



TUGAS AKHIR - RE 184804

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) KALIMATI DI KABUPATEN SIDOARJO

SHAFIRA FIRDAUS

032 1154 0000 107

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, S.T., M.T.

NIP. 19830304 200604 002

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

Fakultas Teknik Sipil Lingkungan Dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

SURABAYA 2019



TUGAS AKHIR - RE 184804

**STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN INSTALASI
PENGOLAHAN AIR (IPA) KALIMATI DI
KABUPATEN SIDOARJO**

SHAFIRA FIRDAUS

032 1154 0000 107

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, S.T., M.T.

NIP. 19830304 200604 002

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

Fakultas Teknik Sipil Lingkungan Dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

SURABAYA 2019



FINAL PROJECT - RE 184804

**FEASIBILITY STUDY OF KALIMATI WATER
TREATMENT PLAN IN SIDOARJO**

SHAFIRA FIRDAUS

032 1154 0000 107

SUPERVISOR

Alfan Purnomo, S.T., M.T.

NIP. 19830304 200604 002

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Faculty of Civil Environment and Geo engineering

Institute of Technology Sepuluh Nopember

SURABAYA 2019

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN INSTALASI
PENGOLAHAN AIR (IPA) KALIMATI DI KABUPATEN
SIDOARJO**

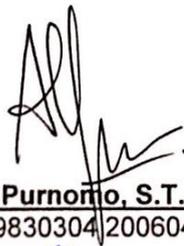
TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1
Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

SHAFIRA FIRDAUS
NRP 03211540000107

Disejuti oleh Pembimbing Tugas Akhir



Alfian Purnomo, S.T., M.T.
NIP : 19830304200604 1 002



STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) KALIMATI DI KABUPATEN SIDOARJO

Nama Mahasiswa : Shafira Firdaus
NRP : 0321154000107
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Alfian Purnomo, S.T., M.T.

ABSTRAK

Pemerintah Kabupaten Sidoarjo berencana meningkatkan pelayanan penyediaan air bersih dari 37% sampai 60% untuk 9 – 10 tahun ke depan. Salah satu bentuk realisasinya adalah pembangunan *Long Storage* di Sungai Kalimati yang akan berperan sebagai sumber utama air baku penyediaan air bersih di 5 kecamatan di Sidoarjo bagian barat (Sidabar). *Long Storage* ini rencananya mampu menampung 1,6 juta m³ air dan dapat meningkatkan produksi air dari 1.300 liter/detik dari lima IPA di Sidoarjo menjadi 2.200 liter/detik. Pembangunan akan selesai pada tahun 2019, dan akan dilanjutkan dengan pembangunan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dan Instalasi Pengolahan Air (IPA) untuk Sungai Kalimati. Studi kelayakan atau *feasibility study* mengenai pembangunan IPA tersebut perlu dilakukan guna melancarkan perencanaan *Detail Engineering Design* (DED) dari pembangunan IPA tersebut. Tugas akhir ini bertujuan untuk mengkaji kelayakan pembangunan IPA Kalimati secara teknis dan finansial, yang akan bermanfaat sebagai acuan untuk merencanakan DED oleh PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo.

Penyusunan studi kelayakan ini membutuhkan data primer dan sekunder. Data-data kemudian dianalisis untuk menentukan kelayakan sumber air baku secara kualitas dan kuantitas dan melakukan proyeksi kebutuhan air sampai tahun 2026 berdasarkan proyeksi penduduk dan fasilitas umum. Hasil perhitungan kebutuhan air akan menjadi acuan utama dalam menentukan tahapan pembangunan IPA. Hasil analisis karakteristik air baku akan menjadi dasar dalam menyusun beberapa alternatif pengolahan. Penentuan alternatif pengolahan

dinilai dengan beberapa kategori penilaian yaitu pemenuhan baku mutu, keterjangkauan bahan baku, kemudahan operasi dan pemeliharaan, kebutuhan lahan, dan biaya investasi dan operasional. Selanjutnya menentukan kelayakan finansial dengan empat parameter yaitu *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Internal Rate of Return* (IRR) dan *Payback Period Analysis* berdasarkan aliran kas.

Dari segi potensi sumber air baku, air baku *long storage* tidak memenuhi syarat kualitas air sungai kelas II, dan secara kuantitas hanya dapat memenuhi kebutuhan air selama 16 hari dari 90 hari musim kemarau. Dari segi neraca air, kebutuhan air lima kecamatan area pelayanan pada tahun 2026 mencapai 1.026 liter/detik, kapasitas IPA yang direncanakan hanya 1.000 liter/detik, sehingga IPA Kalimati hanya mampu melayani 80% dari kebutuhan air Kecamatan Balongbendo. Dan kebutuhan lahan dengan unit pengolahan aerator, pengaduk cepat dan lambat, bak sedimentasi, filter pasir cepat, dan injeksi gas klor membutuhkan lahan seluas 0,9 Ha, sementara lahan yang disediakan hanya 0,7 Ha. Berdasarkan 3 faktor tersebut maka secara teknis IPA Kalimati tidak layak untuk dibangun. Dengan bunga 6%, periode investasi 10 tahun dan *Minimum Attractive Rate of Return* (MARR) sebesar 13% menghasilkan nilai NPV sebesar 5,2 miliar, BCR sebesar 1,2, IRR sebesar 17% dan jangka waktu pengembalian modal adalah pada tahun ke-22. Berdasarkan hasil perhitungan dengan 4 parameter tersebut secara finansial IPA Kalimati layak untuk dibangun.

Kata Kunci : *benefit cost ratio, internal rate of return, kalimati, kebutuhan air, kelayakan finansial, kelayakan teknis, long storage, net present value, PDAM Sidoarjo, payback period analysis, Prambon, Sidabar, studi kelayakan, Sidoarjo, tahapan pembangunan*

FEASIBILITY STUDY OF KALIMATI WATER TREATMENT PLAN IN SIDOARJO

Name of Student : Shafira Firdaus
NRP : 03211540000107
Study Programme : Environmental Engineering
Supervisor : Alfian Purnomo, S.T., M.T.

ABSTRACT

Sidoarjo government is solicitous to increase the percentage of clean water supply services from 37% to 60% for the next 9 – 10 years. One of the on-going project is the construction of Long Storage in Kalimati river which will take a big role as the main source of raw water supply to cover 5 sub-district clean water demands in the West of Sidoarjo. Long Storage is planned to accomodate 1.6 million m³ of water and potentially increasing total water production from 1,300 liters/second of five water treatment plants in Sidoarjo to 2,200 liters/second. The construction will be completed in 2019, thus will be subsequently begin the construction of water distribution system and the water treatment plant for the kalimati river. The feasibility study regarding the construction of the plant need to be carried out in order to launch the detail engineering design (DED) planning of the construction of the water treatment plant. The purpose of this final project is to review the technical and financial feasibility of the Kalimati Water Treatment Plan construction, furthermore it could be the reference to conduct DED by Sidoarjo's Local Water Company.

The preparation of this feasibility study required primary and secondary data. First step to determine the feasibility of Kalimati WTP construction is reviewing the feasibility of raw water sources both the quantity and quality. Then calculating the projection of water needs until 2026 based on population and public facilities projection. The results will be the main reference to determine the phase of WTP construction development. The result of raw water analysis will be the basis for compiling several processing alternatives. Determination of alternative processing is assessed by several categories, which are fulfillment of water

quality standards, affordability of machines and raw materials, simplicity of operation and maintenance, land area requirements, and costs of investment and operations. Financial feasibility study will requires cashflow and will be determined based on the results of four parameters, namely Net Present Value (NPV), Benefit Cost Ratio (BCR), Internal Rate of Return (IRR) and Payback Period Analysis.

For the feasibility of raw water sources, long storage raw water didn't qualify as class II river, and quantitatively could only fulfill water demands for 16 days from 90 days of dry season. For the water balance, the needs of five sub-district of service area in 2026 reached 1,026 liters/second, the installed capacity of WTP is only 1,000 liters/second, so the Kalimati WTP will only adequate to serve 80% of the water demands of Balongbendo Sub-district. With aerator, flash and slow mixer, sedimentation tanks, rapid sand filters and chlorine gas injection as the processing units, will requires area of 0.9 Ha, while the land provided is only 0.7 Ha. Based on these factors, Kalimati WTP is technically not feasible to build. With an interest of 6%, 10-year of investment, period and 13% of Minimum Attractive Rate of Return (MARR), the result of NPV calculation is 5.2 billion, BCR of 1.2, IRR of 17% and payback period capital is on the 22nd year. Based on these results, Kalimati WTP is financially feasible to build.

Keyword : benefit cost ratio, construction phase plan, internal rate of return, feasibility study, financial feasibility, kalimati, long storage, net present value, payback period analysis, Prambon, Sidoarjo's Local Water Company, technical feasibility, Western Sidoarjo

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Yang Maha Kuasa. Atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir berjudul “**Studi Kelayakan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati di Kabupaten Sidoarjo**”.

Penulis berharap bahwa laporan tugas akhir ini dapat memberikan informasi serta pengetahuan untuk masyarakat pada umumnya dan mahasiswa Teknik Lingkungan ITS pada khususnya. Laporan tugas akhir ini pada akhirnya dapat terselesaikan dengan baik meskipun terdapat hambatan, tantangan serta keterbatasan pengalaman dan ilmu dari penulis. Hanya berkat bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak laporan ini dapat selesai dengan baik.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Alfian Purnomo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar mengarahkan dan membimbing selama satu tahun dengan berbagai hambatan dan perubahan yang terjadi.
2. Bapak Adhi Yuniarto, S.T., M.T., Ph.D, Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng, Ibu Alia Damayanti S.T., M.T., Ph.D, Ir. Irwan Bagyo Santoso, M.T., dan Bapak Welly Herumurti, S.T., M.Sc selaku dosen pengarah yang telah memberikan ilmu dan masukan yang membangun bagi penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Adhi Yuniarto, S.T., M.T., Ph.D sebagai Ketua Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS Surabaya.
4. Bapak Welly Herumurti, S.T., M.Sc selaku Koordinator Tugas Akhir periode ganjil dan genap 2018/2019.
5. Bapak Welly Herumurti, S.T., M.Sc selaku dosen wali yang telah membimbing dan mengarahkan selama menjadi mahasiswa Teknik Lingkungan ITS.
6. Bapak Rahadian Sumarsono, S.T. dan tim PDAM Delta Tirta Sidoarjo yang telah memberikan data dan saran yang baik demi penyelesaian tugas akhir ini.
7. Bapak dan Ibu dosen pengajar serta staff dan karyawan Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS.

8. Keluarga penulis yang tidak pernah berhenti mencurahkan kasih sayang dan dukungan, baik secara moril dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
9. Gregorius Nanda Fyantika Nugroho, selaku partner tugas akhir penulis yang selalu memberikan saran, serta meluangkan waktu dan energi demi menuntaskan perencanaan di Kabupaten Sidoarjo untuk penyelesaian tugas akhir ini.
10. Sahabat baik penulis, Aprilia Widia, Theresia Reta, dan Crisda Yana yang telah bersama-sama saling mendukung selama 4 tahun berkuliah di Teknik Lingkungan ITS.
11. Teman-teman seperjuangan penulis, Bagas Ari, Ema Machfudhah, Ruth Felicia, Aida Sefanya, Abdullah Shabri, Arum Sofiana, Khalda Ardelia, Marisa Dian dan Arika Novi yang selalu menyempatkan waktu untuk mendampingi dan berdiskusi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Kementerian Hubungan Luar BEM ITS 2018/2019, yang tidak pernah berhenti memberi dukungan dan hiburan dikala lelah dalam mengerjakan tugas akhir.
13. Teman-teman *Collegeterol*, Violisa Linanda, Ngakan Putu Prajna, Elisa Rigitsifa, Adela Almira, Ahnaf Rais, Attariq Ario, Kamal, dan Raisha Amara yang selalu memberikan canda tawa dan berjuang bersama dalam menyelesaikan studi di ITS.
14. Masaji Suryo Jatmiko, yang telah mencurahkan waktu, energi, dan biaya demi mendukung dan mendampingi saya menyelesaikan laporan tugas akhir ini dan selalu memberikan motivasi dan canda tawa di saat lelah dan sedih.
15. Pihak-pihak lain yang belum disebutkan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam laporan ini, untuk itu diharapkan adanya saran yang membangun dan rekomendasi untuk memperbaiki laporan tugas akhir ini agar lebih baik di kemudian hari.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Ruang Lingkup	3
1.5. Manfaat	4
BAB II GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN	5
2.1. Kabupaten Sidoarjo	5
2.1.1. Lokasi dan Batas Administratif	5
2.1.2. Kondisi Iklim	6
2.1.3. Kondisi Demografi	7
2.1.4. Fasilitas Umum	10
2.2. Wilayah Pelayanan	11
2.2.1. Kecamatan Tarik	11
2.2.2. Kecamatan Prambon	13
2.2.3. Kecamatan Krembung	15
2.2.4. Kecamatan Tulangan	17
2.2.5. Kecamatan Balongbendo	18
2.3. Kondisi Eksisting Pra Perencanaan	20

2.3.1.	Pelayanan Eksisting	23
2.3.2.	Pembangunan <i>Long Storage</i>	24
BAB III TINJAUAN PUSTAKA		33
3.1.	Parameter Kualitas Air Sungai.....	33
3.2.	Parameter Kualitas Air Minum	35
3.1.1.	Parameter Fisik.....	37
3.1.2.	Parameter Kimiawi.....	39
3.1.3.	Parameter Mikrobiologis	40
3.2.	Pemilihan Alternatif Pengolahan	41
3.3.	Proyeksi Kebutuhan Air	41
3.3.1.	Proyeksi Kebutuhan Air Domestik	42
3.3.2.	Proyeksi Kebutuhan Air Non Domestik	43
3.3.3.	Kriteria Perencanaan Kebutuhan Air	44
3.3.4.	Fluktuasi Kebutuhan Air.....	45
3.4.	Pentahapan dan Periode Perencanaan	47
3.5.	Aspek Teknis Bangunan Pengolahan Air Minum	48
3.5.1.	Pemilihan Lokasi Bangunan Pengolahan	48
3.5.2.	Tata Letak Bangunan Pengolahan	49
3.6.	Penyusunan Studi Kelayakan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.....	49
3.6.1.	Cakupan Studi Kelayakan Teknis.....	50
3.6.2.	Kriteria dan Ketentuan Teknis	50
3.6.3.	Tahapan Studi Kelayakan.....	51
3.7.	Bangunan Pengolah Air Minum	55
3.7.1.	Unit Pengolahan Air Minum	55
3.7.2.	Unit Pengolahan dengan Teknologi Lanjutan.....	64
3.8.	Harga Satuan Investasi SPAM	66
3.9.	Metode Analisis Kelayakan Finansial	70

BAB IV METODE PERENCANAAN	73
4.1. Umum	73
4.2. Ide Perencanaan	73
4.3. Studi Literatur	76
4.4. Persiapan Perencanaan	76
4.5. Pengumpulan dan Analisis Data	77
4.5.1. Data Primer.....	77
4.5.2. Data Sekunder.....	79
4.6. Perencanaan dan Pembahasan.....	79
4.6.1. Analisis Laboratorium	79
4.6.2. Perencanaan Teknis dan Finansial	80
4.7. Kesimpulan dan Saran	86
BAB V PEMBAHASAN.....	87
5.1. Kelayakan Teknis	87
5.1.1. Potensi Sumber Air Baku	87
5.1.2. Kebutuhan Air dan Rencana Tahapan Pembangunan	92
5.1.3. Perencanaan Alternatif Pengolahan.....	122
5.1. Kelayakan Finansial	151
5.2.1. Aliran Kas (<i>Cashflow</i>)	151
5.2.2. Penentuan Kelayakan Finansial	158
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	165
6.1. Kesimpulan.....	165
6.2. Saran	165
DAFTAR PUSTAKA	167
LAMPIRAN A REKAPITULASI KONSUMSI AIR DAN KAPASITAS TERPASANG SELURUH IPA DI KABUPATEN SIDOARJO	171

LAMPIRAN B HASIL UJI LABORATORIUM	175
LAMPIRAN C HASIL PERHITUNGAN PROYEKSI DOMESTIK DAN NON DOMESTIK	179
LAMPIRAN D REKAPITULASI HASIL <i>REAL DEMAND SURVEY</i> (RDS) KEBUTUHAN AIR DOMESTIK DI KECAMATAN PRAMBON.....	197
LAMPIRAN E PEMETAAN PERKEMBANGAN PELAYANAN IPA	203
LAMPIRAN G GAMBAR	205
BIOGRAFI PENULIS	207

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sidoarjo.....	6
Gambar 2. 2 Rata-rata Curah Hujan di Kabupaten Sidoarjo (mm) .	7
Gambar 2. 3 Rencana Lokasi IPA Kalimati	20
Gambar 2. 4 Kondisi Eksisting Lahan Rencana IPA Kalimati	23
Gambar 2. 5 Rencana Serapan IPA Kalimati.....	21
Gambar 2. 6 Lokasi IPA Kalimati	23
Gambar 2. 7 Kondisi Eksisting Pelayanan PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo	27
Gambar 2. 8 Lokasi Pembangunan <i>Long Storage</i>	29
Gambar 2. 9 Pintu Air menuju Saluran Pembawa (Hulu dari Saluran Pembawa)	30
Gambar 2. 10 Hulu dari <i>Long Storage</i>	30
Gambar 2. 11 Konstruksi Pembangunan <i>Long Storage</i> di Desa Prambon	31
Gambar 2. 12 Hilir dari <i>Long Storage</i>	31
Gambar 2. 13 Metode Pengolahan Air.....	41
Gambar 3. 1 Ilustrasi Proses yang Terjadi di Prasedimentasi	57
Gambar 3. 2 Ilustrasi Kriteria Membran	66
Gambar 3. 3 Skema Komponen Biaya Investasi SPAM	67
Gambar 3. 4 Skema Program Pengembangan SPAM.....	68
Gambar 4. 1 Kerangka Perencanaan.....	75
Gambar 4. 2 Lokasi Titik <i>Sampling</i>	78
Gambar 5. 1 Neraca Air <i>Long Storage</i>	88
Gambar 5. 2 Kondisi Eksisting Pelayanan dan Jaringan Perpipaan	117
Gambar 5. 3 Rencana Pengembangan Pelayanan dan Jaringan Perpipaan	119
Gambar 5. 4 Kurva Performa Bak Pengendap dengan Variasi Efisiensi	127
Gambar 5. 5 Diagram Alir Alternatif Pengolahan 1	128
Gambar 5. 6 Diagram Alir Alternatif Pengolahan 2	130
Gambar 5. 7 Ilustrasi Bangunan <i>Intake</i>	134
Gambar 5. 8 Ilustrasi Aerator	136
Gambar 5. 9 Ilustrasi Pengaduk Cepat	137
Gambar 5. 10 Ilustrasi Pengaduk Lambat.....	138
Gambar 5. 11 Ilustrasi Sedimentasi	139

Gambar 5. 12 Ilustrasi Filter Pasir Cepat	140
Gambar 5. 13 Ilustrasi Desain Clearator	143
Gambar 5. 14 Ilustrasi <i>Cartridge</i> Membran Mikrofiltrasi.....	144
Gambar 5. 15 Standar Harga Satuan Investasi SPAM untuk <i>Green Field</i> 500 Ha	152
Gambar 5. 16 Grafik Harga Satuan Investasi per SR <i>Green Field</i> 500 Ha	153

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Letak Ketinggian dari Permukaan Laut	5
Tabel 2.2 Jumlah Desa/Kelurahan dan Penduduk Kabupaten Sidoarjo Tahun 2017	7
Tabel 2. 3 Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk Kabupaten Sidoarjo Tahun 2017	9
Tabel 2. 4 Fasilitas Umum di Kabupaten Sidoarjo Tahun 2017 ..	10
Tabel 2. 5 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk per desa di Kecamatan Tarik Tahun 2017	12
Tabel 2. 6 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk di Kecamatan Prambon Tahun 2017	13
Tabel 2. 7 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk di Kecamatan Krembung Tahun 2017	15
Tabel 2. 8 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk di Kecamatan Tulangan Tahun 2017	17
Tabel 2. 9 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk di Kecamatan Balongbendo Tahun 2017	19
Tabel 3. 1 Baku Mutu Air Kelas I	33
Tabel 3. 2 Baku Mutu Kualitas Air Minum	35
Tabel 3. 3 Kandungan TDS dalam Air dan Tingkat Bahayanya..	38
Tabel 3. 4 Kebutuhan Air berdasarkan Jenis Kota	44
Tabel 3. 5 Kebutuhan Air Non-Domestik	45
Tabel 3. 6 Evaluasi Lokasi Sumber Air	51
Tabel 3. 7 Evaluasi Kualitas Air	52
Tabel 3. 8 Jenis-jenis Aerator dan Karakteristiknya	58
Tabel 5. 1 Dimensi <i>Long Storage</i>	87
Tabel 5. 2 Hasil Uji Karakteristik Air Baku (Kalimati)	90
Tabel 5. 3 Asumsi Kebutuhan Air Fasilitas Umum	94
Tabel 5. 4 Asumsi Kebutuhan Air Industri	95
Tabel 5. 5 Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Prambon Tahun 2023 – 2026	97
Tabel 5. 6 Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Tarik Tahun 2023 – 2026	100
Tabel 5. 7 Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Krembung Tahun 2023 – 2026	103
Tabel 5. 8 Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Tulangan Tahun 2020 – 2026	106

Tabel 5. 9 Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Balongbendo Tahun 2023 – 2026.....	109
Tabel 5. 10 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Domestik di Daerah Resapan IPA sampai Tahun 2026.....	112
Tabel 5. 11 Rencana Pengembangan Pelayanan Air Bersih di Sidoarjo Bagian Barat.....	113
Tabel 5. 12 Rencana Tahapan Pelayanan IPA Kalimati sampai Tahun 2026.....	121
Tabel 5. 13 Perbandingan Hasil Analisis dengan Syarat Air Minum	122
Tabel 5. 14 Karakteristik Air Baku yang Melampau Syarat Air Minum	124
Tabel 5. 15 Kriteria Desain Prasedimentasi	124
Tabel 5. 16 Efisiensi Penyisihan Alternatif Pengolahan 1	129
Tabel 5. 17 Efisiensi Penyisihan Alternatif Pengolahan 2	131
Tabel 5. 18 Hasil Analisis Poli Alumunium Klorida yang Digunakan	132
Tabel 5. 19 Hasil Pengamatan Perubahan Kekeruhan dan pH Variasi Dosis Koagulan Percobaan 1	132
Tabel 5. 20 Hasil Pengamatan Perubahan Kekeruhan dan pH Variasi Dosis Koagulan Percobaan 1	133
Tabel 5. 21 Penilaian Alternatif Pengolahan	150
Tabel 5. 22 Nilai Akhir Alternatif Pengolahan	151
Tabel 5. 23 Investasi Total per Tahap	154
Tabel 5. 24 Rincian Biaya Operasional	154
Tabel 5. 25 Biaya Operasional per Tahun	156
Tabel 5. 26 Pendapatan Penjualan Air.....	157
Tabel 5. 27 Aliran Kas Pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati.....	157
Tabel 5. 28 Nilai Sekarang Pemasukan dan Pengeluaran dengan Suku Bunga 6%.....	159
Tabel 5. 29 Nilai Sekarang Pemasukan dan Pengeluaran dengan Suku Bunga 5,25%	159
Tabel 5. 30 Nilai Sekarang Pemasukan dan Pengeluaran dengan Suku Bunga 6,75%	160
Tabel 5. 31 Hasil Akhir Perhitungan Kelayakan dengan Parameter NPV dan BCR.....	161
Tabel 5. 32 Hasil Arus Kas Bersih dan Kumulatif Arus Kas	162

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk merupakan isu demografi yang kini menjadi fokus utama berbagai pemerintahan daerah di seluruh Indonesia, salah satunya Pemerintah Kabupaten Sidoarjo. Sejak tahun 2013, penduduk Kabupaten Sidoarjo meningkat dari 2.090.619 jiwa mencapai 2.207.600 jiwa pada tahun 2017 (BPS Kabupaten Sidoarjo, 2018). Ketersediaan dan keterjangkauan infrastruktur penyediaan air bersih merupakan salah satu dari sekian permasalahan yang akan semakin pelik linier dengan penambahan penduduk. Dilansir oleh Radar Surabaya (2017), lima Instalasi Pengolahan Air (IPA) yaitu Tawang Sari, Kedunguling, Krian, Siwalanpanji dan Porong dengan total produksi 1.300 liter/detik masih belum mampu mencukupi kebutuhan air warga. Pemerintah Kabupaten Sidoarjo tengah menggalang berbagai proyek untuk meningkatkan pelayanan air bersih yang hanya 37%. Selain sulitnya menjangkau daerah pedalaman, ketersediaan sumber air juga merupakan salah satu sebab kurangnya pelayanan air bersih di Kabupaten Sidoarjo.

Menurut Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM) Kabupaten Sidoarjo (2014), Sungai Kalimati merupakan salah satu potensi air permukaan yang dapat dimanfaatkan. Secara administratif lokasi kali mati berada di perbatasan antara Kabupaten Sidoarjo dan Mojokerto. Sungai Kalimati merupakan bekas kali porong lama yang diluruskan. Hulu sungai terdapat di Desa Kwatu (Kecamatan Mojoanyar, Kabupaten Sidoarjo) memanjang sampai Desa Prambon (Kecamatan Prambon, Kabupaten Mojokerto).

Kelangkaan sumber air di Kabupaten Sidoarjo dan Mojokerto, memprakarsai Balai Besar Wilayah Sungai Brantas (BBWSB) untuk membangun *Long Storage* (LS) Sungai Kalimati. *Long Storage* ini nantinya akan menampung sebagian aliran Sungai Brantas untuk dimanfaatkan menjadi bahan baku air PDAM Sidoarjo dan Kabupaten Mojokerto. *Long Storage* memiliki panjang sekitar 5 km, mampu menampung 1,6 juta m³ air dari Sungai Brantas, menggunakan *box culvert* dengan sistem buka-tutup sehingga dapat menghentikan aliran air ke LS jika sudah penuh.

Pembangunan telah berlangsung selama hampir dua tahun, sejak tahun 2017 dan direncanakan selesai pada tahun 2019, yang nantinya akan menjadi sumber air baku baru untuk meningkatkan pelayanan penyediaan air bersih di Kabupaten Sidoarjo (Radar Surabaya, 2017).

Target pemenuhan pelayanan 100% air minum dari pelayanan baru di wilayah barat dialokasikan pada tahun 2023 dimulai dari Kecamatan Prambon (Perencanaan PDAM Kabupaten Sidoarjo, 2018). Kecamatan Prambon merupakan kecamatan yang terletak di daerah Barat Kabupaten Sidoarjo dengan luas 34,23 km² dan jumlah penduduk mencapai 83.125 jiwa. Terdiri dari 20 desa, pemenuhan air minum di wilayah Kecamatan Prambon masih berupa sumur dangkal mandiri oleh masyarakat dan pelayanan HIPPAM yang tersebar di hampir semua desa. Kecamatan Prambon menjadi target peningkatan pelayanan terdekat dikarenakan Kecamatan Prambon masuk kedalam Orde K2 dimana Orde K1 yaitu Kecamatan Waru dan Kecamatan Sidoarjo sudah terlayani oleh PDAM. Orde kota berkaitan dengan penentuan pusat-pusat pengembangan. Status Orde K2 adalah perkotaan kecil namun menjadi prioritas karena akan berkembang menjadi kota besar dengan perkembangan kegiatan industri, jasa dan perdagangan. (RISPAM Kabupaten Sidoarjo, 2014). Kedepannya, PDAM Kabupaten Sidoarjo berencana membangun Instalasi Pengolahan Air yang mampu menghasilkan air minum sebesar 1.000 liter/detik dari IPAM baru yang rencana akan dibangun di tahun 2020, dan mulai beroperasi di 2023.

Sebelum perencanaan *Detail Engineering Design* (DED) perlu dilakukan *Feasibility Study* terhadap IPA Kalimati, termasuk tahapan pembangunan IPA, sehingga pembangunan IPA dapat berlangsung secara efektif dan layak untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat Kabupaten Sidoarjo.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji pada perencanaan ini dibatasi pada:

1. Bagaimana kelayakan pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati secara teknis?

2. Bagaimana kelayakan pembangunan instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati secara finansial?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir Studi Kelayakan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati di Kabupaten Sidoarjo ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji kelayakan teknis pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati.
2. Mengkaji kelayakan finansial pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam Tugas Akhir ini meliputi:

1. Wilayah perencanaan adalah Kecamatan Prambon, Tarik, Krembung, Tulangan, dan Balongbendo Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur.
2. Aspek yang ditinjau dalam perencanaan ini meliputi aspek teknis dan finansial.
3. Standar yang digunakan dalam analisis kualitas air minum mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang Standar Kualitas Air Minum.
4. Studi kelayakan mengacu pada Pedoman Penyusunan Studi Kelayakan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (2007) dan Rencana Program Investasi Jangka Menengah Bidang PU/ Cipta Karya (2007).
5. Pengkajian kelayakan teknis yang dilakukan antara lain:
 - 1) Kajian potensi sumber air baku.
 - 2) Kebutuhan air dan rencana pentahapan pembangunan instalasi pengolahan air.
 - 3) Kajian kualitas air baku.
 - 4) Penentuan alternatif pengolahan dan kajiannya terhadap pemenuhan baku mutu.
 - 5) Perencanaan *preliminary design* untuk rangkaian alternatif pengolahan IPA.
 - 6) Perencanaan kebutuhan sistem dan operasional.
 - 7) Analisis pembobotan dari alternatif pengolahan.

6. Pengkajian kelayakan finansial yang dilakukan antara lain:
 - 1) Analisis kelayakan proyek dengan parameter *Payback Period*
 - 2) Analisis kelayakan proyek dengan parameter *Internal Rate of Return (IRR)*
 - 3) Analisis kelayakan proyek dengan parameter *Net Present Value (NPV)*
 - 4) Analisis kelayakan proyek dengan parameter *Benefit Cost Ratio (BCR)*
7. Air baku berasal dari Dam Kepajaran, Desa Mliriprowo, Kecamatan Tarik, Kabupaten Sidoarjo.
8. Debit perencanaan didasarkan pada rencana kapasitas terpasang dan proyeksi kebutuhan air menurut perkembangan jumlah penduduk dan fasilitas sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sidoarjo hingga tahun 2026.

1.5. Manfaat

Manfaat penyusunan tugas akhir Studi Kelayakan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kabupaten Sidoarjo adalah rekomendasi dokumen *feasibility study* yang dapat dimanfaatkan menjadi referensi penyusunan dokumen *Detail Engineering Design (DED)* oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Delta Tirta Sidoarjo.

BAB II

GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

2.1. Kabupaten Sidoarjo

2.1.1. Lokasi dan Batas Administratif

Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu Kabupaten dari 38 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur. Lokasinya berada di sekitar 15 – 20 km sebelah selatan dari pusat Kota Surabaya. Wilayah Kabupaten Sidoarjo berada di antara dua sungai, sehingga terkenal dengan sebutan Kota “Delta” dengan luas wilayah mencapai 714.243 km². Secara geografis, Kabupaten Sidoarjo terletak antara 112,5° – 112,9° BT dan 7,3° – 7,5° LS. Berikut merupakan batasan administratif Kabupaten Sidoarjo:

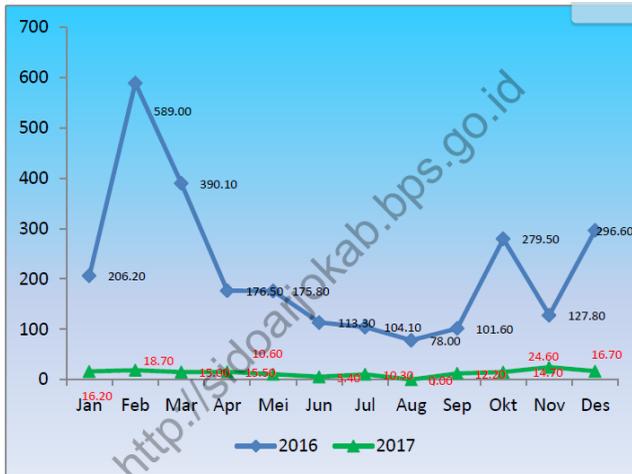
- Sebelah Utara : Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik
- Sebelah Timur : Selat Madura
- Sebelah Selatan: Kabupaten Pasuruan
- Sebelah Barat : Kabupaten Mojokerto

Peta wilayah Kabupaten Sidoarjo diperlihatkan pada Gambar 2.1, dan Letak Ketinggian dari permukaan laut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Letak Ketinggian dari Permukaan Laut

Dari Permukaan Laut	Keterangan
0 – 3 meter	Merupakan daerah pantai dan pertambakan, berada di sebelah Timur, meliputi 29,99%
3 – 10 meter	Meliputi daerah bagian Tengah yang berair tawar, mencapai 48.81%
10 – 25 meter	Terletak di daerah bagian Barat, meliputi 29,20%

Sumber: BPS Kabupaten Sidoarjo, 2017



Gambar 2. 2 Rata-rata Curah Hujan di Kabupaten Sidoarjo (mm)
(Sumber: BPS Kabupaten Sidoarjo, 2018)

2.1.3. Kondisi Demografi

Kabupaten Sidoarjo yang luas wilayahnya hampir mencapai 7.200 Ha memiliki jumlah penduduk hingga 2.207.600 jiwa pada Tahun 2017. Terbagi menjadi 18 kecamatan, yaitu Sidoarjo, Buduran, Candi, Porong, Krembung, Tulangan, Tanggulangin, Jabon, Krian, Balongbendo, Wonoayu, Tarik, Prambon, Taman, Waru, Gedangan, Sedati dan Sukodono. Pada Tabel 2.2 dapat dilihat pembagian kelurahan dan jumlah penduduk di setiap kecamatan.

Tabel 2.2 Jumlah Desa/Kelurahan dan Penduduk Kabupaten Sidoarjo Tahun 2017

Kecamatan	Desa/ Kelurahan	Jumlah Penduduk
		(jiwa)
Sidoarjo	10 Desa, 14 Kelurahan	223.231

Buduran	15 Desa	103.992
Candi	24 Desa	162.057
Porong	13 Desa, 6 Kelurahan	85.715
Krembung	19 Desa	73.747
Tulangan	22 Desa	103.144
Tanggulangin	19 Desa	105.423
Jabon	15 Desa	60.212
Krian	19 Desa, 3 Kelurahan	134.818
Balombangendo	20 Desa	78.421
Wonoayu	23 Desa	87.469
Tarik	20 Desa	70.580
Prambon	20 Desa	83.125
Taman	16 Desa, 8 Kelurahan	230.668
Waru	17 Desa	237.622
Gedangan	15 Desa	132.141
Sedati	16 Desa	108.013
Sukodono	19 Desa	127.222
Jumlah	353	2.207.600

Sumber: BPS Kabupaten Sidoarjo, 2018

Tingkat kepadatan penduduk di Kabupaten Sidoarjo mencapai 3.091 jiwa/ km² pada tahun 2017, terus berubah secara fluktuatif sejak tahun 2012 yaitu sebesar 3.219 jiwa/km², tahun 2013 sebesar 2.277 jiwa/km², tahun 2014 sebesar 3.334 jiwa/km²

dan tahun 2016 turun lagi menjadi 3.113 jiwa/km². Hal ini dapat disebabkan berbagai hal, salah satunya adalah migrasi.

Luas wilayah dan kepadatan penduduk per daerah ditampilkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk Kabupaten Sidoarjo Tahun 2017

Kecamatan	Luas Wilayah (km ²)	Kepadatan Penduduk (jiwa per)		
		km ²	Desa	Rumahtangga
Sidoarjo	62,56	3.568,27	9.301	3.3
Buduran	41,03	2.534,54	6.933	3.3
Candi	40,67	3.984,68	6.752	3.4
Porong	29,82	2.874,41	4.511	3.3
Krebung	29,55	2.495,67	3.881	3.2
Tulangan	31,21	3.304,84	4.688	3.2
Tanggulangin	32,29	3.264,88	5.549	3.4
Jabon	81,00	743,36	4.014	3.2
Krian	32,50	4.148,25	6.128	3.3
Balombangendo	31,40	2.497,48	3.921	3.2
Wonoayu	33,92	2.578,69	3.803	3.3
Tarik	36,06	1.957,29	3.529	3.2
Prambon	34,23	2.428,43	4.156	3/2
Taman	31,54	7.313,51	9.611	3.3

Waru	30,32	7.837,14	13.978	3.2
Gedangan	24,06	5.492,14	8.809	3.3
Sedati	79,43	1.359,85	6.751	3.3
Sukodono	32,68	3.892,96	6.696	3.4
Jumlah/Rata-rata	714,27	3.090,71	6.254	3.3

Sumber: BPS Kabupaten Sidoarjo, 2018

2.1.4. Fasilitas Umum

Fasilitas umum dan sosial yang diperuntukkan untuk masyarakat terdiri dari fasilitas pendidikan, kesehatan, peribadatan dan industri, dan lain-lain. Fasilitas umum tersebut dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Data fasilitas umum pada tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Fasilitas Umum di Kabupaten Sidoarjo Tahun 2017

Kecamatan	Sekolah	Kesehatan	Tempat Peribadatan	Industri	Hotel dan Penginapan
Sidoarjo	93	170	414	52	411
Buduran	33	83	281	60	16
Candi	37	158	400	68	0
Porong	42	56	214	31	0
Krebung	35	63	305	24	0
Tulangan	44	94	454	31	0
Tanggulangin	37	78	318	46	0
Jabon	29	50	213	36	0
Krian	61	120	356	45	0

Kecamatan	Sekolah	Kesehatan	Tempat Peribadatan	Industri	Hotel dan Penginapan
Balongbendo	33	66	271	55	0
Wonoayu	37	81	311	38	0
Tarik	39	73	367	7	0
Prambon	33	75	325	12	0
Taman	72	159	425	121	0
Waru	65	157	311	206	783
Gedangan	38	104	279	97	532
Sedati	30	84	207	23	1263
Sukodono	37	120	453	24	0

Keterangan

Sekolah meliputi SD – SMA (Negeri dan Swasta)

Kesehatan meliputi Posyandu

Industri meliputi Industri Sedang dan Industri Besar

Sumber: BPS Kabupaten Sidoarjo, 2018

2.2. Wilayah Pelayanan

Proyek Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati, Kecamatan Prambon direncanakan akan melayani 5 kecamatan, yaitu Kecamatan Tarik, Kecamatan Prambon, Kecamatan Krembung, Tulangan dan Balongbendo.

2.2.1. Kecamatan Tarik

Kecamatan Tarik merupakan salah satu Kecamatan ter-barat di Kabupaten Sidoarjo. Dengan luas wilayah total 3.606 Ha, Kecamatan Tarik terdiri dari 20 desa. Berikut adalah batas administrasi Kecamatan Tarik.

- Sebelah Utara : Kecamatan Balongbendo
- Sebelah Timur : Kecamatan Prambon
- Sebelah Selatan : Kecamatan Prambon
- Sebelah Barat : Kabupaten Mojokerto

Pada Tabel 2.5 diperlihatkan luas wilayah, ketinggian wilayah dan jumlah penduduk per desa di Kecamatan Tarik.

Tabel 2. 5 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk per desa di Kecamatan Tarik Tahun 2017

Desa/ Kelurahan	Luas Wilayah (Hektar)	Jumlah Penduduk (jiwa)
Kramat Temenggung	99,86	2.013
Mliriprowo	184,18	3.177
Sebani	275,17	1.964
Kedungbocok	217,47	2.185
Singogalih	178,64	4.012
Tarik	158,66	4.764
Mergobener	143,13	2.013
Mergosari	160,88	3.177
Kendalsewu	103,19	1.964
Klantingsari	158,66	3.945
Kalimati	207,48	5.238
Gempolklutuk	126,49	1.498
Banjarwungu	207,48	3.280
Kemuning	291,81	5.352
Balongmacekan	148,68	2.474
Gampingrowo	159,77	4.676
Mindungading	178,64	3.202
Janti	234,11	2.970

Desa/ Kelurahan	Luas Wilayah (Hektar)	Jumlah Penduduk (jiwa)
Segodobancang	195,28	2.700
Kedinding	195,28	3.180
Jumlah/ Rata-rata	176,42	69.099

Sumber: BPS Kabupaten Sidoarjo, 2018

2.2.2. Kecamatan Prambon

Kecamatan Prambon merupakan kecamatan pertama yang akan dilayani IPA Kalimati. IPA juga direncanakan berlokasi di sebelah barat daya wilayah Kecamatan Prambon. Dengan luas wilayah seluas 3.417,9 Ha, Prambon terdiri dari 20 desa. Batas administrasi Kecamatan Prambon adalah sebagai berikut.

- Sebelah Utara : Kecamatan Krian dan Kecamatan Wonoayu
- Sebelah Timur : Kecamatan Tulangan dan Kecamatan Krembung
- Sebelah Selatan : Kabupaten Mojokerto
- Sebelah Barat : Kecamatan Tarik

Pada Tabel 2.6 diperlihatkan luas wilayah, ketinggian wilayah dan jumlah penduduk per desa di Kecamatan Prambon.

Tabel 2. 6 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk di Kecamatan Prambon Tahun 2017

Desa/ Kelurahan	Luas Wilayah (Hektar)	Jumlah Penduduk (jiwa)
Prambon	196,3	4.500
Kajartengguli	112,3	3.072
Gedangrowo	159,2	3.696

Desa/ Kelurahan	Luas Wilayah (Hektar)	Jumlah Penduduk (jiwa)
Wirobiting	158,1	4.362
Simpang	143,9	3.643
Bulang	186,4	4.264
Gampang	91,6	2.628
Jatikalang	176,6	3.966
Pejangkungan	137,4	3.444
Kedungsugo	285	4.902
Kedungwonokerto	221,3	6.281
Bendotretek	199,5	5.187
Wonoplintahan	217	5.818
Kedungkembar	209,3	3.207
Jati Alun-alun	168,4	2.759
Jedongcangkring	202,8	3.783
Cangkringturi	126,5	2.753
Simogirang	227,9	5.528
Temu	85,4	3.556
Watutulis	112,3	4.727
Jumlah/ Rata-rata	176,42	82.076

Sumber: BPS Kabupaten Sidoarjo, 2018

Rencana pelayanan IPA Kalimati terhadap Kecamatan Prambon adalah 100%, sehingga total desa yang dilayani sebanyak 20 desa dengan jumlah penduduk mencapai 68.557 jiwa.

2.2.3. Kecamatan Krembung

Kecamatan Krembung memiliki luas wilayah total 2.955 Ha, Kecamatan Krembung terdiri dari 19 desa. Berikut adalah batas administrasi Kecamatan Krembung.

- Sebelah Utara : Kecamatan Tulangan
- Sebelah Timur : Kecamatan Porong
- Sebelah Selatan : Kabupaten Mojokerto
- Sebelah Barat : Kecamatan Prambon

Pada Tabel 2.7 diperlihatkan luas wilayah, dan jumlah penduduk per desa di Kecamatan Krembung.

Tabel 2. 7 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk di Kecamatan Krembung Tahun 2017

Desa/ Kelurahan	Luas Wilayah (Hektar)	Jumlah Penduduk (jiwa)
Tambakrejo	254,97	6.139
Keper	160,33	2.876
Kedungsumur	111,34	3.210
Kedungrawan	143,63	2.683
Tanjegwagir	172,58	3.697
Mojoruntut	246,07	6.859
Gading	138,06	2.284
Wangkal	154,77	4.374
Jenggot	96,87	2.718

Desa/ Kelurahan	Luas Wilayah (Hektar)	Jumlah Penduduk (jiwa)
Waung	125,82	2.586
Ploso	134,72	2.907
Rejeni	163,67	4.469
Kandangan	105,77	2.777
Krembung	140,29	4.908
Lemujut	140,29	2.297
Cangkring	149,2	2.873
Keret	193,73	4.704
Wonomlati	242,73	5.450
Balonggarut	80,17	1.313
Jumlah/ Rata- rata	2.995,01	70.998

Sumber: BPS Kabupaten Sidoarjo, 2018

Rencana pelayanan IPA Kalimati melayani semua wilayah Kecamatan Krembung. Ada 19 desa yang termasuk dalam pelayanan IPA, antara lain, Tambakrejo, Keper, Kedungsumur, Kedungrawan, Wangkal, Tanjeng Wagir, Gading, Jenggot, Waung, Mojaruntut, Rejeni, Ploso, Krembung, Krandangan, Balonggarut, Lemujut, Wonomlati, Cangkring, dan Keret. Sehingga total penduduk yang akan terlayani oleh PDAM di Kecamatan Krembung sebanyak 69.125 jiwa.

2.2.4. Kecamatan Tulangan

Kecamatan Tulangan memiliki luas wilayah total 3.121 Ha, Kecamatan Tulangan terdiri dari 22 desa. Berikut adalah batas administrasi Kecamatan Tulangan.

- Sebelah Utara : Kecamatan Wonoayu
- Sebelah Timur : Kecamatan Candi dan Kecamatan Tanggulangin
- Sebelah Selatan : Kecamatan Krembung
- Sebelah Barat : Kecamatan Prambon

Pada Tabel 2.8 diperlihatkan luas wilayah, dan jumlah penduduk per desa di Kecamatan Krembung.

Tabel 2. 8 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk di Kecamatan Tulangan Tahun 2017

Desa/ Kelurahan	Luas Wilayah (Hektar)	Jumlah Penduduk (Jiwa)
Janti	139,16	3.177
Kebaron	202,41	4.106
Kenongo	158,13	5.688
Gelang	202,41	5.301
Jiken	139,16	2.552
Pangkemiri	144,43	4.102
Kepatihan	180,27	5.618
Tulangan	94,88	4.818
Kepadangan	156,03	5.224
Tlasih	120,18	3.816
Kajeksan	122,29	2.590

Desa/ Kelurahan	Luas Wilayah (Hektar)	Jumlah Penduduk (Jiwa)
Singopadu	79,96	3.339
Kemantren	160,24	6.858
Medalem	82,23	2.959
Sudimoro	114,91	6.352
Kedondong	127,56	3.548
Grogol	150,75	4.178
Modong	102,26	5.694
Grinting	139,16	3.020
Kepuh Kemiri	135,99	4.658
Kepunten	149,7	3.918
Grabagan	230,87	8.306
Jumlah/ Rata-rata	2.995,01	100.137

Sumber: BPS Kabupaten Sidoarjo, 2018

2.2.5. Kecamatan Balongbendo

Kecamatan Balongbendo memiliki luas wilayah total 3.140 Ha, dan terdiri dari 20 desa. Berikut merupakan batas administrasi dari Kecamatan Balongbendo:

- Sebelah Utara : Kabupaten Gresik
- Sebelah Timur : Kecamatan Krian
- Sebelah Selatan : Kecamatan Tarik
- Sebelah Barat : Kabupaten Gresik dan

Kabupaten Mojokerto

Luas wilayah dan jumlah penduduk per desa di Kecamatan Balongbendo dapat dilihat di Tabel 2.9.

Tabel 2. 9 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk di Kecamatan Balongbendo Tahun 2017

Desa/ Kelurahan	Luas Wilayah (Hektar)	Jumlah Penduduk (Jiwa)
Singkalan	146	3.007
Kedung Sukodani	146	2.925
Bakung Temenggungan	225	5.087
Sumokembangsri	262	3.897
Seduri	148	3.235
Wonokupang	128	3.737
Waruberon	114	1.910
Bakalan Wringinpitu	133	2.482
Gagang Kepuhsari	118	1.924
Suwaluh	121	4.936
Watesari	191	3.202
Seketi	242	7.641
Kemangsen	223	8.728
Jabaran	124	2.757
Balongbendo	113	3.140
Jeruk Legi	118	3.375
Penambangan	165	5.966
Wonokarang	101	2.895

Desa/ Kelurahan	Luas Wilayah (Hektar)	Jumlah Penduduk (Jiwa)
Bakung Pringgodani	198	3.686
Bogempinggir	124	2.440
Jumlah/ Rata-rata	3.140	76.970

Sumber: BPS Kabupaten Sidoarjo, 2018

Rencana pelayanan IPA Kalimati melayani sebagian besar wilayah Kecamatan Balongbendo. Daerah yang akan dilayani mencakup seluruh desa di Kecamatan Balongbendo. Sehingga total penduduk yang akan terlayani oleh PDAM di Kecamatan Krembung sebanyak 76.970 jiwa.

2.3. Kondisi Eksisting Pra Perencanaan

Pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati direncanakan berlokasi di sebelah barat daya Desa Prambon, Kecamatan Prambon. Terletak di koordinat 7°28'30,43" LS dan 112°33'32,5" BT dengan elevasi wilayah 16 meter dan rencana luas lahan ± 4 Ha.



Gambar 2. 3 Rencana Lokasi IPA Kalimati

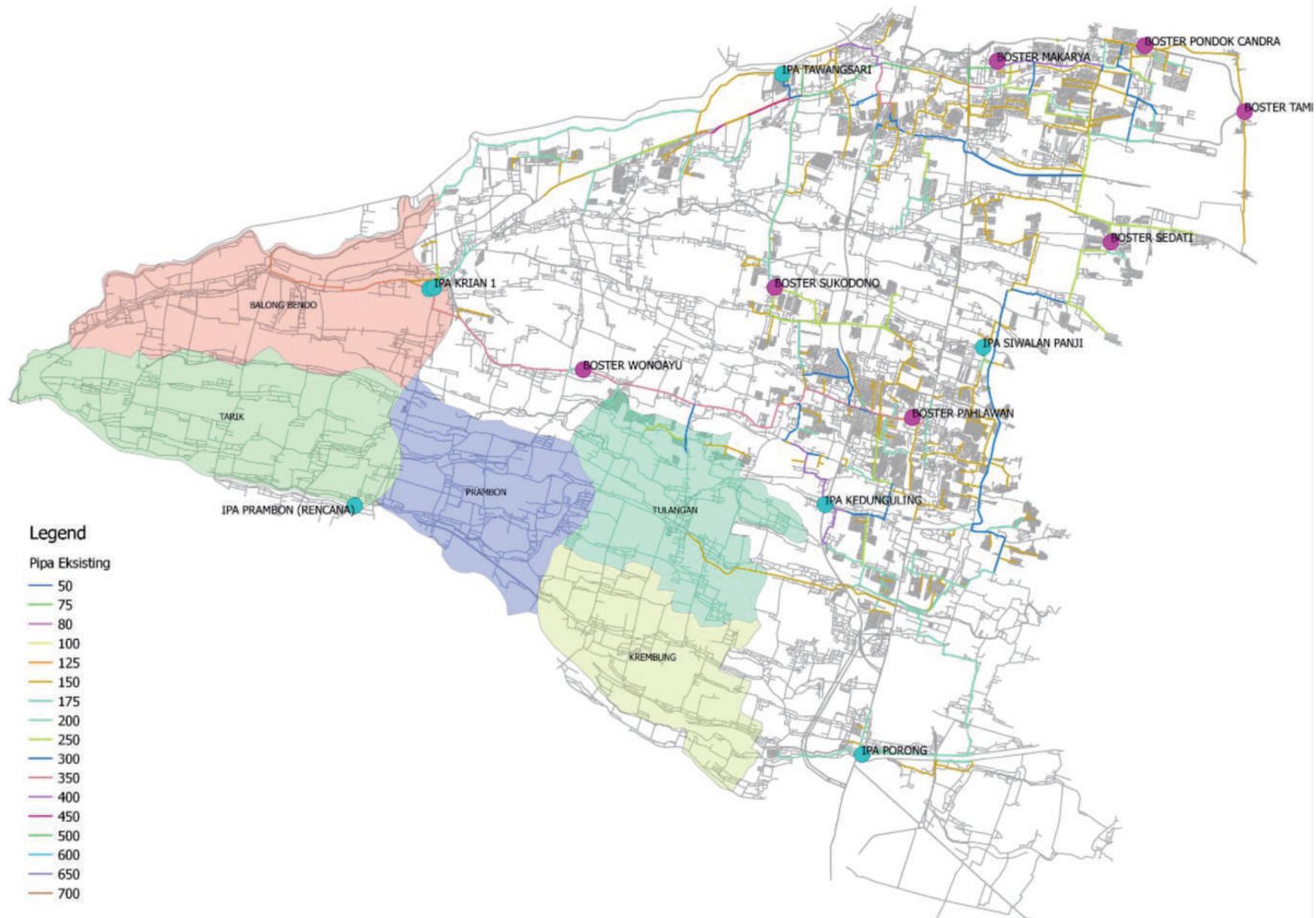


Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil,
Lingkungan dan Kebumihan

Gambar 2.4
Rencana Area Pelayanan
IPA Kalimati

Nama:
Shafira Firdaus
03211540000107

Dosen Pembimbing:
Alfan Purnomo, S.T., M.T.



Utara



Sumber: PDAM
Delta Tirta Kabupaten
Sidoarjo, 2019



Gambar 2. 5 Lokasi IPA Kalimati



Gambar 2. 6 Kondisi Eksisting Lahan Rencana IPA Kalimati
(Sumber: PDAM Kabupaten Sidoarjo, 2019)

2.3.1. Pelayanan Eksisting

Saat ini, Kabupaten Sidoarjo telah memiliki 6 IPA eksisting antara lain 1 IPA mitra kerja yaitu IPA Tawang Sari, dan IPA milik PDAM yaitu IPA Krian 1 dan 2, IPA Kedunguling, IPA Porong, dan

IPA Siwalan Panji. Selain itu, air baku juga dibeli dari PDAM Surya Sembada Kota Surabaya.

Gambar 2.7 menunjukkan kondisi pelayanan eksisting PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo.

Sidoarjo bagian Kota, khususnya Kecamatan Sidoarjo dan sekitarnya merupakan daerah terpadat di Kabupaten Sidoarjo. IPA Krian 1 dan 2 melayani daerah kota, sebagian Kecamatan Krian dan Wonoayu. IPA Siwalan Panji merupakan satu-satunya IPA yang hanya melayani daerah kota dan sekitarnya, air bakunya merupakan air afur dari pembuangan limbah domestik. Sementara IPA Kedunguling melayani kecamatan di sekitarnya, antara lain Tanggulangin dan Candi. IPA Porong melayani kecamatan-kecamatan di wilayah Selatan Sidoarjo, Kecamatan Porong, Jabon dan sekitarnya.

Selain daerah Kota, Kecamatan Waru dan Sedati juga merupakan Kecamatan yang padat, karena berbagai fasilitas provinsi seperti terminal bis dan bandara berlokasi di sana. IPA Tawangsari melayani Kecamatan Taman, Sukodono, Waru dan sekitarnya. Sementara daerah Waru dan Sedati yang berbatasan dengan Kota Surabaya dilayani oleh beberapa *booster*, sumber airnya dibeli dari PDAM Kota Surabaya. Antara lain *booster* Pondok Candra, Tambak OSC, dan *booster* Sedati. Sementara *booster* Sukodono untuk menyokong kebutuhan air di kota dan sekitar Kecamatan Sukodono. Rekapitulasi kebutuhan air dan kapasitas terpasang per-IPA disediakan di **Lampiran A**.

2.3.2. Pembangunan Long Storage

Long Storage adalah bangunan penahan air yang berfungsi menyimpan air dalam sungai, kanal dan/atau parit pada lahan yang relatif datar dengan cara menahan aliran untuk menaikkan permukaan air sehingga volume airnya meningkat. *Long Storage* menampung air dari berbagai aliran permukaan, misalnya sungai, mata air, dan limpasan saluran pembuangan irigasi (Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat RI, 2018).

Long Storage akan dibangun di sepanjang Kali Mati dengan hulu dimulai dari Gapura Perbatasan Sidoarjo dan Mojokerto sampai hilir di ujung batas administrasi Desa Prambon (seberang pabrik kertas Pakerin).

Long Storage memiliki panjang sekitar 5 km, mampu menampung 1,6 juta m³ air dari Sungai Brantas, menggunakan

box culvert dengan sistem buka-tutup sehingga dapat menghentikan aliran air ke LS jika sudah penuh. Pembangunan telah berlangsung selama hampir dua tahun, sejak tahun 2017 dan direncanakan selesai pada tahun 2019, yang nantinya akan menjadi sumber air baku untuk IPA Kalimati.

Saluran pembawa dari anak Sungai Brantas sebagai suplai ke *Long Storage* telah selesai di bangun Tahun 2018. Saluran tertutup di bawah tanah dengan luasan sekitar 1 x 1,2 m direncanakan akan menyuplai air sebanyak 1.500 liter/detik ke LS. Berikut adalah kondisi eksisting pembangunan *Long Storage* di daerah hulu sampai hilir.

Halaman ini sengaja dikosongkan

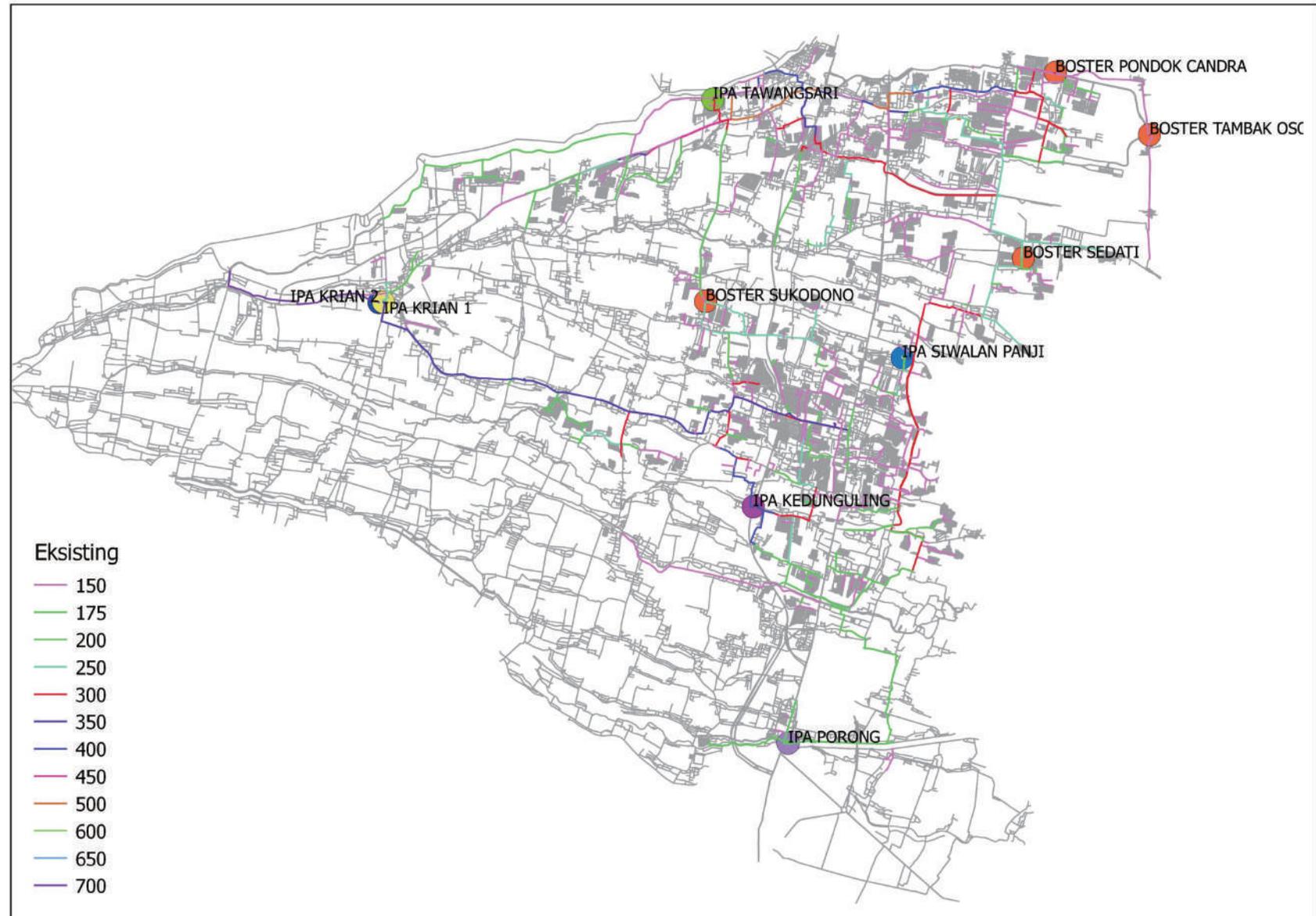


Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil,
Lingkungan dan Kebumihan

**Gambar 2.7 Kondisi Eksisting
Pelayanan PDAM Delta Tirta
Kabupaten Sidoarjo**

Nama:
Shafira Firdaus
03211540000107

Dosen Pembimbing:
Alfan Purnomo, S.T., M.T.



Utara



Sumber: PDAM Delta
Tirta Kabupaten
Sidoarjo, 2019



Gambar 2. 8 Lokasi Pembangunan Long Storage
(Sumber: PDAM Delta Tirta, 2018)



Gambar 2. 9 Pintu Air menuju Saluran Pembawa (Hulu dari Saluran Pembawa)

(Sumber: Hasil Survey Penulis)

Air disuplai dari Sungai Brantas di pintu air Rolak Songo di Kabupaten Mojokerto. Sungai bercabang ke arah utara kemudian masuk ke pintu air lain di sebelah barat Rolak Songo. Kondisi eksistingnya, bendungan tersebut bercabang ke 3 arah, utara ke arah Kecamatan Krian, kembali ke sungai Brantas dan satu lagi akan dimanfaatkan untuk suplai air utama *Long Storage*.



Gambar 2. 10 Hulu dari *Long Storage*

(Sumber: Hasil Survey Penulis)

Di hulu *Long Storage*, tengah dibangun bendungan besar sebagai penampung awal suplai air dari Sungai Brantas. Kapasitas

terpasangnya sebesar 1.500 liter/detik. Saat ini kondisi bangunan telah selesai dicor dan dikeraskan.



Gambar 2. 11 Konstruksi Pembangunan *Long Storage* di Desa Prambon
(Sumber: Hasil Survey Penulis)



Gambar 2. 12 Hilir dari *Long Storage*
(Sumber: Hasil Survey Penulis)

Di hilir *Long Storage*, masih belum terlihat proses pembangunan. Daerah masih berupa rawa-rawa dangkal dan banyak vegetasi liar. Perumahan liar juga masih memadati bantaran rawa tersebut. Saat ini tengah diproses kegiatan pembebasan lahan. Lokasi IPA berdekatan dengan hilir dari *Long Storage* tersebut.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Parameter Kualitas Air Sungai

Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, air permukaan diklasifikasikan menjadi beberapa kelas. Kelas air adalah peringkat kualitas air yang dinilai layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu. Klasifikasi mutu air menurut PP No. 82 tahun 2001 ditetapkan menjadi 4 kelas:

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air yang untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Tabel 3. 1 Baku Mutu Air Kelas I

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
A FISIKA			
1	Temperatur	C	deviasi 3
2	Total Dissolved Solid (TDS)	mg/L	1000

3	Padatan Tersuspensi (TSS)	mg/L	50
B KIMIA			
1	pH		6,0 – 9,0
2	Barium	mg/L	1
3	Besi	mg/L	0,3
	Boron	mg/L	1
4	Mangan	mg/L	1
5	Tembaga	mg/L	0,02
6	Seng	mg/L	0,05
7	Krom Heksavalen	mg/L	0,05
8	Kadmium	mg/L	0,01
9	Raksa	mg/L	0,001
10	Timbal	mg/L	0,03
11	Arsen	mg/L	0,05
12	Selenium	mg/L	0,01
13	Kobalt	mg/L	0,2
14	Klorida	mg/L	1
15	Sulfat	mg/L	400
16	Sianida	mg/L	0,02
17	Sulfida	mg/L	(-)
18	Fluorida	mg/L	0,5
19	Sisa Klor Bebas	mg/L	0,03
20	Total Phospat	mg/L	0,2
21	Nitrat	mg/L	10
22	Nitrit	mg/L	0,06
23	Amonia Bebas	mg/L	0,5
24	BOD	mg/L	2
25	COD	mg/L	25
26	DO	mg/L	6

27	Detergent Anionik	mg/L	0,2
28	Fenol	mg/L	0,001
29	Minyak & Lemak	mg/L	1

C BAKTERIOLOGI

1	Total Koliform	MPN/ 100 mL	5000
---	----------------	-------------	------

(Sumber: Peraturan Pemerintah RI, 2001)

3.2. Parameter Kualitas Air Minum

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Menteri Kesehatan RI, 2010). Air minum yang didistribusikan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) atau BUMN lainnya sebagai penyelenggara Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) harus sesuai dengan persyaratan kualitas air minum sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Baku Mutu Kualitas Air Minum

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E. Coli	Jumlah per 100 mL sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 mL sampel	0
	b. Kimia anorganik		
	1) Arsen	mg/L	0,01

	2) Fluorida	mg/L	1,5
	3) Total Kromium	mg/L	0,05
	4) Kadmium	mg/L	0,003
	5) Nitrit (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/L	3
	6) Nitrat (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/L	50
	7) Sianida	mg/L	0,07
	8) Selenium	mg/L	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/L	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	Suhu udara ±3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Alumunium	mg/L	0,2
	2) Besi	mg/L	0,3

3)	Kesadahan	mg/L	500
4)	Klorida	mg/L	250
5)	Mangan	mg/L	0,4
6)	pH		6,5 – 8,5
7)	Seng	mg/L	3
8)	Sulfat	mg/L	250
9)	Tembaga	mg/L	2
10)	Amonia	mg/L	1,5

Sumber: Menteri Kesehatan RI, 2010

3.1.1. Parameter Fisik

Parameter fisik merupakan parameter dari kualitas air minum yang dapat dilihat secara langsung wujudnya, dan tidak berhubungan secara langsung dengan kesehatan (Menteri Kesehatan RI, 2010). Beberapa parameter fisik wajib antara lain:

1. Bau

Bau merupakan salah satu parameter fisik yang paling mudah untuk diidentifikasi. Menurut Rustam dan Sugandhy (2009), bau pada air dapat disebabkan oleh berbagai jenis reaksi kimiawi dan biologis. Salah satunya adalah keberadaan bakteri *Escherichia coli* dan kelompok bakteri koliform, dan keberadaan kadar Besi (Fe), Mangan (Mn) dan berbagai jenis alkali serta logam lainnya.

2. pH

pH suatu larutan mencerminkan aktivitas kation hidrogennya, dan dinyatakan sebagai logaritma negatif dari aktivitas kation hidrogen dalam mole per liter pada suhu tertentu. Istilah pH lazimnya digunakan untuk menyatakan intensitas kondisi asam atau alkalin suatu larutan. Kalau pH antara 1 dan 7, ini merupakan kisaran asam, dan kisaran alkalin adalah pH 7 – 14. pH air permukaan biasanya berkisar antara 6,4 – 9,0.

Kualitas air yang ada, ditinjau dari nilai pH, harus dideskripsikan untuk suatu kawasan proyek. Perhatian harus diberikan kepada variasi pH-perairan secara musiman akibat peristiwa alamiah ataupun karena aktivitas manusia.

3. Zat padat tersuspensi (*Total Suspended Solid*)
Sebagian besar air baku untuk penyediaan air bersih diambil dari air permukaan seperti sungai, danau dan sebagainya. Salah satu langkah penting pengolahan untuk mendapatkan air bersih adalah mengilangkan zat padat tersuspensi dari air baku tersebut. Zat padat tersuspensi dapat berupa partikel-partikel kecil dan koloid yang berukuran 10 nm sampai 10 μm . Partikel-partikel kecil dan koloid tersebut tidak lain adalah kwarts, tanah liat, sisa tanaman, ganggang dan sebagainya (Alaerts, 1984).
4. Zat padat terlarut (*Total Dissolved Solid*)
Zat padat terlarut merupakan indikator dari jumlah partikel atau zat tersebut, baik berupa senyawa organik maupun non-organik. Pengertian terlarut mengarah kepada partikel padat di dalam air yang memiliki ukuran di bawah 1 nanometer. Satuan yang digunakan biasanya ppm (*part per million*) atau yang sama dengan milligram per liter (mg/L) untuk pengukuran konsentrasi massa kimiawi yang menunjukkan berapa banyak gram dari suatu zat yang ada dalam satu liter dari cairan. Zat atau partikel padat terlarut yang ditemukan dalam air dapat berupa natrium (garam), kalsium, magnesium, kalium, karbonat, nitrat, bikarbonat, klorida dan sulfat (WHO, 2011).

Tabel 3. 3 Kandungan TDS dalam Air dan Tingkat Bahayanya.

Kandungan TDS (mg/L)	Penilaian Rasa Air
Kurang dari 300	Bagus Sekali
300 – 600	Baik
600 – 900	Bisa Diminum
900 – 1.200	Berbahaya

Sumber: WHO, 2011

5. Kekeruhan

Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air baku dengan skala NTU (*Nephelometrix Turbidity Unit*) atau JTU (*Jackson Turbidity Unit*) atau FTU (*Formazin Turbidity Unit*). Kekeruhan dinyatakan dalam satuan unit turbiditas, yang setara dengan 1 mg/liter SiO_2 . Kekeruhan ini disebabkan oleh adanya benda tercampur atau benda koloid di dalam air. Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun dari segi kualitas air itu sendiri.

Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan anorganik dan organik yang terkandung dalam air seperti lumpur dan bahan yang dihasilkan oleh buangan industri. Dan akibatnya bagi budidaya perairan adalah dapat mengganggu masuknya sinar matahari, membahayakan bagi ikan maupun bagi organisme makanan ikan. Serta dapat mempengaruhi corak dan sifat optis dari suatu perairan (Hefni, 2003).

6. Suhu

Suhu adalah ukuran energi gerakan molekul. Suhu merupakan salah satu faktor yang penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Proses kehidupan yang vital secara kolektif disebut metabolisme, hanya berfungsi di dalam kisaran suhu yang relative sempit biasanya $0-40^{\circ}\text{C}$.

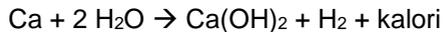
Suhu menunjukkan derajat panas suatu benda. Semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh benda, semakin panas benda tersebut. Suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat getaran. Makin tingginya energi atom-atom penyusun benda, makin tingginya energi atom-atom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut.

3.1.2. Parameter Kimiawi

Bahan kimia yang reaktif terhadap air (*water reactive substance*) adalah bahan kimia yang apabila berkontak dengan air

akan menghasilkan reaksi yang hebat. Hasil reaksi adalah panas dan gas yang mudah terbakar.

Logam alkali (misalnya, natrium atau kalium) dan logam alkali tanah (misalnya, kalsium) merupakan logam-logam yang sangat reaktif terhadap air. Logam kalium atau logam natrium dengan cepat bereaksi dengan air membentuk kalium hidroksida atau natrium hidroksida dan gas hydrogen. Kalium dan natrium bereaksi sangat hebat dengan air sehingga hydrogen yang terbentuk dalam reaksi tersebut akan langsung terbakar oleh panas reaksi yang ditimbulkan. Reaksi kalsium dengan air tidak sehebat reaksi natrium atau kalium dengan air.



Reaksi asam sulfat dengan air dan logam kalsium dengan air bersifat eksoterm dan sangat membahayakan. Kita harus hati-hati jika akan mengencerkan asam sulfat pekat. Bahan-bahan kimia ini harus disimpan dalam ruangan yang tidak lembap, tidak bocor, dan jauh dari sumber air. Pemadam kebakaran tanpa air diperlukan untuk memadamkan kobaran api yang ditimbulkannya (Sumardjo, 2009).

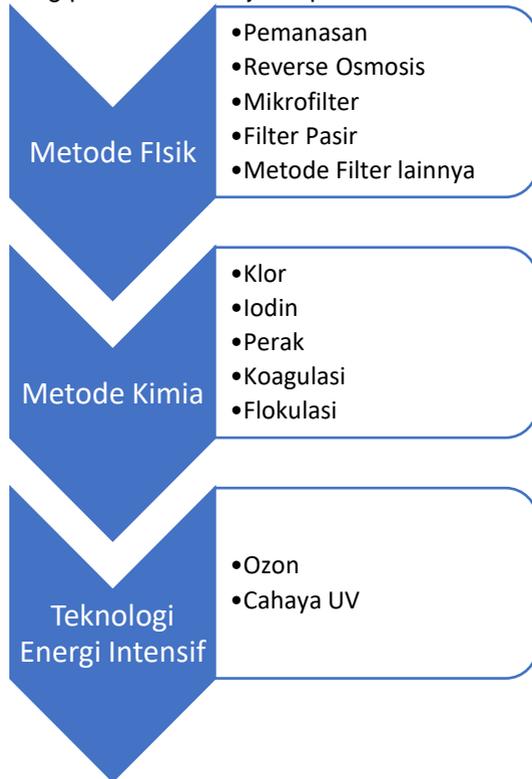
3.1.3. Parameter Mikrobiologis

Menurut Wandrivel, dkk. (2012), parameter wajib penentuan kualitas air minum secara mikrobiologi adalah total bakteri *Coliform* dan *Escheria coli*. Penentuan kualitas air secara mikrobiologi dilakukan dengan *Most Probable Number Test*. Jika di dalam 100 mL sampel air didapatkan sel bakteri *coliform* memungkinkan terjadinya diare dan gangguan pencernaan lain (Suriawiria, 2008).

Pemeriksaan air minum dengan menggunakan *Membrane Filter Technique* maka 90% dari contoh air diperiksa selama 1 bulan harus bebas dari *E. coli*. Bila terjadi penyimpangan dari ketentuan tersebut, maka air tersebut dianggap tidak memenuhi syarat dan perlu diselidiki lebih lanjut. *E. coli* digunakan sebagai patokan dalam menentukan syarat bakteriologis karena pada umumnya bibit penyakit ini ditemukan pada kotoran manusia dan relatif lebih sukar dimatikan dengan pemanasan air (Asfawi, 2004).

3.2. Pemilihan Alternatif Pengolahan

Berikut alternatif pengolahan yang dapat ditetapkan untuk masing-masing parameter disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 13 Metode Pengolahan Air

Sumber: Cheremisinoff, 2002

3.3. Proyeksi Kebutuhan Air

Proyeksi kebutuhan air dapat dilakukan dengan memproyeksi kebutuhan air domestik dan non domestik. Menurut Kalensun dkk. (2015), jumlah dari proyeksi kebutuhan air dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_r = Q_d + Q_n + Q_a \quad (3.1)$$

Dimana:

- Qr = kebutuhan air rata-rata (liter/hari)
- Qd = kebutuhan air domestik (liter/hari)
- Qn = kebutuhan air non domestik (liter/hari)
- Qa = kehilangan air (liter/hari)

3.3.1. Proyeksi Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang digunakan dalam kegiatan rumah tangga. Kebutuhan air domestik dipengaruhi oleh laju pertumbuhan penduduk. Untuk mengetahui proyeksi penduduk dapat digunakan tiga metode yaitu metode aritmatika, metode geometri, dan metode *least square*. Dari perhitungan ketiga metode, akan dipilih satu metode dengan nilai koefisien korelasi yang paling mendekati 1 karena hal itu menunjukkan kuatnya hubungan linier antara dua variabel. Nilai koefisien korelasi dapat dihitung sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\{[n(\sum y^2) - (\sum y)^2]x[n(\sum x^2) - (\sum x)^2]\}^{1/2}} \quad (3.2)$$

Dimana:

- x = nomor data
- y = selisih jumlah penduduk dengan tahun sebelumnya (metode aritmatika)
 - = ln jumlah penduduk (metode geometri)
 - = jumlah penduduk (metode *least square*)

a. Metode Aritmatika

Menurut Badan Pusat Statistik (2010), proyeksi dengan metode ini mengasumsikan bahwa jumlah pertambahan penduduk sama setiap tahunnya. Rumus yang digunakan pada metode proyeksi aritmatika yaitu:

$$P_n = P_0 + r(n) \quad (3.3)$$

Dimana:

- P_n = jumlah penduduk pada tahun proyeksi yang diinginkan (jiwa)
- P₀ = jumlah penduduk pada awal tahun proyeksi (jiwa)
- r = rata-rata pertumbuhan penduduk tiap tahun
- n = kurun waktu

b. Metode Geometri

Menurut Badan Pusat Statistik (2010), metode ini mengasumsikan bahwa laju pertumbuhan penduduk sama untuk setiap tahun. Rumus yang digunakan untuk proyeksi geometri yaitu:

$$P_n = P_0 (1 + r)^n \quad (3.4)$$

Dimana:

P_n = jumlah penduduk pada tahun proyeksi yang diinginkan (jiwa)

P_0 = jumlah penduduk pada awal tahun proyeksi (jiwa)

r = rata-rata persentase pertambahan penduduk tiap tahun

n = kurun waktu

c. Metode *Least Square*

Menurut UN ESCAP (2015), metode *least square* didapatkan melalui pertumbuhan penduduk secara logaritmik. Rumus yang digunakan untuk proyeksi *least square* yaitu:

$$P_n = a + (b \times n) \quad (3.5)$$

dengan :

$$a = \frac{\sum y (\sum x^2) - (\sum x \sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (3.6)$$

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x \sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (3.7)$$

Dimana:

P_n = jumlah penduduk tahun ke- n

n = beda tahun yang dihitung dari tahun awal

a dan b = konstanta

y = jumlah penduduk

x = nomor data

3.3.2. Proyeksi Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik perlu diperhatikan karena semakin meningkat jumlah penduduk maka jumlah fasilitas umum

semakin meningkat. Menurut Kalensun dkk. (2015), kebutuhan air non domestik terbagi menjadi tiga yaitu:

- a. Kebutuhan institusional, yaitu kebutuhan air bersih untuk kegiatan perkantoran dan sekolah.
- b. Kebutuhan komersial dan industri, yaitu kebutuhan air bersih untuk kegiatan hotel, pasar, dan sebagainya.
- c. Kebutuhan fasilitas umum, yaitu kebutuhan air bersih untuk kegiatan tempat ibadah, rekreasi, dan lain-lain.

Untuk mengetahui jumlah kebutuhan air non domestik pada tahun proyeksi maka dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\Sigma Pn}{\Sigma Po} = \frac{\Sigma Fn}{\Sigma Fo} \quad (3.8)$$

Dimana:

P_n = jumlah penduduk pada tahun proyeksi yang diinginkan (jiwa)

P_o = jumlah penduduk pada tahun awal proyeksi (jiwa)

F_n = jumlah fasilitas tahun proyeksi yang diinginkan (unit)

F_o = jumlah fasilitas pada awal tahun proyeksi (unit)

3.3.3. Kriteria Perencanaan Kebutuhan Air

Kebutuhan air domestik terdiri menjadi kebutuhan air sambungan rumah dan kebutuhan air hidran umum. Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya (2016), hidran umum adalah jenis pelayanan pelanggan sistem air minum per kelompok pelanggan dengan satu sambungan dan cara pengambilan air ke pusat penampungan. Sambungan rumah adalah jenis sambungan air yang airnya disuplai langsung ke rumah-rumah. Menurut Kementerian PUPR (2007), pemakaian air untuk hidran umum adalah 60 liter/orang.hari. Kebutuhan air untuk sambungan rumah dibedakan berdasarkan jenis kota. Kebutuhan air berdasarkan jenis kota dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 4 Kebutuhan Air berdasarkan Jenis Kota

Kategori Kota	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air (liter/orang.hari)
Kota kecil	20.000 – 100.000	90 – 110

Kota sedang	100.000 – 500.000	100 – 125
Kota besar	500.000 – 1.000.000	120 – 125
Kota metropolitan	>1.000.000	150 – 200

Sumber: Kementerian PUPR, 2007

Kebutuhan air non domestik dibedakan berdasarkan unit fasilitas umum. Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya (2007), kebutuhan air non domestik dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 5 Kebutuhan Air Non-Domestik

Fasilitas	Kebutuhan air	Satuan
Industri	0,1 – 0,3	liter/hektar.hari
Niaga kecil	900	liter/unit.hari
Niaga besar	5000	liter/unit.hari
Fasilitas umum (pendidikan, kantor pemerintahan, dsb)	10 – 15% dari kebutuhan domestik	
Hotel	3	m ³ /kamar.hari

Sumber: Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2007

3.3.4. Fluktuasi Kebutuhan Air

Kebutuhan air terdiri dari kebutuhan harian rata-rata, kebutuhan air jam pucak, dan kebutuhan air harian maksimum. Menurut Ardiansyah dkk. (2012), kebutuhan harian rata-rata (Qr) adalah adalah kebutuhan air domestik, non domestik, serta kehilangan air. Persentase kehilangan air adalah 20-30%, baik untuk kota kecil, kota sedang, maupun kota besar. Kebutuhan air harian maksimum adalah kebutuhan air tertinggi pada hari tertentu selama satu tahun. Menurut SNI 7509-2011, besarnya kebutuhan

air harian maksimum adalah 1,1 – 1,5 kali dari kebutuhan harian rata-rata. Menurut Ardiansyah dkk. (2012), kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air tertinggi pada jam-jam tertentu dalam satu hari. Menurut SNI 7509-2011, besarnya kebutuhan air jam puncak adalah 1,5 – 2 kali kebutuhan harian rata-rata.

- a. Kebutuhan air rata-rata harian (Q_h)
Merupakan jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan domestik, non domestik serta kehilangan air.

$$Q_h = Q \text{ domestik} + Q \text{ non domestik} + Q \text{ kebocoran} \quad (3.9)$$

Dimana:

Q domestik diperoleh dari data jumlah pelanggan sampai tahun dimulai perencanaan.

Q non domestik diperoleh dari jumlah sarana dan prasarana non domestik (pasar, toko, kantor, rumah sakit, dan lain-lain yang menggunakan fasilitas air tiap jenis sarana tersebut).

- b. Kebutuhan air harian maksimum (Q_{hm})
Adalah jumlah air yang diperlukan maksimal pada satu hari dalam satu tahun dan berdasarkan pada kebutuhan air rata-rata harian (Q_h). Penentuan Q_{hm} ini memerlukan faktor *peak* faktor fluktuasi kebutuhan air maksimum.

$$Q_{hm} = F_{hm} \times Q_h \quad (3.10)$$

Dimana:

F_{hm} = faktor harian maksimum, dengan nilai 115% - 150%

Q_h = kebutuhan air rata-rata harian

Kebutuhan air harian maksimum biasanya digunakan untuk menentukan besarnya kebutuhan air distribusi.

- c. Kebutuhan air Jam maksimum (Q_{jm})
Jumlah air yang dibutuhkan pada jam tertentu dalam satu hari. Dimana besarnya kebutuhan air jam

maksimum ini digunakan untuk menentukan dimensi pipa induk.

$$Q_{jm} = F_{jm} \times Q_h \quad (3.11)$$

Dimana:

F_{jm} = faktor jam maksimum, dengan nilai 150% - 200%

Q_h = kebutuhan air rata-rata harian

Faktor jam puncak ini tergantung pada kebiasaan pemakaian air oleh penduduk di suatu wilayah. Faktor sosial, ekonomi, pendidikan dan mata pencaharian juga sangat mempengaruhi fluktuasi dari jam puncak pemakaian air. Faktor fluktuasi sangat mempengaruhi besarnya dimensi pipa distribusi. Jika suatu wilayah didominasi oleh pemukiman, maka faktor jam puncaknya semakin besar.

3.4. Pentahapan dan Periode Perencanaan

Pentahapan perencanaan dan periode perencanaan saling terkait satu sama lain. Pentahapan perencanaan dapat dibuat dalam satu, dua, dan seterusnya tahapan sesuai dengan kebutuhan air dan tersedianya dana. Periode perencanaan dapat berlangsung selama 5, 10, atau 20 tahun tergantung pada skala ekonomi yang ada di daerah tersebut sesuai dengan analisis ekonominya (ASCE-AWWA, 1990)

Untuk negara berkembang, periode perencanaan sebaiknya singkat dan pelaksanaannya dilakukan dalam 2 atau 3 tahapan, sambil menunggu pemasukan dari retribusi air, agar pengambilan pinjamannya tidak terlalu berat.

Periode perencanaan umumnya mencakup waktu dari:

1. Perencanaan
2. Pelaksanaan rencana
3. Perencanaan perluasan
4. Pelaksanaan rencana perluasan

Lama periode perencanaan umumnya sekitar 10-20 tahun, tergantung dari:

1. Kecepatan perkembangan penduduk dan aktivitasnya
2. Unsur ekonomis sistem (usia bahan bangunan atau peralatan, perpakaian, dll)

3. Modal tersedia
4. Mudah atau tidaknya perluasan

Dalam pelaksanaan rencana (pekerjaan pembangunan) suatu instansi pengolahan air minum umumnya secara bertahap, dengan pertimbangan:

1. Kebutuhan air minum yang meningkat secara bertahap
2. Biaya operasi dan pemeliharaan
3. Tenaga kerja yang tersedia

3.5. Aspek Teknis Bangunan Pengolahan Air Minum

3.5.1. Pemilihan Lokasi Bangunan Pengolahan

Evaluasi lokasi bangunan pengolahan didasarkan pada jaraknya dari intake, lay out bangunan yang diperoleh, akibat terhadap lingkungan sekitar dan metode dari distribusi yang akan direncanakan. Menentukan lokasi bangunan pengolahan merupakan salah satu hal yang penting dalam perencanaan bangunan pengolahan. Beberapa yang perlu diperhatikan adalah:

- Diusahakan cukup dekat dengan sumber air dan konsumen sehingga dapat menghemat biaya distribusi, perpipaan transmisi, dsb.
- Lokasi geografis
- Kondisi Geologis (Kondisi Tanah). Perlu diperhatikan bagaimana membangun pondasi yang kokoh dan sesuai dengan karakteristik tanah yang ada.
- Ketersediaan dari sumber tenaga dan fasilitas penunjang lainnya.
- Biaya konstruksi
- Keamanan operasi dan instalasi sebagai bangunan vital terhadap kemungkinan gangguan dari luar
- Kemungkinan perluasan di masa yang akan datang. Tanah yang tersedia harus cukup luas sehingga masih mungkin untuk dilakukan pengembangan atau perluasan di kemudian hari.
- Transport menuju instalasi, demi lancarnya pengangkutan bahan-bahan kimia dan tenaga operator.
- Jika distribusi air secara gravitasi dan tanpa menggunakan menara air, maka ketinggian lokasi instalasi harus cukup.

3.5.2. Tata Letak Bangunan Pengolahan

Dalam instalasi pengolahan air minum, tata letak bangunan pengolahan perlu direncanakan sebaik mungkin. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan bangunan pengolahan air minum adalah:

- a) Disesuaikan dengan urutan proses pengolahan atau sesuai dengan diagram alir
- b) Disesuaikan dengan tipe desain, misalnya dengan memperhatikan besar nilai debit dan keuntungan dan kerugian dalam tata letak bangunan.
- c) Harus memudahkan dalam pegoperasian, misalnya:
 - Letak bangunan yang memerlukan bahan kimia harus berdekatan dengan tempat menyiapkan larutan atau bahan kimia tersebut.
 - Letak bagian-bagian yang perlu mendapatkan pengawasan jaraknya sekecil mungkin, agar mudah dalam pengawasan operator.
 - Perlu disediakan labolatorium untuk pengujian kualitas air setelah melewati bangunan pengolahan, dimana jarak laboratorium cukup dekat dengan tempat pengambilan contoh yang diperiksa secara berkala.
 - Adanya tempat untuk mengontrol peralatan (ruang perpipaan, ruang kontrol, rumah pompa, dan lain-lain).
 - Ada jarak yang cukup antara bangunan, sehingga memudahkan lalu lalang petugas atau cukup lapang apabila diperlukan perbaikan, dan sebagainya.

3.6. Penyusunan Studi Kelayakan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum

Sistem prasarana yang diusulkan, dalam hal ini pengembangan sistem penyediaan air minum harus melalui studi kelayakan dengan cakupan baik secara lengkap, sederhana maupun justifikasi teknis dan biaya dair berbagai aspek. Aspek-aspek tersebut antara lain aspek teknologis (teknis), aspek lingkungan, aspek sosial, aspek budaya, aspek ekonomi/finansial, dan aspek kelembagaan. Studi kelayakan lengkap diperuntukan untuk kegiatan pengembangan SPAM dengan cakupan pelayanan

lebih dari 10.000 jiwa. Studi kelayakan sederhana diperuntukan untuk kegiatan pengembangan SPAM dengan cakupan pelayanan sampai dengan 10.000 jiwa (RPIJM, 2007).

3.6.1. Cakupan Studi Kelayakan Teknis

Berdasarkan Pedoman Penyusunan Studi Kelayakan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (2007), studi kelayakan ditinjau dari aspek teknis teknologis meliputi aspek kemudahan dan kehandalan konstruksi, kualitas bahan yang baik, kemudahan operasi dan pemeliharaan, kemudahan suku adang, jaminan kinerja alat/bahan sesuai spesifikasi teknis.

- Dengan menganalisis parameter-parameter yang ada (sumber air baku, kualitas air baku, jalur pipa, proses pengolahan yang diusulkan, pendistribusian air) dapat memenuhi standar kualitas air minum maupun pelayanan yang diharapkan pelanggan.
- Pengkajian kelayakan teknis bisa dibuat dari beberapa alternatif yang dikembangkan, yang disajikan secara jelas dan akan dipilih alternatif yang terbaik oleh tim teknik.
- Alternatif pilihan adalah alternatif yang terbaik ditinjau dari beberapa aspek yang mempengaruhi lokasi daerah perencanaan yang meliputi potensi, demografi, sosio ekonomi, kebutuhan air, operasional dan pelayanan, sistem dan kebutuhan lainnya.
- Perkiraan nilai proyek/investasi berdasarkan alternatif yang dipilih, dengan tingkat akurasinya 90 – 95%.

3.6.2. Kriteria dan Ketentuan Teknis

Pengkajian kelayakan teknis teknologis bisa dibuat dari beberapa alternatif yang dikembangkan, dimana setiap alternatif disajikan secara jelas oleh tim teknik untuk dipilih kriteria alternatif yang terbaik. Alternatif terpilih adalah alternatif yang terbaik ditinjau dari beberapa aspek yang dipengaruhi lokasi daerah perencanaan, meliputi:

- Potensi sumber air
- Topografi
- Kualitas dan kuantitas air baku
- Air tanah
- Sistem dan kebutuhan lainnya

3.6.3. Tahapan Studi Kelayakan

Menurut Kementerian PU Cipta Karya dalam Rencana Program Investasi Jangka Menengah Bidang PU/ Cipta Karya (2007), diuraikan setiap sub sistem/ unit sistem tahapan pengembangan SPAM yang ada di Kabupaten/ Kota baik yang dikelola oleh BUMD, swasta, atau masyarakat. Uraian terhadap sub sistem dalam pengkajian studi kelayakan (aspek teknis) adalah sebagai berikut:

1. Kondisi sumber-sumber air baku yang sudah digunakan/termanfaatkan
Terdiri atas:
 - Kapasitas, kualitas, dan kontinuitas sumber air baku
 - Unit air baku dan bangunan pelengkapanya
 - Cara pengambilan, menggunakan sistem gravitasi atau pemompaan
 - Kapasitas pengambilan/ penyadapan
 - Bangunan unit air baku dan pelengkapanya disertai dengan jenis konstruksi dan tahun pembangunan/ pemasangan
2. Kondisi sumber air baku yang belum digunakan/termanfaatkan
 - Kapasitas, kualitas, dan kontinuitas sumber air baku
 - Bangunan yang dibutuhkan
 - Nilai investasi rencana (perhitungan kasar dari sistem yang sudah direncanakan)

Pengkajian lokasi survei air sungai ditunjukkan pada Tabel 3.5, dan Evaluasi kualitas air ditunjukkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Evaluasi Lokasi Sumber Air

No.	Beda tinggi antara suber air dan daerah pelayanan	Jarak	Penilaian
1.	Lebih besar dari 30 m	< 2 km	Baik, sistem gravitasi Berpotensi, tapi detail desain rinci diperlukan untuk sistem gravitasi, pipa
2.	> 10 – 30 m	< 1 km	

3.	3 sampai \leq 10	< 0,2 km	berdiameter besar mungkin diperlukan Kemungkinan diperlukan pompa kecuali untuk sistem yang sangat kecil
4.	Lebih kecil dari 3 m	< 0,2 km	Diperlukan pompa

Sumber: Kementerian PUPR RI, 2007

Tabel 3. 7 Evaluasi Kualitas Air

Parameter	Masalah Kualitas	Pengolahan	Kesimpulan
Bau	Bau tanah	Kemungkinan saringan karbon aktif	Dapat dipakai jika percobaan pengolahan berhasil
	Bau besi	Aerasi + Saringan pasir lambat, atau aerasi + saringan karbon aktif	Bisa dipakai dengan pengolahan
	Bau sulfur	Kemungkinan aerasi	Dapat dipakai jika percobaan pengolahan berhasil
	Bau lain	Tergantung jenis bau	Dapat dipakai jika percobaan pengolahan berhasil
Rasa	Rasa asin/payau	Aerasi + saringan karbon aktif	Tergantung kadar Cl dan pendapat masyarakat
	Rasa besi	Aerasi + saringan pasir lambat, atau aerasi + saringan karbon aktif	Bisa dipakai dengan pengolahan

	Rasa tanah tanpa kekeruhan	Saringan karbon aktif	Mungkin bisa dipakai dengan pengolahan
	Rasa lain	Tergantung jenis rasa	Mungkin bisa dipakai dengan pengolahan
Kekeruhan	Kekeruhan sedang, coklat dari lumpur	Saringan pasir lambat	Bisa dipakai dengan pengolahan
	Kekeruhan tinggi, coklat dari lumpur	Pembubuhan PAC + saringan pasir lambat	Bisa dipakai bila dengan pengolahan, dengan biaya relatif besar
	Putih	Pembubuhan PAC	Dapat dipakai jika percobaan pengolahan berhasil
	Agak kuning sesudah air sebentar di ember	Aerasi + saringan pasir lambat, atau aerasi + saringan karbon aktif	Dapat dipakai jika percobaan pengolahan berhasil
Warna	Coklat tanpa kekeruhan	Kemungkinan dengan saringan karbon aktif	Dapat dipakai jika percobaan pengolahan berhasil
	Coklat bersama dengan kekeruhan	Sama dengan kekeruhan	Sama dengan kekeruhan
	Putih	Kemungkinan dengan pembubuhan PAC	Tidak bisa dipakai kecuali percobaan pengolahan berhasil
	Warna lain	Tergantung jenis warna	Tidak bisa dipakai kecuali percobaan pengolahan berhasil

3. Unit transmisi
 - Dimensi pipa (diameter dan panjang pipa) atau saluran
 - Jenis pipa (PVC, *steel*, GIP, atau lain-lain) dan tahun pemasangan
 - Cara pengaliran (gravitasi atau pemompaan) dan kapasitas pemompaan (jika menggunakan pompa)
 - Jumlah bangunan pelepas tekan dan tahun pemasangan
 - Kapasitas unit transmisi
4. Unit produksi
 - Jenis/ tipe unit produksi (IPA Paket, IPA beton, saringan pasir lambat (SPL), atau lain-lain)
 - Kapasitas terpasang unit produksi
 - Kapasitas produksi unit produksi
 - Tahun pembangunan/ pemasangan unit produksi
5. Unit Distribusi
 - Cara pengaliran (gravitasi dan atau pemompaan)
 - Jumlah, kapasitas, jenis dan tahun pemasangan pompa (jika menggunakan pompa)
 - Dimensi (diameter), panjang dan jenis pipa (PVC, *steel*, HDPE, dll) yang digunakan baik di jaringan distribusi utama (JDU), jaringan distribusi pembagi (JDB), maupun jaringan idistribusi pelayanan (JDL), serta tahun pemasangan jaringan pipa tersebut.
 - Peta jaringan distribusi
 - Jenis *reservoir* (*ground reservoir* atau *elevated reservoir*), termasuk konstruksi dan tahun pemasangan.
 - Tekanan air pada titik kritis (meter)
 - Tekanan maksimum (peta skematis yang ada)
 - Jumlah truk tangki dan tahun pengadaan
 - Kapasitas distribusi sistem
6. Unit Pelayanan
 - Jenis unit pelayanan sambungan rumah, sambungan non domestik, dan hidran umum/ terminal air/ kran umum

- Sambungan pelanggan (jenis pelanggan dan masing-masing jumlah jenis pelanggan)
- Kapasitas/ debit air terjual

3.7. Bangunan Pengolah Air Minum

Bangunan pengolahan air minum terdiri dari serangkaian unit, ada tipe konvensional yang sudah bertahun-tahun diandalkan dalam mengolah air baku, dan seiring berkembangnya teknologi ada juga yang memanfaatkan teknologi lanjutan dengan kebutuhan energi tertentu. Masing-masing rangkaian unit memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut adalah penjelasan beberapa alternatif unit yang dapat diterapkan.

3.7.1. Unit Pengolahan Air Minum

Bangunan pengolahan air minum tipe konvensional terdiri dari; *intake*, unit prasedimentasi, unit pengadukan cepat, unit pengadukan lambat, unit sedimentasi, unit filtrasi dan unit disinfeksi.

A. *Intake*

Dalam pengolahan air bersih, bangunan *intake* berfungsi sebagai bangunan penyadap yang dibangun pada sumber air untuk mengambil air baku yang kemudian akan diolah dengan unit-unit pengolahan selanjutnya. Kapasitas bangunan *intake* yang digunakan harus disesuaikan dengan kebutuhan air harian maksimum. Dalam pembangunan bangunan *intake* diperlukan biaya yang besar dan proses perijinan yang juga tidak mudah.

Menurut Kawamura (2000), bangunan *intake* harus diletakkan di tempat yang mudah diakses serta didesain dan dibangun untuk memenuhi kuantitas tertentu dan kualitas tertentu dari sumber air baku yang ada.

Sistem *intake* yang dibangun harus kuat, aman, dan memiliki biaya operasional dan pemeliharaan yang paling kecil. Dalam merencanakan bangunan *intake*, ada beberapa faktor penting yang perlu diperhatikan untuk dapat memilih bangunan *intake* yang paling sesuai. Faktor-faktor penting tersebut antara lain kualitas sumber air, kondisi iklim, fluktuasi aliran air, arah aliran air, kondisi geografis dan geologis, kondisi ekonomi, serta regulasi pemerintah yang bersangkutan yang sedang berlaku.

Sesuai dengan fungsinya untuk mengambil air baku, bangunan *intake* dapat dibangun pada tepi sungai, danau, maupun

reservoir. Bangunan *intake* juga dapat didesain untuk mengambil air tanah. Dimana bangunan *intake* akan dibangun, bergantung pada dari mana air baku diambil.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan letak bangunan *intake* adalah:

1. Bangunan *intake* harus diletakkan di lokasi dimana tidak terjadi arus yang terlalu deras yang dapat merusak bangunan *intake*.
2. Tanah di sekitar bangunan *intake* harus stabil.
3. Lokasi bangunan *intake* mudah dijangkau.
4. Pipa inlet harus ada di bawah permukaan air untuk mencegah masuknya benda-benda terapung secara tidak sengaja, dan harus berada di atas dasar sungai atau danau untuk menghindari masuknya material-material yang mengendap.
5. Sedikit berjarak dengan tepian sungai agar menghindari pencemaran ke daratan.
6. Berada pada bagian hulu.

(Al Layla, 1978)

Beberapa alternatif model bangunan intake yang ada, yaitu: *submerged intake*, *intake tower*, *suspended intake*, *siphon intake*, *floating intake*, dan *movable intake*. *Floating intake* dan *moveable intake* dapat digunakan ketika tinggi air di sungai cenderung berubah-ubah secara drastis, masalah banjir sering terjadi, dan kapasitas *intake* sangat kecil yaitu dibawah 5 mgd atau 0,2 m³/s (Kawamura, 2000).

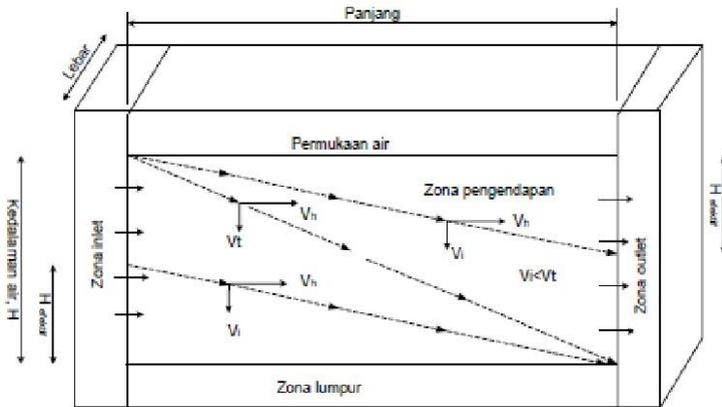
B. Prasedimentasi

Menurut Masduqi, dkk. (2012), sedimentasi tipe I merupakan pengendapan partikel diskret, yaitu partikel yang dapat mengendap bebas secara individual tanpa membutuhkan adanya interaksi antar partikel. Sebagai contoh sedimentasi tipe I adalah pengendapan lumpur kasar pada bak prasedimentasi untuk pengolahan air permukaan dan pengendapan pasir pada *grit chamber*.

Partikel diskret tersisihkan dari suspensi membentuk endapan yang terpisah karena pengendapan akibat gravitasi. Partikel diskret berupa *silt* membutuhkan waktu 33 menit untuk mengendap dari ketinggian pengamatan 30 cm (AWWA, 1990). Besarnya *removal* partikel diskret ditentukan kecepatan

pengendapan (V_s) partikel yang tergantung pada distribusi ukuran partikel dari beragam karakteristik suspensi air baku dengan diameter partikel dan V_s berbeda. Sehingga V_s ditentukan dari analisis karakteristik pengendapan dalam kondisi aliran tenang sehingga aliran partikel diskret mengendap hanya dipengaruhi gaya gravitasi (Al-Layla, 1978).

Variasi kecepatan dan intensitas turbulensi dapat berkurang apabila tercapai kondisi aliran yang seragam. Apabila kondisi seperti ini dapat tercapai, partikel tersuspensi memiliki kesempatan lebih besar untuk terpisah dengan kecepatan yang konstan pada periode waktu yang pendek (Shahrokhi dkk., 2011).



Gambar 3. 1 Ilustrasi Proses yang Terjadi di Prasedimentasi
(Sumber: Metcalf, dkk., 2003)

Bak pengendap merupakan pengolahan fisik yang paling sering digunakan karena mudah dalam segi operasional dengan biaya investasi yang rendah. Tetapi, semakin besar beban TSS semakin besar juga luas bangunan yang dibutuhkan.

C. Aerasi

Aerasi adalah proses pengolahan air dengan mengontakkannya dengan udara. Aerasi secara luas telah digunakan untuk pengolahan air yang mempunyai kandungan jumlah Fe yang terlalu tinggi. Untuk pengolahan air bersih

kebanyakan dilakukan dengan menyebarkan air agar kontak dengan udara atau mencampur air dengan gelembung-gelembung udara. Proses penurunan kadar Fe melalui aerasi yaitu oksigen yang ada di udara akan bereaksi dengan senyawa ferus terlarut menjadi feric yang tidak bisa larut. Tujuan dari proses aerasi adalah untuk penambahan jumlah O₂, penurunan jumlah CO₂, menghilangkan H₂S dan CH₄ serta berbagai senyawa organik yang bersifat volatil (menguap) yang berkaitan dengan rasa dan bau. Dalam proses pengolahan air, aerasi dipergunakan pula untuk menghilangkan gas-gas terlarut. Oksidasi kandungan besi dalam air mereduksi kandungan ammonia dalam air melalui proses nitrifikasi dan untuk meningkatkan oksigen terlarut agar air terasa lebih segar (Trisetyani, dkk., 2014).

Menurut Trisetyani (2014), gelembung udara dapat menurunkan Fe sebesar 96% dicapai pada aerasi selama 40 menit. Aerasi gelembung udara dapat menurunkan Mn sebesar 75% dicapai pada aerasi selama 60 menit.

Jenis-jenis aerator ditunjukkan pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 8 Jenis-jenis Aerator dan Karakteristiknya

Type	Transfer O₂	Tinggi hidrolis (m)	Waktu kontak udara	Waktu detensi	Aplikasi
Spray	-	1,5–7,6	1–2 s	-	Penyisihan CO ₂
Cascade	-	0,9–3,0	0,5–1,5 s	-	Penyisihan CO ₂ , kontrol bau dan rasa, nilai estetik
Multiple tray	-	1,5–3,0	0,5–1,5 s	-	Penyisihan CO ₂ , kontrol bau dan rasa
Diffuser	0,5	-	10–30 menit	-	Penyisihan Fe, Mn, CO ₂ , kontrol bau

Sumber: Montgomery, 1985

D. Pengaduk

Koloid adalah partikel diskret yang tertinggal dalam suspensi. Untuk menghilangkannya dari suspensi, partikel berukuran kecil tersebut harus diubah menjadi partikel berukuran besar. Ukuran normal partikel koloid bervariasi, antara 1 dan 10 μm ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{m}$) (Al Layla, 1978).

Proses yang terjadi dalam unit pengadukan adalah koagulasi dan flokulasi. Koagulasi adalah suatu proses untuk menggabungkan partikel-partikel kecil membentuk partikel yang lebih besar dengan bantuan koagulan. Koagulasi juga sangat efektif dalam menghilangkan kandungan warna, rasa dan bau, makromolekul organik dan partikulat lainnya yang terkandung dalam air baku. Mikroorganisme dengan ukuran yang cenderung besar, termasuk alga, plankton, dan amuba juga dapat tersisihkan dengan diikuti proses filtrasi. Penghilangan bakteri dan bakteri patogen dapat mencapai 99% bahkan dapat ditingkatkan lagi, sedangkan untuk polivirus mencapai 98% (Sanks, 1982).

Perkembangan yang paling signifikan mengenai koagulasi dalam beberapa tahun terakhir adalah penggunaan koagulan baru seperti, *polyelectrolytes*. *Polyelectrolytes* telah digunakan sebagai koagulan dan koagulan bantu untuk meningkatkan efisiensi removal dari kekeruhan dan warna. Selain itu, *polyelectrolytes* juga dapat digunakan untuk meremoval beberapa polutan baru yang tidak dapat dihilangkan dengan koagulan konvensional.

Koagulan anorganik banyak digunakan dalam praktek pengolahan air. Aluminium sulfat merupakan koagulan yang paling umum untuk pengolahan air. Sedangkan, garam besi telah digunakan secara terbatas dan digunakan dalam penelitian.

Proses koagulasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Kualitas air
2. Kuantitas dan karakteristik zat koloid
3. Nilai pH

4. Kecepatan pengadukan, waktu flokulasi, dan kecepatan dari bat
5. Temperatur
6. Alkalinitas
7. Karakteristik ion dalam air

(Al Layla, 1978)

Flokulasi adalah fase pengadukan lambat yang dilakukan setelah mencampurkan koagulan pada unit pengadukan cepat. Tujuan dari flokulasi adalah untuk mempercepat tumbukan partikel, menyebabkan gumpalan partikel koloidal yang tidak stabil menjadi ukuran yang dapat diendapkan dan dapat disaring (Kawamura, 2000).

Faktor yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan proses flokulasi secara tepat adalah sebagai berikut:

1. Kualitas Air Baku dan Karakteristik Flokulasi
2. Proses Pengolahan dan Tercapainya Tujuan Kualitas Air
3. Tersedianya Headloss Hidrolik dan Variasi Aliran Rencana
4. Kondisi Lokal
5. Biaya
6. Hubungan Fasilitas Pengolahan yang Ada

(Kawamura, 2000)

E. Sedimentasi

Salah satu pengolahan air minum dan air limbah yang paling umum digunakan adalah proses sedimentasi. Proses sedimentasi digunakan untuk menghilangkan partikel diskrit, flokulen, dan presipitat dalam pengolahan air. Proses sedimentasi dibagi menjadi 4 kategori berdasarkan konsentrasi suspensi dan partikel flokulen. 4 kategori tersebut adalah pengendapan diskrit, pengendapan flokulen, zona pengendapan, dan pengendapan kompresi. (Al-Layla, 1978). Pengendapan diskrit dan flokulen berkaitan dengan pencairan suspensi.

Pada zona pengendapan, massa dari partikel flokulen pada suspensi secara keseluruhan tetap karena partikel flokulen begitu dekat dan adanya gaya antar partikel menyebabkan mereka berada pada posisi relatif tetap satu sama lain.

Tiga konfigurasi utama untuk perencanaan tangki sedimentasi, yaitu:

1. *Horizontal rectangular basin*
2. *Upflow sedimentation tanks*

3. *Upflow reactor clarifiers with sludge blanket*

(Kawamura, 2000)

F. Filter

Menurut Al-Layla (1978), partikel tersuspensi dan partikel koloid di dalam air tidak bisa mengendap secara sempurna hanya dengan menggunakan proses sedimentasi. Untuk lebih menyempurnakan proses penyisihan partikel tersuspensi dan partikel koloid di dalam air, dapat dilakukan dengan menggunakan proses filtrasi. Proses filtrasi sendiri adalah suatu proses di mana air dilewatkan pada pasir dan kombinasi kerikil-kerikil untuk mendapatkan hasil air yang lebih baik.

Bakteri dan sejenisnya dapat dengan efektif dihilangkan dengan menggunakan proses filtrasi. Selain itu filtrasi juga dapat mengurangi warna, rasa, bau, kadar besi juga kadar mangan yang terdapat di dalam air. Proses pengurangan kadar-kadar tersebut tidak lepas dengan adanya proses fisika dan kimia yang terjadi di dalam proses filtrasi itu sendiri.

Beberapa faktor yang berkontribusi di dalam proses removal filter ini adalah:

- a) Proses penyaringan yang terjadi di setiap lapisan permukaan filter
- b) Proses sedimentasi di dalam filter
- c) Kontak antara partikel flok dengan lapisan kerikil atau dengan flok yang sudah terkumpul di atas lapisan filter.
- d) Proses adsorpsi atau proses eletrokinetik.
- e) Proses koagulasi di dalam filter.
- f) Proses biologis di dalam filter.
- g) Penggabungan zat-zat koloid di dalam filter.

Pada prosesnya, partikel tersuspensi yang ukurannya terlalu besar akan tetap tertahan di atas lapisan pasir. Namun jika ukuran partikel terlalu kecil (contohnya: partikel koloid dan bakteri) akan lebih sulit untuk dihilangkan karena akan lebih mudah lolos pada lapisan pasir ini. Pada lapisan kerikil, jarak di antara lapisan kerikil berfungsi sebagai area sedimentasi partikel tersuspensi. Namun dapat juga digunakan oleh partikel-partikel flok yang belum seratus persen terendapkan pada bak sedimentasi untuk mengendap pada lapisan kerikil ini.

Terdapat beberapa macam jenis filter modifikasi yang telah digunakan di mancanegara, antara lain *rapid sand filter*, *slow sand filter*, *pressure sand filter*, *multiple media filters*, *diatomaceous earth filters*, *upflow filters* dan lain sebagainya. Penjelasan jenis-jenis filter secara lanjut akan dijelaskan pada sub bab di bawah ini.

- *Slow Sand Filter*

Menurut Al-Layla (1978), prinsip yang digunakan pada *slow sand filter* hampir sama dengan prinsip filtrasi secara alami. Pada *slow sand filter* air dimasukkan ke dalam lapisan pasir yang sangat luas dan dibiarkan dalam waktu yang lama tanpa menggunakan tambahan bahan kimia. Sedangkan menurut Susumu Kawamura pada tahun 1991, *slow sand filter* adalah salah satu pengolahan air yang paling efektif untuk me-removal zat-zat jika dibandingkan dengan filter-filter yang lain sehingga air yang dihasilkan menjadi sangat baik. Selain itu sistem ini membutuhkan biaya yang sedikit dan juga mudah dioperasikan. Namun kekurangannya adalah dibutuhkan waktu yang lama serta lahan yang luas untuk penggunaan filter ini karena tingkat kecepatan *slow sand filter* ini 50-100 kali lebih lambat jika dibandingkan dengan *rapid sand filter* dan jenis-jenis filter lainnya. Selain itu *slow sand filter* tidak dapat digunakan pada daerah yang memiliki air dengan kadar organik yang tinggi. Filter ini lebih cocok digunakan pada daerah yang penduduknya tidak begitu banyak dan kadar airnya tidak seburuk daerah perkotaan yang sudah terkontaminasi dengan kadar organik yang tinggi.

Slow sand filter sangat sensitif pada perubahan pH. Pembentukan “schmutzdecke” yang tergantung dengan pertumbuhan mikroorganisme yang dipengaruhi oleh temperatur dan waktu. Ketika air yang akan diolah dimasukkan ke dalam lapisan filter butiran-butiran pasir di atas filter akan membentuk suatu lapisan dan mempengaruhi kerja filter dalam penyaringan. Untuk itu diperlukan lahan yang luas agar ketika terjadi pembentukan lapisan secara besar-besaran masih terdapat lahan lain yang tidak tersumbat. Nantinya jika lapisan “schmutzdecke” sudah cukup tebal, akan dilakukan pengerukan pada bagian atas filter.

- *Rapid Sand Filter*

Menurut Al-Layla (1978), pada proses purifikasi air, *rapid sand filters* memiliki hasil effluent yang lebih baik jika dibandingkan

dengan *slow sand filters*. Kecepatan pada *rapid sand filters* ini cukup tinggi dan laju filtrasi nya berkisar antara 4 – 5 m³/m².hr (namun terkadang laju filtrasi nya dapat lebih dari 6 m³/m².hr). Ukuran pasir efektif yang digunakan pada filter ini berkisar antara 0,45 – 0,55 mm. Lapisan filter ini bila dilihat dari bawah terdiri dari gravel dengan tebal berkisar antara 38 – 60 cm, sedangkan di atasnya terdapat pasir yang tebalnya kurang lebih 80cm. Proses *backwash* pada *rapid sand filter* berbeda dengan *slow sand filter*. Pada *rapid sand filters* waktu *backwash* ditentukan dari headloss filter saat itu.

Keuntungan menggunakan *rapid sand filters* adalah area yang digunakan tidak begitu luas, pasir yang dibutuhkan lebih sedikit, kurang sensitif terhadap perubahan kualitas air baku, dan waktu yang dibutuhkan relatif lebih cepat jika dibandingkan dengan *slow sand filters*. Sedangkan kekurangan dari *rapid sand filters* adalah tidak dapat mengurangi kadar bakteri di dalam air, membutuhkan biaya yang mahal, membutuhkan keahlian khusus dan menghasilkan lumpur yang banyak.

- *Pressure Filter*

Menurut Al-Layla (1978), *pressure filters* identik dengan filter yang memanfaatkan sistem gravitasi. Hanya saja *pressure filters* diletakan pada wadah kedap terbuat dari baja yang didesain untuk tekanan di atas 10 atm. Laju pada *pressure filters* bisa mencapai 15m/hr, namun tetap harus hati-hati dalam penggunaannya. Bila pada desain awal dan pengoperasian *pressure filters* tidak dilakukan secara benar maka kualitas bakteri yang terdapat pada effluent tidak terdagradasasi dengan baik.

Pressure filters dapat digunakan untuk mengolah air yang nantinya digunakan pada kegiatan secara umum, seperti cuci-cuci, pendingin, dan air baku industri. Filter ini baik digunakan pada air yang memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi. Kemudian effluent dari filter ini dapat dilanjutkan pada pengolahan lanjut seperti *rapid sand filter*, *slow sand filter* atau pada prose pengolahan lain.

Keuntungan penggunaan *pressure filters* pada daerah yang memiliki tekanan air yang rendah adalah tidak perlu lagi digunakan pompa, karena tekanan nya yang sudah cukup tinggi.

G. Disinfeksi

Disinfeksi adalah proses pengrusakan/ penghancuran/ pembinasakan mikroorganisme patogen. Chang (1971) dalam buku Reynold yang berjudul “*Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*” mendeskripsikan disinfeksi merupakan proses kompleks yang bergantung terhadap 1) sifat fisik-kimia disinfektan, 2) sifat kimia alam dan keadaan fisik patogen, 3) interaksi dari nomor (1) dan (2), dan 4) efek kuantitatif dari faktor-faktor media, seperti suhu, pH, elektrolit, dan zat yang bertentangan. Dia juga mengklasifikasikan disinfektan sebagai berikut:

- a) oksidator (ozon, halogen, senyawa halogen)
 - b) kation logam berat (perak, emas, merkuri)
 - c) senyawa organik
 - d) perantara gas
 - e) perantara fisik (panas, ultra violet, radiasi ion, pH)
- Keefektifan disinfektan dalam membunuh

mikroorganisme tergantung pada:

- Jenis disinfektan yang digunakan.
- Konsentrasi residu disinfektan.
- Waktu di mana air kontak dengan disinfektan.
- Suhu air, semakin tinggi suhu maka semakin banyak pula mikroba yang terbunuh.
- pH air. Pengaruhnya terhadap aktivasi klorin.

(AWWA, 1997)

3.7.2. Unit Pengolahan dengan Teknologi Lanjutan

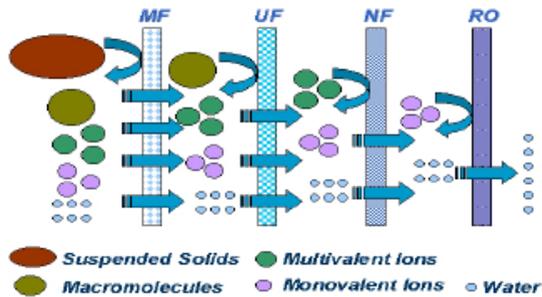
A. Membran

Penggunaan membran dalam pengolahan air permukaan menyediakan berbagai keuntungan dari pengolahan konvensional (Zularisam, et al., 2005). Dalam pengolahan konvensional, filtrasi mengacu pada pemisahan partikel-partikel padat yang tidak dapat bercampur dengan aliran gas maupun cairan. Filtrasi dengan teknologi membran memperluas kemampuan filter untuk memisahkan zat terlarut dalam cairan dan pemisahan campuran gas. Peran utama membran adalah sebagai *selective barrier*. Membran seharusnya meloloskan beberapa komponen tertentu dan menahan komponen lainnya. (Cheryan M., 1998).

Harjanto, T. dkk., (2012) menyatakan bahwa berdasarkan *spectrum* ukuran pori membran, ada 5 pengelompokan membran yaitu:

1. *Particle Filtration* (penyaringan partikel), dengan ukuran pori-pori membran yang digunakan paling kecil mendekati 1 micron, partikel ini terbagi dua, yaitu makro partikel dengan ukuran sampai 20 micron yang masih bisa dilihat dengan mata telanjang, dan mikro partikel dengan ukuran mendekati 1 micron, yang harus menggunakan alat bantu mikroskop untuk melihatnya.
2. *Microfiltration*, membran yang dapat memisahkan partikel dengan diameter dari (3 – 0,05) micron, yang hanya bisa dilihat menggunakan *Scanning Electron Microscope*.
3. *Ultrafiltration*, dimana *range* diameter yang bisa disaring oleh membran berkisar dari (0,15 – 0,0014) micron, yang hanya bisa dilihat dengan menggunakan SEM.
4. *Nanofiltration*, sesuai dengan namanya, nano (10^{-9}) meter, bisa menyaring molekul atau atom dengan *range* dari (0,0015 – 0,0008) micron, juga hanya bisa diamati dengan menggunakan SEM.
5. Yang terakhir inilah teknologi yang disebut dengan *Reverse Osmosis* (RO), dikenal juga dengan *hyperfiltration*, proses ini yang banyak digunakan untuk menyaring air untuk kebutuhan air minum, *range* dari membrane ini berkisar dari (0,001 – 0) micron.

Sedangkan material dari membran sendiri berkembang dengan sangat cepat mengikuti keperluan dan sumber daya masing-masing negara yang memproduksinya, ada yang berasal dari polimer, keramik, karbon, zeolite dan logam. Sebagai ilustrasi macam-macam membran dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 2 Ilustrasi Kriteria Membran
(Sumber: Harjanto, T., dkk., 2012)

Dengan mengetahui jenis dan ukuran partikel yang terdapat pada cairan, maka diameter partikel membran dapat dipilih, apakah digunakan jenis membran mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi, atau RO. Semakin kecil pori membran semakin tinggi tekanan yang diperlukan sehingga energi yang diperlukan juga semakin besar. Sebagai gambaran untuk membran mikro dan ultra cukup diperlukan tekanan 1 – 2 bar, untuk nano tekanan pompa yang diperlukan 5 – 10 bar, sedangkan untuk membran RO tekanan bisa 10 – 80 bar (Harjanto, T., dkk., 2012).

B. Ozonisasi

Merupakan oksidan yang sangat kuat lebih kuat dibanding asam hipoklorit. Air yang diozonisasi dilewatkan pada filter arang aktif yang bertindak sebagai kontraktor biologis agar organisme saprofit membongkar zat yang terbongkarsecara biologis.

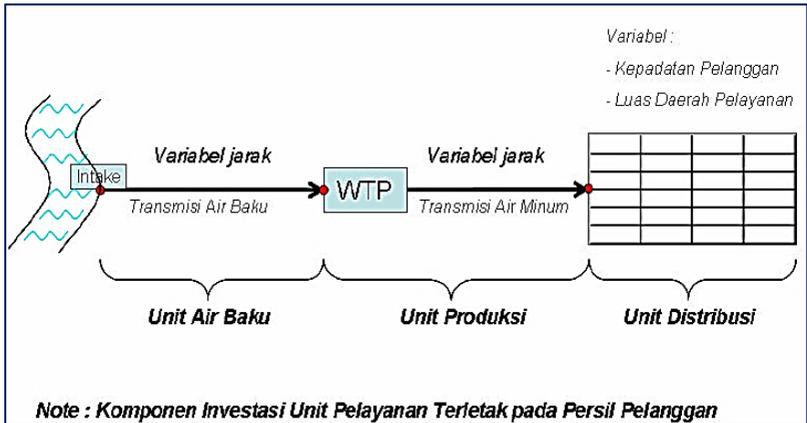
3.8. Harga Satuan Investasi SPAM

Dalam merencanakan analisis kelayakan finansial pada studi kelayakan, maka dibutuhkan asumsi harga satuan maksimum per SR untuk investasi IPA yang mempertimbangkan luas cakupan pelayanan, kepadatan penduduk, panjang pipa transmisi dan persentase potensi pelanggan.

Harga satuan investasi SPAM per sambungan rumah, dihitung atas 4 komponen biaya investasi SPAM yaitu:

- a. Komponen Investasi pada Unit Air Baku
- b. Komponen Investasi pada Unit Produksi
- c. Komponen Investasi pada Unit Distribusi
- d. Komponen Investasi pada Unit Layanan

Secara skematik, model dan batasan yang digunakan dalam pengelompokan biaya investasi SPAM dapat dilihat pada Gambar 3.3.



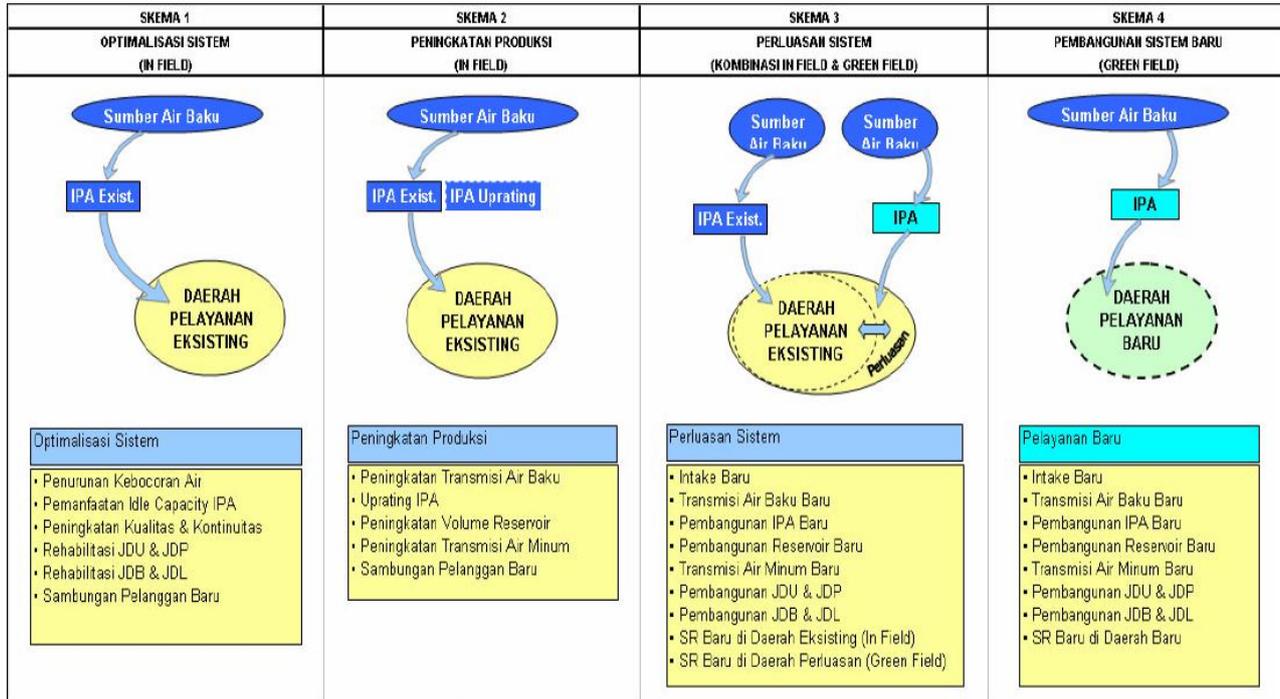
Gambar 3. 3 Skema Komponen Biaya Investasi SPAM
(Sumber: Menteri Pekerjaan Umum RI, 2009)

Sistem pengembangan air minum (SPAM) di dalam wilayah administratif perkotaan secara umum dapat dibedakan atas; (1) *single system*; dan (2) *multi system*. Pedoman standar harga satuan ditetapkan dengan asumsi *single system* sebagai basis. Dengan demikian apabila rencana usulan proyek lebih dari satu sistem (*multi system*), maka penggunaan tabel untuk memperkirakan biaya investasi per sambungan rumah dilakukan untuk masing-masing sistem.

Secara umum terdapat 4 pola investasi untuk pengembangan SPAM di wilayah perkotaan yaitu:

- a. Pola Optimalisasi (Skema 1)
- b. Pola Peningkatan Produksi (Skema 2)
- c. Pola Perluasan Sistem (Skema 3)
- d. Pola Pembangunan Sistem Baru (Skema 4)

Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Skema Program Pengembangan SPAM

Harga satuan investasi per sambungan rumah dapat terjadi perbedaan dengan yang tercantum pada Tabel 3A, 3B, 3C serta 4A, 4B, 4C, dan 4D Lampiran 3 Pedoman Standar Harga Satuan Investasi SPAM Peraturan Menteri Pekerjaan Umum RI No. 21 tahun 2009. Besarannya dapat disesuaikan dengan asumsi yang ditetapkan dalam pedoman tersebut. Perbedaan asumsi yang dapat membuat perubahan dan penyesuaian standar harga satuan yaitu:

- a. Faktor Letak Geografis
 Harga satuan yang digunakan dalam pedoman tersebut mengacu pada standar harga satuan di wilayah DKI Jakarta. Untuk program SPAM yang berlokasi di luar wilayah DKI Jakarta dapat menggunakan faktor letak geografis sebagai faktor penyesuaian harga.
- b. Faktor Inflasi
 Harga satuan yang digunakan dalam pedoman ini mengacu pada harga satuan tahun 2008. Untuk program SPAM yang rencana tahun pelaksanaannya berbeda tahun dengan pedoman, maka faktor inflasi harus digunakan sebagai faktor penyesuaian harga.
- c. Faktor Spesifikasi Material
 Harga satuan yang digunakan dalam pedoman ini mengacu pada spesifikasi material yang dijelaskan dalam tabel 1A, 1B, 1C, dan 1D Lampiran 3 Permen PU RI No. 29 tahun 2009. Untuk program SPAM yang menggunakan faktor spesifikasi material lebih tinggi dari yang diasumsikan pada pedoman ini dapat menggunakan faktor spesifikasi material sebagai faktor penyesuaian harga.

Formula perhitungan penyesuaian standar harga satuan (harga satuan maksimal) adalah sebagai berikut:

$$HS = HS_0 \times F_1 \times F_2 \times F_3 \quad (3.12)$$

dimana

HS = Harga Satuan Standar (th. 2008 + n tahun)

HS₀ = Harga Acuan 2008

F₁ = Faktor Letak Geografis

F₂ = Faktor Inflasi

F₃ = Faktor Spesifikasi Material

(Menteri Pekerjaan Umum RI, 2009)

3.9. Metode Analisis Kelayakan Finansial

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan untuk menilai kelayakan ekonomi suatu investasi usaha. Beberapa metode yang sering digunakan antara lain yaitu:

2. Metode ekivalensi nilai sekarang (*present worth analysis*) atau lebih dikenal dengan istilah umum NPV atau *Net Present Value*.

Metode ini didasarkan atas nilai sekarang bersih dari hasil perhitungan nilai sekarang aliran dana masuk (penerimaan) dengan nilai sekarang aliran dana keluar (pengeluaran) selama jangka waktu analisis dan suku bunga tertentu.

Kriteria kelayakannya adalah apabila nilai sekarang bersih atau NPV > 0, yang dirumuskan dengan:

$$NPV = (\sum PV \text{ Pendapatan}) - (\sum PV \text{ Pengeluaran}) \quad (3.13)$$

3. Metode periode pengembalian modal (*payback period analysis*).

Metode periode pengembalian modal ini berbeda dengan metode-metode lainnya. Pada metode ini tidak digunakan perhitungan dengan menggunakan rumus bunga, akan tetapi yang dianalisis adalah seberapa cepat modal atau investasi yang telah dikeluarkan dapat segera kembali. Kriteria penilaiannya adalah semakin singkat pengembalian investasi akan semakin baik.

$$PP = n + \frac{(a - b)}{(c - b)} \times 1 \text{tahun} \quad (3.14)$$

dimana:

n = tahun terakhir dimana jumlah arus kas masih belum bisa menutup investasi mula-mula

a = jumlah investasi mula-mula

b = jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke-n

c = jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke n+1

4. Metode rasio manfaat dan biaya (*benefit cost ratio analysis*) atau lebih dikenal dengan BC Ratio.

Metode BC Ratio pada dasarnya menggunakan data ekivalensi nilai sekarang dari penerimaan dan pengeluaran, yang dalam hal ini BC Ratio adalah perbandingan antara nilai sekarang dari penerimaan

atau pendapatan yang diperoleh dari kegiatan investasi dengan nilai sekarang pengeluaran (biaya) selama investasi tersebut berlangsung dalam kurun waktu tertentu. Kriteria kelayakannya adalah bila nilai BCR > 1 dan dirumuskan dengan:

$$\text{BCR} = (\Sigma \text{Nilai Sekarang Pendapatan}) : (\Sigma \text{Nilai Sekarang Pengeluaran}) \quad (3.15)$$

5. Metode tingkat suku bunga pengembalian modal (*rate of return analysis*) atau lebih dikenal dengan nama *Internal Rate of Return* (IRR).

IRR adalah suatu nilai petunjuk yang identik dengan seberapa besar suku bunga bank yang berlaku umum (suku bunga pasar atau *Minimum Attractive Rate of Return/ MARR*). Pada suku bunga IRR akan diperoleh suku bunga yang diberikan investasi, yang akan memberikan NPV = 0. Syarat kelayakannya yaitu apabila IRR > suku bunga MARR. Untuk menghitung IRR dapat digunakan cara *trial and error* dengan formula berikut:

$$\text{IRR} = i_1 - \text{NPV}_1 \times (i_1 - i_2) \times (\text{NPV}_2 - \text{NPV}_1) \quad (3.16)$$

dimana:

i_1 = suku bunga ke-1

i_2 = suku bunga ke-2

NPV_1 = *Net Present Value* pada suku bunga ke-1

NPV_2 = *Net Present Value* pada suku bunga ke-2

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

METODE PERENCANAAN

4.1. Umum

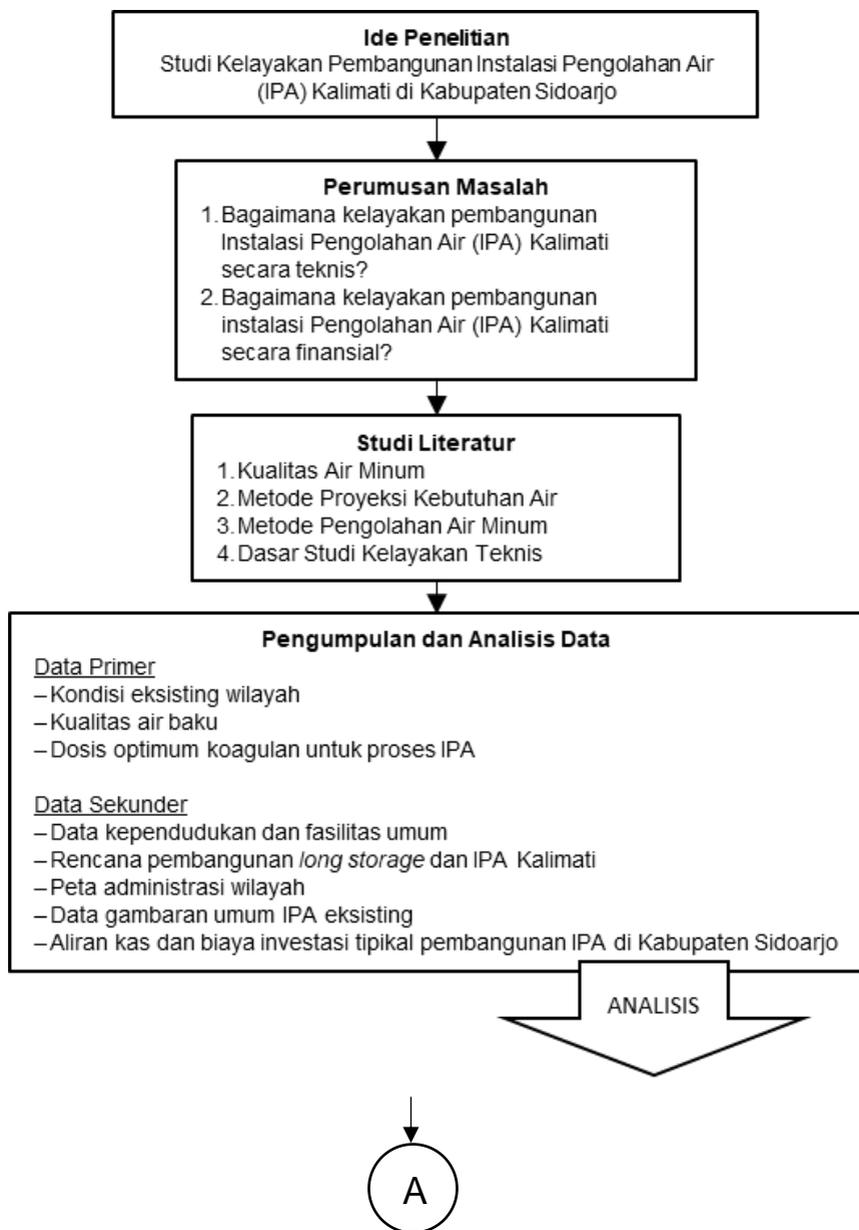
Metode perencanaan berisi langkah-langkah teknis yang akan dilakukan dalam perencanaan yang terangkum dalam kerangka perencanaan. Langkah-langkah dalam perencanaan ini dimulai dengan munculnya ide perencanaan, perumusan masalah, studi literatur, pengumpulan data, analisis laboratorium, analisis data, *preliminary design* IPA, dan kesimpulan. Kerangka perencanaan dalam tugas akhir ini secara lebih lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.1.

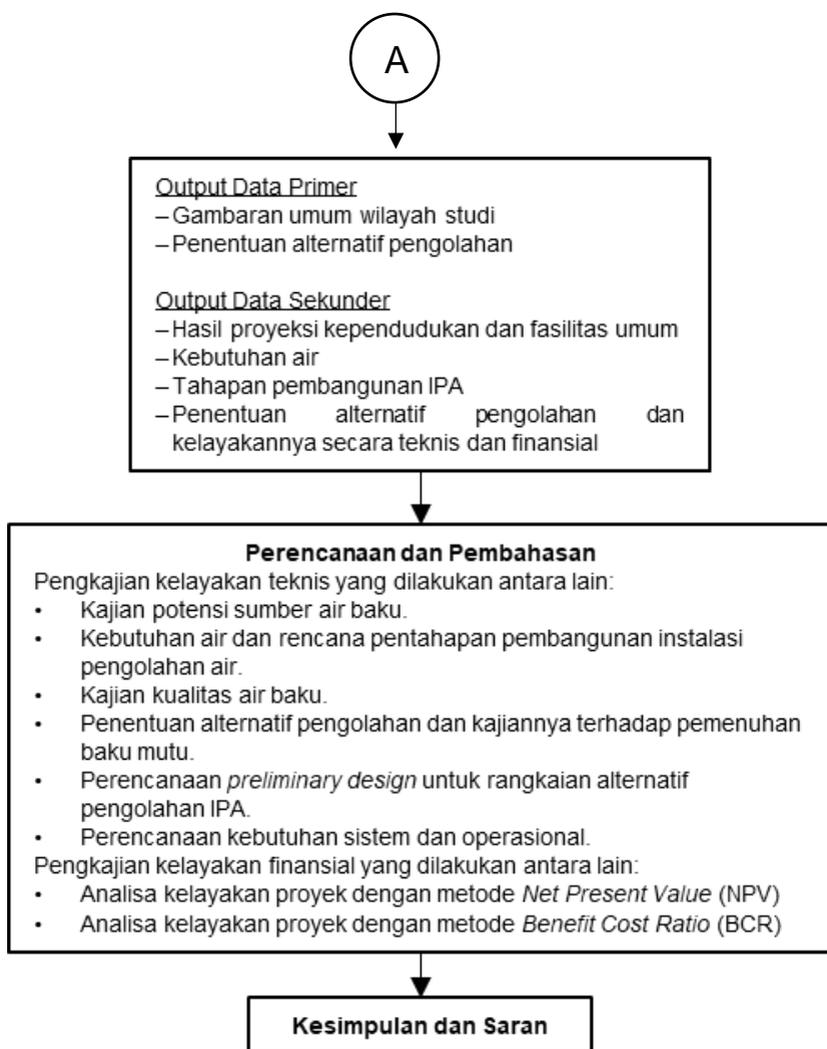
Penyusunan kerangka perencanaan dimaksudkan untuk mengetahui sistematika pelaksanaan tugas akhir. Kerangka perencanaan ini disusun dengan tujuan:

1. Sebagai gambaran awal mengenai tahapan penyusunan tugas akhir secara sistematis agar pelaksanaan dan penulisan laporan menjadi sistematis.
2. Mengetahui tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam perencanaan, dari awal perencanaan.
3. Memudahkan dalam mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan perencanaan demi tercapainya tujuan perencanaan.
4. Memperkecil dan menghindari terjadinya kesalahan-kesalahan selama melakukan perencanaan.

4.2. Ide Perencanaan

Kapasitas lima IPA di Kabupaten Sidoarjo masih belum memenuhi kebutuhan air masyarakat, ditunjukkan oleh persen pelayanan PDAM Kabupaten Sidoarjo yang masih mencapai angka 37%. Pemerintah Kabupaten memiliki *master plan* untuk memperluas daerah pelayanan, dengan menghidupkan kembali Sungai Kalimati dan merencanakan pengolahan serta pendistribusian air di wilayah Barat Kabupaten Sidoarjo khususnya Kecamatan Prambon. Pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang kemudian disebut IPA Kalimati membutuhkan kajian





Gambar 4. 1 Kerangka Perencanaan

pendahuluan berupa *feasibility study* mengenai kondisi eksisting wilayah perencanaan, kondisi demografi dan kebutuhan air, analisis karakteristik air baku dari Sungai Kalimati serta kebutuhan unit pengolahan dan lahan eksisting.

4.3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan teori dasar mengenai topik perencanaan, sehingga menjadi acuan dalam tugas akhir ini. Studi literatur dilakukan dengan pencarian dari beberapa sumber literatur yang ada. Sumber tersebut dapat berupa jurnal, artikel, buku, peraturan, laporan tugas akhir maupun tesis terdahulu. Hasil studi literatur dirangkum di dalam Bab III pada perencanaan ini.

4.4. Persiapan Perencanaan

Tahap persiapan ini dilakukan untuk mempersiapkan segala keperluan pengambilan data awal perencanaan yang terdiri atas:

1. Perizinan Survey dan Pengambilan Data ke pihak PDAM Delta Tirta Sidoarjo
Survey dan pengambilan data sekunder awal diperlukan untuk menyusun rencana pelaksanaan tugas akhir ini yang kemudian dijabarkan di proposal tugas akhir. Pengajuan izin ke PDAM Delta Tirta Sidoarjo dibutuhkan untuk mendapatkan akses berbagai data yang akan diperlukan nantinya.
2. Perizinan ke Badan Kesatuan Bangsa dan Politik (BAKESBANGPOL) Kabupaten Sidoarjo
Pengambilan data lanjutan ke berbagai dinas dan lembaga pemerintah seperti Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sidoarjo dan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Sidoarjo membutuhkan surat pengantar dari Badan Kesatuan Bangsa dan Politik (BAKESBANGPOL) Kabupaten Sidoarjo, sehingga dibutuhkan pengajuan izin ke BAKESBANGPOL demi melancarkan pengambilan data sekunder lanjutan.

4.5. Pengumpulan dan Analisis Data

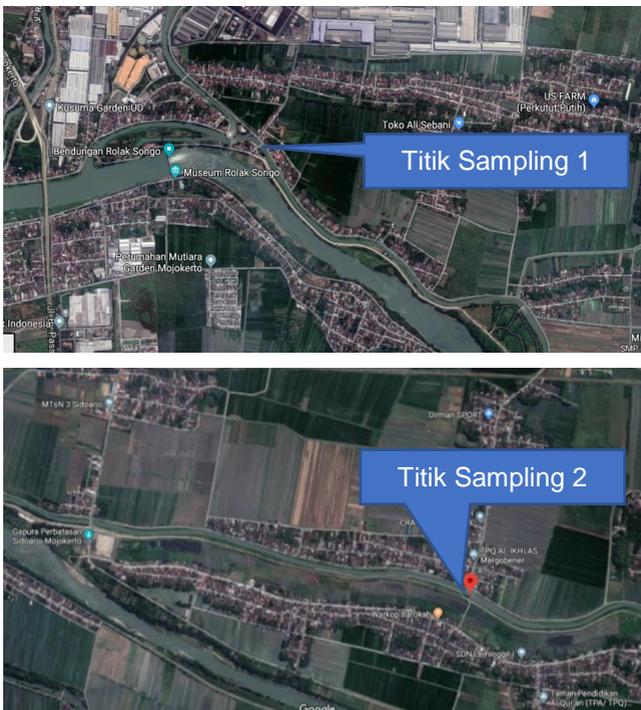
Pengumpulan data pada perencanaan ini dilakukan dengan dua cara, yaitu pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Data primer adalah data yang didapatkan langsung dari lapangan melalui penelitian, pengamatan, analisis laboratorium, survey dan wawancara. Sementara data sekunder merupakan data yang didapatkan dari studi literatur, penelitian terdahulu, maupun dari instansi terkait yang memiliki kewenangan dalam mengarsipkan data.

4.5.1. Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan survey, pengamatan dan *sampling* terhadap lokasi perencanaan secara langsung serta wawancara dengan petugas PDAM Delta Tirta Sidoarjo. Data primer yang dibutuhkan untuk perencanaan ini adalah:

- ✓ Data Kondisi Eksisting Wilayah
Kondisi eksisting wilayah perencanaan merupakan salah satu aspek penting yang menjadi pertimbangan dalam suatu perencanaan. Data kondisi eksisting lahan digunakan untuk memperoleh gambaran secara umum cakupan wilayah yang akan dilayani serta gambaran awal kondisi lokasi proyek mengenai kondisi air baku yang digunakan dan ketersediaan lahan untuk membangun IPA. Data yang dibutuhkan meliputi batas wilayah proyek, wilayah pelayanan, keadaan topografi dan geohidrologi, foto lokasi proyek, ketersediaan lahan dalam satuan luas serta kondisi tata ruang sekitar lahan perencanaan.
- ✓ Kualitas Sumber Air Baku
Air baku yang akan digunakakan bersumber dari pemulihan Sungai Kalimati yang akan direncanakan oleh Pemkab Sidoarjo menjadi *Long Storage* (LS) dari Sungai Brantas yang mampu menampung debit hingga 1,6 juta m³. Pengambilan sampel (*sampling*) untuk menguji karakteristik awal air baku dilakukan salah dua titik. Pertama di *intake* dari *Long Storage* sendiri, yaitu di pintu air percabangan kali Brantas di Bendungan Rolak Songo, Kabupaten Mojokerto tepatnya di koordinat 7°26'39,0" LS dan 112°28'06,7" BT. Titik kedua berada di saluran irigasi

sebelah utara *Long Storage*, tepatnya di koordinat $7^{\circ}28'09,7''$ LS dan $112^{\circ}31'52,5''$ BT. *Sampling* dilakukan di lokasi ini karena beberapa pertimbangan; 1) saluran irigasi sendiri merupakan pecahan dari Sungai Brantas, sehingga memiliki satu pintu masuk yang sama dengan suplai air *Long Storage*; 2) saluran irigasi membentang sepanjang \pm 6,5 km dari percabangan Sungai Brantas (di lokasi pintu air Rolak Songo, Kabupaten Mojokerto) sampai Desa Prambon, Kecamatan Prambon, Kabupaten Sidoarjo. Sehingga diasumsikan persebaran pencemar di saluran irigasi tersebut mendekati pencemaran yang mungkin akan terjadi di *Long Storage*.



Gambar 4. 2 Lokasi Titik *Sampling*

Pengamatan sungai meliputi jenis sumber air baku, keadaan lahan untuk rencana bangunan penyadap (*intake*) dan melakukan *sampling* air baku di suatu titik untuk mendapatkan kualitas air baku eksisting sebagai bahan kajian alternatif unit pengolahan yang akan didesain.

4.5.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah siap digunakan atau diolah untuk mendukung perencanaan. Data-data tersebut terdiri dari:

- ✓ Data kependudukan dan fasilitas umum Kabupaten Sidoarjo
Data kependudukan dan fasilitas umum tahun 2008 – 2017 dibutuhkan untuk memproyeksikan peningkatan jumlah penduduk dan fasilitas umum di masa yang akan datang
- ✓ Rencana Pembangunan *Long Storage* dan IPA Kalimati
Rencana atau *masterplan* pembangunan *Long Storage* dan IPA Kalimati dibutuhkan sebagai acuan perhitungan dimensi bangunan dan analisis kebutuhan lahan, sehingga hasil analisis dapat diaplikasikan di lapangan.
- ✓ Peta Administrasi Wilayah
Peta administrasi wilayah dibutuhkan untuk menggambarkan wilayah perencanaan secara umum.
- ✓ Data Gambaran Umum IPA Eksisting
Gambaran umum IPA Eksisting di Sidoarjo dibutuhkan sebagai referensi pemilihan teknologi untuk IPA Kalimati, sehingga perencanaan dapat relevan dengan kondisi Kabupaten Sidoarjo dan PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo.
- ✓ Aliran Kas
Aliran kas dan data tipikal investasi pembangunan IPA akan digunakan untuk menentukan kelayakan finansial.

4.6. Perencanaan dan Pembahasan

4.6.1. Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium yang akan dilakukan berupa analisis *jar test* (penentuan dosis optimum koagulan). *Jar Test* adalah suatu percobaan yang berfungsi untuk menentukan dosis optimal dari koagulan (biasanya tawas/ alum) yang digunakan pada proses

pengolahan air bersih. Tujuan dari analisis laboratorium adalah sebagai pembandingan dengan analisis yang dilakukan oleh PDAM Sidoarjo.

Dosis optimum koagulan yang digunakan dalam pengendapan partikel flokulen dan perhitungan selanjutnya adalah dosis optimum yang mempunyai nilai lebih besar. Diharapkan perencanaan dengan dosis tersebut dapat meng-cover dosis yang lebih kecil.

4.6.2. Perencanaan Teknis dan Finansial

Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan, langkah selanjutnya adalah melakukan kajian dan perencanaan sebagai berikut:

- ✓ Menghitung proyeksi penduduk dan fasilitas umum sampai tahun 2026 dengan menggunakan tiga metode yaitu metode aritmatika, metode geometri, dan metode *least square*. Dari perhitungan ketiga metode, akan dipilih satu metode dengan nilai koefisien korelasi yang paling mendekati 1 karena hal itu menunjukkan kuatnya hubungan linier antara dua variabel. Nilai koefisien korelasi dapat dihitung sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\{[n(\sum y^2) - (\sum y)^2]x[n(\sum x^2) - (\sum x)^2]\}^{1/2}}$$

Dimana:

- x = nomor data
- y = selisih jumlah penduduk dengan tahun sebelumnya (metode aritmatika)
= ln jumlah penduduk (metode geometri)
= jumlah penduduk (metode *least square*)

Metode Aritmatika

$$P_n = P_0 + r(n)$$

Dimana:

- P_n = jumlah penduduk pada tahun proyeksi yang diinginkan (jiwa)
- P₀ = jumlah penduduk pada awal tahun proyeksi (jiwa)

r = rata-rata pertumbuhan penduduk tiap tahun

n = kurun waktu

Metode Geometri

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

Dimana:

P_n = jumlah penduduk pada tahun proyeksi yang diinginkan (jiwa)

P_0 = jumlah penduduk pada awal tahun proyeksi (jiwa)

r = rata-rata persentase penambahan penduduk tiap tahun

n = kurun waktu

Metode Least-Square

$$P_n = a + (b \times n)$$

dengan:

$$a = \frac{\sum y (\sum x^2) - (\sum x \sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n x \sum xy - (\sum x \sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

Dimana:

P_n = jumlah penduduk tahun ke-n

n = beda tahun yang dihitung dari tahun awal

a dan b = konstanta

y = jumlah penduduk

x = nomor data

Untuk mengetahui jumlah kebutuhan air non domestik pada tahun proyeksi maka dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\sum P_n}{\sum P_0} = \frac{\sum F_n}{\sum F_0}$$

Dimana:

P_n = jumlah penduduk pada tahun proyeksi yang diinginkan (jiwa)

P_o = jumlah penduduk pada tahun awal proyeksi (jiwa)

F_n = jumlah fasilitas tahun proyeksi yang diinginkan (unit)

F_o = jumlah fasilitas pada awal tahun proyeksi (unit)

- ✓ Menghitung kebutuhan air domestik dan non-domestik sampai tahun 2026 untuk menentukan debit harian maksimum yang akan digunakan sebagai kapasitas produksi Instalasi Pengolahan Air (IPA), berdasarkan Debit Hari Maksimum (Q_{hmax}). Kebutuhan air harian maksimum adalah kebutuhan air tertinggi pada hari tertentu selama satu tahun. Menurut SNI 7509-2011, besarnya kebutuhan air harian maksimum adalah 1,1 – 1,5 kali dari kebutuhan harian rata-rata. Menghitung kebutuhan air rata-rata harian adalah sebagai berikut:

$Q_h = Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{non domestik}} + Q_{\text{kebocoran}}$

Dimana:

Q_{domestik} diperoleh dari data jumlah pelanggan sampai tahun dimulai perencanaan.

$Q_{\text{non domestik}}$ diperoleh dari jumlah sarana dan prasarana non domestik (pasar, toko, kantor, rumah sakit, dan lain-lain yang menggunakan fasilitas air tiap jenis sarana tersebut).

Selanjutnya, menghitung kebutuhan air hari maksimum dari kebutuhan air rata-rata di Kecamatan Prambon, Tarik, Krembung dan Tulangan sebagai berikut:

$$Q_{hm} = F_{hm} \times Q_h$$

Dimana:

F_{hm} = faktor harian maksimum, dengan nilai 115% - 150%

Q_h = kebutuhan air rata-rata harian

- ✓ Menentukan tahap perencanaan IPA berdasarkan kapasitas terpasang IPA dan kebutuhan air.
- ✓ Mengkaji kualitas air baku berdasarkan hasil uji dan membandingkannya dengan data kualitas air sungai hasil pengamatan pihak terkait.
- ✓ Melakukan pengkajian unit pengolahan air berdasarkan hasil uji kualitas air baku, termasuk pengkajian terhadap *long storage* sebagai prasedimentasi. Untuk mendapatkan kondisi pengendapan yang ideal, perencanaan *long storage* dikaji berdasarkan persyaratan bilangan Reynold (N_{re}) dan bilangan Froud (N_{fr}). Zona pengendapan mempunyai kondisi aliran laminer ($N_{re} < 2000$), serta stabil dan tidak terjadi aliran pendek ($N_{fr} > 10^{-5}$). Persamaan yang digunakan dalam pengkajian ini adalah:

$$N_{re} = \frac{vh \times R}{\nu}$$

$$N_{fr} = \frac{vh^2}{g \times R}$$

$$R = \frac{Ac}{P}$$

$$Vh = \frac{P}{td}$$

Dimana:

N_{re} = bilangan Reynolds

N_{fr} = bilangan Froud

vh = kecepatan horizontal (m/det)

R = besarnya fraksi pengendapan partikel total

Ac = luas penampang melintang aliran (m^2)

P = *specific gravity*

ν = viskositas kinematik (m^2/det)

- ✓ Merencanakan *preliminary sizing* dari rangkaian alternatif pengolahan, termasuk di dalamnya *basic design* setiap unit. Mencakup luas permukaan bak/unit, volume, kebutuhan bahan kimia, dan kebutuhan pompa.

- ✓ Melakukan pengkajian kelayakan dari berbagai aspek, meliputi; ketersediaan lahan, pemenuhan baku mutu, ketersediaan bahan baku material dan media, tingkat kesulitan operasional dan perawatan unit, dan kelayakan secara finansial. Beberapa asumsi teknis yang harus diperhatikan antara lain:
 - 2) Kapasitas instalasi pengolahan air minum dan tingkat pelayanan
Asumsi besaran kapasitas instalasi pengolahan air minum (IPA) dan tingkat pelayanan diperoleh dari PDAM Kabupaten Sidoarjo. Namun demikian perlu diperhatikan tentang rasionalitas dari masing-masing target/perhitungan yang ada, sehingga perlu kecermatan dalam hal penyusunan jadwal dari program yang diusulkan.
 - 3) Biaya investasi
Perhitungan biaya investasi (CAPEX) didasarkan pada biaya kegiatan yang disiapkan. Dalam biaya kegiatan perlu dirinci jenis material yang diperlukan (harga, satuan, spesifikasi teknis) dan tahapan pelaksanaan serta tahapan pembiayaan.
 - 4) Biaya operasi dan pemeliharaan (OPEX)
Biaya operasi dan pemeliharaan yang dipertimbangkan dalam perencanaan ini mencakup:
 - Biaya gaji personil
 - Biaya bahan bakar dan listrik
 - Biaya bahan kimia
 - Biaya pemeliharaan
- ✓ Setelah dilakukan analisis, disusun tabel pembobotan berdasarkan beberapa faktor yang telah disebutkan di atas dengan bobot yang akan ditentukan.

Tabel 4. 1 Templat Penilaian Alternatif Pengolahan

	Peme- nuhan Baku Mutu	Keterjang- kauan Bahan Baku	Kebutuhan Lahan	O&M	Biaya	Total
Alternatif 1	<i>nilai x bobot</i>	<i>nilai x bobot</i>	<i>nilai x bobot</i>	<i>nilai x bobot</i>	<i>nilai x bobot</i>	<i>jumlah</i>
Alternatif 2	<i>nilai x bobot</i>	<i>nilai x bobot</i>	<i>nilai x bobot</i>	<i>nilai x bobot</i>	<i>nilai x bobot</i>	<i>jumlah</i>
Alternatif 3	<i>nilai x bobot</i>	<i>nilai x bobot</i>	<i>nilai x bobot</i>	<i>nilai x bobot</i>	<i>nilai x bobot</i>	<i>jumlah</i>

- ✓ Pengkajian kelayakan secara finansial dilakukan dalam beberapa tahap:
- 1) Penyusunan rencana *cash flow*, *cash out* dari biaya investasi, biaya operasi dan pemeliharaan. *Cash in* berdasarkan biaya retribusi rata-rata dikalikan dengan total pelanggan.
 - 2) Analisis kelayakan finansial dengan parameter *Net Present Value* (NPV). Jika nilainya > 0 maka dikatakan proyek tersebut layak, jika < 0 maka dikatakan tidak layak.
 - 3) Analisis kelayakan finansial dengan parameter *Benefit Cost Ratio* (BCR). Jika nilainya > 1 maka dikatakan proyek tersebut layak, jika < 1 maka dikatakan tidak layak.
 - 4) Analisis kelayakan finansial dengan parameter *Internal Rate of Return* (IRR). Jika nilainya > MARR (*Minimum Attractive Rate of Return*) maka dikatakan layak.

- 5) Analisis kelayakan finansial dengan parameter *Payback Period Analysis*. Semakin singkat pengembalian modal akan semakin baik.

4.7. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan dan saran. Kesimpulan dan saran merupakan tahapan terakhir dalam penulisan tugas akhir ini. Kesimpulan dibuat ringkas mungkin dari hasil perencanaan dan dapat menjawab tujuan dari perencanaan ini. Saran dapat digunakan sebagai rekomendasi atau masukan bagi penelitian lebih lanjut ke depannya.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Kelayakan Teknis

Pengkajian kelayakan teknis biasa dibuat dari beberapa alternatif yang dikembangkan, dimana setiap alternatif disajikan secara jelas, dan nantinya akan dipilih kriteria alternatif yang terbaik. Dalam penyusunan studi kelayakan ini, alternatif terpilih adalah alternatif yang terbaik ditinjau dari beberapa aspek yang mempengaruhi lokasi daerah perencanaan:

- e. Potensi
- f. Demografi
- g. Kebutuhan Air
- h. Operasi dan pelayanan
- i. Sistem dan kebutuhan lainnya

5.1.1. Potensi Sumber Air Baku

Air baku IPA Kalimati berasal dari *long storage* yang bersumber dari Sungai Brantas. *Long Storage* sendiri direncanakan dibangun sepanjang 5 km dengan lebar rata-rata 120 m. *Long storage* dibagi menjadi 4 kolam yang dipisahkan oleh pintu air dan akses jalan. Dimensi *long storage* dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Dimensi *Long Storage*

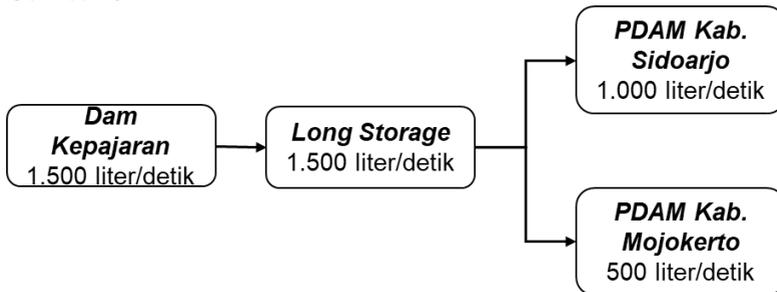
Kolam	Panjang (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)	Volume (m ³)
1	1.550	4,14	120	133.576,73	553.341,62
2	1.650	3,60	120	166.072,30	504.195,98
3	1.550	2,95	120	170.922,05	504.305,50
4	580	7,00	120	69.600,00	487.200,00
Total/ Rata-rata	5.330	4,42	120	540.171,80	2.094.043,1

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Brantas, 2019

Menurut Balai Besar Wilayah Sungai Brantas, dengan dimensi sesuai dengan tabel yang disediakan di atas, *long storage* dapat mengalirkan air **mencapai 1.500 liter/detik**. Sehingga saat musim hujan kuantitas air baku dari *long storage* dinyatakan layak sebagai sumber air baku.

A. Kelayakan Kuantitas Air Baku

Long Storage dapat menampung $1,5 \text{ m}^3$ air baku yang disuplai dari Sungai Brantas dengan alokasi yang dijabarkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Neraca Air *Long Storage*

Selanjutnya menentukan kontinyuitas *long storage* saat musim kemarau. Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (2019), Surabaya bagian tengah dan timur, Sidoarjo bagian utara/ tengah/ timur mengalami bulan Mei minggu ke-1 dan mengalami puncak musim kemarau pada bulan Agustus. Diasumsikan periode kemarau tahun 2019 di Sidoarjo sama dengan 10 tahun ke depan, yaitu 3 bulan musim kemarau. Salah satu fungsi *Long Storage* adalah menyimpan air dalam sungai, kanal dan/atau parit pada lahan yang relatif datar dengan cara menahan aliran untuk menaikkan permukaan air sehingga volume airnya meningkat (Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat RI, 2018) khususnya pada musim kemarau. Sehingga berikut perkiraan kecukupan debit di *long storage* pada musim kemarau:

Jumlah bulan kemarau	= 3 bulan
Volume total <i>long storage</i>	= $2.094.043 \text{ m}^3$
Kebutuhan debit	= 1.500 liter/detik

$$\begin{aligned}
 &= 1,5 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 \text{Masa penggunaan } \textit{long storage} &= \text{Volume } LS \div \text{Debit} \\
 &= 2.094.043 \text{ m}^3 \div 1,5 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 1.396.028,67 \text{ detik} \\
 &= 16,15 \approx 16 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Dapat disimpulkan bahwa *long storage* hanya dapat mengakomodir kebutuhan air selama 16 hari dari 90 hari musim kemarau, sehingga secara kuantitas **tidak layak**.

B. Penilaian Lokasi dan Parameter Fisik

Berdasarkan Tabel 3 di Pedoman Penyusunan Studi Kelayakan Pengembangan SPAM Peraturan Menteri PU No. 18 Tahun 2007 tentang Evaluasi Lokasi Sumber Air, *long storage* Kalimati masuk ke dalam kategori sebagai berikut.

Beda tinggi antara suber air dan daerah pelayanan	Jarak	Penilaian
Lebih kecil dari 3 m	< 0,2 km	Diperlukan pompa

Sehingga akan dibutuhkan pompa untuk mengalirkan air dari IPA ke daerah pelayanan.

Selanjutnya, sesuai dengan Tabel 4 di sumber yang sama, yaitu tentang Evaluasi Kualitas Air secara observasi, *long storage* Kalimati masuk ke dalam kategori berikut.

Parameter	Masalah Kualitas	Pengolahan	Kesimpulan
Bau	Bau besi	Aerasi + Saringan pasir lambat, atau aerasi + saringan karbon aktif	Bisa dipakai dengan pengolahan
Rasa	Tidak ada rasa spesifik	-	Bisa dipakai

Kekeruhan	Kekeruhan sedang, coklat dari lumpur	Saringan pasir lambat	Bisa dipakai dengan pengolahan
Warna	Coklat bersama dengan kekeruhan	Sama dengan kekeruhan	Sama dengan kekeruhan

Sehingga, dibutuhkan pengolahan tertentu untuk mengurangi bau, kekeruhan dan warna agar air sungai *long storage* dapat digunakan sebagai sumber air baku IPA Kalimati.

C. Kelayakan Kualitas Air Baku

Kelayakan air baku secara kualitas ditentukan dari hasil uji laboratorium sesuai dengan baku mutu air kelas I di Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Karakteristik awal air baku dilakukan salah dua titik. Pertama di *intake* dari *Long Storage* sendiri, yaitu di pintu air percabangan kali Brantas di Bendungan Rolak Songo, Kabupaten Mojokerto tepatnya di koordinat 7026'39,0" LS dan 112028'06,7" BT. Titik kedua berada di saluran irigasi sebelah utara *Long Storage*, tepatnya di koordinat 7028'09,7" LS dan 112031'52, 5" BT. Tabel 5.12 menjelaskan hasil analisis dengan nilai konsentrasi terbesar dari 2 hasil *sampling* tersebut. Hasil uji laboratorium kualitas air baku IPA Kalimati dapat dilihat di Tabel 5.12, dan selengkapnya pada **Lampiran B**.

Tabel 5. 2 Hasil Uji Karakteristik Air Baku (Kalimati)

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Kelas I*	Hasil Analisis**
A FISIKA				
1	Temperatur	C	deviasi 3	24
2	Total Dissolved Solid (TDS)	mg/L	1000	186
3	Padatan Tersuspensi (TSS)	mg/L	50	190

B		KIMIA		
1	pH		6,0 – 9,0	7,6
2	Barium	mg/L	1	0
3	Besi	mg/L	0,3	4,55
	Boron	mg/L	1	0
4	Mangan	mg/L	1	0
5	Tembaga	mg/L	0,02	0,04
6	Seng	mg/L	0,05	0,02
7	Krom Heksavalen	mg/L	0,05	0,01
8	Kadmium	mg/L	0,01	0
9	Raksa	mg/L	0,001	0
10	Timbal	mg/L	0,03	0
11	Arsen	mg/L	0,05	0
12	Selenium	mg/L	0,01	0
13	Kobalt	mg/L	0,2	0
14	Klorida	mg/L	600	24
15	Sulfat	mg/L	400	41,20
16	Sianida	mg/L	0,02	0
17	Sulfida	mg/L	(-)	0
18	Fluorida	mg/L	0,5	0,54
19	Sisa Klor Bebas	mg/L	0,03	0
20	Total Phospat	mg/L	0,2	0,63
21	Nitrat	mg/L	10	1,12
22	Nitrit	mg/L	0,06	0,06
23	Amonia Bebas	mg/L	0,5	2,1
24	BOD	mg/L	2	6
25	COD	mg/L	25	11
26	DO	mg/L	6	4,6
27	Detergent Anionik	mg/L	0,2	0,04

28	Fenol	mg/L	0,001	0
29	Minyak & Lemak	mg/L	1	0
C BAKTERIOLOGI				
1	Total Koliform	MPN/ 100 mL	5000	1100

Sumber: *Pemerintah RI, 2001

**Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan Dept. Teknik Lingkungan FTSLK ITS, 2019

Berdasarkan data di atas, dapat disimpulkan bahwa terdapat 6 parameter penting yang melampaui baku mutu air sungai kelas I yaitu *Total Suspended Solid* (TSS) dengan konsentrasi 190 mg/L dan batas yang diperbolehkan 50 mg/L, Besi (Fe) dengan konsentrasi 4,55 mg/L dan batas yang diperbolehkan 0,3 mg/L, Tembaga dan konsentrasi 0,4 mg/L dengan batas yang diperbolehkan 0,2 mg/L, Total Phospat dengan konsentrasi 0,63 mg/L dan batas yang diperbolehkan 0,2 mg/L, Amonia bebas dengan konsentrasi 2,1 mg/L dan batas yang diperbolehkan 0,5 mg/L dan BOD dengan konsentrasi 6 mg/L dan batas yang diperbolehkan 2 mg/L. Berdasarkan perbandingan hasil analisis kualitas air *long storage* dengan baku mutu sungai kelas I sebagai sumber air baku air minum maka secara kualitas air baku dinyatakan **tidak layak** sebelum melalui proses pengolahan yang tepat.

5.1.2. Kebutuhan Air dan Rencana Tahapan Pembangunan

Berdasarkan rencana pengembangan dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo, Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati akan mulai dibangun pada tahun 2020 dan direncanakan beroperasi mulai tahun 2023 secara bertahap sampai 2026. Untuk merencanakan kebutuhan air sampai tahun 2026 dibutuhkan proyeksi penduduk 5 kecamatan daerah serapan IPA, yaitu Kecamatan Prambon, Tarik, Krembung, Tulangan dan Balongbendo.

A. Kebutuhan Air

Kebutuhan air terdiri dari kebutuhan domestik dan kebutuhan non-domestik. Kebutuhan air domestik terdiri dari sambungan rumah (SR) yaitu sambungan pelanggan yang menyuplai airnya langsung ke rumah-rumah, dan hidran umum

(HU) yaitu kran umum yang menggunakan penampung air sementara dan dimanfaatkan oleh masyarakat umum di sekitar lokasi HU.

Untuk menentukan kebutuhan air domestik pada tahun akhir perencanaan, dibutuhkan data jumlah penduduk pada tahun terkait. Proyeksi penduduk di Kecamatan Prambon, Tarik, Krembung, Tulangan dan Balongbendo dilakukan sampai Tahun 2026. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran C.

Kecamatan Prambon, Tarik, Krembung, Tulangan dan Balongbendo merupakan 5 kecamatan di sebelah Barat Sidoarjo yang masih belum padat, tetapi perkembangan perumahan dan *home regency* mulai meningkat sejak Tahun 2015. Di Kecamatan Prambon sendiri, jarak antar rumah cukup jauh karena terdapat kebun dan sawah, sehingga kebutuhan air domestik hanya dari Sambungan Rumah (SR) tanpa adanya Hidran Umum (HU).

Kebutuhan air untuk sambungan rumah akan melayani konsumen rumah tangga perumahan dan dusun. Untuk menentukan asumsi kebutuhan air per orang, dilakukan survei langsung (*real demand survey*) terhadap 71 responden di 9 desa di Kecamatan Prambon sebagai daerah resapan utama dari IPA Kalimati. Berdasarkan survey tersebut, didapatkan bahwa rata-rata penggunaan air domestik di Kecamatan Prambon dan sekitarnya sekitar 100 l/orang.hari. Hasil survey selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran D.

Contoh kebutuhan air domestik di Kecamatan Prambon pada Tahun 2023 dapat dihitung sebagai berikut.

Jumlah penduduk = 85.739 jiwa

Jumlah penduduk terlayani HIPPAM
= 3.570 jiwa

Persen Pelayanan = 98% (asumsi 2% merupakan rumah-rumah yang tidak terjangkau akses jalan dan jauh dari pusat keramaian)

Asumsi kebutuhan air = 100 liter/orang.hari

Kebutuhan air total = Jumlah penduduk x asumsi kebutuhan air
= [(85.739 – 3.570) jiwa x 98% x 100 liter/orang.hari]
= 93,06 liter/detik (Lampiran C)

Kebutuhan air non domestik merupakan kebutuhan air yang berasal dari kegiatan non domestik seperti fasilitas dan sarana umum. Asumsi kebutuhan air per fasilitas dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 3 Asumsi Kebutuhan Air Fasilitas Umum

	Fasilitas	Debit*	Satuan	Jumlah**	Satuan
Pendidikan	TK	40	L/orang.hari	75	orang
	SD	40	L/orang.hari	208	orang
	SMP	50	L/orang.hari	347	orang
	SMA	80	L/orang.hari	169	orang
Kesehatan	Rumah Sakit	350	L/bed.hari	200	bed
	Puskesmas	350	L/bed.hari	10	bed
	BKIA	350	L/bed.hari	10	bed
	Balai Pengobatan	350	L/bed.hari	3	bed
Tempat Peribadatan	Masjid	2000	L/unit.hari	1	unit
	Mushollah	500	L/unit.hari	1	unit
	Lainnya	500	L/unit.hari	1	unit

Sumber: *Cipta Karya, 2014

**BPS Kabupaten Sidoarjo, 2017

Contoh perhitungan kebutuhan air untuk non domestik, yaitu Taman Kanak-kanak di Kecamatan Prambon pada Tahun 2023 adalah sebagai berikut.

Jumlah TK di Kecamatan Prambon Tahun 2023

$$= 38 \text{ buah}$$

Kebutuhan air untuk TK = 40 liter/orang.hari

Asumsi jumlah orang = 75 orang

Total kebutuhan air = Jumlah TK x Jumlah orang x

Kebutuhan air

$$= 38 \times 75 \text{ orang} \times 40 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 114.000 \text{ liter/hari}$$

$$= 1,3 \text{ liter/detik (Lampiran C)}$$

Selanjutnya, menghitung seluruh kebutuhan air non domestik untuk fasilitas lain dengan cara yang sama sesuai dengan unit konsumsi pada Lampiran C.

Kebutuhan air non-domestik juga meliputi kebutuhan air industri. Industri merupakan salah satu sektor yang pesat perkembangannya di daerah Sidoarjo bagian Barat, khususnya di beberapa kecamatan seperti Prambon, Krembung dan Tulangan. Maka perlu diperhitungkan kebutuhan air industri sehingga kapasitas IPA dapat memenuhi *demand* dari sektor domestik dan non domestik. Asumsi kebutuhan air industri sesuai dengan jenisnya dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 4 Asumsi Kebutuhan Air Industri

Jenis Industri	Debit*	Satuan	Jumlah**	Satuan
Besar	2000	L/unit.hari	1	unit
Kecil	1750	L/unit.hari	1	unit
Kerajinan Rakyat	1500	L/unit.hari	1	unit

Sumber: *Cipta Karya, 2014

**BPS Kabupaten Sidoarjo, 2017

Contoh perhitungan kebutuhan air untuk industri kecil, di Kecamatan Prambon pada Tahun 2023 adalah sebagai berikut.

Jumlah industri besar di Kecamatan Prambon Tahun 2023

= 111 unit

Kebutuhan air untuk industri kecil

= 1.750 liter/orang.hari

Total kebutuhan air = Jumlah industri kecil x kebutuhan air

= 111 unit x 1.750 liter/unit/hari

= 194.250 liter/hari

= 2,24 liter/detik (Lampiran C)

Selanjutnya, menghitung seluruh kebutuhan air industri dengan cara yang sama sesuai dengan unit konsumsi pada Lampiran C.

Dalam menghitung kebutuhan air, terdapat beberapa faktor yang berpengaruh dalam kebutuhan air total, yaitu faktor kebocoran yang berasal dari kehilangan air baik non-fisik/ non-teknis dan fisik/teknis atau yang biasa disebut dengan Air Tak

Berekening (Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2007). Faktor lainnya adalah faktor hari maksimum, yaitu kebutuhan air tertinggi pada hari tertentu selama satu tahun.

Berikut adalah contoh perhitungan kebutuhan air total, domestik dan non domestik di Kecamatan Prambon pada Tahun 2023.

Faktor kebocoran (RISPAM, 2018)

$$= 21,90\%$$

Kebutuhan air = $108,60 \text{ l/detik} \times (100\% + 21,90\%)$

$$= 108,60 \text{ l/detik} \times 121,90\%$$

$$= 132,39 \text{ l/detik}$$

Faktor hari maksimum

Fhm (PDAM, 2019) = 130%

Kebutuhan air maksimum = $132,39 \text{ l/detik} \times 130\%$

$$= 164,83 \text{ l/detik}$$

Sehingga, kebutuhan air di Kecamatan Prambon pada Tahun 2023 sebesar 172,10 liter/detik.

Tabel 5. 5 Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Prambon Tahun 2023 – 2026

No	URAIAN	SATUAN	TAHUN			
			2023	2024	2025	2026
	Jumlah Penduduk	Orang	85.739	86.350	86.961	87.571
	DOMESTIK					
	Penduduk Terlayani HIPAM	Orang	3.570	3.570	3.570	3.570
	Jumlah Penduduk Belum Terlayani	orang	82.169	82.780	83.391	84.001
	Prosentase Pelayanan	persen	98%	98%	98%	98%
	Jumlah Penduduk Terlayani	orang	80.526	81.124	81.723	82.321
	SAMBUNGAN RUMAH (SR)					
1.	Prosentase	persen	100%	100%	100%	100%
	Jumlah Penduduk Terlayani	orang	80.527	81.125	81.723	82.322
1.1	Penduduk per Sambungan	orang/SR	6	6	6	6
	Jumlah Sambungan	Unit	13.422	13.521	13.621	13.721
	Unit Konsumsi	l/orang/hari	100	100	100	100
	Pemakaian Rata-rata	liter/detik	93,06	93,75	94,44	95,14
	KRAN UMUM (KU)					
1.2	Prosentase	persen	0%	0%	0%	0%

Jumlah Penduduk Terlayani	orang	0	0	0	0
Penduduk per kran umum	orang/KU	100	100	100	100
Jumlah Sambungan	Unit	0	0	0	0
Unit Konsumsi	l/orang/hari	30	30	30	30
Pemakaian Rata-rata	liter/detik	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Pelanggan Domestik	unit	13422	13521	13621	13721
Q domestik Rata-rata	liter/detik	93,06	93,75	94,44	95,14

NON DOMESTIK

FASILITAS UMUM						
2.1	Total Pelanggan Fasilitas Umum	Unit	789	789	789	789
	Q fasilitas umum rata-rata	L/detik	12,65	12,80	12,73	12,94
	Prosentase Pelayanan	persen	100%	100%	100%	100%
2.	Q fasilitas umum terlayani	L/detik	12,65	12,80	12,73	12,94

INDUSTRI						
2.2	Total Pelanggan Industri	Unit	125	126	127	127
	Q industri rata-rata	L/detik	2,89	2,92	2,94	2,94
	Prosentase Pelayanan	persen	100%	100%	100%	100%
	Q industri terlayani	L/detik	2,89	2,92	2,94	2,94

KEBOCORAN (LOSSES)	persen	21,90%	21,90%	21,90%	21,90%
TOTAL KONSUMEN	unit	14336	14436	14537	14637
PENAMBAHAN PELANGGAN	unit	0	100	101	100
Q total	L/detik	108,60	106,55	107,17	108,08
Q Kebocoran	L/detik	23,78	23,33	23,47	23,67
Q rata-rata	L/detik	132,39	129,88	130,65	131,75
Q harian maksimum	L/detik	164,83	165,92	167,02	168,12

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 6 Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Tarik Tahun 2023 – 2026

No	URAIAN	SATUAN	TAHUN			
			2023	2024	2025	2026
	Jumlah Penduduk	Orang	74.348	75.223	76.098	76.973
	DOMESTIK					
	Penduduk Terlayani HIPAM	Orang	24	24	24	24
	Jumlah Penduduk Belum Terlayani	orang	74324	75199	76074	76949
	Prosentase Pelayanan	persen	98%	98%	98%	98%
	Jumlah Penduduk Terlayani	orang	72838	73695	74552	75410
	SAMBUNGAN RUMAH (SR)					
1.	Prosentase	persen	100%	100%	100%	100%
	Jumlah Penduduk Terlayani	orang	72838	73696	74553	75410
1.1	Penduduk per Sambungan	orang/SR	6	6	6	6
	Jumlah Sambungan	Unit	12140	12283	12426	12569
	Unit Konsumsi	l/orang/hari	100	100	100	100
	Pemakaian Rata-rata	liter/detik	84,18	85,17	86,16	87,15
	KRAN UMUM (KU)					
1.2	Prosentase	persen	0%	0%	0%	0%

Jumlah Penduduk Terlayani	orang	0	0	0	0
Penduduk per kran umum	orang/KU	100	100	100	100
Jumlah Sambungan	Unit	0	0	0	0
Unit Konsumsi	l/orang/hari	30	30	30	30
Pemakaian Rata-rata	liter/detik	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Pelanggan Domestik	unit	12140	12283	12426	12569
Q domestik Rata-rata	liter/detik	84,18	85,17	86,16	87,15

NON DOMESTIK

FASILITAS UMUM

2.	2.1	Total Pelanggan Fasilitas Umum	Unit	315	319	322	326
		Q fasilitas umum rata-rata	L/detik	10,03	10,25	10,42	10,59
		Prosentase Pelayanan	persen	100%	100%	100%	100%
		Q fasilitas umum terlayani	L/detik	10,03	10,25	10,42	10,59

INDUSTRI

2.2	Total Pelanggan Industri	Unit	48	49	50	51
	Q industri rata-rata	L/detik	1,11	1,13	1,16	1,18
	Prosentase Pelayanan	persen	100%	100%	100%	100%

Q industri terlayani	L/detik	1,11	1,13	1,16	1,18
KEBOCORAN (LOSSES)	persen	21,90%	21,90%	21,90%	21,90%
TOTAL KONSUMEN	unit	12503	12651	12798	12946
PENAMBAHAN PELANGGAN	unit	0	148	147	148
Q total	L/detik	95,32	96,55	97,73	98,92
Q Kebocoran	L/detik	20,88	21,15	21,40	21,66
Q rata-rata	L/detik	116,20	117,70	119,14	120,58
Q harian maksimum	L/detik	171,18	173,00	174,81	176,62

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 7 Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Krembung Tahun 2023 – 2026

No	URAIAN	SATUAN	TAHUN			
			2023	2024	2025	2026
	Jumlah Penduduk	Orang	80.700	82.317	83.934	85.551
	DOMESTIK					
	Penduduk Terlayani HIPAM	Orang	5682	5682	5682	5682
	Jumlah Penduduk Belum Terlayani	orang	75018	76635	78252	79869
	Prosentase Pelayanan	persen	98%	98%	98%	98%
	Jumlah Penduduk Terlayani	orang	73518	75102	76687	78272
	SAMBUNGAN RUMAH (SR)					
1.	Prosentase	persen	100%	100%	100%	100%
	Jumlah Penduduk Terlayani	orang	73518	75103	76687	78272
1.1	Penduduk per Sambungan	orang/SR	6	6	6	6
	Jumlah Sambungan	Unit	12253	12518	12782	13046
	Unit Konsumsi	l/orang/hari	100	100	100	100
	Pemakaian Rata-rata	liter/detik	84,96	86,79	88,62	90,46
1.2	KRAN UMUM (KU)					

	Prosentase	persen	0%	0%	0%	0%
	Jumlah Penduduk Terlayani	orang	0	0	0	0
	Penduduk per kran umum	orang/KU	100	100	100	100
	Jumlah Sambungan	Unit	0	0	0	0
	Unit Konsumsi	l/orang/hari	30	30	30	30
	Pemakaian Rata-rata	liter/detik	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total Pelanggan Domestik	unit	12253	12518	12782	13046
	Q domestik Rata-rata	liter/detik	84,96	86,79	88,62	90,46
NON DOMESTIK						
FASILITAS UMUM						
	Total Pelanggan Fasilitas Umum	Unit	427	922	922	922
2.1	Q fasilitas umum rata-rata	L/detik	10,69	11,03	11,22	11,27
2.	Prosentase Pelayanan	persen	100%	100%	100%	100%
	Q fasilitas umum terlayani	L/detik	10,69	11,03	11,22	11,27
INDUSTRI						
2.2	Total Pelanggan Industri	Unit	81	82	84	85
	Q industri rata-rata	L/detik	1,88	1,90	1,94	1,97
	Prosentase Pelayanan	persen	100%	100%	100%	100%

Q industri terlayani	L/detik	1,88	1,90	1,94	1,97
KEBOCORAN (LOSSES)	persen	21,90%	21,90%	21,90%	21,90%
TOTAL KONSUMEN	unit	12761	13522	13788	14053
PENAMBAHAN PELANGGAN	unit	0	761	266	265
Q total	L/detik	97,53	99,73	101,79	103,69
Q Kebocoran	L/detik	21,36	21,84	22,29	22,71
Q rata-rata	L/detik	118,88	121,57	124,08	126,40
Q harian maksimum	L/detik	292,77	297,54	302,31	307,08

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 8 Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Tulangan Tahun 2020 – 2026

No	URAIAN	SATUAN	TAHUN			
			2023	2024	2025	2026
	Jumlah Penduduk	Orang	113.962	116.266	118.570	120.874
	DOMESTIK					
	Penduduk Terlayani HIPAM	Orang	612	612	612	612
	Jumlah Penduduk Belum Terlayani	orang	113350	115654	117958	120262
	Prosentase Pelayanan	persen	98%	98%	98%	98%
	Jumlah Penduduk Terlayani	orang	111083	113341	115599	117857
	SAMBUNGAN RUMAH (SR)					
1.	Prosentase	persen	100%	100%	100%	100%
	Jumlah Penduduk Terlayani	orang	111083	113341	115599	117858
1.1	Penduduk per Sambungan	orang/SR	6	6	6	6
	Jumlah Sambungan	Unit	18514	18891	19267	19643
	Unit Konsumsi	l/orang/hari	100	100	100	100
	Pemakaian Rata-rata	liter/detik	128,38	130,98	133,59	136,20
	KRAN UMUM (KU)					
1.2	Prosentase	persen	0%	0%	0%	0%

Jumlah Penduduk Terlayani	orang	0	0	0	0
Penduduk per kran umum	orang/KU	100	100	100	100
Jumlah Sambungan	Unit	0	0	0	0
Unit Konsumsi	l/orang/hari	30	30	30	30
Pemakaian Rata-rata	liter/detik	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Pelanggan Domestik	unit	18514	18891	19267	19643
Q domestik Rata-rata	liter/detik	128,38	130,98	133,59	136,20

NON DOMESTIK

FASILITAS UMUM

2.	2.1	Total Pelanggan Fasilitas Umum	Unit	272	277	281	285
		Q fasilitas umum rata-rata	L/detik	10,27	11,12	11,27	11,34
		Prosentase Pelayanan	persen	100%	100%	100%	100%
		Q fasilitas umum terlayani	L/detik	10,27	11,12	11,27	11,34

INDUSTRI

2.2	Total Pelanggan Industri	Unit	236	240	244	248
	Q industri rata-rata	L/detik	5,46	5,56	5,65	5,74
	Prosentase Pelayanan	persen	100%	100%	100%	100%

Q industri terlayani	L/detik	5,46	5,56	5,65	5,74
KEBOCORAN (LOSSES)	persen	21,90%	21,90%	21,90%	21,90%
TOTAL KONSUMEN	unit	19022	19408	19792	20176
PENAMBAHAN PELANGGAN	unit	0	386	384	384
Q total	L/detik	144,11	147,66	150,51	153,28
Q Kebocoran	L/detik	31,56	32,34	32,96	33,57
Q rata-rata	L/detik	175,67	180,00	183,47	186,85
Q harian maksimum	L/detik	176,99	180,34	183,69	187,04

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 9 Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Balongbendo Tahun 2023 – 2026

No	URAIAN	SATUAN	TAHUN			
			2023	2024	2025	2026
	Jumlah Penduduk	Orang	80.700	82.317	83.934	85.551
	DOMESTIK					
	Penduduk Terlayani HIPAM	Orang	5682	5682	5682	5682
	Jumlah Penduduk Belum Terlayani	orang	75018	76635	78252	79869
	Prosentase Pelayanan	persen	98%	98%	98%	98%
	Jumlah Penduduk Terlayani	orang	73518	75102	76687	78272
	SAMBUNGAN RUMAH (SR)					
1.	Prosentase	persen	100%	100%	100%	100%
	Jumlah Penduduk Terlayani	orang	73518	75103	76687	78272
1.1	Penduduk per Sambungan	orang/SR	6	6	6	6
	Jumlah Sambungan	Unit	12253	12518	12782	13046
	Unit Konsumsi	l/orang/hari	100	100	100	100
	Pemakaian Rata-rata	liter/detik	84,96	86,79	88,62	90,46
1.2	KRAN UMUM (KU)					

	Prosentase	persen	0%	0%	0%	0%
	Jumlah Penduduk Terlayani	orang	0	0	0	0
	Penduduk per kran umum	orang/KU	100	100	100	100
	Jumlah Sambungan	Unit	0	0	0	0
	Unit Konsumsi	l/orang/hari	30	30	30	30
	Pemakaian Rata-rata	liter/detik	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total Pelanggan Domestik	unit	12253	12518	12782	13046
	Q domestik Rata-rata	liter/detik	84,96	86,79	88,62	90,46
NON DOMESTIK						
FASILITAS UMUM						
	Total Pelanggan Fasilitas Umum	Unit	427	922	922	922
2.1	Q fasilitas umum rata-rata	L/detik	10,69	11,03	11,22	11,27
2.	Prosentase Pelayanan	persen	100%	100%	100%	100%
	Q fasilitas umum terlayani	L/detik	10,69	11,03	11,22	11,27
INDUSTRI						
2.2	Total Pelanggan Industri	Unit	81	82	84	85
	Q industri rata-rata	L/detik	1,88	1,90	1,94	1,97
	Prosentase Pelayanan	persen	100%	100%	100%	100%

Q industri terlayani	L/detik	1,88	1,90	1,94	1,97
KEBOCORAN (LOSSES)	persen	21,90%	21,90%	21,90%	21,90%
TOTAL KONSUMEN	unit	12761	13522	13788	14053
PENAMBAHAN PELANGGAN	unit	0	761	266	265
Q total	L/detik	97,53	99,73	101,79	103,69
Q Kebocoran	L/detik	21,36	21,84	22,29	22,71
Q rata-rata	L/detik	118,88	121,57	124,08	126,40
Q harian maksimum	L/detik	183,82	185,94	188,05	190,17

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 10 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Domestik di Daerah Resapan IPA sampai Tahun 2026

Kecamatan	Kebutuhan Air Maksimum (l/detik)			
	2023	2024	2025	2026
Prambon	164,83	165,92	167,02	168,12
Tarik	171,18	173,00	174,81	176,62
Krembung	176,99	180,34	183,69	187,04
Tulangan	292,77	297,54	302,31	307,08
Balongsendo	183,82	185,94	188,05	190,17
TOTAL	989,60	1002,74	1015,88	1029,02

Sumber: Hasil Perhitungan

B. Tahapan Pembangunan

Perencanaan IPA Kalimati akan dimulai pada Tahun 2020, setelah pengerjaan proyek *Long Storage* selesai dan dapat beroperasi sebagai bendungan a. Saat ini pengerjaan sudah setengahnya dan akan direncanakan selesai di Tahun 2020 awal.

Menurut RISPAM (2018), tingkat pelayanan air bersih untuk penduduk di Kabupaten Sidoarjo pada akhir tahun perencanaan mencapai 100%. Wilayah yang perlu mendapat prioritas pelayanan dan masuk pada rencana pengembangan wilayah prioritas adalah wilayah tertinggal atau kurang berkembang meliputi Kecamatan Prambon dan sekitarnya. Berdasarkan peruntukan lahan, pelayanan jaringan air bersih diprioritaskan pada daerah pemukiman yang saat ini masih belum berkembang, namun direncanakan sebagai pemukiman. Selain prioritas pada daerah pemukiman, saat ini ada beberapa industri yang memerlukan pelayanan air bersih. Salah satunya adalah kompleks perindustrian yang tengah menjamur di Sidoarjo bagian Barat (Sidabar).

Tabel 5. 11 Rencana Pengembangan Pelayanan Air Bersih di Sidoarjo Bagian Barat

Tahun	Kecamatan	Pelayanan
2023	Prambon	100%
2024	Tarik	100%
2025	Krembung	100%
2026	Tulangan, Balongbendo	100%, 100%

Sumber: PDAM Kabupaten Sidoarjo, 2019

Berdasarkan informasi di atas, akan direncanakan tahapan pembangunan IPA Kalimati sesuai dengan *demand* kebutuhan air domestik dan non domestik yang telah dihitung berdasarkan persebaran demografi daerah perencanaan. Menurut PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo, IPA Kalimati akan dibangun dalam 4 tahap perencanaan, dengan kapasitas masing-masing bangunan sebesar 250 liter/detik.

Pertimbangan dalam menentukan tahapan pembangunan IPA dalam perencanaan ini adalah:

1. Rencana pengembangan oleh PDAM
2. Pelayanan eksisting yang selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 5.2.
3. Rencana pembangunan jaringan perpipaan yang selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 5.3.
4. Lokasi geografis masing-masing kecamatan
5. Kondisi eksisting masyarakat

Tahap I

IPA direncanakan beroperasi dan mampu melayani 50% kebutuhan air di Kecamatan Prambon dan 30% pelayanan di Kecamatan Tarik. Dengan rencana kapasitas IPA 1 sebesar 250 liter/detik, dan kebutuhan air Prambon di Tahun 2023 sebesar 83,06 liter/detik, dan Tarik 52,99 liter/detik maka terdapat *idle capacity* yang besar mencapai 112,96 liter/detik. Pertimbangan dalam penentuan pengembangan pelayanan tahap I adalah sebagai berikut:

- Kecamatan Prambon merupakan target utama pelayanan 100% oleh PDAM Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2023.
- Kecamatan Prambon masuk ke dalam dua kategori wilayah yang mendapat prioritas pelayanan air bersih yaitu: (1) wilayah tertinggal atau kurang berkembang; dan (2) wilayah perbatasan (Pemerintah Kabupaten Sidoarjo, 2009).
- Penanaman jaringan pipa dimulai dari IPA yang berada di Desa Prambon, Kecamatan Prambon. Jalur Utama Distribusi (JDU) pertama ditanam di sepanjang jalan utama Kecamatan Prambon (Gambar 5.2).
- Jalan utama Kecamatan Prambon berada di paling timur Kecamatan dan berbatasan langsung dengan Kecamatan Tarik (Gambar 5.2).
- Secara geografis Kecamatan Tarik merupakan area pelayanan terdekat dari IPA setelah Kecamatan Prambon.

Tahap II

Dengan *idle capacity* sebesar 112 liter/detik di tahap I, peningkatan pelayanan di Kecamatan Prambon direncanakan meningkat hingga 100% sebesar 168,12 liter/detik sehingga kapasitas terpakai IPA 1 mencapai 221,10 liter/detik.

Pertimbangan dalam penentuan pengembangan pelayanan tahap II adalah sebagai berikut:

- Peningkatan pelayanan di Kecamatan Prambon hingga 100%.
- Menyesuaikan tahapan pembangunan jaringan di Kecamatan Prambon.

Tahap III

Pengembangan daerah pelayanan meluas sampai 50% dari Kecamatan Tulangan, dan peningkatan pelayanan pada Kecamatan Tarik mencapai 100%, dengan penambahan satu bangunan instalasi berkapasitas 250 liter/detik. Total kapasitas terpakai adalah 217,15 liter/detik.

Pertimbangan dalam penentuan pengembangan pelayanan tahap III adalah sebagai berikut:

- Lokasi Kecamatan Tulangan bersebelahan dengan Kecamatan Prambon.
- Kecamatan Tulangan merupakan Kecamatan dengan jarak terdekat ke arah pusat Sidoarjo.

- Jumlah penduduk Kecamatan Tulangan mencapai 100.037 jiwa pada tahun 2017, memiliki jumlah penduduk paling banyak dibanding kecamatan lainnya.
- Kecamatan Tulangan menjadi prioritas ke-3 meskipun jumlah penduduknya paling tinggi karena di bagian barat terdapat 4 – 5 desa yang sudah terlayani oleh IPA Kedunguling.

Tahap IV

Instalasi ketiga siap beroperasi untuk memperluas pelayanan di Kecamatan Tulangan mencapai 70% dan ke Kecamatan Krembung sebanyak 70%. Total kapasitas instalasi yang terpakai adalah 301,78 liter/detik dengan *idle capacity* total dari 3 instalasi sebesar 9 liter/detik.

Pertimbangan dalam penentuan pengembangan pelayanan tahap III adalah sebagai berikut:

- Kecamatan Krembung secara geografis bersebelahan dengan Kecamatan Tulangan dan Kecamatan Prambon.
- Jalur Ibu Kota Kecamatan (IKK) dari Tulangan berbatasan dengan Kecamatan Krembung.

Tahap V

Tahap V merupakan tahap terakhir dengan peningkatan pelayanan di Kecamatan Tulangan dan Krembung sampai 100%, dan perintisan jaringan baru di Kecamatan Balongbendo yang berbatasan dengan Prambon dengan persentase pelayanan sebesar 80%. Total kapasitas terpakai untuk instalasi keempat mencapai 205,96 liter/detik.

Pertimbangan dalam penentuan pengembangan pelayanan tahap III adalah sebagai berikut:

- Kecamatan Balongbendo merupakan kecamatan yang terjauh dari lokasi IPA.
- Kecamatan Balongbendo masih memiliki sumber air tanah yang baik dengan jumlah sumur air tanah mencapai 91.215 sarana (RISPAM, 2018).

Debit yang digunakan dalam perencanaan tahapan pembangunan ini adalah debit di akhir tahun perencanaan yaitu tahun 2026. Kapasitas total IPA Kalimati sampai tahap terakhir direncanakan sebesar 1.000 liter/detik dengan empat bangunan instalasi masing-masing 250 liter/detik. Kapasitas total tersebut

hanya mampu memenuhi kebutuhan di 4 kecamatan resapan dan 80% kecamatan Balongbendo, sehingga pembangunan instalasi dinyatakan **tidak layak** karena tidak bisa memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Balongbendo.

Salah satu solusi untuk memaksimalkan pelayanan di Sidoarjo Bagian Barat, perlu dicari sumber air baru lagi dan perencanaan bangunan IPA baru. Rangkuman dari rencana pentahapan pelayanan IPA Kalimati dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan visualisasi pemetaan rencana pengembangan pelayanan dapat dilihat pada Lampiran E.

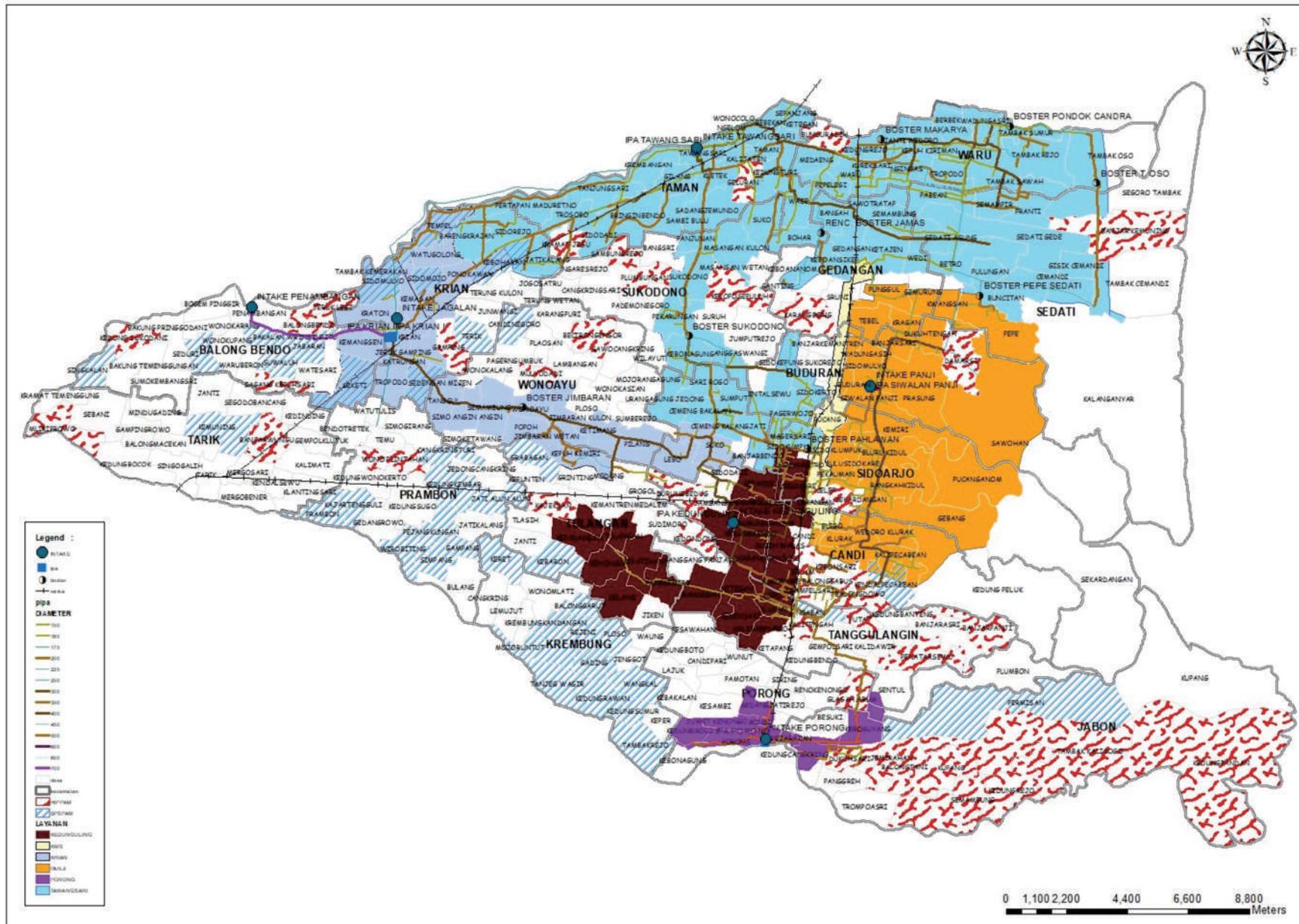


Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil,
Lingkungan dan Kebumihan

Gambar 5.2
Kondisi Eksisting Pelayanan
dan Jaringan Perpipaan

Nama:
Shafira Firdaus
03211540000107

Dosen Pembimbing:
Alfan Purnomo, S.T., M.T.



Utara



Sumber: PDAM
Delta Tirta Kabupaten
Sidoarjo, 2019

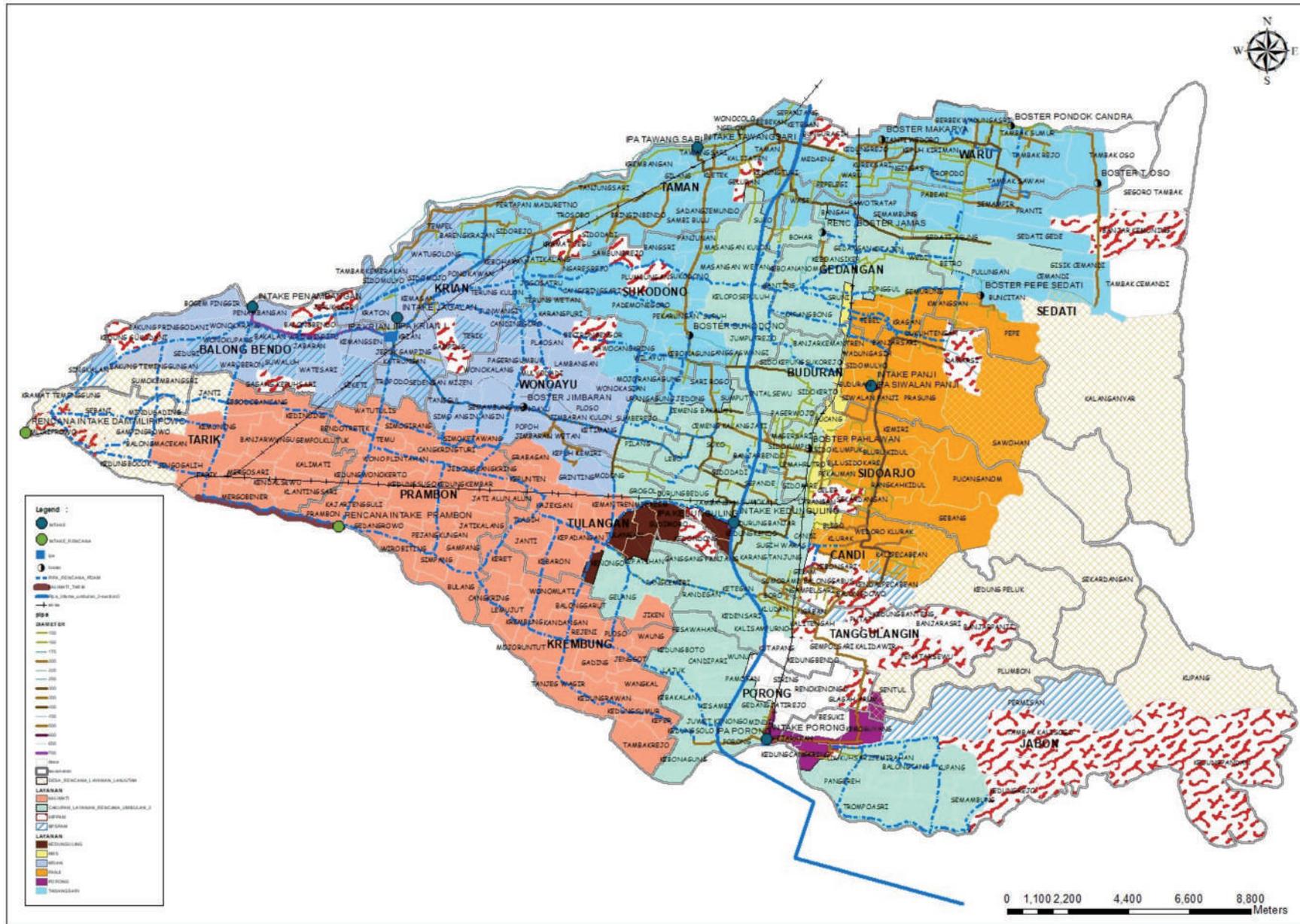


Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil,
Lingkungan dan Kebumihan

Gambar 5.3
Rencana Pengembangan
Pelayanan dan Jaringan

Nama:
Shafira Firdaus
03211540000107

Dosen Pembimbing:
Alfan Purnomo, S.T., M.T.



Utara



Sumber: PDAM
Delta Tirta Kabupaten
Sidoarjo, 2019

Tabel 5. 12 Rencana Tahapan Pelayanan IPA Kalimati sampai Tahun 2026

Tahap	Instalasi	Kapasitas Total	Persentase Pelayanan	Kecamatan Terlayani	Kebutuhan Air	Total <i>Idle Capacity</i>
		l/detik			l/det	
1	IPA 1	250	30%	Tarik	52,99	112,96
			50%	Prambon	84,06	
			TOTAL		137,04	
2			30%	Tarik	52,99	28,90
			100%	Prambon	168,12	
			TOTAL		221,10	
3	IPA 2	250	70%	Tarik	123,63	61,75
			50%	Tulangan	93,52	
			TOTAL		217,15	
4	IPA 3	250	80%	Krembung	245,67	9,97
			30%	Tulangan	56,11	
			TOTAL		301,78	
5	IPA 4	250	20%	Krembung	61,42	9,01
			20%	Tulangan	37,41	
			80%	Balombangendo	152,13	
			TOTAL		250,96	

5.1.3. Perencanaan Alternatif Pengolahan

Sebelum merencanakan *detail engineering design* dari bangunan instalasi pengolahan air, dibutuhkan tahap pendahuluan yaitu perencanaan alternatif pengolahan, sehingga rangkaian unit pengolahan yang direncanakan merupakan rangkaian yang paling efisien dan sesuai dari segi pemenuhan baku mutu, pemilihan teknologi, kebutuhan operasional dan kebutuhan lahan.

Penentuan alternatif pengolahan dalam perencanaan ini ditentukan dengan tabel tabulasi antara kriteria penilaian, bobot, dan nilai yang diberikan.

A. Karakteristik Air

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Menteri Kesehatan RI, 2010). Air minum yang didistribusikan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) atau BUMN lainnya sebagai penyelenggara Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) harus sesuai dengan persyaratan kualitas air minum.

Pada penilaian potensi sumber air baku, dinyatakan bahwa air baku *long storage* dinyatakan tidak layak karena tidak memenuhi kualifikasi sebagai sungai kelas I sebagai air baku air minum. Untuk mengatasi hal ini akan direncanakan alternatif pengolahan air yang dapat menyisihkan parameter-parameter yang melebihi baku mutu. Kemudian dilakukan perbandingan karakteristik air baku dengan baku mutu air minum sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum untuk menghasilkan air produksi yang siap minum. Tabel 5.13 menunjukkan hasil uji karakteristik air baku dengan baku mutu air minum.

Tabel 5. 13 Perbandingan Hasil Analisis dengan Syarat Air Minum

No	Parameter	Satuan	Syarat Air* Minum	Hasil Analisis**
A FISIKA				
1	Bau	-	-	tak berbau

2	Total Dissolved Solid	mg/L	500	190
3	Kekeruhan	Skala NTU	5	80
4	Rasa	°C	-	-
5	Suhu	Unit PtCo	Suhu Udara	24
6	Warna	µmhos/cm	15	15
B KIMIA				
1	Besi	mg/L Fe	0,3	4,55
2	Fluorida	mg/L F	1,5	0,54
3	Kadmium	mg/L Cd	0,003	0,00
4	Kesadahan Total	mg/L CaCO ₃	500	-
5	Klorida	mg/L Cl	250	24
6	Mangan	mg/L Mn	0,4	0,00
7	Natrium	mg/L Na	200	-
8	Nitrat	mg/L Ni	50	1,12
9	Timbal	mg/L Pb	0,05	0,00
10	pH		6,5 – 8,5	7,6
11	Amonia Bebas	mg/L NH ₃ -N	1,5	2,1
12	Sisa Klor	mg/L Cl ₂	5	0,00
13	Zat Organik	mg/L KmnO ₄	10	-
14	Deterjen	mg/L LAS	0,05	0,04
C BAKTERIOLOGI				
1	Total Koliform	MPN/ 100 mL	0	1100
2	E. Coli	MPN/ 100 mL	0	-

Sumber: *Menteri Kesehatan RI, 2010

** Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan Dept. Teknik Lingkungan FTSLK ITS, 2019

Penentuan dan perencanaan alternatif pengolahan merupakan salah satu aspek penting dalam studi pendahuluan pembangunan IPA. Penentuan ini didasari oleh hasil uji kualitas air baku, sehingga akan ditentukan proses apa saja yang sesuai dengan karakteristik air baku. Tabel 5.14 menampilkan ringkasan parameter utama yang melebihi baku mutu air minum dan perlu dipertimbangkan dalam menentukan alternatif pengolahan.

Tabel 5. 14 Karakteristik Air Baku yang Melampau Syarat Air Minum

No	Parameter	Satuan	Syarat Air Minum	Konsentrasi Air Baku
1	Kekeruhan	Skala NTU	5	80
2	Besi	mg/L Fe	0,3	4,55
3	Amonia Bebas	mg/L	1,5	2,1
4	Total Koliform	MPN/ 100 mL	0	1100

B. Analisis *Long Storage* sebagai Prasedimentasi

Long Storage merupakan bendungan berbentuk kanal/ sungai buatan yang terbentang sepanjang ± 5 km dari Kecamatan Mojosari, Kabupaten Mojokerto sampai Kecamatan Prambon, Kabupaten Sidoarjo. *Long Storage* akan menjadi sumber utama IPA Kalimati, dengan debit rencana mencapai 1.500 l/detik, dirancang dapat memenuhi kebutuhan air di 5 kecamatan Sidoarjo Bagian Barat (Sidabar).

Perlu dianalisis apakah *long storage* mampu menjalani proses presipitasi padatan tersuspensi (*total suspended solid*) seperti yang terjadi pada unit prasedimentasi. Jika ternyata *long storage* memenuhi persyaratan sebagai prasedimentasi dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 5. 15 Kriteria Desain Prasedimentasi

Kriteria	Tipikal
Waktu detensi (jam)	1,5 – 2,5

<u>Overflow Rate (m³/m³.hari)</u>		
<u>Average Flow</u>	25 – 30	
<u>Peak Hourly Flow</u>	50 – 70	
<u>Weir Loading (m³/m.hari)</u>	25 – 500	250
<u>Bilangan Reynold (NRe)</u>	< 2.000	
<u>Bilangan Froud (NFr)</u>	> 10 ⁻⁵	
<u>v₀ (m/detik)</u>	0,002 – 0,009	

Sumber: Qasim, etc, 2000

Long storage terdiri dari 3 kolam yang masing-masing dibatasi dengan pintu air. Kolam terakhir dianalisis apakah desainnya memenuhi desain prasedimentasi dengan perhitungan sebagai berikut:

Debit pengolahan (Q) = 1 m³/s (Q_{hmax})
 Panjang bak = 1.550 m
 Tinggi bak = 2,95 m
 Lebar = 120 m
 Luas (A) = 170.922,05 m²
 T air baku = 24° C
 μ = 0,9161 × 10⁻³
 ν = 0,9186 × 10⁻⁶
 ρ = 0,99733 gram/cm³

Cek V_{scouring}

Pengecekan dilakukan untuk mengetahui terjadinya penggerusan. Penggerusan terjadi apabila V_h > V_{scouring}.

$$v_h = \frac{Q}{A} = \frac{1 \text{ m}^3}{170.922,05 \text{ m}^2} = 0,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

Asumsi v_s = 0,00052 m/s (Prasetyo, 2012)

$$v_s = \left(\frac{g}{18}\right) \times \left(\frac{(Sg-1)}{\nu}\right) \times dp^2$$

$$= \left(\frac{9,81}{18}\right) \times \left(\frac{(2,65-1)}{0,9186 \times 10^{-6}}\right) \times dp^2$$

dp = 0,019 cm

Kemudian menghitung v_{scouring}.

$$V_{sc} = \sqrt{\frac{8 \times k \times g \times (Sg-1) \times dp}{f}}$$

$$k = 0,8 \text{ untuk } \textit{grit sticky material} \quad (\text{Masduqi, 2016})$$

$$V_{sc} = \sqrt{\frac{8 \times 0,8 \times 9,81 \times (2,65-1) \times 0,019}{0,02}}$$

$$= 0,07 \text{ m/s}$$

$V_h < V_{sc}$ sehingga tidak akan terjadi penggerusan.

Cek bilangan reynold

Agar aliran air memenuhi kondisi laminar, maka harus memenuhi persyaratan $N_{re} < 2.000$ dan nilai $N_{fr} > 10^{-5}$.

$$R = \frac{\text{lebar} \times \text{tinggi}}{\text{lebar} + (2 \times \text{tinggi})}$$

$$= \frac{120 \times 2,95}{120 + (2 \times 2,95)} = 2,8$$

$$N_{re} = \frac{Vh \times R}{\nu}$$

$$= \frac{0,5 \times 10^{-6} \text{ m/s} \times 2,8}{0,9186 \times 10^{-6}} = 0,44$$

$N_{re} < 2.000$ sehingga **memenuhi** persyaratan bilangan *reynold* unit prasedimentasi.

Cek bilangan froud

$$N_{fr} = \frac{Vh^2}{g \times R}$$

$$= \frac{0,5 \times 10^{-6}}{9,81 \times 2,8} = 1,22 \times 10^{-12}$$

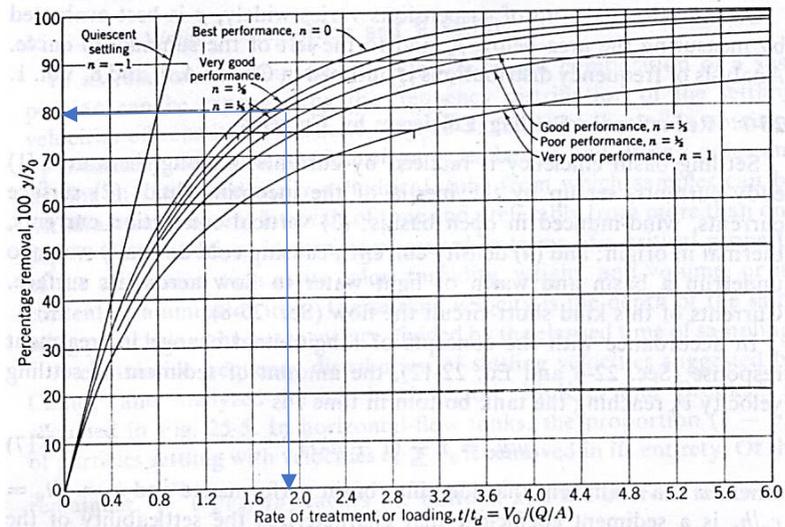
$N_{fr} < 10^{-5}$ sehingga **tidak memenuhi** persyaratan bilangan *froud* unit prasedimentasi.

Karena terdapat kemungkinan terjadinya penggerusan, dan aliran yang tidak laminar, **long storage dapat mengalami proses prasedimentasi**. Sehingga tidak dibutuhkan lagi unit prasedimentasi dalam rangkaian unit pengolahan.

Selanjutnya menentukan kecepatan pengendapan berdasarkan kurva performa pengendapan bak pengendapan. Persentase penyisihan yang diinginkan sebesar 80% dengan $n = 1/3$. Berdasarkan hasil *plotting* di grafik di dapatkan bahwa:

$$\frac{t_{os}}{t_o} = \frac{V_o}{V_s} = 1,9$$

$$V_s = \frac{V_o}{1,9} = \frac{0,00021}{1,9} = 1,1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$



Gambar 5. 4 Kurva Performa Bak Pengendap dengan Variasi Efisiensi

(Sumber: Fair and Geyer, 1981)

C. Diagram Alir Proses Pengolahan

Berdasarkan hasil uji kualitas air baku, ada beberapa parameter yang melebihi baku mutu, sehingga direncanakan alternatif pengolahan 1 sesuai dengan Gambar 5.5, dan alternatif pengolahan 2 sesuai dengan Gambar 5.6.

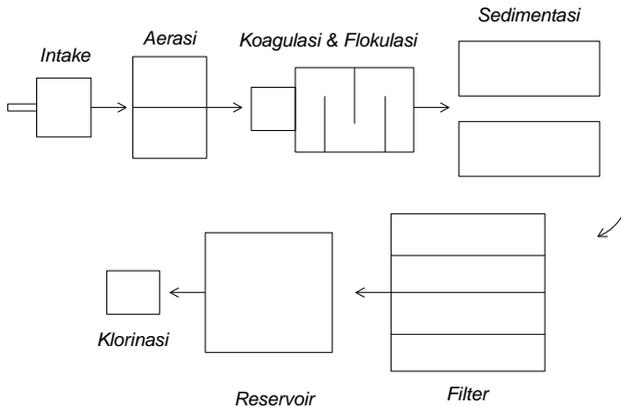
a) Intake

Intake berperan sebagai bangunan penyadap air dari sumber air baku. Jenis *intake* yang dipilih adalah *direct intake* dengan pompa sentrifugal.

b) Aerator

Aerasi merupakan proses penambahan udara/ oksigen dalam air dengan membawa air dan udara ke dalam kontak yang dekat. Proses aerasi dapat mengurangi kandungan logam berat seperti Besi (Fe) sebesar 96%

dan Mangan (Mn) sebesar 75% (Trisetyani, dkk., 2014) serta ammonia berlebihan.



Gambar 5. 5 Diagram Alir Alternatif Pengolahan 1

- c) Pengaduk cepat dan lambat
Koagulasi dan flokulasi merupakan proses yang mutlak diperoleh dari operasi pengadukan. Pengadukan cepat berperan penting dalam pencampuran koagulan dan destabilisasi partikel. Pada bak pengadukan lambat terjadi pembentukan flok yang berukuran besar hingga mudah diendapkan pada bak sedimentasi. Koagulan yang digunakan adalah *Poly Alumunium Chloride* (PAC) dengan efisiensi penyisihan kekeruhan mencapai 95% (Sutapa, 2014).
- d) Sedimentasi
Sedimentasi bertujuan untuk menyisahkan flok-flok yang terbentuk dari hasil pengadukan dengan proses pengendapan dan partikel tersuspensi lainnya yang masih tersisa sehingga beban yang diterima filtrasi lebih ringan. Efisiensi penyisihan kekeruhan mencapai 80%.
- e) Filtrasi
Filtrasi bertujuan untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid dengan melewati air pada media berpori. Selain mereduksi

kandungan zat padat, filtrasi dapat pula mereduksi kandungan bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, besi, dan mangan.

Filter yang digunakan dalam perencanaan ini adalah filter pasir cepat dengan kombinasi media zeolit karena dapat menyisihkan kadar detergen sampai 90%.

f) Desinfeksi Klor

Desinfeksi merupakan *post treatment* yang menyisihkan 99,99% mikroorganisme. Jenis desinfeksi yang digunakan dalam perencanaan ini adalah injeksi klor.

Tabel 5. 16 Efisiensi Penyisihan Alternatif Pengolahan 1

Unit	Efisi-ensi	Kekeruhan (NTU)		Efisi-ensi	Fe (mg/L Fe)	
		Influen	Efluen		Influen	Efluen
Aerator ^[1]	58%	80,00	33,60	90%	4,55	0,46
Pengaduk ^[2]	75%	33,60	8,40	0%	0,46	0,46
Sedimentasi ^[3]	80%	8,40	1,68	0%	0,46	0,46
Filter ^[4]	80%	1,68	0,34	50%	0,46	0,23
Desinfeksi ^[5]	0%	0,34	0,34	0%	0,23	0,23

Unit	Efisi-ensi	Amonia (mg/L)		Efisi-ensi	Koliform (MPN/100 mL)	
		Influen	Efluen		Influen	Efluen
Aerator ^[1]	90%	2,10	0,08	0%	1100	1100
Pengaduk ^[2]	0%	0,08	0,08	0%	1100	1100
Sedimentasi ^[3]	0%	0,08	0,08	0%	1100	1100
Filter ^[4]	50%	0,08	0,04	0%	1100	1100
Desinfeksi ^[5]	0%	0,04	0,04	100%	1100	0

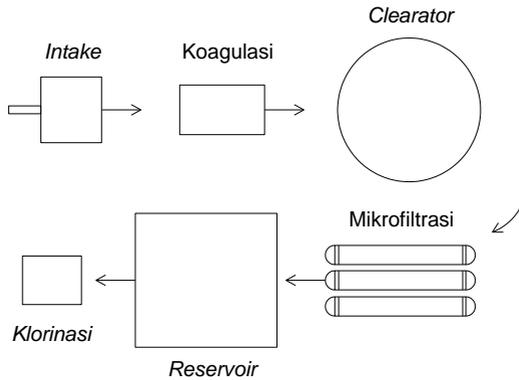
Sumber: ^[1]Trisetiyani, 2014

^[2]Hasil Analisis Lab

^[3]Thompson, et al, 1998

^[4]Qasim, 2000

^[5]EPA, 2011



Gambar 5. 6 Diagram Alir Alternatif Pengolahan 2

- a) *Intake*
- b) Pengaduk Cepat
Unit pengaduk cepat secara hidrolis yaitu terjunan dengan *baffle channel*. Pada unit ini berlangsung pembubuhan koagulan. Koagulan yang digunakan adalah *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dengan efisiensi penyisihan kekeruhan mencapai 95% (Sutapa, 2014).
- c) Clearator
Clearator merupakan modifikasi dari bangunan pengaduk cepat dan pengaduk lambat berbentuk *circular* dengan beberapa kompartemen. Terdapat kompartemen untuk bak pengendap flokulannya.
- d) Mikrofiltrasi
Filtrasi bertujuan untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid dengan melewati air pada media berpori. Dalam mikrofiltrasi, filter menggunakan membran dengan proses *cross-flow* tekanan rendah untuk memisahkan partikel koloid dan tersuspensi.

e) Desinfeksi Klor

Tabel 5. 17 Efisiensi Penyisihan Alternatif Pengolahan 2

Unit	Efisi-ensi	Kekeruhan (NTU)		Efisi-ensi	Fe (mg/L Fe)	
		Influen	Efluen		Influen	Efluen
Koagulasi ¹	0%	80,00	80,00	0%	4,55	4,55
Clearator ^[1]	85%	80,00	24,00	0%	4,55	4,55
Mikrofiltrasi ^[2]	96%	24,00	0,96	96%	4,55	0,18
Desinfeksi ^[3]	80%	0,96	0,19	0%	0,18	0,18

Unit	Efisi-ensi	Amonia (mg/L)		Efisi-ensi	Koliform (MPN/100 mL)	
		Influen	Efluen		Influen	Efluen
Koagulasi	0%	2,10	0,08	0%	1100	1100
Clearator ^[1]	0%	0,08	0,08	0%	1100	1100
Mikrofiltrasi ^[2]	0%	0,08	0,08	0%	1100	1100
Desinfeksi ^[3]	50%	0,08	0,04	100%	1100	0

Sumber: ^[1]Hasil Analisis Lab

^[3]Winston, et al, 1992

^[4]EPA, 2011

D. Analisis Laboratorium

Jartest adalah simulasi dari proses koagulasi dan flokulasi. Penentuan dosis optimum koagulan dapat ditentukan dengan analisis jartest. Penentuan dosis optimum ditentukan dengan melakukan analisis perubahan nilai kekeruhan akibat penambahan dosis koagulan yang berbeda-beda.

Koagulan yang digunakan adalah poli alumunium klorida (PAC) dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 5.18.

Tabel 5. 18 Hasil Analisis Poli Alumunium Klorida yang Digunakan

Parameter	Karakteristik Tipikal	Hasil Analisis
Penampakan	Cairan berwarna kuning kecoklatan	Sesuai
pH dari 1% larutan	3,5 – 5	4,81
Temperatur	26,5 – 27,5 ⁰ C	27,5
<i>Specific gravity</i> (Sg) pada 27,5 ⁰	1,210 – 1.260 g/cm ³	1,232
Kandungan Alumunium oksida	10 – 11%	10,12

Sumber: *Pacinesia Chemical Industry, 2019*

Sampel air merupakan sampel air baku dari kanal irigasi di sebelah utara *long storage*. Sampel air memiliki kekeruhan 80 NTU dan pH 7,4. Sampel tersebut dibagi ke dalam lima *beaker glass* masing-masing 500 mL dengan variasi dosis koagulan yang berbeda-beda, yaitu 11,8 mg/L, 23,6 mg/L, 35,4 mg/L, 47,2 mg/L dan 59 mg/L. Hasil pengamatan perubahan kekeruhan dan pH dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5. 19 Hasil Pengamatan Perubahan Kekeruhan dan pH Variasi Dosis Koagulan Percobaan 1

No. Gelas	Volume Koagulan (mL)	Dosis Koagulan (mg/L)	Kekeruhan (NTU)	pH
1	0,1	11,8	10,7	6,9
2	0,2	23,6	12,1	6,9
3	0,3	35,4	4,3	6,8
4	0,4	47,2	3,2	6,5

5	0,5	59,0	5,1	6,1
---	-----	------	-----	-----

Berdasarkan hasil analisis di atas dapat disimpulkan bahwa dosis koagulan yang paling efektif dalam menyingkirkan kekeruhan adalah 47,2 mg/L dengan kekeruhan akhir 3,2 NTU dan pH 6,5. Dari hasil analisis tersebut dilakukan lagi percobaan dengan rentang dosis lebih sempit antara lain 35,4 mg/L, 41,3 mg/L, 47,2 mg/L, 53,1 mg/L dan 59,0 mg/L. Hasil pengamatan perubahan kekeruhan dan pH dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5. 20 Hasil Pengamatan Perubahan Kekeruhan dan pH Variasi Dosis Koagulan Percobaan 1

No. Gelas	Volume Koagulan (mL)	Dosis Koagulan (mg/L)	Kekeruhan (NTU)	pH
1	0,3	35,4	4,4	6,9
2	0,35	41,3	4,0	6,8
3	0,4	47,2	3,0	6,8
4	0,45	53,1	3,5	6,5
5	0,5	59	5,8	6,4

Berdasarkan percobaan kedua, disimpulkan bahwa dosis koagulan optimum sebesar 47,2 mg/L dengan kekeruhan akhir 3 NTU dan pH 6,8.

E. Perhitungan Kebutuhan Lahan

Kebutuhan lahan untuk IPA dapat diperkirakan dengan merencanakan *preliminary sizing* masing-masing unit operasi.

Alternatif Pengolahan 1

Intake

Intake yang digunakan dalam perencanaan ini adalah *direct intake*. Kapasitas total dari seluruh instalasi adalah 1.000 l/s dan akan disadap oleh satu bangunan *intake*.

Perhitungan *preliminary sizing intake* adalah sebagai berikut:

$$Q = 1.000 \text{ l/s} = 1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$td = 2,5 \text{ menit} = 150 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= Q \times td \\ &= 1 \text{ m}^3/\text{s} \times 150 \text{ s} \\ &= 150 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi} = 4 \text{ m (kedalaman sungai 4 meter)}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= \text{Volume} \div \text{Tinggi} \\ &= 150 \text{ m}^3 \div 4 \text{ m} \\ &= 37,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

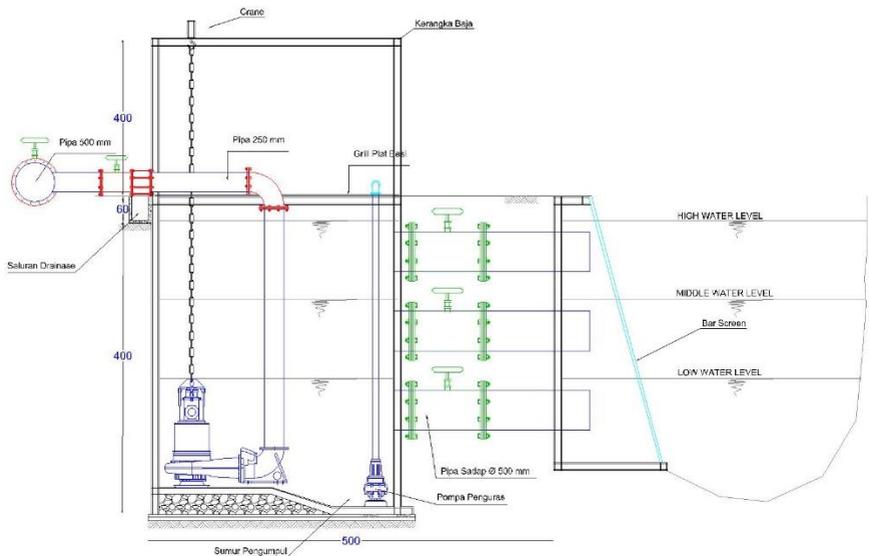
Dimensi

$$\text{Panjang} = 5,0 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 7,5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Free board} = 0,25 \text{ m}$$



Gambar 5. 7 Ilustrasi Bangunan Intake

Saluran pembawa Intake – Aerator menggunakan pipa

$$Q = 250 \text{ l/s} = 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Kecepatan} = 2 \text{ m/s (dalam range 0,3 -3 m/s)}$$

$$\begin{aligned}
Q &= A \times v \\
0,25 \text{ m}^3/\text{s} &= A \times 2 \text{ m/s} \\
A &= 0,13 \text{ m}^2 \\
A &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\
D &= \sqrt{\frac{A}{\frac{1}{4}\pi}} \\
&= \sqrt{\frac{0,13 \text{ m}^2}{\frac{1}{4}\pi}} = 0,4 \text{ m} \approx 500 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Aerator

Aerator merupakan pengolahan pendahuluan yang dipilih untuk mengurangi kadar Fe dan mengoksidasi Ammonia bebas. Aerator yang digunakan merupakan tipe *diffuser*, berdasarkan Tabel 3.

$$Q = 250 \text{ l/s} = 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$td = 40 \text{ menit} = 2.400 \text{ s}$$

$$\begin{aligned}
\text{Volume} &= Q \times td \\
&= 0,25 \text{ m}^3/\text{s} \times 2.400 \text{ s} \\
&= 600 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

$$\text{Tinggi} = 3 \text{ m}$$

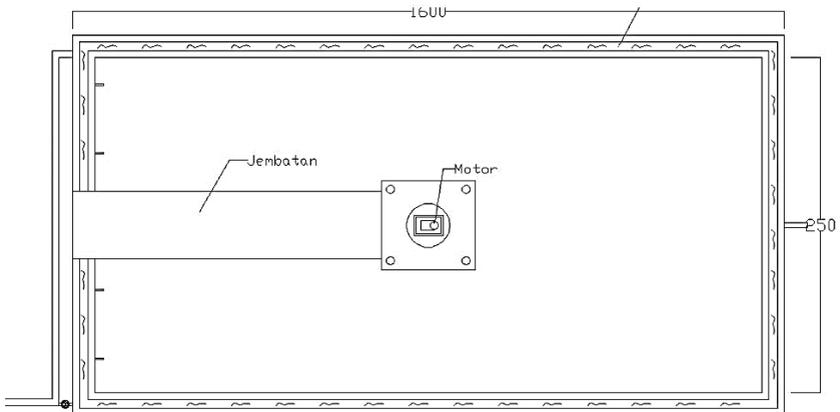
$$\begin{aligned}
\text{Luas} &= \text{Volume} \div \text{Tinggi} \\
&= 600 \text{ m}^3 \div 3 \text{ m} \\
&= 200 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

Dimensi

$$\text{Panjang} = 16 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 12,5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 3 \text{ m}$$



Gambar 5. 8 Ilustrasi Aerator

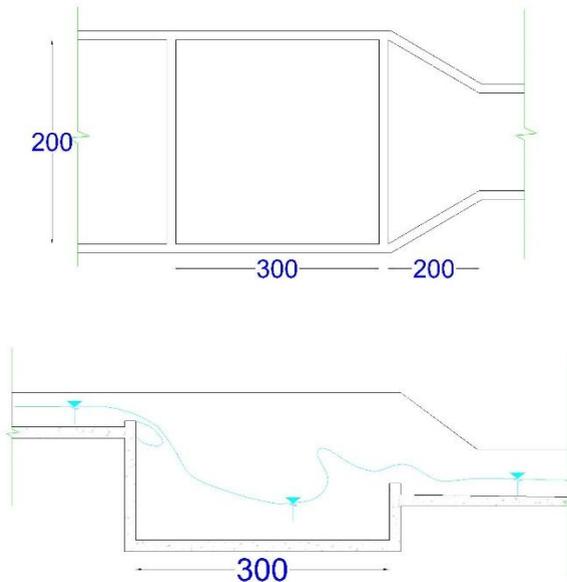
Pengaduk cepat

Pengaduk cepat atau koagulator yang digunakan dalam perencanaan ini adalah tipe hidrolis dengan terjunan.

$$\begin{aligned}
 Q &= 250 \text{ l/s} &= 0,25 \text{ m}^3/\text{s} \\
 t_d &= 2 \text{ menit} &= 120 \text{ s} & \text{(Joko, 2009)} \\
 \text{Volume} &= Q \times t_d \\
 &= 0,25 \text{ m}^3/\text{s} \times 120 \text{ s} \\
 &= 30 \text{ m}^3 \\
 \text{Tinggi} &= 3 \text{ m} \\
 \text{Luas} &= \text{Volume} \div \text{Tinggi} \\
 &= 30 \text{ m}^3 \div 3 \text{ m} \\
 &= 10 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Dimensi

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 5 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 2 \text{ m} \\
 \text{Tinggi} &= 3 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 5. 9 Ilustrasi Pengaduk Cepat

Pengaduk lambat

Pengaduk lambat atau flokulator yang digunakan dalam perencanaan ini adalah tipe hidrolis dengan *baffle*.

Q = 250 l/s = 0,25 m³/s

td = 15 menit = 900 s

Volume = Q x td
 = 0,25 m³/s x 900 s
 = 225 m³

Tinggi = 4 m

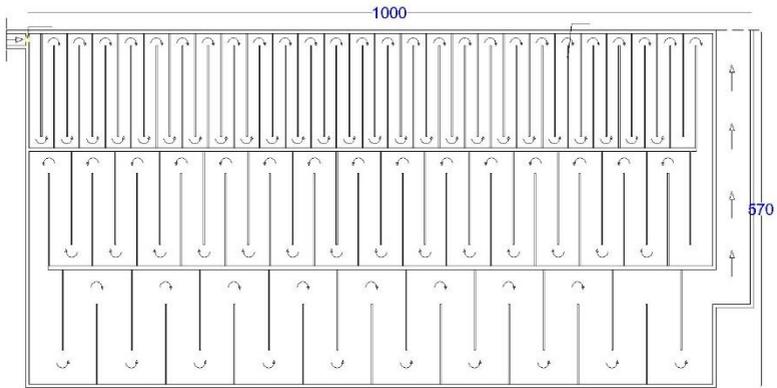
Luas = Volume ÷ Tinggi
 = 225 m³ ÷ 4 m
 = 56,3 m²

Dimensi

Panjang = 10 m

Lebar = 5,7 m

Tinggi = 4 m



Gambar 5. 10 Ilustrasi Pengaduk Lambat

Saluran pembawa Pengaduk lambat – Sedimentasi dengan pipa

Q = 250 l/s = 0,25 m³/s
 Kecepatan = 0,4 m/s (dalam range 0,3 -3 m/s)

Q = A × v
 0,25 m³/s = A × 0,4 m/s

A = 0,63 m²

A = $\frac{1}{4} \pi D^2$

D = $\sqrt{\frac{A}{\frac{1}{4}\pi}}$
 = $\sqrt{\frac{0,63 \text{ m}^2}{\frac{1}{4}\pi}}$ = 0,89 m ≈ 900 mm

Diameter pipa yang akan digunakan adalah 900 mm.

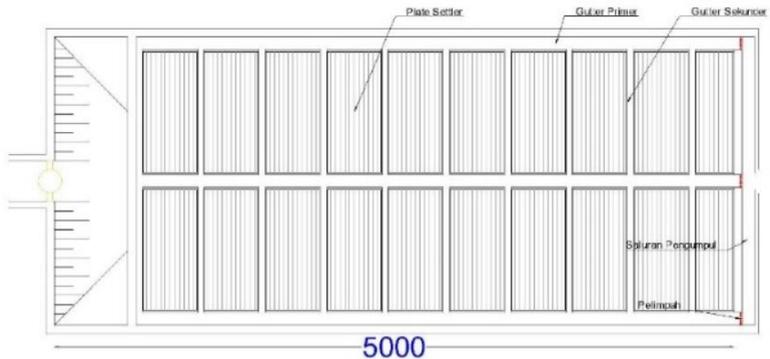
Sedimentasi

td = 2 jam = 7.200 s

Dibagi dalam dua bangunan persegi panjang.

Q per bak = Q total ÷ jumlah bak
 = 250 l/s ÷ 2

$$\begin{aligned}
 &= 125 \text{ l/s} && = 0,13 \text{ m}^3/\text{S} \\
 \text{Volume} &= Q \times \text{td} \\
 &= 0,13 \text{ m}^3/\text{s} \times 7.200 \text{ s} \\
 &= 900 \text{ m}^3 \\
 \text{Tinggi} &= 5 \text{ m} \\
 \text{Luas} &= \text{Volume} \div \text{Tinggi} \\
 &= 900 \text{ m}^3 \div 5 \text{ m} \\
 &= 180 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas total} &= 180 \text{ m}^2 \times 2 \\
 &= 360 \text{ m}^2 \\
 \text{Dimensi} & \\
 \text{Panjang} &= 50 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 18 \text{ m} \\
 \text{Tinggi} &= 5 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 5. 11 Ilustrasi Sedimentasi

Saluran pembawa Sedimentasi – Filter dengan pipa

$$\begin{aligned}
 Q &= 250 \text{ l/s} && = 0,25 \text{ m}^3/\text{s} \\
 \text{Kecepatan} &= 0,4 \text{ m/s (dalam range 0,3 -3 m/s)} \\
 Q &= A \times v \\
 0,25 \text{ m}^3/\text{s} &= A \times 0,4 \text{ m/s} \\
 A &= 0,63 \text{ m}^2 \\
 A &= \frac{1}{4} \pi D^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D &= \sqrt{\frac{A}{\frac{1}{4}\pi}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,63 \text{ m}^2}{\frac{1}{4}\pi}} = 0,89 \text{ m} \approx 900 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Diameter pipa yang akan digunakan adalah 900 mm.

Filter

Jenis filter yang akan digunakan dalam perencanaan ini adalah filter pasir cepat.

Kecepatan filtrasi (V_a)

$$= 8 \text{ m/jam} = 0,002 \text{ m/s}$$

Filter dibagi ke dalam 3 bak

$$Q = 250 \text{ l/s} = 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

Q per bak

$$\begin{aligned}
 &= Q \div 3 \\
 &= 0,25 \text{ m}^3/\text{s} \div 3 \\
 &= 0,083 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Luas

$$\begin{aligned}
 &= Q \div V_a \\
 &= 0,083 \text{ m}^3/\text{s} \div 0,002 \text{ m/s} \\
 &= 28,2 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luas total

$$= 112,8 \text{ m}^2$$

Dimensi

Panjang

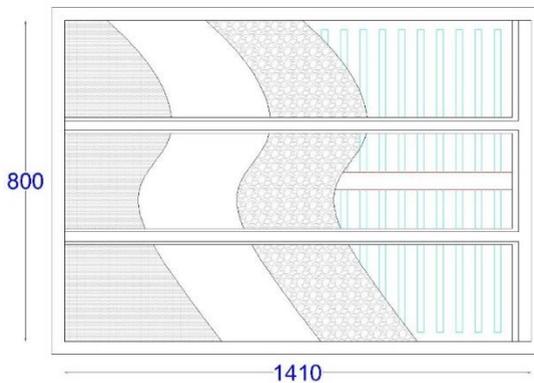
$$= 8 \text{ m}$$

Lebar

$$= 14 \text{ m}$$

Tinggi

$$= 2,5 \text{ m}$$



Gambar 5. 12 Ilustrasi Filter Pasir Cepat

Saluran pembawa Filter – Reservoir dengan pipa

$$\begin{aligned} Q &= 250 \text{ l/s} && = 0,25 \text{ m}^3/\text{s} \\ \text{Kecepatan} &= 0,4 \text{ m/s (dalam range 0,3 -3 m/s)} \\ Q &= A \times v \\ 0,25 \text{ m}^3/\text{s} &= A \times 0,4 \text{ m/s} \\ A &= 0,63 \text{ m}^2 \\ A &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ D &= \sqrt{\frac{A}{\frac{1}{4} \pi}} \\ &= \sqrt{\frac{0,63 \text{ m}^2}{\frac{1}{4} \pi}} && = 0,89 \text{ m} \approx 900 \text{ mm} \end{aligned}$$

Diameter pipa yang akan digunakan adalah 900 mm.

Reservoir

$$\begin{aligned} V \text{ reservoir} &= 27,66\% \times Q \text{ rata-rata} \times t_d \\ &= 27,66\% \times 250 \text{ l/s} \times 86.400 \text{ s} \\ &= 5.9740.560 \text{ L} \\ &= 5.975 \text{ m}^3 \\ \text{Tinggi} &= 10 \text{ m} \\ \text{Luas} &= V \text{ reservoir} \div \text{tinggi} \\ &= 598 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dimensi

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 25 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 24 \text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$

Total luas yang dibutuhkan untuk satu bangunan IPA yang terdiri dari aerator, pengaduk cepat dan lambat, filter pasir cepat, dan reservoir adalah 1.151,5 m². Pengolahan dan debit terpasang untuk 3 bangunan IPA selanjutnya direncanakan sama sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Luas lahan intake} &= 37,5 \text{ m}^2 \\ \text{Luas lahan pengolahan 1 instalasi} &= 1.336 \text{ m}^2 \\ \text{Jumlah instalasi} &= 4 \text{ buah} \\ \text{Kapasitas per instalasi} &= 250 \text{ liter/s} \\ \text{Total luas lahan pengolahan seluruh IPA} &= \text{luas lahan 1 IPA} \times 4 \\ &= 1.336 \text{ m}^2 \times 4 \end{aligned}$$

$$= 5.346 \text{ m}^2$$

Luas lahan yang dibutuhkan mencakup lahan pengolahan dan non pengolahan diperkirakan 150 – 200% dari luas lahan pengolahan (Masduqi, dkk., 2016).

$$\begin{aligned} \text{Total luas lahan} &= 180\% \times \text{Luas lahan pengolahan} \\ &= 180\% \times (5.346 + 37,5) \text{ m}^2 \\ &= 9.623 \text{ m}^2 \\ &= 0,9623 \text{ Ha} \end{aligned}$$

Alternatif Pengolahan 2

Intake

Dengan debit yang sama, kebutuhan luas *intake* pada alternatif II sama dengan alternatif I.

Pengaduk Cepat

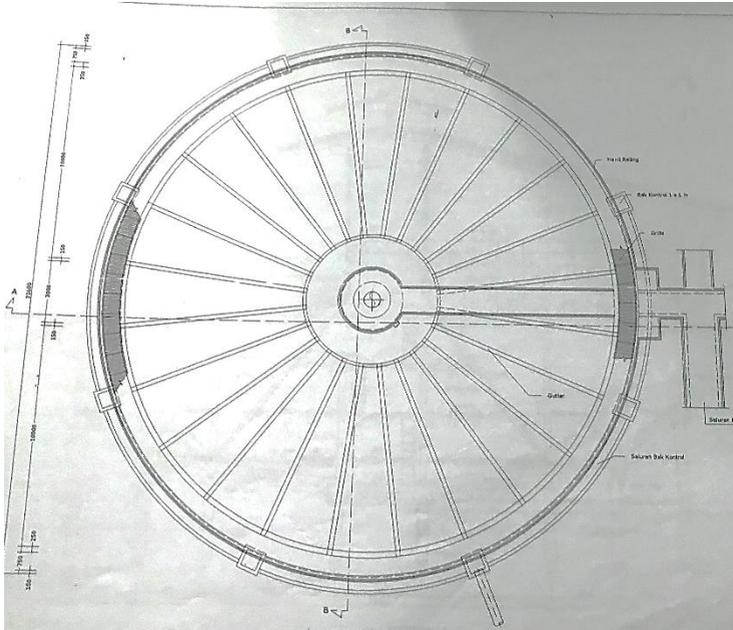
Dengan debit dan tipe yang sama, kebutuhan luas pengaduk cepat pada alternatif II sama dengan alternatif I.

Clearator

$$\begin{aligned} Q &= 250 \text{ l/detik} = 0,25 \text{ m}^3/\text{detik} \\ td &= 45 \text{ menit} \quad (\text{Fitrianti, 2016}) \\ &= 45 \text{ menit} \times 60 \text{ detik/menit} \\ &= 2.700 \text{ detik} \\ \text{Volume} &= Q \times td \\ &= 0,25 \text{ m}^3/\text{s} \times 2.700 \text{ detik} \\ &= 675 \text{ m}^3 \\ \text{Tinggi} &= 5 \text{ m} \\ \text{Luas} &= \text{Volume} \div \text{Tinggi} \\ &= 675 \text{ m}^3 \div 5 \text{ m} \\ &= 135 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dimensi

$$\begin{aligned} \text{Diameter} &= 6,5 \text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 5. 13 Ilustrasi Desain Clearator
(Sumber: PDAM Kota Surabaya, 2019)

Mikrofilter

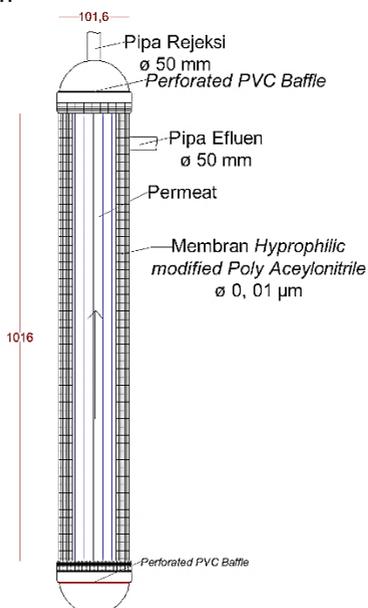
$Q = 0,25 \text{ m}^3/\text{detik}$
 Fluks $= 1.200 \text{ l/m}^2/\text{jam} = 1,2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jam}$
 Kecepatan $= 11,98 \text{ m/jam} = 0,0033 \text{ m/detik}$
 Luas 1 unit membran $= 5 \text{ m}^2$

Luas membran yang dibutuhkan
 $= \text{Debit} \div \text{Kecepatan}$
 $= 0,25 \text{ m}^3/\text{detik} \div 0,0033 \text{ m/detik}$
 $= 75,75 \text{ m}^2$

Jumlah membran yang dibutuhkan
 $= \text{Kebutuhan luas} \div \text{luas spesifikasi}$
 $= 75,75 \text{ m}^2 \div 5 \text{ m}^2$
 $= 15 \text{ unit}$

Panjang $= 1,0 \text{ m}$

Lebar = 0,2 m
 Asumsi tabung membran ditumpuk 3
 Luas yang dibutuhkan
 = $(15 \div 3) \times 1 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times 130\%$ (jarak aman antar membran)
 = 1,3 m²



Gambar 5. 14 Ilustrasi Cartridge Membran Mikrofiltrasi

Reservoir

Dengan debit dan tipe yang sama, kebutuhan luas reservoir pada alternatif II sama dengan alternatif I.

Total luas yang dibutuhkan untuk satu bangunan IPA yang terdiri dari pengaduk cepat, clearator, mikrofiltrasi, dan reservoir adalah 1.151,5 m². Pengolahan dan debit terpasang untuk 3 bangunan IPA selanjutnya direncanakan sama sehingga:

Luas lahan *intake* = 37,5 m²
 Luas lahan pengolahan 1 instalasi = 744,1 m²
 Jumlah instalasi = 4 buah

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas per instalasi} &= 250 \text{ liter/s} \\
 \text{Total luas lahan pengolahan seluruh IPA} &= \text{luas lahan 1 IPA} \times 4 \\
 &= 744,1 \text{ m}^2 \times 4 \\
 &= 2.976,4 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luas lahan yang dibutuhkan mencakup lahan pengolahan dan non pengolahan diperkirakan 150 – 200% dari luas lahan pengolahan (Masduqi, dkk., 2016).

$$\begin{aligned}
 \text{Total luas lahan} &= 180\% \times \text{Luas lahan pengolahan} \\
 &= 180\% \times (2.976,4 + 37,5) \text{ m}^2 \\
 &= 5.425,02 \text{ m}^2 \\
 &= 0,5 \text{ Ha}
 \end{aligned}$$

F. Perhitungan Kebutuhan Sistem dan Operasional

Pada tahap ini, akan diperkirakan kebutuhan perlengkapan operasional instalasi. Beberapa aspek yang akan dihitung antara lain kebutuhan sumber daya manusia, kebutuhan pompa, kebutuhan bahan kimia dan kebutuhan listrik pengolahan (tanpa kegiatan non pengolahan).

Alternatif Pengolahan 1

Kebutuhan Sumber Daya Manusia

Untuk instalasi dengan kapasitas 150 l/detik, dibutuhkan operator dan pengawas sebanyak 3 orang/shift (PDAM Kabupaten Sidoarjo, 2019).

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas instalasi} &= 1.000 \text{ liter/s} \\
 \text{SDM yang dibutuhkan} &= \frac{3 \text{ orang}}{150 \text{ l/s}} \times 1.000 \text{ l/s} \\
 &= 20 \text{ orang/shift} \\
 \text{Jumlah shift/hari} &= 3 \text{ shift/hari} \\
 \text{Kebutuhan SDM} &= 20 \text{ orang/shift} \times 3 \text{ shift/hari} \\
 &= 60 \text{ orang/hari}
 \end{aligned}$$

Sehingga sumber daya manusia yang dibutuhkan untuk mengoperasikan dan memelihara instalasi tersebut adalah sebanyak 60 orang/hari.

Kebutuhan Pompa

Pompa dibutuhkan dalam beberapa unit pengolahan untuk memberikan tekanan pada air sehingga air bisa mengalir dari

tempat yang lebih rendah. Berikut adalah perkiraan kebutuhan pompa untuk IPA Kalimati.

- a) *Intake*
Jumlah *intake* = 1 buah
Kapasitas = 1.000 l/s
Jumlah pompa yang dibutuhkan
= 4 pompa 250 l/s utama
2 pompa 250 l/s cadangan
- b) *Aerator*
Jumlah *aerator* = 4 bak
Kapasitas = 250 l/s per instalasi
Membutuhkan 1 unit *diffuser* utama dan 1 unit *diffuser* cadangan per instalasi.
Jumlah *diffuser* = 8 buah
- c) Pengaduk cepat
Pengaduk cepat merupakan pengaduk hidrolis sehingga tidak membutuhkan *paddle* atau *turbine*.
Untuk membubuhkan koagulan dibutuhkan pompa *dosing*.
Jumlah pengaduk cepat = 1 bak per instalasi
= 4 bak
Pompa *dosing* yang dibutuhkan
= 4 pompa *dosing* utama
4 pompa *dosing* cadangan
- d) Pengaduk lambat
Pengaduk lambat berupa pengaduk hidrolis yang menggunakan *baffle* sehingga tidak dibutuhkan tenaga pompa.
- e) Filter
Tidak dibutuhkan pompa untuk filter.
- f) Disinfeksi
Tidak dibutuhkan pompa untuk disinfeksi.
- g) Reservoir
Untuk pompa distribusi, dibutuhkan beberapa pompa.
Pompa distribusi = 2 pompa 125 l/s per instalasi
= 8 pompa 125 l/s total
Pompa cadangan = 4 pompa cadangan

Kebutuhan Bahan Kimia

Bahan kimia yang dibutuhkan dalam instalasi ini adalah koagulan yaitu poli alumunium klorida dan disinfektan yaitu klor.

Kebutuhan koagulan:	
Kebutuhan PAC rata-rata	= 47,2 mg/L
Debit	= 1.000 l/s
	= 86.400.000 l/hari
Kebutuhan PAC per hari	= kebutuhan koagulan × debit
	= 47,2 mg/L × 86.400.000 L/hari
	= $4,07 \times 10^9$ mg/hari
	= 4.078 kg/hari
Kebutuhan disinfektan:	
Q	= 1.000 l/s = 1 m ³ /s
Sisa klor	= 0,3 mg/L (SNI 6774-2008)
Gas klor (Cl ₂) diinjeksikan ke dalam pipa menggunakan tabung klorinator.	
Kapasitas tabung klorinator	= 615 kg
Dosis optimum (BPC) berdasarkan analisis laboratorium	= 2 mg/L (Qasim, 2000)
Gas klor diinjeksikan selama 30 menit.	
Dosis klor yang dibutuhkan	= Dosis klor optimum + sisa klor
	= 2 mg/L + 0,3 mg/L
	= 2,3 mg/L
Kebutuhan klor dalam 1 hari	= 2,3 mg/L × 21.600 m ³ /hari ×
	10^{-6} kg/mg × 1.000 l/m ³
Diasumsikan penampungan klor cukup selama 30 hari	
	= 49,68 kg/hari × 30 hari
	= 1.490,4 kg
Kebutuhan tabung klor	= 1.490,4 kg/kapasitas tabung
	= 1.490 kg/615 kg
	= 3 buah

Alternatif Pengolahan 2

Kebutuhan Sumber Daya Manusia

Karena faktor penentuan sumber daya manusia hanya berdasarkan debit instalasi, maka jumlah SDM yang dibutuhkan dalam alternatif pengolahan 2 sama dengan alternatif pengolahan 1.

Kebutuhan Pompa

Pompa dibutuhkan dalam beberapa unit pengolahan untuk memberikan tekanan pada air sehingga air bisa mengalir dari

tempat yang lebih rendah. Berikut adalah perkiraan kebutuhan pompa untuk IPA Kalimati.

- a) *Intake*
Jumlah *intake* = 1 buah
Kapasitas = 1.000 l/s
Jumlah pompa yang dibutuhkan
= 4 pompa 250 l/s utama
2 pompa 250 l/s cadangan
- b) Pengaduk cepat
Pengaduk cepat merupakan pengaduk hidrolis sehingga tidak membutuhkan *paddle* atau *turbine*.
Untuk membubuhkan koagulan dibutuhkan pompa *dosing*.
Jumlah pengaduk cepat = 1 bak per instalasi
= 4 bak
Pompa *dosing* yang dibutuhkan
= 4 pompa *dosing* utama
4 pompa *dosing* cadangan
- c) Clearator
Clearator direncanakan menggunakan sistem diffuser dan *upflow* aliran untuk memenuhi proses flokulasi, dan
Pompa inlet = 4 pompa 250 l/s utama
4 pompa 250 l/s cadangan
- d) Mikrofilter
Dibutuhkan pompa membran untuk mengalirkan air ke *cartridge* membran.
Pompa = 4 pompa 250 l/s utama
= 4 pompa 250 l/s cadangan
- e) Disinfeksi
Tidak dibutuhkan pompa untuk disinfeksi.
- f) Reservoir
Untuk pompa distribusi, dibutuhkan beberapa pompa.
Pompa distribusi = 2 pompa 125 l/s per instalasi
= 8 pompa 125 l/s total
Pompa cadangan = 4 pompa cadangan

Kebutuhan Bahan Kimia

Bahan kimia yang dibutuhkan dalam instalasi ini adalah koagulan yaitu poli alumunium klorida dan disinfektan yaitu klor.

Kebutuhan koagulan:

Kebutuhan PAC rata-rata = 47,2 mg/L

Debit = 1.000 l/s
 = 86.400.000 l/hari
 Kebutuhan PAC per hari = kebutuhan koagulan x debit
 = 47,2 mg/L x 86.400.000 L/hari
 = 4,07 x 10⁹ mg/hari
 = 4.078 kg/hari
 Kebutuhan disinfektan:
 Q = 1.000 l/s = 1 m³/s
 Sisa klor = 0,3 mg/L (SNI 6774-2008)
 Gas klor (Cl₂) diinjeksikan ke dalam pipa menggunakan tabung klorinator.
 Kapasitas tabung klorinator = 615 kg
 Dosis optimum (BPC) berdasarkan analisis laboratorium = 2 mg/L (Qasim, 2000)
 Gas klor diinjeksikan selama 30 menit.
 Dosis klor yang dibutuhkan = Dosis klor optimum + sisa klor
 = 2 mg/L + 0,3 mg/L
 = 2,3 mg/L
 Kebutuhan klor dalam 1 hari = 2,3 mg/L x 21.600 m³/hari x 10⁻⁶ kg/mg x 1.000 l/m³
 Diasumsikan penampungan klor cukup selama 30 hari
 = 49,68 kg/hari x 30 hari
 = 1.490,4 kg
 Kebutuhan tabung klor = 1.490,4 kg/kapasitas tabung
 = 1.490 kg/615 kg
 = 3 buah

G. Penilaian Alternatif Pengolahan

Perlu adanya penilaian masing-masing alternatif pengolahan yang telah direncanakan untuk menentukan kelayakan pembangunan IPA. Metode penilaian dalam menentukan alternatif pengolahan menggunakan tabel tabulasi dan pembobotan untuk setiap kriteria penilaian. Bobot ditentukan antara angka 1 – 5 dan masing-masing kriteria penilaian diasumsikan oleh perencana berdasarkan kondisi eksisting

1. Pemenuhan Baku Mutu (Bobot = 5)
 Pemenuhan baku mutu merupakan tujuan utama dari bangunan IPA yaitu menghasilkan air bersih.
2. Keterjangkauan Bahan Baku dan Mesin (Bobot = 3)

Pemasokan bahan baku dan mesin akan dilaksanakan di awal pembangunan dan kontinyu selama masa operasi dan pemeliharaan IPA, sehingga harus terjangkau oleh PDAM Kabupaten Sidoarjo.

3. Kebutuhan Lahan (Bobot = 3)
Menurut Balai Besar Wilayah Sungai Brantas, alokasi lahan IPA untuk PDAM Kabupaten Sidoarjo adalah seluas 0,7 Ha. Sehingga alternatif pengolahan diharapkan dapat diterapkan dengan lahan yang tersedia.
4. Operasi dan Pemeliharaan (Bobot = 4)
Operasi dan pemeliharaan merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap pelayanan ke pelanggan. Kemudahan dalam mengoperasikan dan memelihara alat dan bahan diharapkan dapat meningkatkan performa kerja unit pengolahan.
5. Biaya Investasi dan O&M (Bobot = 5)
Biaya merupakan hal yang terpenting dalam mempertimbangkan pembangunan IPA. Dengan tingkat perekonomian Kabupaten Sidoarjo, diharapkan IPA dapat dibangun dengan biaya seefisien mungkin.

Penilaian dilakukan berdasarkan hasil perencanaan di sub-bab sebelumnya dengan skala 1 – 5.

Tabel 5. 21 Penilaian Alternatif Pengolahan

	Pemenuhan Baku Mutu	Keterjangkauan Bahan Baku	Ketersediaan Lahan	O&M	Biaya
Alternatif 1	4	5	2	4	4
Alternatif 2	4	3	5	2	2

Selanjutnya, untuk mendapatkan nilai total dilakukan pengalihan antara nilai dan bobot masing-masing kriteria penilaian.

Tabel 5. 22 Nilai Akhir Alternatif Pengolahan

	Pemenuhan Baku Mutu	Keterjangkauan Bahan Baku	Ketersediaan Lahan	O&M	Biaya	Total
Alternatif 1	20	15	6	16	20	77
Alternatif 2	20	9	15	8	10	62

Pada Tabel 5.22 dapat dilihat bahwa nilai akhir dari Alternatif 1 adalah 77 poin dan Alternatif 2 adalah 62 poin. Sehingga alternatif 1 ditentukan sebagai rencana alternatif pengolahan air untuk IPA Kalimati, dengan rekomendasi lebih lanjut dalam kategori ketersediaan lahan karena lahan yang dibutuhkan dalam alternatif 1 mencapai 0,9 Ha, sementara lahan yang disediakan oleh BBWS adalah 0,7 Ha.

5.1. Kelayakan Finansial

Pada pengerjaan studi kelayakan ini, akan dianalisis perkiraan kelayakan finansial berdasarkan referensi data tipikal dari PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo. Penilaian finansial pada perencanaan ini ditentukan oleh 4 parameter yaitu; (1) *Net Present Value* (NPV), (2) *Benefit Cost Ratio* (BCR), (3) *Payback Period Analysis*, dan (4) *Internal Rate of Return* (IRR).

5.2.1. Aliran Kas (Cashflow)

Aliran kas merupakan rangkuman dari total pendapatan dan pengeluaran. Dalam analisis ini ada beberapa kategori biaya pengeluaran sebagai berikut:

A. Biaya Investasi (CAPEX)

Biaya investasi awal, yaitu biaya pengeluaran untuk mendirikan keseluruhan bangunan IPA di awal tahun investasi, termasuk pembelian mesin dan alat. Untuk menentukan biaya investasi yang dikeluarkan dalam membangun IPA Kalimati di Kabupaten Sidoarjo dengan pelayanan mencakup lima yaitu Kecamatan Prambon, Tarik, Tulangan, Krembung dan Balongbendo, digunakan referensi dari Lampiran III Peraturan Menteri Pekerjaan Umum RI No. 21 Tahun 2009 tentang Pedoman Teknis Kelayakan Investasi Pengembangan SPAM oleh PDAM.

Beberapa kriteria dalam menentukan biaya investasi tipikal adalah sebagai berikut:

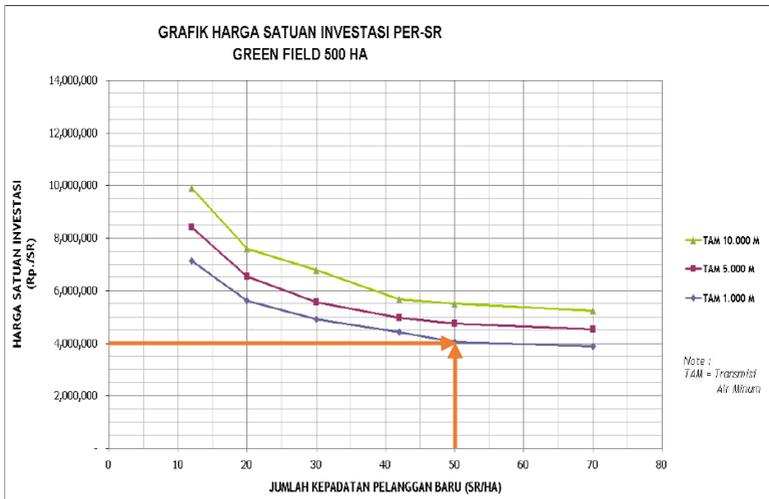
- Pola Investasi Pengembangan: *Green Field* atau Pola pembangunan sistem baru
- Luas zona distribusi: 500 Ha
- Kepadatan: 50 rumah/ Ha
- Potensi pelanggan: 60%
- Panjang pipa transmisi air minum: 1.000 m

Gambar 5.15 menunjukkan beberapa macam harga satuan berdasarkan panjang pipa transmisi, kepadatan dan potensi pelanggan untuk *Green Field* (area pelayanan baru) 500 Ha. Sementara Gambar 5.16 menunjukkan kurva harga satuan investasi per SR sesuai panjang pipa transmisinya.

PERLUASAN JARINGAN : 500 HA		HARGA SATUAN INVESTASI (Juta Rp./SR)					
Panjang Pipa transmisi Air Minum	KOMPONEN INVESTASI SPAM	KEPADATAN 70 Rmh/Ha		KEPADATAN 50 Rmh/Ha		KEPADATAN 20 Rmh/Ha	
		POTENSI PELANGGAN		POTENSI PELANGGAN		POTENSI PELANGGAN	
		100%	60%	100%	60%	100%	60%
		70 SR/Ha	42 SR/Ha	50 SR/Ha	30 SR/Ha	20 SR/Ha	12 SR/Ha
1.000 m	Unit Air Baku (*)	0,14	0,15	0,15	0,17	0,17	0,19
	Unit Produksi	1,34	1,38	1,33	1,46	1,54	1,75
	Unit Distribusi	1,47	1,95	1,64	2,35	2,97	4,26
	Unit Pelayanan	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
	Total	3,88	4,41	4,05	4,91	5,61	7,13
5.000 m	Unit Air Baku (*)	0,14	0,15	0,15	0,17	0,17	0,19
	Unit Produksi	1,99	1,93	2,02	2,11	2,47	3,02
	Unit Distribusi	1,47	1,95	1,64	2,35	2,97	4,26
	Unit Pelayanan	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
	Total	4,53	4,96	4,74	5,56	6,54	8,40
10.000 m	Unit Air Baku (*)	0,14	0,15	0,15	0,17	0,17	0,19
	Unit Produksi	2,69	2,64	2,78	3,32	3,53	4,53
	Unit Distribusi	1,47	1,95	1,66	2,35	2,97	4,26
	Unit Pelayanan	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
	Total	5,23	5,67	5,52	6,77	7,60	9,91

Gambar 5. 15 Standar Harga Satuan Investasi SPAM untuk *Green Field* 500 Ha

(Sumber: Menteri Pekerjaan Umum RI, 2009)



Gambar 5. 16 Grafik Harga Satuan Investasi per SR Green Field 500 Ha
(Sumber: Menteri Pekerjaan Umum RI, 2009)

Selanjutnya menghitung perkiraan biaya investasi berdasarkan harga satuan investasi pada Gambar 5.15 dengan komponen investasi yang disesuaikan dengan perencanaan studi kelayakan ini.

$$HS = HS_0 \times F_1 \times F_2 \times F_3$$

dimana

HS = Harga Satuan Standar (th. 2008 + n tahun)

HS₀ = Harga Acuan 2008

F₁ = Faktor Letak Geografis

F₂ = Faktor Inflasi

F₃ = Faktor Spesifikasi Material

(Menteri Pekerjaan Umum RI, 2009)

HS₀ = HS Unit Air Baku + HS Unit Produksi

$$= 0,17 + 1,46$$

$$= 1,63 \text{ juta Rupiah/ SR}$$

F₁ = 100% (Asumsi tidak ada faktor geografis)

$F_2 = 106,3\%$ (Asumsi 6,3% per tahun diambil dari rata-rata tingkat inflasi Juni 2009 – Juni 2019)

(Bank Indonesia, 2019)

$F_3 = 100\%$ (Asumsi tidak ada faktor perbedaan spesifikasi material)

Selanjutnya menghitung Harga Satuan pada tahun pertama.

$HS = 1,63 \text{ juta rupiah/SR} \times 20\% \times 106,3\%$

$= 0,34 \text{ juta rupiah/SR}$

Setelah mendapatkan harga satuan, dihitung harga investasi total yaitu berdasarkan pengalihan harga satuan dengan sambungan rumah. Hasil perhitungan total biaya investasi dirangkum dalam Tabel 5.23.

Tabel 5. 23 Investasi Total per Tahap

Tahap	Investasi Total (Rupiah)
1	20.608.614.860
2	22.326.028.310
3	24.014.400.720
4	25.826.035.949

B. Biaya Operasional (OPEX)

Biaya operasional dan pemeliharaan per tahun, yaitu biaya yang dikeluarkan per tahun untuk mengoperasikan dan memelihara mesin dan utilitas, biaya gaji dan tunjangan pegawai, biaya operasi bahan kimia dan biaya listrik. Perhitungan detail biaya operasional dan pemeliharaan IPA Kalimati dengan kapasitas 1.000 liter/detik per tahunnya ditunjukkan di Tabel 5.24.

Tabel 5. 24 Rincian Biaya Operasional

Macam Biaya Operasional dan Pemeliharaan	Jumlah Kebutuhan	Harga Satuan	Satuan	Total Biaya (Rp/ Tahun)
Beban Pegawai*				17.254.595.063
Beban Listrik*				5.994.830.326

Macam Biaya Operasional dan Pemeliharaan		Jumlah Kebutuhan	Harga Satuan	Satuan	Total Biaya (Rp/ Tahun)
Beban Pemakaian Bahan Kimia**					
A	Kebutuhan Gas Klor	49,68 kg/hari	3.000	Rupiah/kg	54.399.600
B	Kebutuhan Koagulan	4.078 kg/hari	3.100	Rupiah/kg	4.614.257.000
Beban Pemeliharaan*					1.287.228.884
Beban Pemakaian Bahan Pembantu*					14.919.970
Beban Kantor*					1.585.897.543
Beban Penyusutan*					5.548.581.408
JUMLAH BEBAN USAHA/ OPERASIONAL					36.354.709.794
JUMLAH AIR TERJUAL (m³)					32.192.114
BIAYA OPERASIONAL PER m³ AIR PRODUKSI (Rp)					1.129

Sumber: *Laporan Evaluasi Kinerja PDAM Kab. Sidoarjo, 2018
** Pacinesia Chemical Industry, 2019

Setelah ditentukan bahwa biaya operasional per m³ air produksi sebesar Rp 1.129,- maka dapat ditentukan biaya operasional per tahun selama 10 tahun investasi dengan debit produksi per tahunnya. Perhitungan biaya operasional per tahun dapat dilihat pada Tabel 2.25.

Tabel 5. 25 Biaya Operasional per Tahun

Tahun	Biaya Operasional	Debit		Total Biaya Operasional
	(Rp/m ³)	(m ³ /detik)	(m ³ /tahun)	(Rp/tahun)
	1.129,3			
1		0,25	7.884.000	8.903.439.271
2		0,25	7.884.000	8.903.439.271
3		0,50	15.768.000	17.806.878.543
4		0,75	23.652.000	26.710.317.814
5		1,00	31.536.000	35.613.757.085
6		1,00	31.536.000	35.613.757.085
7		1,00	31.536.000	35.613.757.085
8		1,00	31.536.000	35.613.757.085
9		1,00	31.536.000	35.613.757.085
10		1,00	31.536.000	35.613.757.085

C. Pendapatan

Kemudian biaya pemasukan yang terdiri dari beberapa sektor biaya antara lain; pendapatan per tahun, yaitu total pendapatan yang dihasilkan PDAM dari iuran dan retribusi konsumen atau pelanggan pemakai air.

Berdasarkan Laporan Evaluasi Kinerja PDAM Kab. Sidoarjo pada Tahun 2008, Harga Pokok Air ditentukan sebesar Rp 1.784 per m³ air produksi. Tingkat kebocoran masih di angka 21,9% sehingga total volume air terjual dari tahun pertama hanya 0,8 m³/detik dari 1 m³/detik, totalnya mencapai 22,2 juta m³/tahun. Total pendapatan berdasarkan penjualan air dapat dilihat pada Tabel 5.26.

Tabel 5. 26 Pendapatan Penjualan Air

Tahun	Harga Pokok Air (Rp/m ³)	Volume Air Terjual		Total Pendapatan (Rp/tahun)
		(m ³ /dtk)	(m ³ /thn)	
1	1.784	0,25	7.884.000	14.063.479.200
2		0,25	7.884.000	14.063.479.200
3		0,75	23.652.000	42.190.437.600
4		0,80	25.228.800	45.003.133.440
5		0,80	25.228.800	45.003.133.440
6		0,80	25.228.800	45.003.133.440
7		0,80	25.228.800	45.003.133.440
8		0,80	25.228.800	45.003.133.440
9		0,80	25.228.800	45.003.133.440
10		0,80	25.228.800	45.003.133.440

Dari data yang diperoleh di atas, dapat disusun aliran kasnya yang dirangkum pada Tabel 5.27.

Tabel 5. 27 Aliran Kas Pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati

Tahun	Pengeluaran (Rp)			Pemasukan (Rp)
	Modal	O&M	Jumlah	Pendapatan
	20.608.614.860		20.608.614.860	
1		8.903.439.271	8.903.439.271	14.063.479.200
2	22.326.028.310	8.903.439.271	31.229.467.581	14.063.479.200
3	24.014.400.720	17.806.878.543	41.821.279.263	42.190.437.600
4	25.826.035.949	26.710.317.814	52.536.353.763	45.003.133.440
5		35.613.757.085	35.613.757.085	45.003.133.440
6		35.613.757.085	35.613.757.085	45.003.133.440
7		35.613.757.085	35.613.757.085	45.003.133.440

Tahun	Pengeluaran (Rp)			Pemasukan (Rp)
	Modal	O&M	Jumlah	Pendapatan
8		35.613.757.085	35.613.757.085	45.003.133.440
9		35.613.757.085	35.613.757.085	45.003.133.440
10		35.613.757.085	35.613.757.085	45.003.133.440

Selanjutnya menentukan suku bunga bank yang berlaku pada tahun tersebut. Berdasarkan suku bunga acuan atau *BI 7 days reverse repo rate*, bank sentral menahan bunga acuan di level 6% dengan *deposit facility* 5,25% dan *lending facility* 6,75% (Bank Indonesia, 2019).

Kemudian dapat dihitung *discounting factor* (DF) yaitu faktor bilangan lebih kecil dari satu yang dapat digunakan untuk mengkonversi nilai uang di kemudian hari (*future value*) ke nilai uang sekarang (*present value*) dengan memperhitungkan tingkat bunga (*interest*).

Berikut adalah perhitungan *discounting factor* untuk bunga sebesar 6% ditahun ke-2.

$$\begin{aligned}
 i &= 6\% \\
 t &= 2 \\
 \text{Discounting Factor} &= \frac{1}{(1+i)^t} \\
 &= \frac{1}{(1+6\%)^2} = 0,89
 \end{aligned}$$

5.2.2. Penentuan Kelayakan Finansial

Selanjutnya menentukan nilai sekarang atau *present value* pengeluaran atau *cost* untuk suku bunga pertama yaitu 6%. Berikut perhitungan *present value of cost* pada tahun ke-1.

$$\begin{aligned}
 PV \text{ Cost } 1 &= DF \text{ tahun kedua} \times \text{Total Cost tahun kedua} \\
 &= 0,89 \times \text{Rp } 8.903.439.271,- \\
 &= \text{Rp } 8.339.471.010,-
 \end{aligned}$$

Kemudian menentukan nilai sekarang atau *present value* dengan pemasukan atau *benefit* untuk suku bunga pertama yaitu 6%. Berikut perhitungan *present value of benefit* pada tahun ke-1.

$$\begin{aligned}
 PV \text{ Benefit } 1 &= DF \text{ tahun kedua} \times \text{Total Benefit tahun kedua}
 \end{aligned}$$

$$= 0,89 \times \text{Rp } 14.063.479.200,-$$

$$= \text{Rp } 13.267.433.207,-$$

Perhitungan *present value* untuk *cost* dan *benefit* sampai tahun ke-10 dan suku bunga lainnya dapat dilihat Tabel 5.28 sampai Tabel 5.30.

Tabel 5. 28 Nilai Sekarang Pemasukan dan Pengeluaran dengan Suku Bunga 6%

Tahun	Discounting Factor 6%	Present Value 1	
		C1	B1
	1	20.608.614.860	
1	0,94	8.399.471.010,70	13.267.433.207,55
2	0,89	27.794.114.970,79	12.516.446.422,21
3	0,84	35.113.952.510,15	35.423.904.968,53
4	0,79	41.613.712.904,95	35.646.696.823,68
5	0,75	26.612.671.048,51	33.628.959.267,62
6	0,70	25.106.293.441,99	31.725.433.271,34
7	0,67	23.685.182.492,44	29.929.654.029,57
8	0,63	22.344.511.785,32	28.235.522.669,40
9	0,59	21.079.728.099,36	26.637.285.537,17
10	0,56	19.886.535.942,79	25.129.514.657,71

Tabel 5. 29 Nilai Sekarang Pemasukan dan Pengeluaran dengan Suku Bunga 5,25%

Tahun	Discounting Factor 5,25%	Present Value 2	
		C2	B2
	1	20.608.614.860	
1	0,95	8.459.324.723,37	13.361.975.486,94
2	0,90	28.191.641.962,01	12.695.463.645,54
3	0,86	35.869.968.864,95	36.186.594.714,14

Tahun	<i>Discounting Factor</i> 5,25%	<i>Present Value 2</i>	
		C2	B2
4	0,81	42.812.590.773,85	36.673.666.852,02
5	0,77	27.574.476.084,99	34.844.339.051,80
6	0,74	26.199.027.159,14	33.106.260.381,76
7	0,70	24.892.187.324,60	31.454.879.222,57
8	0,66	23.650.534.275,15	29.885.870.995,32
9	0,63	22.470.816.413,44	28.395.126.836,41
10	0,60	21.349.944.335,81	26.978.742.837,44

Tabel 5. 30 Nilai Sekarang Pemasukan dan Pengeluaran dengan Suku Bunga 6,75%

Tahun	<i>Discounting Factor</i> 6,75%	<i>Present Value 3</i>	
		C3	B3
	1	20.608.614.860	
1	0,94	8.340.458.333,81	13.174.219.391,10
2	0,88	27.404.937.300,09	12.341.189.125,15
3	0,82	34.379.033.418,29	34.682.498.712,37
4	0,77	40.456.507.900,86	34.655.424.162,25
5	0,72	25.690.844.096,54	32.464.097.575,88
6	0,68	24.066.364.493,25	30.411.332.623,77
7	0,63	22.544.603.740,75	28.488.367.797,44
8	0,59	21.119.066.736,06	26.686.995.594,79
9	0,56	19.783.669.073,59	24.999.527.489,27
10	0,52	18.532.711.075,97	23.418.761.114,07

Net Present Value (NPV)

Setelah mendapatkan hasil dari nilai saat ini atau *present value*, dilanjutkan dengan menentukan hasil dari *Net Present*

Value (NPV) untuk setiap perhitungan dengan suku bunga yang berbeda. Berikut perhitungan NPV untuk suku bunga 6%.

$$\begin{aligned} \text{NPV 1} &= (\Sigma \text{ PV Pendapatan 1}) - (\Sigma \text{ PV Pengeluaran 1}) \\ &= (25.129.514.657) - (19.886.535.942) \\ &= 5.628.798.502 \end{aligned}$$

Nilai NPV > 0 sehingga proyek ini dinyatakan **layak** berdasarkan parameter *net present value* dengan jangka waktu 10 tahun dan suku bunga 6%.

Benefit Cost Ratio (BCR)

Setelah menentukan dengan kelayakan NPV, dilakukan perhitungan kelayakan berdasarkan parameter *Benefit Cost Ratio* (BCR). Berikut perhitungan BCR untuk suku bunga 6%.

$$\begin{aligned} \text{BCR 1} &= (\Sigma \text{ PV Pendapatan 1}) \div (\Sigma \text{ PV Pengeluaran 1}) \\ &= (25.129.514.657) \div (19.886.535.942) \\ &= 1,26 \end{aligned}$$

Nilai BCR > 1 sehingga proyek ini dinyatakan **layak** berdasarkan parameter *benefit cost ratio* dengan jangka waktu 10 tahun dan suku bunga 6%.

Hasil perhitungan NPV dan BCR untuk dua suku bunga lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.31.

Tabel 5. 31 Hasil Akhir Perhitungan Kelayakan dengan Parameter NPV dan BCR

Parameter (Suku Bunga)	Hasil	Kesimpulan
NPV 1 (5,25%)	5.628.798.502	LAYAK
NPV 2 (6,00%)	5.242.978.715	LAYAK
NPV 3 (6,75%)	4.886.050.038	LAYAK
BCR 1 (5,25%)	1,263645	LAYAK
BCR 2 (6,00%)	1,263645	LAYAK
BCR 3 (6,75%)	1,263645	LAYAK

Financial Internal Rate of Return (FIRR)

Selanjutnya menentukan kelayakan dengan parameter *Internal Rate of Return* (IRR). Dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} \times (i_2 - i_1)$$

dimana:

IRR = *Internal Rate of Return* atau tingkat bunga nilai sekarang bersih dari semua arus kas dari suatu proyek atau investasi sama dengan nol.

i_1 = 6%

i_2 = 6,75%

NPV₁ = 5,2 miliar

NPV₂ = 4,8 miliar

Diasumsikan bahwa MARR = 13%

IRR = 6% + [5,2 miliar ÷ (5,2 miliar – 4,8 miliar)] × (6,75% - 6%)
= 17%

Karena IRR > MARR maka proyek pembangunan IPA dinyatakan layak.

Payback Period Analysis

Tahap terakhir dalam menentukan kelayakan finansial pembangunan IPA Kalimati adalah perhitungan waktu pengembalian modal dengan metode *Payback Period Analysis*. Sebelum menghitung di tahun ke-berapa proyek ini terjadi pengembalian modal harus disusun dulu hasil arus kas bersih dan kumulatif arus kas yang dapat dilihat pada Tabel 5.32.

Tabel 5. 32 Hasil Arus Kas Bersih dan Kumulatif Arus Kas

Tahun	Cost (Rupiah)	Benefit (Rupiah)	Net Cashflow (Rupiah)	Cumulative Cashflow (Rupiah)
0	20.608.614.860	-	- 20.608.614.860	- 20.608.614.860
1	8.399.471.011	13.267.433.208	4.867.962.197	- 5.740.652.663
2	27.794.114.971	12.516.446.422	- 15.277.668.549	- 31.018.321.212
3	35.113.952.510	35.423.904.969	309.952.458	- 30.708.368.753
4	41.613.712.905	35.646.696.824	- 5.967.016.081	- 36.675.384.835
5	26.612.671.049	33.628.959.268	7.016.288.219	- 29.659.096.615
6	25.106.293.442	31.725.433.271	6.619.139.829	- 23.039.956.786
7	23.685.182.492	29.929.654.030	6.244.471.537	- 16.795.485.249

8	22.344.511.785	28.235.522.669	5.891.010.884	- 10.904.474.365
9	21.079.728.099	26.637.285.537	5.557.557.438	- 5.346.916.927
10	19.886.535.943	25.129.514.658	5.242.978.715	- 103.938.212

Selanjutnya menentukan tahun terakhir dimana jumlah arus kas masih belum bisa menutup investasi mula-mula. Pada perencanaan ini di tahun ke empat. Kemudian dihitung dengan rumus berikut:

$$PP = n + \frac{(a-b)}{(c-b)} \times 1 \text{ tahun}$$

dimana:

$$n = 4$$

$$a = + 92,7 \text{ miliar}$$

$$b = - 36,6 \text{ miliar}$$

$$c = - 29,6 \text{ miliar}$$

$$\begin{aligned} \text{Payback Period} &= 4 + [(92,7 \text{ miliar} - (-36,6 \text{ miliar})) \div [(-92,6 \text{ miliar} \\ &- (-36,6 \text{ miliar})) \times 1 \text{ tahun} \\ &= 22,45 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Sehingga, pengembalian investasi dapat terjadi setelah 22 tahun 5 bulan bangunan beroperasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari Tugas Akhir yang berjudul Studi Kelayakan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati di Kabupaten Sidoarjo ini adalah:

1. Pembangunan IPA Kalimati dapat dinyatakan tidak layak secara teknis karena:
 - Sumber air baku tidak memenuhi kualitas Sungai Kelas I yang merupakan syarat air baku air minum dan tidak dapat memenuhi kebutuhan air saat musim kemarau, yaitu dari 90 hari musim kemarau hanya dapat menampung air selama 16 hari.
 - Kebutuhan air lima kecamatan pelayanan pada tahun 2026 mencapai 1.026 liter/detik, sementara kapasitas rencana IPA hanya 1.000 liter/detik. Sehingga 20% pelayanan Kecamatan Balongbendo tidak dapat dipenuhi.
 - Kebutuhan lahan dengan unit pengolahan aerator, pengaduk cepat dan lambat, bak sedimentasi, filter pasir cepat, dan injeksi gas klor membutuhkan lahan seluas 0,9 Ha, sementara lahan yang disediakan hanya 0,7 Ha.
2. Pembangunan IPA Kalimati dinyatakan layak secara finansial berdasarkan beberapa parameter (suku bunga 6%, periode investasi 10 tahun dan MARR 13%):
 - Nilai *Net Present Value* (NPV) > 0 yaitu 5,2 miliar.
 - Nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR) > 1 yaitu 1,2.
 - Nilai *Internal Rate of Return* (IRR) > MARR yaitu 17%.
 - *Payback Period* pada tahun ke-22.

6.2. Saran

Rekomendasi yang dapat diberikan berdasarkan Tugas Akhir yang berjudul Studi Kelayakan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati di Kabupaten Sidoarjo adalah:

- Perlu kajian dan perencanaan lebih lanjut mengenai sumber air dari *long storage* agar dapat memenuhi kebutuhan pada musim kemarau.
- Perlu peningkatan kapasitas unit pengolahan (*uprating*) dengan penambahan instalasi baru setelah tahun 2026 agar pelayanan di Kecamatan Balongbendo dapat meningkat hingga 100%.
- Perlu perencanaan lebih lanjut mengenai Instalasi Pengolahan Air yang lebih *compact* sehingga kebutuhan lahan IPA dapat dipenuhi dengan lahan yang disediakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Layla, M. A. H., Ahmad, S., and Middlebrooks, E. J. 1978. **Water Supply Engineering Design**. Michigan: Ann Arbor Science Publishers.
- Alaerts, G. A., dan Santika, S. S. 1984. **Metoda Penelitian Air**. Usaha Nasional: Surabaya.
- Asfawi, S. 2004. **Analisis Faktor yang Berhubungan dengan Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang pada Tingkat Produsen di Kota Semarang Tahun 2004**. Semarang: Universitas Diponegoro.
- AWWA. 1997. **Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 20th Edition**. McGraw-Hill. New York.
- AWWA and ASCE. 1990. **Water Treatment Plant Design 2nd Edition**. McGraw-Hill: New York.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2018. **Kabupaten Sidoarjo dalam Angka 2018**. Sidoarjo.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2018. **Kecamatan Krebung dalam Angka 2018**. Sidoarjo.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2018. **Kecamatan Prambon dalam Angka 2018**. Sidoarjo.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2018. **Kecamatan Tarik dalam Angka 2018**. Sidoarjo.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2018. **Kecamatan Tulangan dalam Angka 2018**. Sidoarjo.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2010. **Pedoman Perhitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja**. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Cherimisinoff, N. P. 2002. **Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies**. Butterworth-Heinemann: USA.
- Cheryan, M. 1998. **Ultrafiltration and Microfiltration Handbook**. Florida: CRC Press.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2007. **Rencana Program Investasi Jangka Menengah Bidang PU/Cipta Karya**. Jakarta: Departemen Jenderal Cipta Karya.
- Harjanto, T., dan Satmoko, A. 2012. **Rancangan Sistem Penyedia Air Bebas Mineral Menggunakan Membran**

- untuk Irradiator Gamma 2X 250 Kci. Jurnal Perangkat Nuklir, 6(2), PP.59-66.
- Hefni, E. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan**. Yogyakarta: Kanisius Publisher.
- Environmental Protection Agency. 2011. **Water Treatment Manual: Disinfection**. Ireland: Office of Environmental Enforcement.
- Fitrianti, N. 2016. **Analisis Penurunan Kualitas Air Produksi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) X dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)***. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kalensun, H., Kawet, L., dan Halim, F. Februari 2016. **Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Kelurahan Pangolombian Kecamatan Tomohon Selatan**. Jurnal Sipil Statik Vol. 4, No. 2, hal.105 – 115.
- Kawamura, S. 2000. **Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities 2nd Edition**. John Willey and Sons: New York.
- Masduqi, A., dan Assomadi, A. F. 2012. **Operasi dan Proses Pengolahan Air Edisi ke-2**. ITS Press: Surabaya.
- Radar Surabaya. 2017. **Hidupkan Kali Mati di Prambon, Tambah Pasokan Bahan Baku PDAM**. Diperoleh 18 Desember 2018 dari <https://radarsurabaya.jawapos.com/read/2017/12/17/34108/tambah-pasokan-bahan-baku-air-pdam>
- Reynolds, T. D. dan Richards, P. A. 1996. **Unit Operations and Processes in Environmental Engineering**. Boston: PWS Publishing Company.
- Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo No. 6 Tahun 2009 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sidoarjo Tahun 2009 – 2029. Bupati Sidoarjo.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia No. 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia.

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia No. 21 Tahun 2009 tentang Pedoman Teknis Kelayakan Investasi Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum oleh Perusahaan Daerah Air Minum. Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Rustam, H., dan Sugandhy, A. 2009. **Prinsip Dasar Kebijakan Pembangunan Berkelanjutan Berwawasan Lingkungan**. Bumi Aksara: Jakarta.
- Sanks, R. L. 1982. **Water Treatment Plant Design**. Ann-Arbor Science: Montana.
- Shahrokhi, M., Rostami, F., Said, M. A. M., Yazdi, S. R. S., dan Syafalni. 2012. **The effect of number of baffles on the improvement efficiency of primary sedimentation tanks**. Applied Mathematical Modelling, 36(6), PP.3725-3735.
- Sumardjo, Damin. 2009. **Pengantar Kimia Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Dokter**. Jakarta: EGC.
- Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 7 Tahun 2018 tentang Pedoman Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya di Desa. Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia.
- Suriawiria, U. 2008. **Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan secara Biologis**. Bandung: Penerbit Alumni.
- Sutapa, I. D. A. 2014. **Perbandingan Efisiensi Koagulan Poli Aluminium Klorida dan Aluminium Sulfat dalam Menurunkan Turbiditas Air Gambut dari Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah**. Riset Geologi dan Pertambangan, 24(1), PP.13-21.
- Trisetyani, I., dan Sutrisno, J. 2014. **Penurunan Kadar Fe dan Mn pada Air Sumur Gali dengan Aerasi Gelembung Udara di Desa Siding Kecamatan Bancar Kabupaten Tuban**. Jurnal Teknik Waktu, 12(1), PP.35-41.
- Thompson, G., Swain, J., Kay, M., dan Forster, C. 2001. **The Treatment of Pulp and Paper Mill Effluent – a review**. Bioresource Technology, 77(1), PP.275-286.

- UN ESCAP. 2015. **Average Growth Rate: Computation Methods.**
- WHO. 2011. **Guidelines for Drinking-Water Quality.** Malta: WHO Press.
- Winston, H. W. S., and Kamalesh, K. S. 1992. **Membrane Handbook first edition.** Springer, English.
- Zularisam, A. W., Ismail, A.F., dan Razman, S. 2006. **Behaviours of Natural Organic Matter in Membrane Filtration for Surface Water Treatment – a review.** Desalination, 194, PP.211-231.

LAMPIRAN A
REKAPITULASI KONSUMSI AIR DAN KAPASITAS TERPASANG SELURUH IPA DI
KABUPATEN SIDOARJO

No	Sumber Produksi	Produksi		OPS	Kapasitas		Presentase Kapasitas Produksi %
		m ³	L/dt	Jam/hr	Produksi	Terpasang	
		(Liter/detik)					
1	IPA PDAM	1.041.826	401,94		401,94	475	
	IPA PORONG	28.426	10,97	24	10,97	20	54,85
	IPA KEDUNGGULING	369.887	142,7	24	142,7	150	95,13
	IPA SIWALAN PANJI	394.320	152,13	24	152,13	175	86,93
	IPA WONOAYU	Distribusi dari IPA Krian					
	IPA KRIAN	249.193	96,14	24	96,14	130	73,95

2	IPA MITRA KERJA	2.635.364	1.009,96		1.009,96	1.045	
A	IPA TAWANGSARI	2.091.608	806,94		806,94	850	
	HTB I	781.912	301,66	24	301,66	320	94,27
	HTB II	391.938	151,21	24	151,21	180	84,01
	HTB III	269.682	104,04	24	104,04	100	104,04
	SUB JUMLAH IPA HTB	1.443.532	556,91		556,91	600,00	
	TTS	648.076	250,03	24	250,03	250	100,01
B	PDAM SURABAYA	543.756	203,02		203,02	195	
i	MATA AIR UMBULAN						
	CAB. GEDANGAN (10 METER INDUK)	141.051	52,66	24	52,66	40	131,65
	CAB. PORONG (4 METER INDUK)	23.855	8,91	24	8,91	15	59,40
	CAB. SIDOARJO (13 METER INDUK)	222.656	83,13	24	83,13	85	97,80

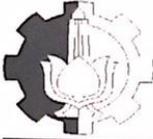
	CAB WARU II (9 METER INDUK)	66.930	24,99	24	24,99	30	83,30
ii	BOSTER PONDOK CANDRA	89.264	33,33	24	33,33	25	133,32
	JUMLAH	3.677.190	1.411,90		1.411,90	1.520	

Sumber: PDAM Delta Tirta, 2019

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN B
HASIL UJI LABORATORIUM

Halaman ini sengaja dikosongkan



PEMERIKSAAN FISIKA, KIMIA AIR

Nomor Laboratorium : 100-012/02/A/KL/2019
Dikirim Oleh : Sdri. Shafira Firdaus
Diterima Tanggal : 26 Februari 2019
Sampel Dari : Intake (B)

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Kelas II *)	Hasil Analisa	Metoda
A. FISIKA					
1	Temperatur	°C	deviasi 3	24	Termometer
2	Total Dissolved Solid (TDS)	mg/L	1000	186	Gravimetri
3	Padatan Tersuspensi (SS)	mg/L	50	124	Gravimetri
B. KIMIA					
1	pH	-	6,0 - 9,0	7,70	pH meter
2	Barium	mg/L Ba	(-)	-	AAS
3	Besi	mg/L Fe	(-)	4,55	Spektropotometri
	Boron	mg/L B	1	-	AAS
4	Mangan	mg/L Mn	(-)	0,00	Spektropotometri
5	Tembaga	mg/L Cu	0,02	0,04	AAS
6	Seng	mg/L Zn	0,05	0,02	AAS
7	Krom Heksavalen	mg/L Cr ⁶⁺	0,05	0,01	AAS
8	Kadmium	mg/L Cd	0,01	0,00	AAS
9	Raksa	mg/L Hg	0,002	-	AAS
10	Timbal	mg/L Pb	0,03	0,00	AAS
11	Arsen	mg/L As	1	0,00	AAS
12	Selenium	mg/L Se	0,05	0,00	AAS
13	Kobalt	mg/L Co	0,2	-	AAS
14	Klorida	mg/L Cl	600	24,00	Argentometri
15	Sulfat	mg/L SO ₄	(-)	40,09	Spektropotometri
16	Sianida	mg/L CN	0,02	0,00	Spektropotometri
17	Sulfida	mg/L H ₂ S	0,002	0,00	Iodometri
18	Fluorida	mg/L F	1,5	0,56	Spektropotometri
19	Sisa Klor Bebas	mg/L Cl ₂	0,03	0,00	Iodometri
20	Total Phospat	mg/L PO ₄ -P	0,2	0,74	Spektropotometri
21	Nitrat	mg/L NO ₃ -N	10	1,19	Spektropotometri
22	Nitrit	mg/L NO ₂ -N	0,06	0,04	Spektropotometri
23	Amonia Bebas	mg/L NH ₃ -N	(-)	0,23	Spektropotometri
24	BOD	mg/L O ₂	3	9	Winkler
25	COD	mg/L O ₂	25	17	Reflux/Titrimetri
26	Dissolved Oxygen (DO)	mg/L O ₂	4	4,40	Iodometri
27	Detergent Anionik	mg/L LAS	0,2	0,46	Spektropotometri
28	Fenol	mg/L	0,001	0,00	Spektropotometri
29	Minyak & Lemak	mg/L	1	0,00	Gravimetri
C. BAKTERIOLOGI					
	Total Bakteri	MPN/100 mL	5000	900	Fermentasi Multi Tabung

Surabaya, 12 Maret 2019
Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan
Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS
Kepala

Prof. Dr. Ineke Kamariyngroem, MSc
NIP. 195301201985032001

*) = PP. No. 82 Tahun 2001 Tanggal 14 Desember 2001

Catatan :

Laporan ini dibuat untuk contoh air yang diterima laboratorium kami.





PEMERIKSAAN FISIKA, KIMIA AIR

Nomor Laboratorium : 100-011/02/A/KL/2019
Dikirim Oleh : Sdri. Shafira Firdaus
Diterima Tanggal : 26 Februari 2019
Sampel Dari : Pintu Air (A)

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Kelas II *	Hasil Analisa	Metoda
A. FISIKA					
1	Temperatur	°C	deviasi 3	24	Termometer
2	Total Dissolved Solid (TDS)	mg/L	1000	128	Gravimetri
3	Padatan Tersuspensi (SS)	mg/L	50	190 ✓	Gravimetri
B. KIMIA					
1	pH	-	6,0 - 9,0	7,60	pH meter
2	Barium	mg/L Ba	(-)	-	AAS
3	Besi	mg/L Fe	(-)	3,77	Spektropotometri
	Boron	mg/L B	1	-	AAS
4	Mangan	mg/L Mn	(-)	0,00	Spektropotometri
5	Tembaga	mg/L Cu	0,02	0,03	AAS
6	Seng	mg/L Zn	0,05	0,02	AAS
7	Krom Heksavalen	mg/L Cr ⁶⁺	0,05	0,01	AAS
8	Kadmium	mg/L Cd	0,01	0,00	AAS
9	Raksa	mg/L Hg	0,002	-	AAS
10	Timbal	mg/L Pb	0,03	0,00	AAS
11	Arsen	mg/L As	1	0,00	AAS
12	Selenium	mg/L Se	0,05	0,00	AAS
13	Kobalt	mg/L Co	0,2	-	AAS
14	Klorida	mg/L Cl	600	24,00	Argentometri
15	Sulfat	mg/L SO ₄	(-)	41,20	Spektropotometri
16	Sianida	mg/L CN	0,02	0,00	Spektropotometri
17	Sulfida	mg/L H ₂ S	0,002	0,00	Iodometri
18	Fluorida	mg/L F	1,5	0,54	Spektropotometri
19	Sisa Klor Bebas	mg/L Cl ₂	0,03	0,00	Iodometri
20	Total Phospat	mg/L PO ₄ -P	0,2	0,63	Spektropotometri
21	Nitrat	mg/L NO ₃ -N	10	1,12	Spektropotometri
22	Nitrit	mg/L NO ₂ -N	0,06	0,06	Spektropotometri
23	Amonia Bebas	mg/L NH ₃ -N	(-)	0,38	Spektropotometri
24	BOD	mg/L O ₂	3	6 ✓	Winkler
25	COD	mg/L O ₂	25	11	Reflux/Titrimetri
26	Dissolved Oxygen (DO)	mg/L O ₂	4	4,60	Iodometri
27	Detergent Anionik	mg/L LAS	0,2	0,42 ✓	Spektropotometri
28	Fenol	mg/L	0,001	0,00	Spektropotometri
29	Minyak & Lemak	mg/L	1	0,00	Gravimetri
C. BAKTERIOLOGI					
	Total Koloni	MPN/100 mL	5000	1100	Fermentasi Multi Tabung

Surabaya, 12 Maret 2019
Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan
Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS

Kepala

Dr. J. Nuzul Armaningroem, MSc
NIP. 195501281985032001

*) = PP No. 82 Tahun 2001 Tanggal 14 Desember 2001

Catatan :

Laporan ini dibuat untuk contoh air yang diterima laboratorium kami.

LAMPIRAN C
HASIL PERHITUNGAN PROYEKSI DOMESTIK DAN
NON DOMESTIK

A. Penentuan Metode Proyeksi Penduduk

Tabel C. 1 Perhitungan Laju Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Prambon

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Pertumbuhan Penduduk	
			Jiwa	Persen (%)
1	2010	77802	0	0,00
2	2011	78007	205	0,26
3	2012	77306	-701	-0,90
4	2013	77841	535	0,69
5	2014	77841	0	0,00
6	2015	80629	2788	3,58
7	2016	83324	2695	3,34
8	2017	82076	-1248	-1,50
Jumlah			4274	5,48
Rata-rata			534,25	0,69

Sumber: Hasil Perhitungan Penulis

Tabel C. 2 Standar Deviasi dan Koefisien Korelasi Penduduk Kecamatan Prambon dengan Metode Aritmatika

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Hasil Aritmatika Yi (Jiwa)	Yi – Y mean	(Yi – Y mean) ²
1	2010	77802	78337	-1017	1034289
2	2011	78007	78871	-483	233289
3	2012	77306	79405	51	2601
4	2013	77841	79939	585	342225

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Hasil Aritmatika Yi (Jiwa)	Yi – Y mean	(Yi – Y mean) ²
5	2014	77841	80474	1120	1254400
6	2015	80629	81008	1654	2735716
7	2016	83324	81542	2188	4787344
8	2017	82076	82076	2722	7409284
Jumlah		634826			
Y mean		79354			
Standar Deviasi					1308
Koefisien Korelasi					0,8342

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel C. 3 Standar Deviasi dan Koefisien Korelasi Penduduk Kecamatan Prambon dengan Metode Geometri

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Hasil Geometri Yi (Jiwa)	Yi – Y mean	(Yi – Y mean) ²
1	2010	77802	78244	-1110	1232100
2	2011	78007	78781	-573	328329
3	2012	77306	79321	-33	1089
4	2013	77841	79864	510	260100
5	2014	77841	80412	1058	1119364
6	2015	80629	80963	1609	2588881
7	2016	83324	81518	2164	4682896
8	2017	82076	82076	2722	7409284
Jumlah		634826			
Y mean		79354			
Standar Deviasi					1341
Koefisien Korelasi					0,8366

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel C. 4 Standar Deviasi dan Koefisien Korelasi Penduduk Kecamatan Prambon dengan Metode *Least Square*

No	Tahun	Jumlah Penduduk Y (Jiwa)	Tahun ke X	X . Y	X ²	Hasil Least Square	Yi – Y mean	(Yi – Y mean) ²
1	2010	77802	-7	544614	49	76.584	-2.770	7.675.209
2	2011	78007	-5	390035	25	77.375	-1.979	3.916.771
3	2012	77306	-3	231918	9	78.166	-1.188	1.410.750
4	2013	77841	-1	-77841	1	78.958	-396	157.146
5	2014	77841	1	77841	1	79.749	395	155.959
6	2015	80629	3	241887	9	80.540	1.186	1.407.189
7	2016	83324	5	416620	25	81.332	1.978	3.910.836
8	2017	82076	7	574532	49	82.123	2.769	7.666.900
Jumlah		634826	0	66472	168	79.353		
Y mean		79354						
		a				79353		
		b				395,67		
Standar Deviasi								1938,36
Koefisien Korelasi								0,83

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel C. 5 Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi Proyeksi Penduduk Kecamatan Prambon

Metode Proyeksi Penduduk	Nilai Koefisien Korelasi
Metode Aritmatik	0,8342
Metode Geometri	0,8366
Metode <i>Least Square</i>	0,8342

Tabel C. 6 Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi Proyeksi Penduduk Kecamatan Tarik

Metode Proyeksi Penduduk	Nilai Koefisien Korelasi
Metode Aritmatika	0,9016
Metode Geometri	0,9014
Metode <i>Least Square</i>	0,9016

Tabel C. 7 Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi Proyeksi Penduduk Kecamatan Krembung

Metode Proyeksi Penduduk	Nilai Koefisien Korelasi
Metode Aritmatika	0,8322
Metode Geometri	0,8313
Metode <i>Least Square</i>	0,8321

Tabel C. 8 Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi Proyeksi Penduduk Kecamatan Krembung

Metode Proyeksi Penduduk	Nilai Koefisien Korelasi
Metode Aritmatika	0,8799
Metode Geometri	0,8814
Metode <i>Least Square</i>	0,8800

Tabel C. 9 Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi Proyeksi Penduduk Kecamatan Balongbendo

Metode Proyeksi Penduduk	Nilai Koefisien Korelasi
Metode Aritmatika	0,8075
Metode Geometri	0,9014
Metode <i>Least Square</i>	0,8075

B. Proyeksi Penduduk

Contoh perhitungan proyeksi penduduk di Kecamatan Tarik dengan metode geometri.

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

$$\begin{aligned} P_{2018} &= 82.076 (1 + 0,68)^{2018-2017} \\ &= 82.611 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan proyeksi penduduk di Kecamatan Prambon dengan metode aritmatika.

$$\begin{aligned} P_{2018} &= P_0 + r(n) \\ &= 68.557 + \{ 697,75 \times (2018 - 2017) \} \\ &= 69.255 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Tabel C. 10 Hasil Proyeksi Penduduk Kecamatan Prambon sampai Tahun 2026

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
0	2017	82076
1	2018	82611
2	2019	83145
3	2020	83679
4	2021	84213
5	2022	84748
6	2023	85282
7	2024	85816
8	2025	86350
9	2026	86885

Sumber: Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan proyeksi penduduk dengan metode geometri.

$$\begin{aligned}
 P_{2018} &= P_0 + r(n) \\
 &= 68.557 + \{ 697,75 \times (2018 - 2017) \} \\
 &= 69.255 \text{ jiwa}
 \end{aligned}$$

Tabel C. 11 Hasil Proyeksi Penduduk Kecamatan Tarik sampai Tahun 2026

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
0	2017	68557
1	2018	69255
2	2019	69953
3	2020	70651
4	2021	71348
5	2022	72046
6	2023	72744
7	2024	73442
8	2025	74139
9	2026	74837

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel C. 12 Hasil Proyeksi Penduduk Kecamatan Krebung sampai Tahun 2026

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
0	2017	70998
1	2018	72413
2	2019	73828
3	2020	75243

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
4	2021	76658
5	2022	78073
6	2023	79488
7	2024	80903
8	2025	82317
9	2026	83732

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. 1 Tabel C. 13 Hasil Proyeksi Penduduk Kecamatan Tulangan sampai Tahun 2026

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
0	2017	100137
1	2018	102154
2	2019	104170
3	2020	106186
4	2021	108202
5	2022	110218
6	2023	112234
7	2024	114250
8	2025	116266
9	2026	118283

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel C. 14 Hasil Proyeksi Penduduk Kecamatan Balongbendo sampai Tahun 2026

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
0	2017	76970
1	2018	78055
2	2019	79139
3	2020	80224
4	2021	81308
5	2022	82392
6	2023	83477
7	2024	84561
8	2025	85645
9	2026	86730

Sumber: Hasil Perhitungan

C. Proyeksi Fasilitas Umum

Kecamatan Prambon. Perhitungan proyeksi fasilitas umum adalah sebagai berikut:

Jumlah SD di Kecamatan Prambon pada Tahun 2017 (F_0)

$$= 26 \text{ buah}$$

$$F_n = \frac{P_n \times F_0}{P_0}$$

$$F_{2018} = \frac{82.611 \times 26}{82.076}$$

$$= 26 \text{ buah}$$

Tabel C. 15 Proyeksi Fasilitas Umum di Kecamatan Prambon sampai Tahun 2026

No	Fasilitas Umum	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
1	TK/RA	37	37	37	38	38	38	38	39	39	39
	SD/MI	36	36	36	37	37	37	37	38	38	38
	SMP/MTs	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10
	SMA/MA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	Rumah Sakit, Rumah Sakit Bersalin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Puskesmas, Klinik	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	Masjid	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
	Musholla	305	307	309	311	313	315	317	319	321	323
4	Besar/ Sedang	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	Kecil	107	108	108	109	110	110	111	112	113	113

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel C. 16 Proyeksi Fasilitas Umum di Kecamatan Tarik sampai Tahun 2026

No	Fasilitas Umum	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
1	TK/RA	20	20	20	21	21	21	21	21	22	22
	SD/MI	32	32	33	33	33	34	34	34	35	35
	SMP/MTs	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9
	SMA/MA	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7
2	Rumah Sakit, Rumah Sakit Bersalin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Puskesmas, Klinik	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	Masjid	45	45	46	46	47	47	48	48	49	49
	Musholla	235	237	240	242	245	247	249	252	254	257
4	Besar/ Sedang	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8
	Kecil	39	39	40	40	41	41	41	42	42	43

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel C. 17 Proyeksi Fasilitas Umum di Kecamatan Krebung sampai Tahun 2026

No	Fasilitas Umum	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
1	TK/RA	35	36	36	37	38	38	39	40	41	41
	SD/MI	35	36	36	37	38	38	39	40	41	41
	SMP/MTs	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
	SMA/MA	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
2	Rumah Sakit, Rumah Sakit Bersalin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Puskesmas, Klinik	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Masjid	37	38	38	39	40	41	41	42	43	44
	Musholla	270	275	281	286	292	297	302	308	313	318
4	Besar/ Sedang	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19
	Kecil	56	57	58	59	60	62	63	64	65	66

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel C. 18 Proyeksi Fasilitas Umum di Kecamatan Tulangan sampai Tahun 2026

No	Fasilitas Umum	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
1	TK/RA	35	36	36	37	38	39	39	40	41	41
	SD/MI	33	34	34	35	36	36	37	38	38	39
	SMP/MTs	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8
	SMA/MA	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
2	Rumah Sakit, Rumah Sakit Bersalin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Puskesmas, Klinik	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
3	Masjid	30	31	31	32	32	33	34	34	35	35
	Musholla	125	128	130	133	135	138	140	143	145	148
4	Besar/ Sedang	32	33	33	34	35	35	36	37	37	38
	Kecil	178	182	185	189	192	196	200	203	207	210

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel C. 19 Proyeksi Fasilitas Umum di Kecamatan Balongbendo sampai Tahun 2026

No	Fasilitas Umum	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
1	TK/RA	30	30	31	31	32	32	33	33	33	34
	SD/MI	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38
	SMP/MTs	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8
	SMA/MA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
2	Rumah Sakit, Rumah Sakit Bersalin	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	Puskesmas, Klinik	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
3	Masjid	55	56	57	57	58	59	60	60	61	62
	Musholla	225	228	231	235	238	241	244	247	250	254
4	Besar/ Sedang	15	15	15	16	16	16	16	16	17	17
	Kecil	53	54	54	55	56	57	57	58	59	60

Sumber: Hasil Perhitungan

D. Kebutuhan Air Non-domestik per Fasilitas

Tabel C. 20 Proyeksi Kebutuhan Air di Kecamatan Prambon sampai Tahun 2026

Tahun	FASILITAS										Total
	TK	SD	SMP	SMA	RS	KLINIK	MASJID	MUSHOLLA	INDUSTRI BESAR	INDUSTRI KECIL	
2018	111000	299520	156150	54080	70000	17500	86000	153500	28000	189000	1164750
2019	111000	299520	156150	54080	70000	17500	86000	154500	28000	189000	1165750
2020	114000	307840	156150	54080	70000	17500	86000	155500	28000	190750	1179820
2021	114000	307840	156150	54080	70000	17500	86000	156500	28000	192500	1182570
2022	114000	307840	156150	54080	70000	17500	86000	157500	28000	192500	1183570
2023	114000	307840	156150	54080	70000	17500	86000	158500	28000	194250	1186320
2024	117000	316160	156150	54080	70000	17500	86000	159500	28000	196000	1200390
2025	117000	316160	156150	54080	70000	17500	86000	160500	28000	197750	1203140
2026	117000	316160	173500	54080	70000	17500	86000	161500	28000	197750	1221490

Tabel C. 21 Proyeksi Kebutuhan Air di Kecamatan Tarik sampai Tahun 2026

Tahun	FASILITAS										Total
	TK	SD	SMP	SMA	RS	KLINIK	MASJID	MUSHOLLA	INDUSTRI BESAR	INDUSTRI KECIL	
2018	60000	266240	138800	81120	70000	10500	90000	117500	14000	68250	916410
2019	60000	266240	138800	81120	70000	10500	90000	118500	14000	68250	917410
2020	60000	274560	138800	81120	70000	10500	92000	120000	14000	70000	930980
2021	63000	274560	138800	81120	70000	10500	92000	121000	14000	70000	934980
2022	63000	274560	138800	81120	70000	10500	94000	122500	14000	71750	940230
2023	63000	282880	138800	81120	70000	10500	94000	123500	14000	71750	949550
2024	63000	282880	138800	81120	70000	10500	96000	124500	14000	71750	952550
2025	63000	282880	156150	81120	70000	10500	96000	126000	14000	73500	973150
2026	66000	291200	156150	81120	70000	10500	98000	127000	16000	73500	989470

Tabel C. 22 Proyeksi Kebutuhan Air di Kecamatan Krembung sampai Tahun 2026

Tahun	FASILITAS										Total
	TK	SD	SMP	SMA	RS	KLINIK	MASJID	MUSHOLLA	INDUSTRI BESAR	INDUSTRI KECIL	
2018	105000	291200	104100	54080	70000	3500	74000	135000	32000	98000	966880
2019	108000	299520	104100	54080	70000	3500	76000	137500	32000	99750	984450
2020	108000	299520	104100	54080	70000	3500	76000	140500	34000	101500	991200
2021	111000	307840	104100	54080	70000	3500	78000	143000	34000	103250	1008770
2022	114000	316160	104100	54080	70000	3500	80000	146000	34000	105000	1026840
2023	114000	316160	121450	54080	70000	3500	82000	148500	36000	108500	1054190
2024	117000	324480	121450	54080	70000	3500	82000	151000	36000	110250	1069760
2025	120000	332800	121450	67600	70000	3500	84000	154000	36000	112000	1101350
2026	123000	341120	121450	67600	70000	3500	86000	156500	38000	113750	1120920

Tabel C. 23 Proyeksi Kebutuhan Air di Kecamatan Tulangan sampai Tahun 2026

Tahun	FASILITAS										Total
	TK	SD	SMP	SMA	RS	KLINIK	MASJID	MUSHOLLA	INDUSTRI BESAR	INDUSTRI KECIL	
2018	105000	274560	121450	81120	70000	17500	60000	62500	64000	311500	1167630
2019	108000	282880	121450	81120	70000	17500	62000	64000	66000	318500	1191450
2020	108000	282880	121450	81120	70000	17500	62000	65000	66000	323750	1197700
2021	111000	291200	121450	81120	70000	17500	64000	66500	68000	330750	1221520
2022	114000	299520	138800	81120	70000	17500	64000	67500	70000	336000	1258440
2023	117000	299520	138800	94640	70000	21000	66000	69000	70000	343000	1288960
2024	117000	307840	138800	94640	70000	21000	68000	70000	72000	350000	1309280
2025	120000	316160	138800	94640	70000	21000	68000	71500	74000	355250	1329350
2026	123000	316160	138800	94640	70000	21000	70000	72500	74000	362250	1342350

Tabel C. 24 Proyeksi Kebutuhan Air di Kecamatan Balongbendo sampai Tahun 2026

Tahun	FASILITAS										Total
	TK	SD	SMP	SMA	RS	KLINIK	MASJID	MUSHOLLA	INDUSTRI BESAR	INDUSTRI KECIL	
2018	90000	282880	121450	54080	280000	14000	112000	114000	30000	94500	1192910
2019	93000	291200	121450	54080	280000	14000	114000	115500	30000	94500	1207730
2020	93000	291200	121450	54080	280000	14000	114000	117500	32000	96250	1213480
2021	96000	299520	121450	54080	280000	14000	116000	119000	32000	98000	1230050
2022	96000	299520	121450	54080	280000	14000	118000	120500	32000	99750	1235300
2023	99000	307840	138800	54080	280000	14000	120000	122000	32000	99750	1267470
2024	99000	307840	138800	54080	280000	14000	120000	123500	32000	101500	1270720
2025	99000	316160	138800	54080	280000	14000	122000	125000	34000	103250	1286290
2026	102000	316160	138800	67600	350000	17500	124000	127000	34000	105000	1382060

LAMPIRAN D

REKAPITULASI HASIL *REAL DEMAND SURVEY* (RDS) KEBUTUHAN AIR DOMESTIK DI KECAMATAN PRAMBON

Responden	Desa	Sumber Air Mandi Eksisting	Keperluan Penggunaan Air	Kebutuhan Air (liter/SR.hari)
Responden 1	Bendotretek	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak	368
Responden 2	Bendotretek	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, menyiram tanaman	468
Responden 3	Bendotretek	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, menyiram tanaman	351
Responden 4	Bendotretek	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak	276
Responden 5	Bendotretek	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	366
Responden 6	Bendotretek	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	366
Responden 7	Bendotretek	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	366
Responden 8	Bentotretek	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	488

Responden 9	Gampang	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	328
Responden 10	Gampang	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	246
Responden 11	Gampang	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	488
Responden 12	Gampang	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	488
Responden 13	Gampang	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	732
Responden 14	Gampang	Pamsimas	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	488
Responden 15	Gampang	Pamsimas	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	276
Responden 16	Gampang	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	368
Responden 17	Gampang	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	488
Responden 18	Gampang	Pamsimas	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak	552
Responden 19	Gampang	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, menyiram tanaman	644
Responden 20	Gedangrowo	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	244
Responden 21	Gedangrowo	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	368

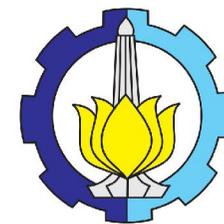
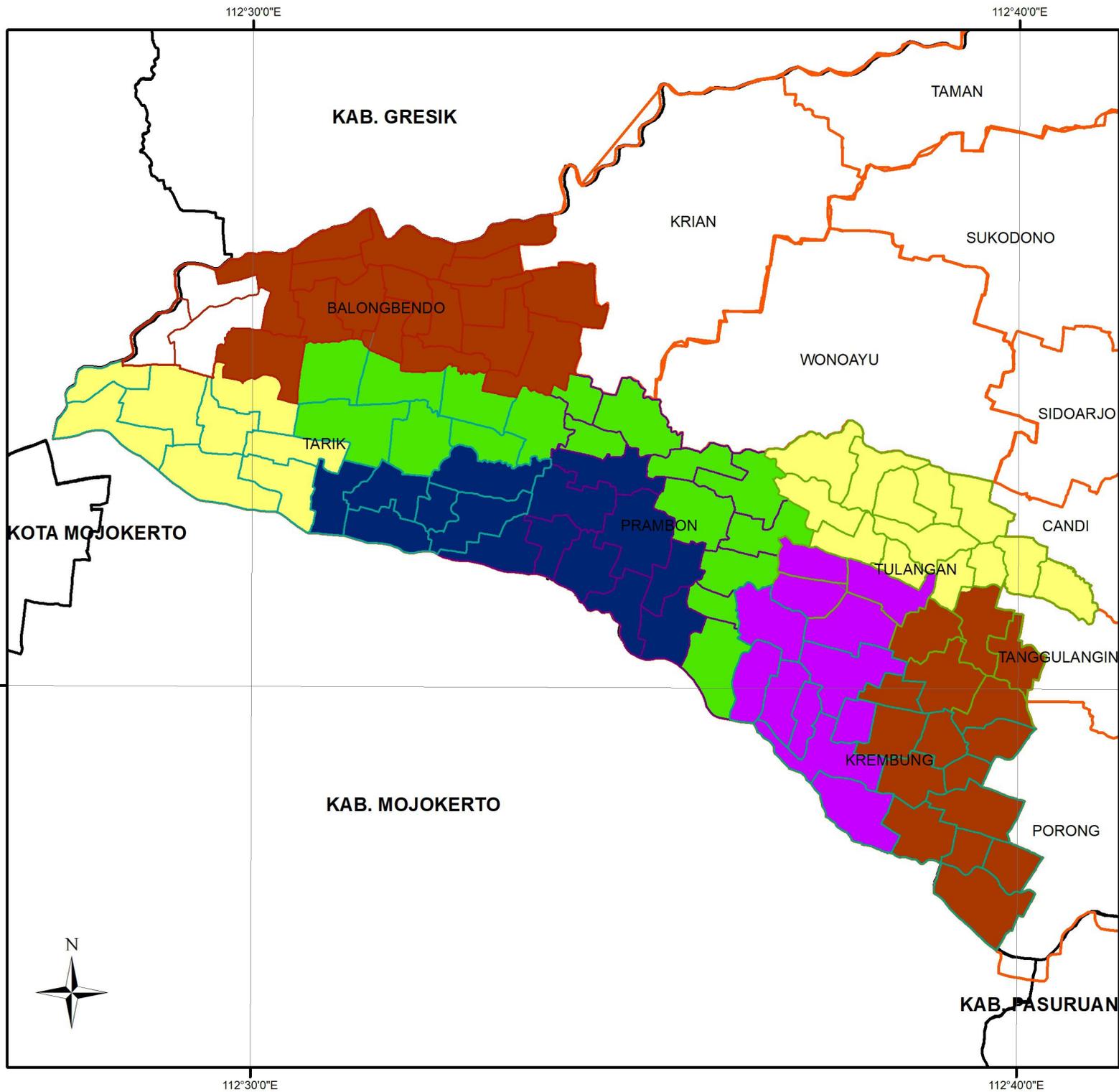
Responden 22	Kedungkembar	Pamsimas	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	488
Responden 23	Kedungkembar	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	328
Responden 24	Kedungkembar	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak	368
Responden 25	Kedungkembar	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak	368
Responden 26	Kedungkembar	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	488
Responden 27	Kedungkembar	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	488
Responden 28	Kedungkembar	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak	368
Responden 29	Kedungkembar	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	460
Responden 30	Kedungkembar	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	610
Responden 31	Kedungkembar	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	610
Responden 32	Kedungkembar	Pamsimas	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, kerja tambal ban	184
Responden 33	Kedungkembar	Pamsimas	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	276

Responden 34	Prambon	Pamsimas	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	610
Responden 35	Prambon	Pamsimas	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	976
Responden 36	Prambon	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	610
Responden 37	Prambon	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	410
Responden 38	Prambon	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	328
Responden 39	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor, menyiram tanaman	348
Responden 40	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	488
Responden 41	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor, menyiram tanaman	522
Responden 42	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	492
Responden 43	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	328
Responden 44	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	328
Responden 45	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	410
Responden 46	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, menyiram tanaman	468

Responden 47	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	492
Responden 48	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	246
Responden 49	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	164
Responden 50	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	552
Responden 51	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	460
Responden 52	Simogirang	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor, Masak keperluan jualan	261
Responden 53	Temu	Pamsimas	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	276
Responden 54	Temu	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	246
Responden 55	Temu	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	366
Responden 56	Wirobiting	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	366
Responden 57	Wonoplintahan	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	488
Responden 58	Wonoplintahan	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, menyiram tanaman, kolam ikan	368

Responden 59	Wonoplintahan	Pamsimas	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	460
Responden 60	Wonoplintahan	Pamsimas	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	184
Responden 61	Wonoplintahan	Pamsimas	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor, Masak keperluan jualan	276
Responden 62	Wonoplintahan	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	328
Responden 63	Wonoplintahan	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor, menyiram tanaman	348
Responden 64	Wonoplintahan	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	368
Responden 65	Wonoplintahan	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci mobil, menyiram tanaman	552
Responden 66	Wonoplintahan	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	552
Responden 67	Wonoplintahan	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	736
Responden 68	Wonoplintahan	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci motor	276
Responden 69	Wonoplintahan	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	82
Responden 70	Wonoplintahan	Sumur bor	Minum, Mandi 2x, cuci piring, cuci baju, masak	328
Responden 71	Wonoplintahan	Sumur bor	Minum, Mandi 3x, cuci piring, cuci baju, masak, cuci mobil, menyiram tanaman	368

LAMPIRAN E
PEMETAAN PERKEMBANGAN PELAYANAN IPA



DEPARTEMEN
TEKNIK LINGKUNGAN
TUGAS AKHIR

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN
INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA)
KALIMATI DI KABUPATEN SIDOARJO

JUDUL GAMBAR

PETA PENTAHAPAN
IPA KALIMATI

MAHASISWA

SHAFIRA FIRDAUS
03211540000107

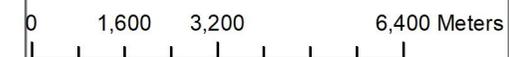
DOSEN PEMBIMBING
ALFAN PURNOMO S.T, M.T

LEGENDA

PENTAHAPAN

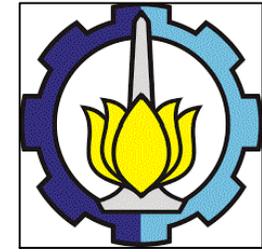
- Tahap I
- Tahap II
- Tahap III
- Tahap IV
- Tahap V

SKALA 1:130,000



NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1	1

LAMPIRAN G
GAMBAR



JUDUL TUGAS AKHIR

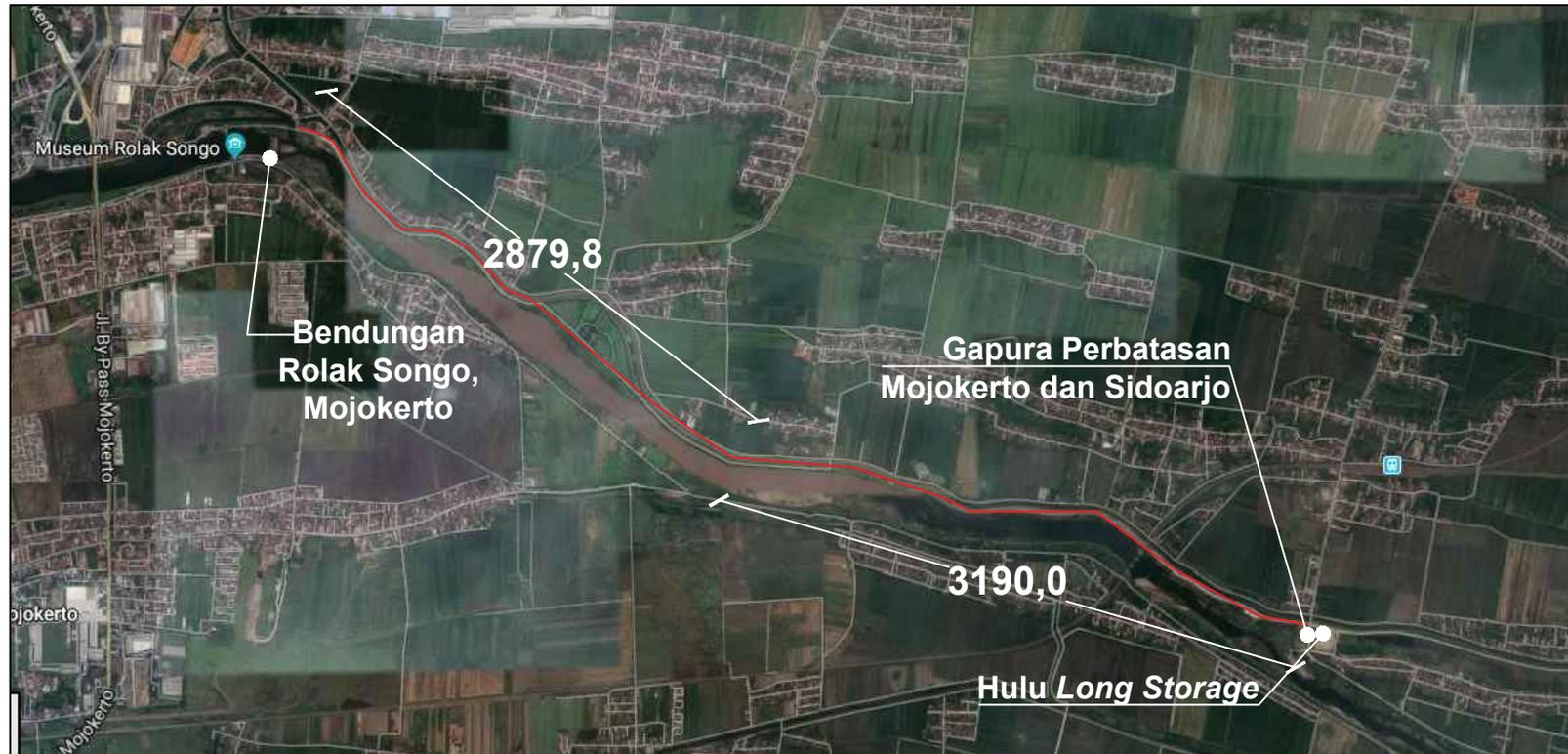
STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN
INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA)
KALIMATI DI KABUPATEN SIDOARJO

DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LEGENDA

 SALURAN PEMBAWA KE *LONG STORAGE*



NAMA MAHASISWA

SHAFIRA FIRDAUS
0321154000107

DOSEN PEMBIMBING

ALFAN PURNOMO, S.T., M.T.

JUDUL GAMBAR

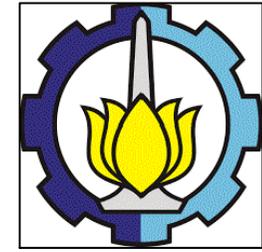
PANJANG SALURAN PEMBAWA KE
LONG STORAGE

SKALA

NO. GAMBAR

0 400 800 m

01



JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN
INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA)
KALIMATI DI KABUPATEN SIDOARJO

DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LEGENDA

- KOLAM 1
- KOLAM 1
- KOLAM 1

NAMA MAHASISWA

SHAFIRA FIRDAUS
03211540000107

DOSEN PEMBIMBING

ALFAN PURNOMO, S.T., M.T.

JUDUL GAMBAR

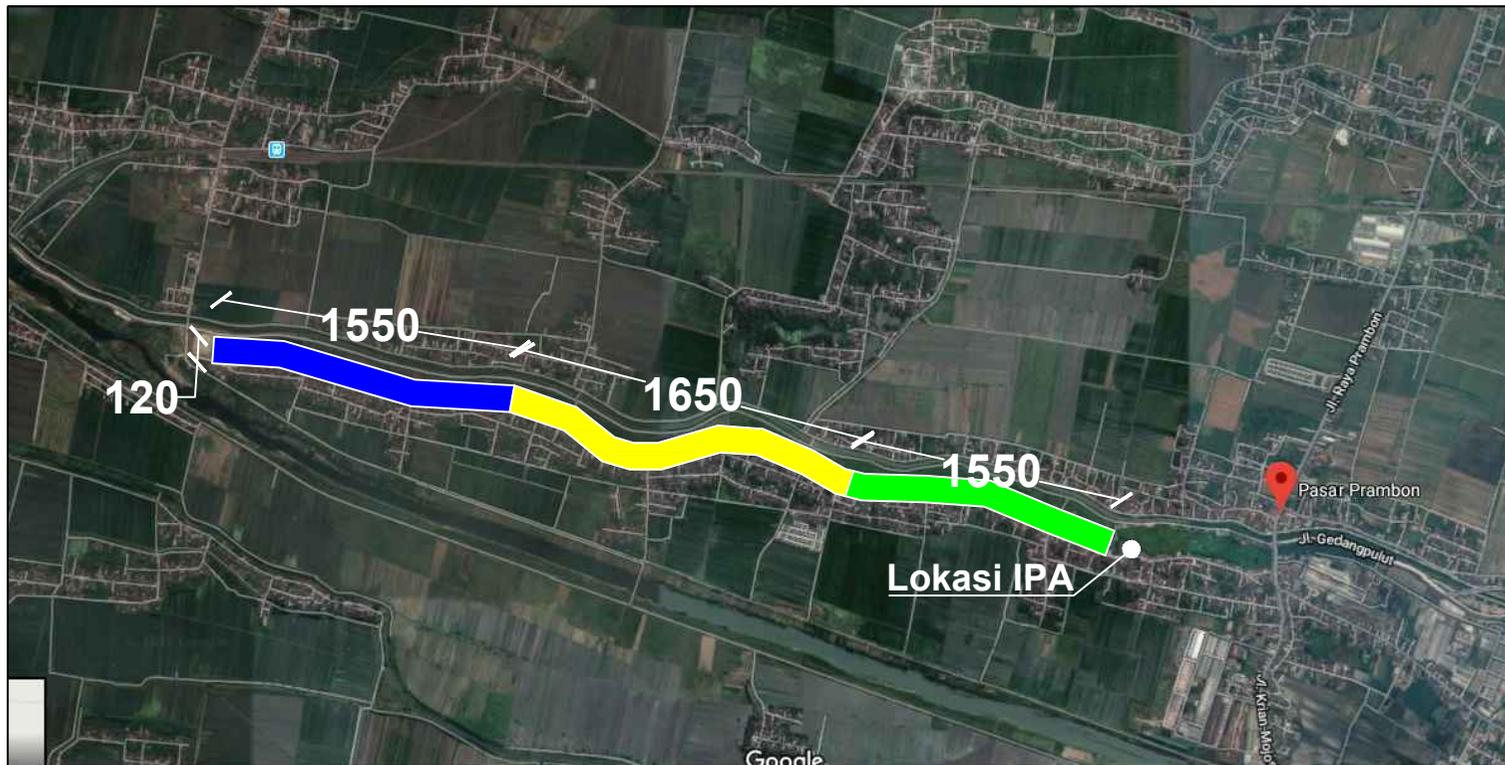
PANJANG SALURAN PEMBAWA KE
LONG STORAGE

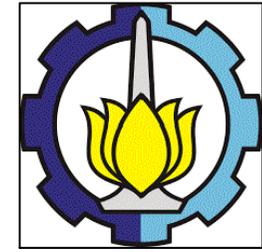
SKALA

0 400 800 m

NO. GAMBAR

02





JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN
INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA)
KALIMATI DI KABUPATEN SIDOARJO

DEPARTEMEN

TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LEGENDA

- SALURAN DAN PERPIPAAN ANTAR BANGUNAN
- 1. INTAKE
- 2. AERATOR
- 3. PENGADUK CEPAT
- 4. RUMAH BAHAN KIMIA
- 5. PENGADUK LAMBAT
- 6. SEDIMENTASI
- 7. FILTER
- 8. RESERVOIR
- 9. PERKIRAAN LAHAN UNTUK NON PENGOLAHAN (KANTOR, PARKIR, POS JAGA, LABORATORIUM)
- 10. AKSES JALAN ± 5 M

NAMA MAHASISWA

SHAFIRA FIRDAUS
03211540000107

DOSEN PEMBIMBING

ALFAN PURNOMO, S.T., M.T.

JUDUL GAMBAR

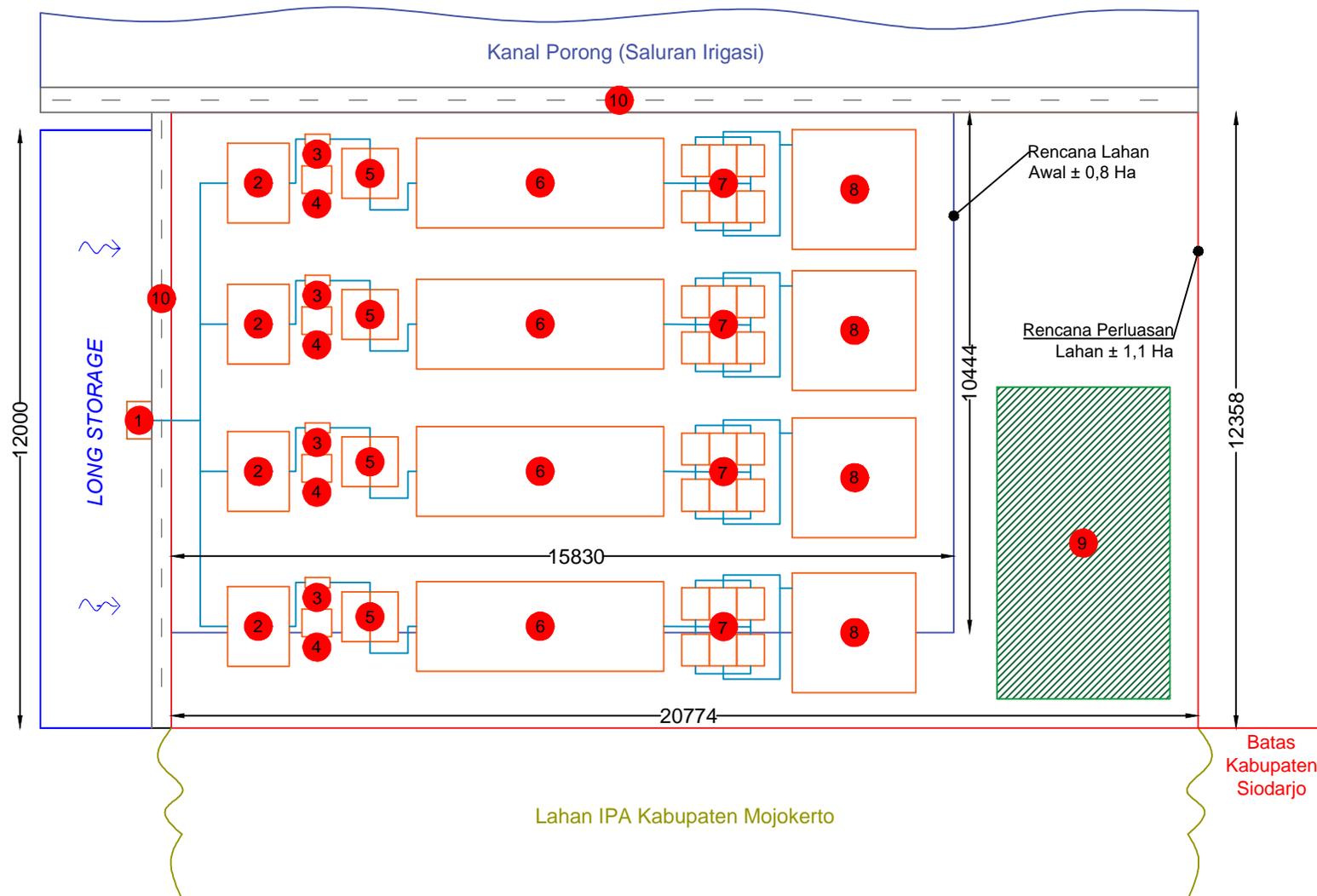
RENCANA LAYOUT IPA KALIMATI

SKALA

1 : 1.300

NO. GAMBAR

03



BIOGRAFI PENULIS



Shafira Firdaus merupakan putri pertama dari Bapak Iwan Kurniawan dan Ibu Melati Mulyaningrum yang lahir pada 6 September 1998 di Kota Cirebon, Jawa Barat. Meskipun lahir di Pulau Jawa, penulis menghabiskan 17 tahun hidupnya di Kota Balikpapan, Kalimantan Timur dan mengenyam pendidikan dasar dari SD – SMA di Kota Minyak tersebut. Pada tahun 2015 penulis diterima sebagai mahasiswa S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya dan terdaftar dengan NRP 03211540000107.

Selama perkuliahan, penulis aktif sebagai panitia di berbagai kegiatan Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) ITS dan selama dua tahun berturut-turut menjadi Asisten Praktikum Mata Kuliah Kimia Lingkungan I. Penulis juga turut andil dalam mengonsep kaderisasi atau Masa Kenal Lingkungan (MKL) dengan menjadi *Steering Committe* (SC) yang ditujukan untuk mengembangkan mahasiswa baru tahun pertama sehingga dapat beradaptasi dengan lingkungan perkuliahan. Di tahun keduanya berkuliah, penulis sudah berpartisipasi di lingkup organisasi institut dengan menjadi Staff Kementerian Hubungan Luar (HUBLU) BEM ITS 16/17. Dan di kepengurusan selanjutnya berhasil menempati posisi Sekretaris Kementerian Hubungan Luar (HUBLU) BEM ITS 18/19. Penulis dapat dihubungi via e-mail shafira15@enviro.its.ac.id



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : SHAFIRA FIRDAUS
NRP : 0321154000007
Judul : STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN INSTALASI PENGOHLAHAN AIR (IPA) KALIMATI
DI KABUPATEN SIDARJO

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
01.	14/02 2019	Perbaikan proposal TA, poin-poin kelayakan teknis dan finansial dan fiksasi ruang lingkup studi kelayakan.	
02.	28/02 2019	Pemaparan hasil survey.	
03.	11/03 2019	Analisis proyeksi penduduk, penentuan metode proyeksi penduduk	
04.	21/03 2019	Kebutuhan air domestik dan non domestik, perbaikan draft laporan AS	
05.	18/03 2019	Pentahapan pembangunan IPA	
06.	24/03 2019	Perbaikan draft laporan TA sebelum pengumpulan berkas sidang progress Alternatif pengolahan, preliminary sizing, konsultasi tentang kebutuhan sistem dan operasional	

Surabaya,
Dosen Pembimbing



KTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)

Periode: Genap 2018/2019

No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Hari, tanggal : Rabu, 8 Mei 2019

Nilai TOEFL : 530

Pukul : 09.00 - 10.00 WIB

Lokasi : TL-104

Judul : Studi Kelayakan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati di Kabupaten Sidoarjo

Nama : Shafira Firdaus

NRP. : 03211540000107

Topik : Perencanaan

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Kemajuan Tugas Akhir
1.	Gambar Layout IPAM dan Wilayah Pelayanan
2.	Kebutuhan pompa di cek ulang
3.	Perhitungan kebutuhan air diperbaiki

28/5 2019

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana

Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing

Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir
2. Tidak dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir

Dosen Pembimbing

Alfan Purnomo, S.T., M.T



UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)

Periode: Genap 2018-2019

No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 15 Juli 2019

Nilai TOEFL 530

Pukul : 15.00 - 17.00 WIB

Lokasi : TL-101

Judul : Studi Kelayakan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kalimati di Kabupaten Sidoarjo

Nama : Shafira Firdaus

NRP. : 03211540000107

Topik : Perencanaan

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
1.	Perhitungan long storage sebagai prasedimentasi diperbaiki
2.	Hitung kemampuan long storage saat komaran
3.	FIRR & Pay back Period
4.	Kesimpulan diperbaiki
5.	Ditambah penjelasan long storage

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana

Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing

Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

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

Dosen Pembimbing

Alfan Purmomo, S.T., M.T

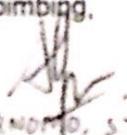


FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

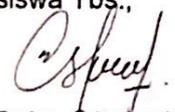
Nama : SHAFIRA FIRDAUS
NRP : 03211540000107
Judul Tugas Akhir : STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA)
KALIMATI DI KABUPATEN SIDOARJO

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Perhitungan Long storage sebagai prasedimentasi diperbaiki	SUDAH DIPERBAIKI
2.	Hitung kemampuan LS saat kemarau	SUDAH DIHITUNG
3.	FIRR & Payback period	SUDAH DIHITUNG
4.	Kesimpulan diperbaiki	Dinyatakan layak atau tidak sesuai hasil perencanaan
5.	Ditambah penjelasan LS	Sudah ditambahkan di Pembahasan potensi air baku

Dosen Pembimbing,


ALFAN PURNOMO, ST, MT.

Mahasiswa Ybs.,


SHAFIRA FIRDAUS