilai HSPK:  | Rp81,698     |
| 3   | Urugan Pasir                        | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.11)                                |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.302   | Rp145,000    | Rp43,790     |
|     | Mandor                              | OH              | 0.01  | Rp171,000    | Rp1,710      |
|     | BAHAN                               |                 |   |              |              |
|     | Pasir Urug                          | m3              | 1.2   | Rp177,000    | Rp212,400    |
|     |                                     |                 |   | Nilai HSPK:  | Rp257,900    |
| 4   | Pembuangan Tanah sejauh 150 m       | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)                                 |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.516   | Rp145,000    | Rp74,820     |
|     | ALAT                                |                 |   |              |              |
|     | Sewa Dump Truk                      | Jam             | 0.25  | Rp70,000     | Rp17,500     |
|     |                                     |                 | Nilai HSPK:   | Rp92,320     |              |
| 5   | Pemasangan pipa PVC Ø450 mm         | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1)                                 |              |              |
|     |                                     | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>                                      |              |              |
|     | UPAH                                |                 |   |              |              |
|     | Pekerja                             | OH              | 0.42  | Rp145,000    | Rp60,900     |
|     | Mandor                              | OH              | 0.077   | Rp171,000    | Rp13,167     |
|     | Tukang                              | OH              | 0.408   | Rp150,000    | Rp61,200     |

|   |  |                 |                     |             |                  |
|---|--|-----------------|---------------------|-------------|------------------|
|   |  |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp135,267        |
| 6 | Pengangkutan<br>Pipa PVC Ø(250-<br>450) mm | Acuan:          | SNI 2835:2008 (6.1) |             |                  |
|   |  | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>      |             |                  |
|   | UPAH                                       |                 |                     |             |                  |
|   | Pekerja                                    | OH              | 0.168               | Rp145,000   | Rp24,360         |
|   | Mandor                                     | OH              | 0.084               | Rp171,000   | Rp14,364         |
|   |  |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp38,724         |
| 7 | Pengelasan Pipa<br>PVC                     | Acuan:          | Pendekatan          |             |                  |
|   |  | Sat.Pembayaran: | m <sup>3</sup>      |             |                  |
|   | UPAH                                       |                 |                     |             |                  |
|   | Pekerja                                    | OH              | 0.02                | Rp145,000   | Rp2,900          |
|   | Tukang                                     | OH              | 0.02                | Rp150,000   | Rp3,000          |
|   | Kepala Tukang                              | OH              | 0.002               | Rp165,000   | Rp330            |
|   | Operator                                   | OH              | 0.002               | Rp195,000   | Rp371            |
|   | Mandor                                     | OH              | 0.001               | Rp171,000   | Rp171            |
|   | BAHAN                                      |                 |                     |             |                  |
|   | Air  | m3              | 0.037               | Rp5,000     | Rp183            |
|   | Sewa Alat Test                             | Jam             | 0.003               | Rp100,000   | Rp300            |
|   |  |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp7,254          |
| 8 | Pencucian Pipa<br>PVC                      | Acuan:          | Pendekatan          |             |                  |
|   |  | Sat.Pembayaran: | m lari              |             |                  |
|   | UPAH                                       |                 |                     |             |                  |
|   | Pekerja                                    | OH              | 0.005               | Rp145,000   | Rp725            |
|   | Mandor                                     | OH              | 5E-<br>04           | Rp171,000   | Rp86             |
|   | BAHAN                                      |                 |                     |             |                  |
|   | Air  | m3              | 0.037               | Rp5,000     | Rp183            |
|   |  |                 |                     | Nilai HSPK: | Rp993            |
|   | <b>Total Harga Pekerjaan Pipa Ø450 mm</b>  |                 |                     |             | <b>Rp728,231</b> |

Tabel C7 Harga Satuan Upah

| No. | Tenaga           | Satuan          | Upah       |
|-----|------------------|-----------------|------------|
| 1   | Pekerja          | orang/hari (OH) | Rp 145,000 |
| 2   | Mandor           | orang/hari (OH) | Rp 171,000 |
| 3   | Tukang           | orang/hari (OH) | Rp 150,000 |
| 4   | Kepala<br>Tukang | orang/hari (OH) | Rp 165,000 |
| 5   | Operator         | orang/hari (OH) | Rp 195,000 |

Tabel C8 Harga Satuan Bahan

| No. | Bahan                               | Satuan      | Harga        |
|-----|-------------------------------------|-------------|--------------|
| 1   | Pipa PVC Ø200mm                     | per 4 meter | Rp 458,600   |
| 2   | Pipa PVC Ø250mm                     | per 4 meter | Rp 1,118,800 |
| 3   | Pipa PVC Ø300mm                     | per 4 meter | Rp 1,885,000 |
| 4   | Pipa PVC Ø350mm                     | per 4 meter | Rp 2,270,500 |
| 5   | Pipa PVC Ø400mm                     | per 4 meter | Rp 2,405,500 |
| 6   | Pipa PVC Ø450mm                     | per 4 meter | Rp 2,405,500 |
| 7   | Tee Socket PVC (AW)<br>Ø200 mm      | buah        | Rp 412,500   |
| 8   | Tee Socket PVC (AW)<br>Ø250 mm      | buah        | Rp 487,700   |
| 9   | Tee Socket PVC (AW)<br>Ø300 mm      | buah        | Rp 555,500   |
| 10  | Tee Socket PVC (AW)<br>Ø350 mm      | buah        | Rp 605,500   |
| 11  | Bend Socket PVC<br>(AW) 90° Ø200 mm | buah        | Rp 505,350   |
| 12  | Bend Socket PVC<br>(AW) 90° Ø250 mm | buah        | Rp 537,600   |
| 13  | Bend Socket PVC<br>(AW) 90° Ø300 mm | buah        | Rp 557,800   |
| 14  | Bend Socket PVC<br>(AW) 90° Ø350 mm | buah        | Rp 578,800   |
| 15  | Bend Socket PVC<br>(AW) 45° Ø200 mm | buah        | Rp 595,200   |
| 16  | Bend Socket PVC<br>(AW) 45° Ø250 mm | buah        | Rp 420,700   |
| 17  | Bend Socket PVC<br>(AW) 45° Ø300 mm | buah        | Rp 485,200   |



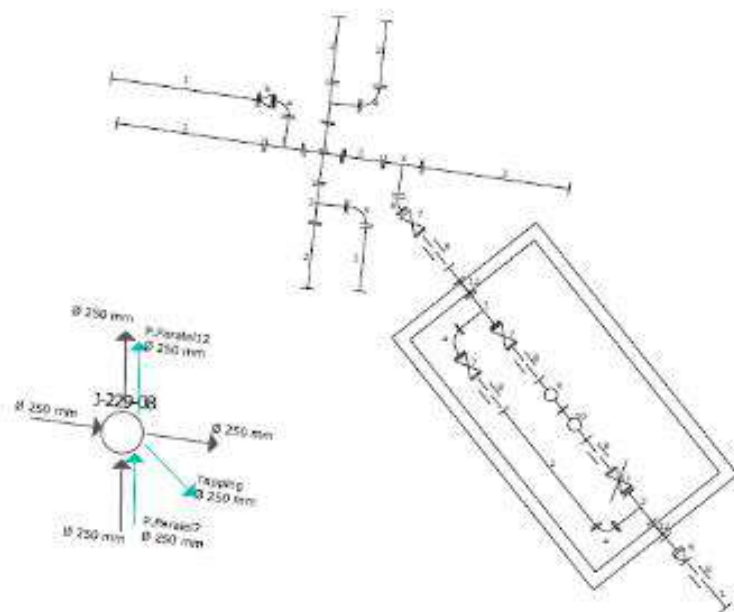
| No. | Bahan                            | Satuan | Harga        |
|-----|----------------------------------|--------|--------------|
| 18  | Bend Socket PVC (AW) 45° Ø350 mm | buah   | Rp 505,200   |
| 19  | Reducing Socket Ø200x250 mm      | buah   | Rp 352,000   |
| 20  | Reducing Socket Ø250x300 mm      | buah   | Rp 374,500   |
| 21  | Reducing Socket Ø300x350 mm      | buah   | Rp 385,400   |
| 22  | Reducing Socket Ø350x400 mm      | buah   | Rp 398,000   |
| 23  | Meter Air Ø200 mm                | buah   | Rp 4,727,500 |
| 24  | Meter Air Ø250 mm                | buah   | Rp 4,977,500 |
| 25  | Meter Air Ø300 mm                | buah   | Rp 5,227,500 |
| 26  | Meter Air Ø350 mm                | buah   | Rp 5,302,500 |
| 27  | Meter Air Ø400 mm                | buah   | Rp 5,477,500 |

Sumber: [www.rucika.co.id](http://www.rucika.co.id) per tahun 2018

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

**LAMPIRAN D**  
**Detail Junction dan**  
**Bangunan Penunjang Sitem Distribusi**

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



Keterangan :

1. Pipa 200mm
2. Pipa 250mm
3. Tee Socket PVC 250 mm
4. Bend Socket PVC 90
5. Bend Socket PVC 45
6. Reducing Socket PVC 250-200
7. Gate Valve
8. Giboult Joint
9. Quadrina Case
10. Meter Air 250 mm
11. Check Valve
12. Flange



JUDUL GAMBAR

Detail Junction J-209-08

NAMA MAHASISWA

Nadia Nafisa  
0521144000107

JUDUL TUGAS AKHIR

Analisis Dan Perencanaan  
Pengembangan Sistem Distribusi Air  
Terhadap Perumbuhan Proyek  
Pembangunan Apartemen Di Zona 2  
PDAM Kota Surabaya

LEGENDA

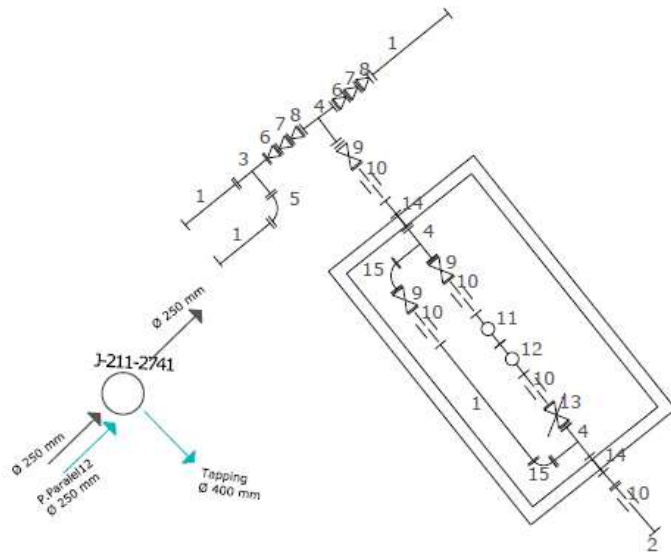
NO. GAMBAR

HALAMAN

SKALA

Tanpa Skala

183



Keterangan :

1. Pipa 250mm
2. Pipa 400mm
3. Tee Socket PVC 250 mm
4. Tee Socket PVC 400 mm
5. Bend Socket PVC 90 250 mm
6. Reducing Socket PVC 250-300
7. Reducing Socket PVC 300-350
8. Reducing Socket PVC 350-400
9. Gate Valve
10. Giboult Joint
11. Quadrina Case
12. Meter Air
13. Check Valve
14. Flange
15. Bend Socket PVC 90 400 mm



JUDUL GAMBAR

Detail Junction J-211-2741

NAMA MAHASISWA

Nadia Nafisa  
0321144000107

JUDUL TUGAS AKHIR

Analisis Dan Perencanaan  
Pengembangan Sistem Distribusi Air  
Terhadap Pertumbuhan Proyek  
Pembangunan Apartemen Di Zona 2  
PDAM Kota Surabaya

LEGENDA

NO. GAMBAR

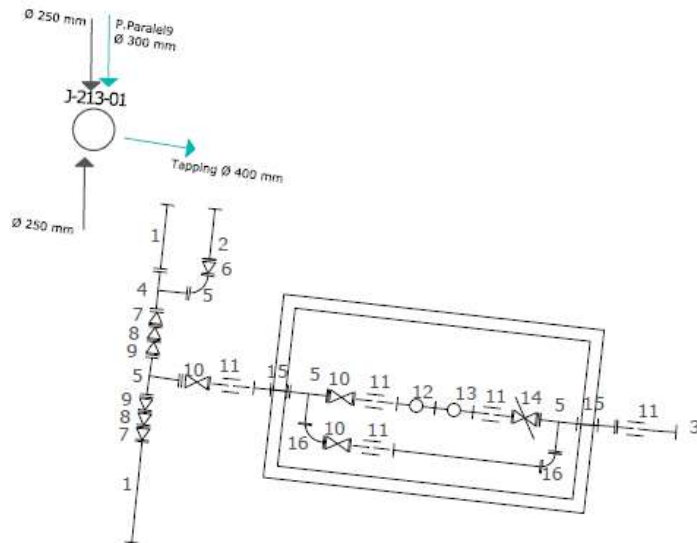
HALAMAN

-

184

SKALA

Tanpa Skala

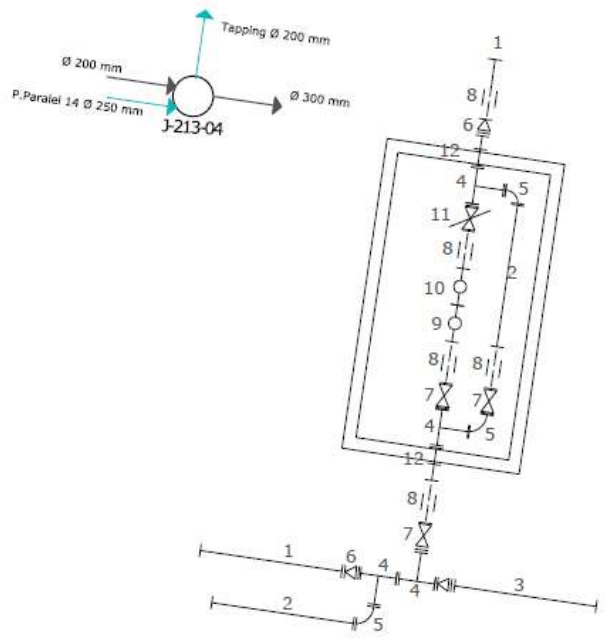


Keterangan :

1. Pipa 250 mm
2. Pipa 300 mm
3. Pipa 400 mm
4. Tee Socket PVC 250 mm
5. Tee Socket PVC 400 mm
6. Bend Socket PVC 90 250 mm
7. Reducing Socket PVC 250-300
8. Reducing Socket PVC 300-350
9. Reducing Socket PVC 350-400
10. Gate Valve
11. Giboult Joint
12. Quadrina Case
13. Meter Air
14. Check Valve
15. Flange
16. Bend Socket PVC 400 mm



| JUDUL GAMBAR                  | JUDUL TUGAS AKHIR  | LEGENDA | NO. GAMBAR  | HALAMAN |
|-------------------------------|--|---------|-------------|---------|
| Detail Junction J-213-01      | Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya |         | -           | 185     |
| NAMA MAHASISWA                |  |         | SKALA       |         |
| Nadia Nafisa<br>0321144000107 |  |         | Tanpa Skala |         |

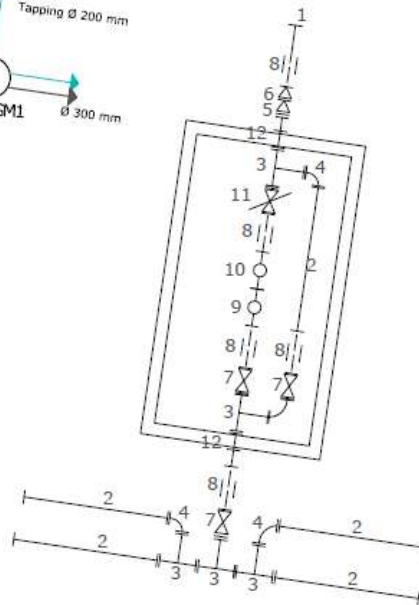
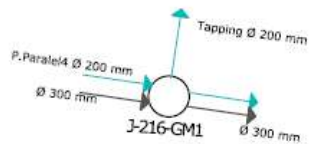


- Keterangan :
1. Pipa 200 mm
  2. Pipa 250 mm
  3. Pipa 300 mm
  4. Tee Socket PVC 250 mm
  5. Bend Socket PVC 90 250 mm
  6. Reducing Socket PVC 250-200
  7. Gate Valve
  8. Giboult Joint
  9. Quadrina Case
  10. Meter Air
  11. Check Valve
  12. Flange



| JUDUL GAMBAR                   | JUDUL TUGAS AKHIR  | LEGENDA | NO. GAMBAR  | HALAMAN |
|--------------------------------|--|---------|-------------|---------|
| Detail Junction J-213-04       | Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya |         | -           | 186     |
| NAMA MAHASISWA                 |  |         | SKALA       |         |
| Nadia Nafisa<br>03211440000107 |  |         | Tanpa Skala |         |



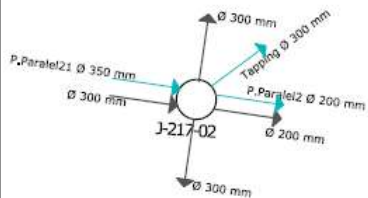


Keterangan :

1. Pipa 200 mm
2. Pipa 300 mm
3. Tee Socket PVC 300 mm
4. Bend Socket PVC 90 300 mm
5. Reducing Socket PVC 300-250
6. Reducing Socket PVC 250-200
7. Gate Valve
8. Giboult Joint
9. Quadrina Case
10. Meter Air
11. Check Valve
12. Flange

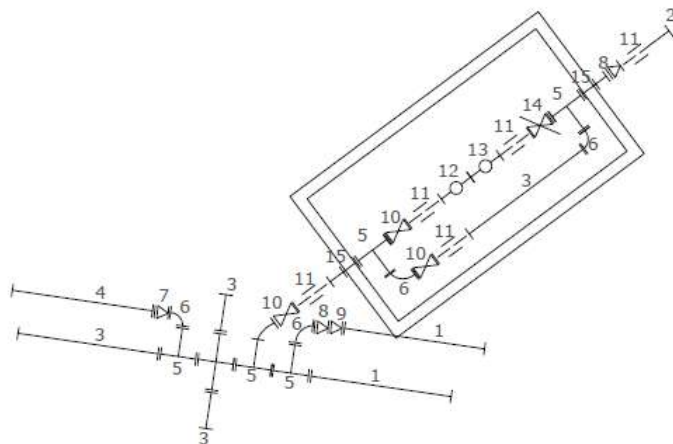


| JUDUL GAMBAR                  | JUDUL TUGAS AKHIR  | LEGENDA | NO. GAMBAR  | HALAMAN |
|-------------------------------|--|---------|-------------|---------|
| Detail Junction J-216-GM1     | Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya |         | -           | 187     |
| NAMA MAHASISWA                |  |         | SKALA       |         |
| Nadia Nafisa<br>0321144000107 |  |         | Tanpa Skala |         |

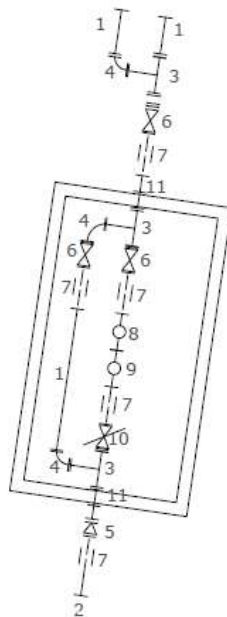
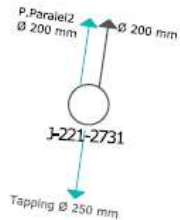


Keterangan :

1. Pipa 200 mm
2. Pipa 250 mm
3. Pipa 300 mm
4. Pipa 350 mm
5. Tee Socket PVC 300 mm
6. Bend Socket PVC 90 300 mm
7. Reducing Socket PVC 350-300
8. Reducing Socket PVC 300-250
9. Reducing Socket PVC 250-200
10. Gate Valve
11. Giboult Joint
12. Quadrina Case
13. Meter Air
14. Check Valve
15. Flange



| JUDUL GAMBAR                  | JUDUL TUGAS AKHIR  | LEGENDA | NO. GAMBAR  | HALAMAN |
|-------------------------------|--|---------|-------------|---------|
| Detail Junction J-217-02      | Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya |         | -           | 188     |
| NAMA MAHASISWA                |  |         | SKALA       |         |
| Nadia Nafisa<br>0321144000107 |  |         | Tanpa Skala |         |

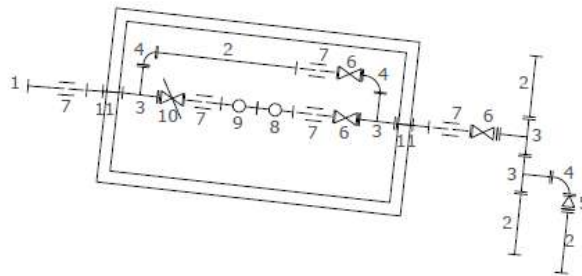
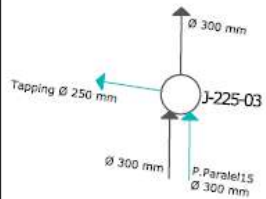


Keterangan :

1. Pipa 200 mm
2. Pipa 250 mm
3. Tee Socket PVC 200mm
4. Bend Socket PVC 90 200 mm
5. Reducing Socket PVC 250-200
6. Gate Valve
7. Giboult Joint
8. Quadrina Case
9. Meter Air
10. Check Valve
11. Flange



| JUDUL GAMBAR                   | JUDUL TUGAS AKHIR  | LEGENDA | NO. GAMBAR  | HALAMAN |
|--------------------------------|--|---------|-------------|---------|
| Detail Junction J-221-2731     | Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya |         | -           | 189     |
| NAMA MAHASISWA                 |  |         | SKALA       |         |
| Nadia Nafisa<br>03211440000107 |  |         | Tanpa Skala |         |

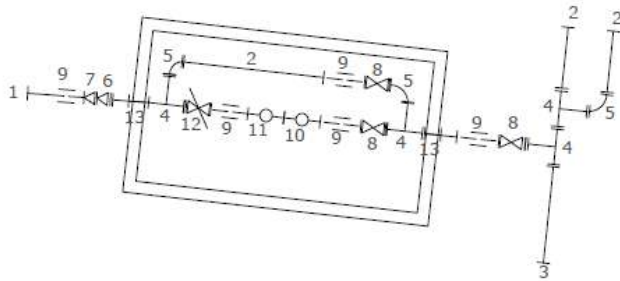
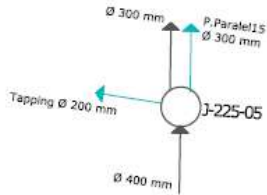


Keterangan :

1. Pipa 250 mm
2. Pipa 300 mm
3. Tee Socket PVC 250 mm
4. Bend Socket PVC 90 250 mm
5. Reducing Socket PVC 300-250
6. Gate Valve
7. Giboult Joint
8. Quadrina Case
9. Meter Air
10. Check Valve
11. Flange



| JUDUL GAMBAR                   | JUDUL TUGAS AKHIR  | LEGENDA | NO. GAMBAR  | HALAMAN |
|--------------------------------|--|---------|-------------|---------|
| Detail Junction J-225-03       | Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya |         | -           | 190     |
| NAMA MAHASISWA                 |  |         | SKALA       |         |
| Nadia Nafisa<br>03211440000107 |  |         | Tanpa Skala |         |

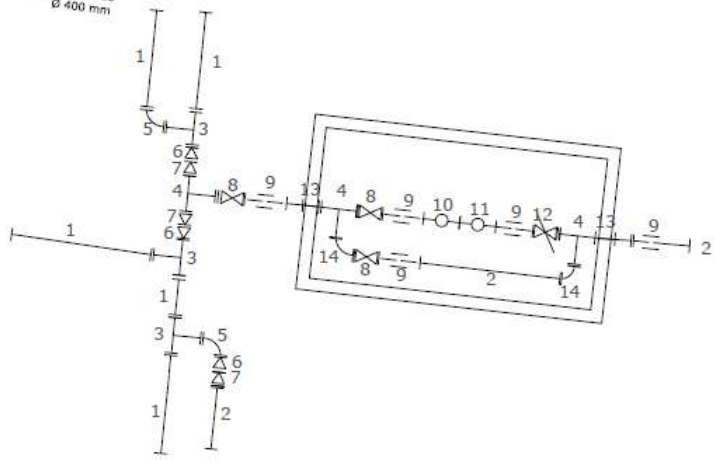
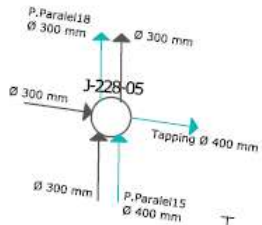


Keterangan :

1. Pipa 200 mm
2. Pipa 300 mm
3. Pipa 400 mm
4. Tee Socket PVC 300 mm
5. Bend Socket PVC 90 300 mm
6. Reducing Socket PVC 300-250
7. Reducing Socket PVC 250-200
8. Gate Valve
9. Giboult Joint
10. Quadrina Case
11. Meter Air
12. Check Valve
13. Flange



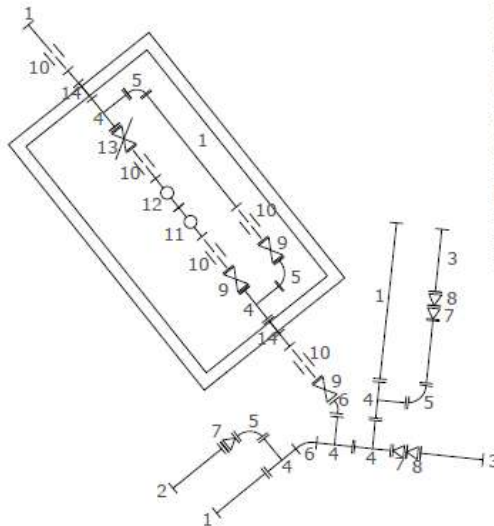
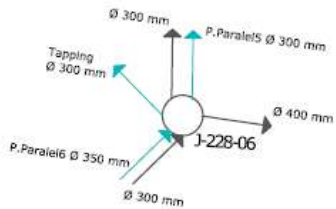
| JUDUL GAMBAR                  | JUDUL TUGAS AKHIR  | LEGENDA | NO. GAMBAR  | HALAMAN |
|-------------------------------|--|---------|-------------|---------|
| Detail Junction J-225-05      | Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya |         | -           | 191     |
| NAMA MAHASISWA                |  |         | SKALA       |         |
| Nadia Nafisa<br>0321144000107 |  |         | Tanpa Skala |         |



- Keterangan :
1. Pipa 300 mm
  2. Pipa 400 mm
  3. Tee Socket PVC 300 mm
  4. Tee Socket PVC 400 mm
  5. Bend Socket PVC 90 300 mm
  6. Reducing Socket PVC 350-300
  7. Reducing Socket PVC 400-300
  8. Gate Valve
  9. Giboult Joint
  10. Quadrina Case
  11. Meter Air
  12. Check Valve
  13. Flange
  14. Bend Socket PVC 90 400 mm



| JUDUL GAMBAR                  | JUDUL TUGAS AKHIR  | LEGENDA | NO. GAMBAR  | HALAMAN |
|-------------------------------|--|---------|-------------|---------|
| Detail Junction J-228-05      | Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya |         | -           | 192     |
| NAMA MAHASISWA                |  |         |             | SKALA   |
| Nadia Nafisa<br>0321144000107 |  |         | Tanpa Skala |         |

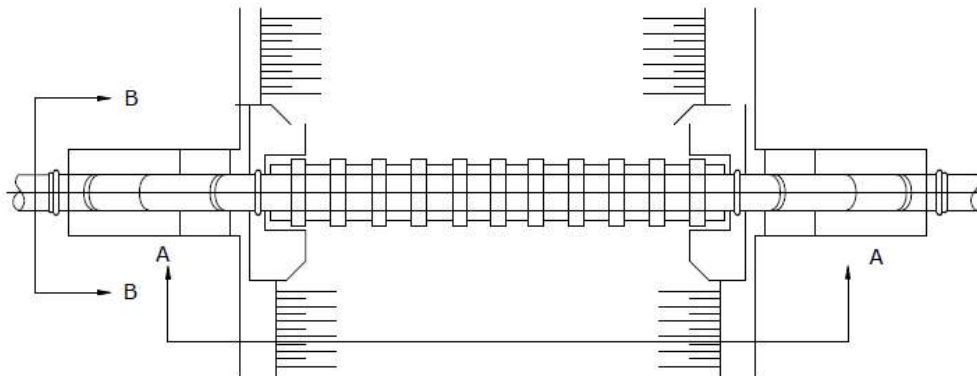


Keterangan :

1. Pipa 300 mm
2. Pipa 350 mm
3. Pipa 400 mm
4. Tee Socket PVC 300 mm
5. Bend Socket PVC 90 300 mm
6. Bend Socket PVC 45 300 mm
7. Reducing Socket PVC 350-300
8. Reducing Socket PVC 400-350
9. Gate Valve
10. Giboult Joint
11. Quadrina Case
12. Meter Air
13. Check Valve
14. Flange



| JUDUL GAMBAR                   | JUDUL TUGAS AKHIR  | LEGENDA | NO. GAMBAR  | HALAMAN |
|--------------------------------|--|---------|-------------|---------|
| Detail Junction J-228-06       | Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya |         | -           | 193     |
| NAMA MAHASISWA                 |  |         | SKALA       |         |
| Nadia Nafisa<br>03211440000107 |  |         | Tanpa Skala |         |

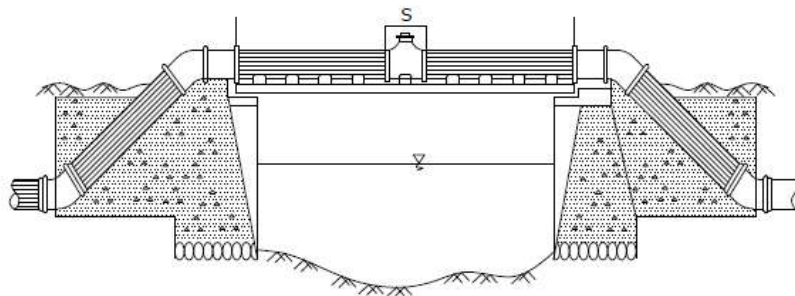


JEMBATAN PIPA

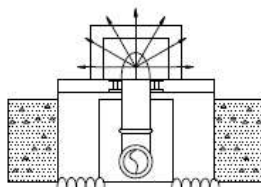


| JUDUL GAMBAR                   | JUDUL TUGAS AKHIR  | LEGENDA | NO. GAMBAR  | HALAMAN |
|--------------------------------|--|---------|-------------|---------|
| Denah Jembatan Pipa            | Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya |         | -           | 194     |
| NAMA MAHASISWA                 |  |         | SKALA       |         |
| Nadia Nafisa<br>03211440000107 |  |         | Tanpa Skala |         |

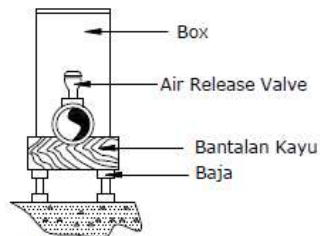




POTONGAN A - A



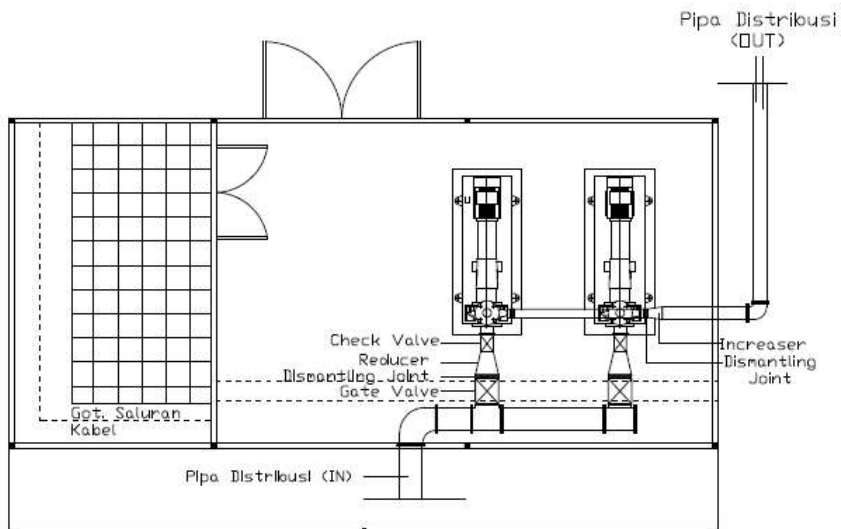
POTONGAN B - B



DETAIL S



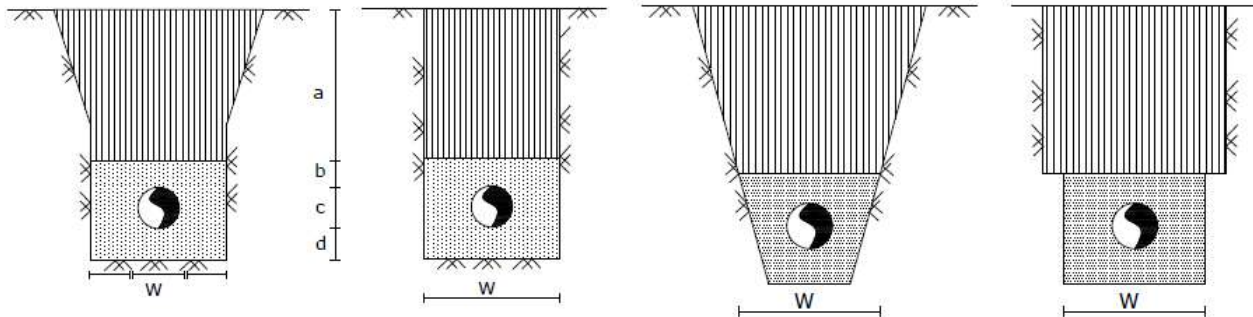
| JUDUL GAMBAR                   | JUDUL TUGAS AKHIR  | LEGENDA | NO. GAMBAR  | HALAMAN |
|--------------------------------|--|---------|-------------|---------|
| Detail Jembatan Pipa           | Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya |         | -           | 195     |
| NAMA MAHASISWA                 |  |         | SKALA       |         |
| Nadia Nafisa<br>03211440000107 |  |         | Tanpa Skala |         |



**BOOSTER STATION**



| JUDUL GAMBAR                   | JUDUL TUGAS AKHIR  | LEGENDA | NO. GAMBAR  | HALAMAN |
|--------------------------------|--|---------|-------------|---------|
| Denah Booster Station          | Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya |         | -           | 196     |
| NAMA MAHASISWA                 |  |         | SKALA       |         |
| Nadia Nafisa<br>03211440000107 |  |         | Tanpa Skala |         |



TANAH STABIL

TANAH TIDAK STABIL



| JUDUL GAMBAR                   | JUDUL TUGAS AKHIR  | LEGENDA | NO. GAMBAR  | HALAMAN |
|--------------------------------|--|---------|-------------|---------|
| Detail Galian Pipa             | Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Terhadap Pertumbuhan Proyek Pembangunan Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya |         | -           | 197     |
| NAMA MAHASISWA                 |  |         | SKALA       |         |
| Nadia Nafisa<br>03211440000107 |  |         | Tanpa Skala |         |



**KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR**

- Nama Mahasiswa** : MACEA NAFISA  
**NRP** : 03211442000107  
**Judul** : Analisis dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum Terpadu Pembangunan Gedung Apartemen Di Zona 2 PDAM Kota Surabaya

| No | Tanggal    | Materi/kegiatan / Pembahasan   | Penf |
|----|------------|--|------|
| 1  | 20/04/2019 | Penyusunan dan pengumpulan data primer ya para pengembangan proyek (apartemen)   | waf  |
| 2  | 22/04/2019 | Cekupan pelayanan dan pengembangan Data existing supply dan demand   | waf  |
| 3  | 16/05/2019 | Cost perhitungan   | waf  |
| 4  | 22/05/2019 | Pembahasan proyek perantara<br>Pembahasan kebutuhan air  | lat  |
| 5  | 10/06/2019 | Pembahasan jaringan existing di WaterCAD<br>Pengumpulan data teknis dari PDAM ( pompa, pipa, reservoir dll)  | lat  |
| 6  | 23/06/2019 | Pembahasan kebutuhan air per subzone<br>Pilot tabung dan air dari data teknis existing   | waf  |
| 7  | 07/07/2019 | Pengertian judul, scope di zona 2 dan apartemen<br>Perbaikan jumlah dan tap subzone<br>Pembahasan perhitungan proyek unit apartemen<br>Jaringan existing diperbaiki<br>Estimasi harga tapwater | waf  |
| 8  | 12/07/2019 | Pembahasan jaringan existing Zone 2 di WaterCAD<br>Rencana dan rencana pengembangan jaringan pipa perantara dan booster pompa  | waf  |
| 9  | 20/07/2019 | Prosedur rencana pengembangan jaringan (diketahui teknis, komputasi dan feasibility tap water)   | waf  |
| 10 | 30/07/2019 | Harga satuan pekerjaan dan RAB   | waf  |

Surabaya, 28 Desember 2019  
Dosen Pembimbing,

Prof. Dr. Wahyuni Haidi, M. Sc. Ph. D.



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN PERENCANAAN ITS  
Kampus ITS Sukoharjo, Surabaya 60131. Telp: 031 548888, Fax: 031 550090

KSA-01-01-01 TUGAS AKHIR  
Penulis: Gagas 20182218

Revisi: 000 - 01/14/01 (AMR)  
No. Revisi: 01

**FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-02**  
**Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing**  
**Sarjana Kejuruan Teknik Arsitek**

**Hari, tanggal:** Selasa, 26 November 2018 **Nilai TOEFL:** 560  
**Waktu:** 11.00 - 12.00 AM  
**Lokasi:** Ruang S4103  
**Judul:** Analisis dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air PDAM Terhadap Perilaku Perilaku Orang-orang Masyarakat di Wilayah Sawah Teras  
**Nama:** Gagas Mulya **Tanda Tangan:**  
**NRP:** 0021449000102  
**Tipe:** Perencanaan

| No. Pkt | Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Sarjana Kejuruan Teknik Arsitek  |
|---------|---|
| 1       | Menghitung → Menggambar } Tujuan penelitian<br>Menghitung → Menjabarkan }<br>2. Cara data 5 th sebelumnya → prediksi<br>6-10 th kedepan - Cek RSPAM |
| 3.      | Penyempitan Tabel dan Gambar!   |
| 4.      | Kesimpulan Sementara?   |

W. D. Gagas 18/11/18

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KSA-02 ke Sekretaris Program Sarjana  
Formulir ini harus diserahkan di awal dan setelah selesai Dosen Pembimbing  
Formulir diserahkan bersama modul data untuk keperluan penulisan laporan penelitian.

Daftarlah hasil evaluasi Dosen Pembimbing dan Dosen Pembimbing, diwajibkan mahasiswa sebagai:  
 Daftar rekomendasi ke Takip Ujian Tugas Akhir  
 Tabel dapat dimanfaatkan ke Takip Ujian Tugas Akhir

Dosen Pembimbing:  
Prof. Dr. Widyadarmas M.Sc., Ph.D.

*W. D. Gagas*



STA-01-PL-02 TUGAS AKHIR  
Periode: Awal 2019-2019

KodeKAS : 8014181 (2000)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA09  
Formulir Ringkasan dan Seran Dosen Perbandingan  
Ujian Tugas Akhir

Masa tanggal : Sabtu, 10 Januari 2019  
Pukul : 10.30 - 11.30  
Lokasi : TL-101  
Jumlah : Asisten dan Dosen Pengajaran Sifat Disiplin dan Terampil, Kemampuan Fisik, Kelengkapan Apresiasi, dan 2000 KMM Kita Jember.  
Nama : Yulia Nurida  
NIP. : 02219400002  
Tugas : Penelitian  
Nilai TOEFL : 600  
Tanda Tangan :

| No. Hal. | Ringkasan dan Seran Dosen Perbandingan Ujian Tugas Akhir |
|----------|--|
| 1.       | Presentase pelayanan 98,1 - 98,2%                        |
| 2.       | K. Ring 4 (3) K. Ring 5 (3)                              |
| 3.       | Kemampuan pernafas sept 15,83%                           |
| 4.       | Tebal yg melewati balawan, & histologi: jendulga         |

25/1/19

Dosen Perbandingan akan menguraikan struktur UTA 09 dan Struktur Program Dosen  
Formulir dan Nama Dosen Pembimbing akan terdapat di bawah Dosen Perbandingan  
Formulir Ringkasan dan Seran Dosen Perbandingan Ujian Tugas Akhir

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Pengajar dan Dosen Perbandingan, ditetapkan mekanisme berikut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. Dapat mengikuti Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengulang Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Perbandingan

Prof. Dr. Mulyono Haid, S.P., Ph.D.



**FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : NADIA NAFISA  
NIM : 0021144000107  
Judul : Analisis dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air  
Murni terhadap Perilaku dan Kondisi Apotekher (L.2014)  
PAM Kota Surabaya

| No | Isian Perbaikan<br>(sesuai Form KTA-03)                                | Tanggapan / Perbaikan<br>(bila perlu, sebutkan halaman) |
|----|--|---|
| 1. | Perbaikan gambar detail junction<br>(Dempul)                           | ✓ (Lampiran D : hal. 181-183)                           |
| 2. | Perbaikan gambar bangunan penampung<br>(sambutan pipa, busbar listrik) | ✓ (Lampiran D : hal. 184-187)                           |
| 3. | Perbaikan nilai RAS penampung pipa                                     | ✓ Hal. 85   |
| 4. | Perbaikan literatur harga pipa &<br>aksesoris pipa                     | ✓ (Lampiran C : hal. 178-179)                           |
| 5. | Perbaikan penutupan laporan  | ✓   |

Dosen Pembimbing:

Prof. Dr. Wahono Hadi, M.Sc Ph.D

Mahasiswa No. 24 Desember 2016

0021144000107

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Nadia Nafisa lahir di Jakarta, 18 Juni 1996. Penulis menjalani pendidikan dasar pada tahun 2003-2009 di SD Islam Dwi Matra Jakarta Selatan. Kemudian dilanjutkan di SMPN 85 Jakarta pada tahun 2009-2011 dan SMAN 34 Jakarta pada tahun 2011-2014. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Sipil Lingkungan dan Kebumihan (FTSLK), ITS Surabaya mulai tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 03211440000107.

Selama perkuliahan, penulis aktif dalam beberapa kegiatan organisasi internal kampus yaitu HMTL dan BEM ITS, maupun organisasi eksternal kampus seperti AIESEC Surabaya yang berfokus pada *social volunteering*. Dalam bidang Teknik Lingkungan, penulis memiliki pengalaman dalam Kerja Praktik pada bagian Penurunan NRW (kehilangan air) di PDAM Kabupaten Gianyar, Bali. Penulis dapat dihubungi via email [nadianafisa18@gmail.com](mailto:nadianafisa18@gmail.com).