TESIS - RE 185401

STRATEGI PENGEMBANGAN BOEZEM MENUJU KOTA RAMAH AIR DI KOTA SURABAYA

ANISA RAMADHANI SAHLAN
03211850010002

DOSEN PEMBIMBING
Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc.,Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

TESIS - RE185401

STRATEGI PENGEMBANGAN BOEZEM MENUJU KOTA RAMAH AIR DI KOTA SURABAYA

ANISA RAMADHANI SAHLAN
03211850010002

DOSEN PEMBIMBING
Ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl.SE., M.Sc.,Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

THESIS - RE185401

STRATEGY OF BOEZEM DEVELOPMENT TOWARDS WATER SENSITIVE CITY IN SURABAYA CITY

ANISA RAMADHANI SAHLAN
03211850010002

SUPERVISOR
Ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl.SE., M.Sc.,Ph.D

DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL, PLANNING, AND GEO ENGINEERING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh:
ANISA RAMADHANI SAHLAN
NRP: 03211850010002

Tanggal Ujian : 27 Juli 2020
Periode Wisuda : September 2020

Disetujui oleh:
Pembimbing:

1. Ir. Eddy Setiadi Soedjono, MSc., PhD.
   NIP: 19600308 198903 1 001 .....

Penguji:

1. Ir. Mas Agus Mardyanto, ME. PhD.
   NIP: 196208 16199003 1 004 .....
2. Dr. Ir. Ellina S Pandebesie, MT.
   NIP: 19560204 199203 2 001 .....
3. Adhi Yuniarto, ST., MT., PhD.
   NIP: 197306012 00003 1 001 .....

Kepala Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumian

Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM
NIP : 19820119 200501 1 001

KATA PENGANTAR

Assalammualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur saya panjatkan atas kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Tesis dengan judul "Strategi Pengembangan Boezem Menuju Kota Ramah Air di Kota Surabaya". Tesis ini disusun untuk memenuhi syarat penyelesaian Pendidikan Pasca Sarjana di Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam kesempatan ini saya ingin menyampaikan terima kasih saya kepada:

1. Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE,M.Sc.Ph.D selaku dosen pembimbing dalam tesis saya ini. Saya ucapkan terima kasih atas bimbingan yang telah diberikan.
2. Bapak Adhi Yuniarto, ST., M.T.,Ph.D, Bapak Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D., dan Ibu Dr. Ir. Ellina S.Pandebesie, M.T selaku dosen penguji. Saya ucapkan terima kasih atas seluruh masukan dan saran yang diberikan untuk saya.
3. Ayahanda Ir. H. Hadlan Habe, MSP dan Ibunda Ir. Hj. Nur Senab Suaib atas segala dukungan, doa, dan nasihat yang diberikan.
4. Nuzul Hidayat, ST dan teman-teman S2 angkatan 2018 atas bantuan, doa, semangat yang telah diberikan.

Akhir kata penulis sebagai penyusun menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritikan dan saran sangat diharapkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya yang lebih baik. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi saya khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surabaya, Agustus 2020

Penyusun

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

STRATEGI PENGEMBANGAN BOEZEM MENUJU KOTA RAMAH AIR DI KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Anisa Ramadhani Sahlan
NRP : 03211850010002
Pembimbing : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE,M.Sc.Ph.D.

ABSTRAK

Perkembangan suatu kota menyebabkan kurangnya daerah resapan air yang memicu terjadinya banjir. Kota Surabaya diidentifikasi sebagai kota rawan banjir, namun kota ini memiliki boezem sebagai pengendali banjir dan penampungan air hujan. Saat ini boezem hanya digunakan sebagai tampungan air yang tidak termanfaatkan. Sebuah kota ideal di masa datang harus mampu mengelola sumber daya airnya agar menjadi kota yang produktif, nyaman ditinggali, dan memiliki daya lenting terhadap bencana banjir. Untuk itu, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengkaji potensi air boezem yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air, mengidentifikasi peran masyarakat terhadap pemeliharaan boezem dan menentukan strategi pengelolaan boezem menuju kota ramah air.

Terdapat 36 boezem yang dikelola oleh Dinas Bina Marga dan Pematusan, boezem yang dijadikan wilayah penelitian ialah boezem dengan kapasitas volume tampungan di atas 50.000 m^3 dan tidak berbatasan langsung dengan laut. Boezem yang sesuai dengan kriteria ini ialah Boezem Kedurus, Boezem Bratang, dan Boezem Slamet. Dalam penelitian ini dibutuhkan data curah hujan, klimatologi, dan tata guna lahan untuk melihat ketersediaan air, kualitas air, serta kondisi boezem dari hasil wawancara kepada pengelola dan masayarakat. Kemudian data yang ada diolah dengan metode Mock untuk mengetahui evapotranspirasi serta volume air tersedia, analisis hasil wawancara dan selanjutnya dilakukan analisa SWOT untuk menentukan strategi pengembangan pengelolaan boezem.

Boezem memiliki kualitas air kelas 4 yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi, pemadam kebakaran, dan pertamanan. Di Boezem Kedurus, Boezem Bratang, dan Boezem Slamet memiliki debit andalan tertinggi adalah sebesar 8,235 m^3/detik; 0,434 m^3/detik; 0,024 m^3/detik. Boezem yang mampu mencukupi kebutuhan air di sepanjang tahun ialah Boezem Kedurus. Dalam pemeliharaan boezem, masyarakat bersedia memberikan bantuan pemeliharaan dalam bentuk jasa ataupun materi. Strategi awal yang dapat dilakukan untuk menuju kota ramah air adalah melakukan penjadwalan pemeliharaan alat serta bangunan pelengkap boezem dan mendokumentasikan seluruh kegiatan terkait pengelolaan boezem.

Kata kunci : Air alternatif, Boezem, Kota ramah air, Kota Surabaya

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

STRATEGY OF BOEZEM DEVELOPMENT TOWARDS WATER SENSITIVE CITY IN SURABAYA CITY

Name : Anisa Ramadhani Sahlan
NRP : 03211850010002
Supervisor : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE,M.Sc.Ph.D.

ABSTRACT

The development of a city causes a lack of water catchment areas which triggers flooding. The city of Surabaya was identified as a city prone to flooding, but the city has boezem as a flood controller and rainwater reservoir. At present boezem is only used as a water reservoir that is not utilized. An ideal city in the future must be able to manage its water resources so that it becomes a productive city, comfortable to live in, and has the resilience to flooding disasters. For this reason, a study was conducted aimed at assessing the potential of boezem water that can be used as a water source, identifying the role of the community in maintaining boezem, and determining the boezem management strategy towards a water sensitive city.

There are 36 boezems that are managed by the Department of Public Works Highways and Drainage Surabaya, but the boezem used as the research area is a boezem with a storage capacity of more than 50,000 m^3 and does not directly border the sea. Boezem that fits these criteria is Boezem Kedurus, Boezem Bratang, and Boezem Slamet. In this research, rainfall, climatology, and land use data are needed to see the availability of water, water quality, and boezem conditions from interviews with managers and the community. Then the data is processed using the Mock method to find out evapotranspiration and the volume of water available, analysis of the results of interviews, and then carried out a SWOT analysis to determine the development strategy of boezem management.

Boezem water quality is in class 4 which are utilized to supply irrigation water, fire fighting, and gardening needs. The highest available discharge in Boezem Kedurus, Boezem Bratang and Boezem Slamet is 8,235 m^3/sec; 0.434 m^3/sec; 0.024 m^3/sec. Boezem Kedurus can meet the planned total water needs throughout the year. In boezem maintenance, the community is willing to get involved by wanting to treat domestic wastewater and provide maintenance assistance in the form of services or materials. To develop boezem management, the initial strategies that need to be taken to get to a water sensitive city include scheduling equipment maintenance and boezem complementary buildings and documenting all activities related to boezem management.

Keywords: Alternative Water, Boezem, Water Sensitive City, Surabaya City

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN
KATA PENGANTAR i
ABSTRAK iii
ABSTRAK v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xiii
BAB I 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Ruang Lingkup 3
BAB II 5
2. 1 Pengelolaan Sumber Daya Air 5
2. 2 Sumber Daya Air Alternatif Pekotaan 6
2. 3 Boezem 8
2. 4 Kota Ramah Air 10
2. 5 Kebutuhan Air 12
2. 6 Ketersediaan Air 14
2. 7 Kualitas Air 21
2. 8 Kontinuitas Air 22
2. 9 Peran Serta Masyarakat 23
2. 10 Pengelolaan Boezem 24
2. 11 Analisa SWOT 26
BAB III 29
3.1 Gambaran Umum Wilayah Studi 29
3.2 Gambaran Kondisi Boezem 30

3.2.1 Boezem Kedurus 32
3.2.2 Boezem Bratang 37
3.2.3 Boezem Slamet.....40
BAB IV.....42
4.1 Alur Penelitian 42
4.2 Studi Literatur 43
4.3 Pengumpulan Data 43
4.3.1 Data Primer 43
4.3.2 Data Sekunder 45
4.4 Analisa dan Pembahasan.....45
4.4.1 Aspek Teknis.....45
4.4.2 Aspek Peran Serta Masyarakat.....47
4.4.3 Aspek Kelembagaan.....47
4.5 Penentuan Strategi Pengelolaan Boezem.....47
BAB V 51
5.1 Kualitas Air Boezem.....51
5.2 Kebutuhan Air Wilayah Layanan Boezem 52
5.3 Ketersediaan Air Boezem 57
5.3.1 Analisa Data Curah Hujan.....58
5.3.2 Evapotranspirasi.....59
5.3.3 Analisis Debit Metode F.J. Mock.....64
5.3.4 Analisa Kesimbangan Air 75
5.4 Analisis Peran Serta Masyarakat.....81
5.4.1 Identitas Responden 81
5.4.2 Pengetahuan Responden.....83
5.4.3 Sikap Responden.....85
5.5 Analisis Kelembagaan.....87
5.6 Strategi Pengembangan Boezem.....92
5.6.1 Analisis Kondisi Faktor Internal Dan Eksternal 93
5.6.2 Penentuan Posisi Kondisi dan Strategi.....96

BAB VI 102
6. 1 Kesimpulan 102
6. 2 Saran 102
DAFTAR PUSTAKA 103
LAMPIRAN

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Nilai koefisien Infiltrasi Berdasarkan Jenis Batuan 18
Tabel 3. 1 Letak Boezem Berdasarkan Wilayah 31
Tabel 5. 1 Hasil Uji Kualitas Air 51
Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Irigasi Persawahan Wilayah Boezem Kedurus 53
Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Irigasi Persawahan Wilayah Boezem Slamet 54
Tabel 5. 4 Kebutuhan Air Pertamanan Dan Kebakaran Yang Dilayani Boezem Kedurus 56
Tabel 5. 5 Kebutuhan Air Pertamanan Dan Kebakaran Yang Dilayani Boezem Bratang 56
Tabel 5. 6 Kebutuhan Air Pertamanan Dan Kebakaran Yang Dilayani Boezem Slamet 57
Tabel 5. 7 Rekap Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Kebon Agung 58
Tabel 5. 8 Rekap Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Wonokromo 59
Tabel 5. 9 Rekap Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Simo 59
Tabel 5. 10 Data Klimatologi Boezem Kedurus 60
Tabel 5. 11 Nilai Evapotranspirasi Potensial 62
Tabel 5. 12 Evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi 63
Tabel 5. 13 Rekapitulasi Debit Aliran Boezem Kedurus 66
Tabel 5. 14 Rekapitulasi Debit Aliran Boezem Bratang 67
Tabel 5. 15 Rekapitulasi Debit Aliran Boezem Slamet 67
Tabel 5. 16 Analisis Debit Metode FJ. Mock Boezem Kedurus Tahun 2017 68
Tabel 5. 17 Analisis Debit Metode FJ. Mock Boezem Bratang Tahun 2017 69
Tabel 5. 18 Analisis Debit Metode FJ. Mock Boezem Slamet Tahun 2017 70
Tabel 5. 19 Hasil Perhitungan Debit Andalan F.J.Mock Boezem Kedurus 72
Tabel 5. 20 Hasil Perhitungan Debit Andalan F.J.Mock Boezem Bratang 73
Tabel 5. 21 Hasil Perhitungan Debit Andalan F.J.Mock Boezem Slamet 74

Tabel 5. 22 Hasil Perhitungan Keseimbangan Air Dengan Debit Andalan 80% Boezem Kedurus....77
Tabel 5. 23 Hasil Perhitungan Keseimbangan Air Dengan Debit Andalan 80% Boezem Bratang....78
Tabel 5. 24 Hasil Perhitungan Keseimbangan Air Dengan Debit Andalan 80% Boezem Slamet....79
Tabel 5. 25 Hasil Perhitungan Nilai Skor Analisis SWOT....97
Tabel 5. 26 Analisis Strategi Matriks SWOT....100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Letak Lokasi Boezem Kedurus 34
Gambar 3. 2 Peta Wilayah Tangkapan Aliran Boezem Kedurus Boezem Kedurus .. 36
Gambar 3. 3 Boezem Kedurus 37
Gambar 3. 4 Rumah Pompa Boezem Kedurus..... 37
Gambar 3. 5 Letak Lokasi Boezem Bratang 38
Gambar 3. 6 Boezem Bratang 40
Gambar 3. 7 Peta Wilayah Tangkapan Aliran Boezem Bratang..... 41
Gambar 3. 8 Kondisi Area Sekitar Boezem Bratang …….....38
Gambar 3. 9 Letak Lokasi Boezem Slamet..... 42
Gambar 3.10 Boezem Slamet..... 42
Gambar 3.11 Peta Wilayah Tangkapan Aliran Boezem Slamet……..40
Gambar 4. 1 Diagram Alir Penelitian 42
Gambar 5. 1 Jenis Kelamin Responden 82
Gambar 5. 2 Tingkat Pendidikan Terakhir..... 82
Gambar 5. 3 Mata Pencaharian Responden 83
Gambar 5. 4 Tingkat Penghasilan Responden 83
Gambar 5. 5 Pengetahuan Mengenai Fungsi Boezem 84
Gambar 5. 6 Pengetahuan Mengenai Dampak Air Limbah 84
Gambar 5. 7 Sikap Terhadap Penggunaan Air Boezem..... 85
Gambar 5. 8 Alasan Responden Ingin Mengolah Air Limbah..... 86
Gambar 5. 9 Kesediaan Responden Ikut Bertanggung Jawab Dalam Pemeliharaan Boezem 86
Gambar 5. 10 Bentuk Keterlibatan Masyarakat Dalam Pemeliharaan Boezem 87
Gambar 5. 11 Struktur Organisasi DPU Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya 88
Gambar 5. 12 Struktur Organisasi Bidang Pematusan..... 89
Gambar 5. 13 Kegiatan Pemeliharaan Pada Embung 90
Gambar 5. 14 Diagram Posisi kondisi pengelolaan boezem di Kota Surabaya..... 99

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya memiliki suatu sistem kolam penampungan air yang memiliki fungsi sama dengan waduk yaitu boezem. Boezem dibangun karena Surabaya merupakan kota yang rawan banjir. Air limpasan hujan yang ditampung tidak dimanfaatkan, pemanfaatan boezem oleh Pemerintah Kota Surabaya difokuskan sebagai infrastruktur pengendalian banjir. Dimana ketika intensitas hujan tinggi, air yang tertampung di boezem akan langsung dialirkan ke laut dengan sistem pemompaan (Maulidiyah, 2017). Selain itu, boezem juga dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai kolam pemancingan dan sarana olahraga air. Boezem sebagai tampungan air tentunya memiliki potensi sebagai sumber cadangan air yang dapat dimanfaatkan oleh pemerintah dan masyarakat jika dilakukan pengelolaan yang baik.

Suatu kota di masa datang harus memiliki pengelolaan sumber daya air yang optimal untuk menjadi kota yang ideal. Konsep kota ideal ialah kota ramah air (water sensitive city) yang merupakan sebuah kota yang produktif, nyaman ditinggali dan lenting terhadap bencana banjir. Kota Surabaya saat ini belum dapat dikatakan sebagai kota ramah air. Selain karena masih merupakan daerah rawan banjir, kota ini juga belum memanfaatkan infrastruktur keairannya sebagai suatu infrastruktur perkotaan yang multifungsi. Daerah rawan banjir pada tahun 2018 seluas 55,66 km^2 dengan kisaran tinggi genangan antara 10 – 70 cm. Sebagian besar genangan yang terjadi disebabkan oleh limpahan debit air sungai dan meluapnya saluran pada musim penghujan. Untuk mengelola/ daerah rawan banjir ini Kota Surabaya memiliki 65 boezem sebagai penampungan air hujan dan pengendali banjir. (SDMP Kota Surabaya, 2018).

Untuk menuju kota ramah air, terdapat 3 (tiga) pilar yang harus dimiliki oleh Kota Surabaya yaitu kota yang dapat menyediakan pasokan air bagi daerahnya, kota sebagai penyedia jasa lingkungan yang baik, serta kota dengan pemerintah dan

masyarakat yang perduli terhadap air (Brown dan Wong, 2009). Masyarakat memiliki peran penting yang dapat membantu mengembangkan suatu sistem perkotaan. Letak boezem di Kota Surabaya berada pada daerah permukiman masyarakat. Untuk itu pegembangkan boezem menjadi infrastruktur multifungsi dalam rangka menuju kota ramah air membutuhkan partisipasi masyarakat yang berdomisili di daerah sekitar boezem. Partisipasi ini dapat mendukung pengembangan air boezem untuk kualitas air dan kualitas lingkungan di area boezem.

Saat ini, pengelolaan boezem merupakan tanggung jawab Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya. Bidang pematusan membagi penanganan boezem menjadi 5 rayon. Dalam setiap rayon memiliki rata-rata 60 satgas dan 2 orang penjaga rumah pompa. Namun, hanya sebagian sumber daya manusia yang telah memiliki keahlian atau kompeten sesuai dengan tuntutan tugas. Boezem merupakan prasarana penampungan air yang dapat dimanfaatkan. Boezem seharusnya perlu dilakukan pengelolaan sehingga tidak hanya menjadi tempat penampungan air untuk mengendalikan banjir tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber pasokan air. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk melihat seberapa besar potensi boezem sebagai penyedia pasokan air dan pengelolaan boezem sebagai prasarana multifungsi untuk menuju kota ramah air.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat didapatkan rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu :

1. Berapa jumlah air boezem yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber air selain air bersih di Kota Surabaya?
2. Bagaimana peran masyarakat terhadap pemeliharaan boezem di Kota Surabaya?
3. Bagaimana strategi pengelolaan boezem menuju kota ramah air di Kota Surabaya?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengkaji potensi air boezem yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air selain air bersih di Kota Surabaya
2. Mengkaji bagaimana peran masyarakat terhadap pemeliharaan boezem di Kota Surabaya
3. Menentukan strategi pengelolaan boezem menuju kota ramah air di Kota Surabaya

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah dapat menjadi rekomendasi sumber air alternatif yang dapat dimanfaatkan dan sebagai masukan dalam mengembangkan prasarana perkotaan khususnya penampungan air yang multifungsi dalam rangka menuju Kota Surabaya ramah air.

1.5 Ruang Lingkup

1. Lokasi penelitian meliputi boezem yang dikelola oleh Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya
2. Penelitian ini tidak membahas mengenai daerah aliran sungai
3. Boezem yang diteliti merupakan satu boezem terbesar dengan kapasitas volume di atas 50.000 m^3 di setiap wilayah Kota Surabaya
4. Penelitian ini tidak membahas mengenai sistem distribusi air boezem

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2. 1 Pengelolaan Sumber Daya Air

Sumber daya air merupakan sumber kehidupan bagi makhluk hidup, dimana manusia, hewan dan tumbuhan membutuhkan air sesuai dengan kebutuhannya untuk kelangsungan hidupnya. Manusia membutuhkan air hampir di semua sisi kehidupan, baik itu untuk menanam tanaman, minum, memasak, mencuci dan lain sebagainya (Pratiknyo, 2017).

Menurut Budinetro *et al.* (2012) kajian global kondisi air di dunia yang disampaikan pada *World Water Forum II* di Den Haag tahun 2000, memproyeksikan bahwa pada tahun 2025 akan terjadi krisis air di beberapa negara. Meskipun Indonesia termasuk 10 negara kaya air, namun krisis air diperkirakan akan tetap terjadi, sebagai akibat dari kesalahan pengelolaan air yang tercermin dari tingkat pencemaran air yang tinggi, pemakaian air yang tidak efisien, fluktuasi debit air sungai yang sangat besar, kelembagaan yang masih lemah dan peraturan perundang-undangan yang tidak memadai. Air merupakan sumber daya yang sangat dibutuhkan oleh manusia tanpa terkecuali, terjadinya penurunan kapasitas daya dukung sumber air dalam memenuhi kebutuhan akan menimbulkan masalah, dimana masyarakat mengalami kesulitan dalam memenuhi kebutuhan pokoknya (air) (Prastya dan Putri, 2017).

Pada umumnya pengelolaan sumber daya air berangkat hanya dari satu sisi saja yakni bagaimana memanfaatkan dan mendapatkan keuntungan dari adanya air. Pengelolaan sumber daya air adalah upaya merencanakan, melaksanakan, memantau dan mengevaluasi penyelenggaraan konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, dan pengendalian daya rusak air. Adapun visi dan misi pengelolaan sumber daya air adalah mewujudkan kemanfaatan sumber daya air bagi kesejahteraan seluruh rakyat dan konservasi sumber daya air yang adil untuk berbagai kebutuhan masyarakat. Salah satu tujuan pengelolaan sumber daya air adalah mendukung pembangunan regional dan nasional yang berkelanjutan dengan mewujudkan keberlanjutan sumber daya air (Purwanto dan Agus, 2014).

Pengelolaan sumber daya air secara hukum telah diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 42 Tahun 2008 dan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2011, dimana dalam peraturan tersebut menyatakan bahwa pengelolaan sumber daya air adalah upaya merencanakan, melaksanakan, memantau dan mengevaluasi penyelenggaraan konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, dan pengendalian daya rusak air (Sihotang *et al*., 2016).

2. 2 Sumber Daya Air Alternatif Pekotaan

Salah satu sumber daya alam yang memiliki peranan penting bagi sumber kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya adalah air. Perubahan iklim terutama pola curah hujan sangat bepengaruh terhadap ketersediaan air. Disisi lain perkembangan kota yang merubah tutupan lahan akan mempengaruhi sistem pengaliran air permukan (Sihotang *et al*., 2016).

Dari hasil penelitian Persada dan Alfian (2018) diketahui kebutuhan air di Kota Surabaya mengalami defisit, hal ini terjadi akibat semakin meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri di beberapa kawasan Kota Surabaya. Maka dari itu dibutuhkan pencarian sumber air baku untuk mengatasi masalah tersebut. Pencarian sumber air baku ini memerlukan waktu dan kajian yang lama. Salah satu acuan untuk memilih sumber air baku dapat menggunakan aturan maupun landasan yang telah ditetapkan pemerintah. Beberapa sumber air alternatif yang dapat digunakan antara lain air laut, air tanah, sumber air permukaan, dan air hujan.

2.2.1 Air Laut

Sekitar 70 persen wilayah Indonesia merupakan perairan. Total luas wilayah perairan adalah 5,8 juta kilometer persegi, dengan 40 persen dari perairan laut merupakan laut dalam. Air laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Rata-rata air laut mengandung 3,5 % garam (Saharuddin *et al*., 2015). Ada beberapa teknologi dalam mengolah air laut menjadi air tawar, yakni proses distilasi atau penguapan, teknologi proses dengan menggunakan membran atau

filtrasi, dan proses pertukaran ion. Mengolah air laut dengan menggunakan teknologi membutuhkan biaya dan energi yang tidak sedikit jika dibandingkan dengan jumlah air yang dibutuhkan. Penggunaan air laut sebagai alternatif air baku sangat tidak efisien dari segi ekonomi karena membutuhkan banyak biaya dalam pengelolaannya (Saharuddin *et al*., 2015)

2.2.2 Air Tanah

Air tanah merupakan salah satu sumber daya air yang mempunyai potensi dalam pemenuhan kebutuhan air. Air tanah mempunyai kualitas yang relatif baik dibanding air permukaan dan tidak terpengaruh musim, cadangan air tanah lebih besar dan lebih mudah diperoleh dengan cara yang sederhana, dan mempunyai biaya yang murah. Apabila air tanah dikonsumsi melebihi kapasitas *recharge* nya maka akan terjadi penurunan muka tanah. Semakin menurunnya air tanah semakin tinggi pula daya intrusi dari air laut, karena tidak sebanding antara kapasitas air tanah dengan air laut, hal ini dapat mempengaruhi kondisi kualitas air pada air tanah (Sudarmadji, 1991).

Ariseno (2018) melakukan penelitian mengenai kualitas air tanah untuk air bersih di Kota Surabaya Selatan menyatakan bahwa kualitas air tanah sudah termasuk tercemar secara kimiawi dan mikrobiologi. Penggunaan untuk air minum sangat tidak dianjurkan bahkan tidak diperbolehkan karena tingginya kandungan bakteri, bahkan beberapa ada yang sudah melewati batas kadar kimiawi untuk keperluan air bersih.

2.2.3 Air Hujan

Air hujan merupakan sumber air yang berkualitas tinggi dimana tersedia setiap musim hujan dan berpotensi untuk mengurangi tekanan terhadap pemakaian sumber air bersih (fresh water sources). Penampungan air hujan yang berasal dari atap rumah biasanya merupakan alternatif air terbersih yang dapat digunakan sebagai sumber air bersih dan hanya membutuhkan pengolahan yang sederhana sebelum air digunakan. Selain untuk keperluan minum dan memasak, air hujan digunakan untuk perawatan taman, kebersihan di dalam dan di luar rumah. Untuk keperluan makan dan minum tentu membutuhkan pengolahan lebih lanjut walaupun tidak terlalu rumit (Abdulla *et al*., 2009). Ghisi *et al*., (2009) menyatakan bahwa pemakaian air hujan di bebarapa

SPBU di Brasil menghemat pemakaian air bersih (portable water) sebesar 32,7–70%, untuk kebutuhan toilet dan taman, air tersebut digunakan untuk pencucian kendaraan di SPBU (Ghisi *et al*., 2009). Selain dapat digunakan sebagai pengganti air bersih (portable water), kelebihan air hujan dapat diresapkan ke dalam tanah, sehingga air tanah akan terisi kembali. Hal ini akan menguntungkan dalam hal konservasi air tanah sehingga membantu penurunan muka air tanah tidak terjadi secara drastis. Selain itu pengisian kembali air tanah dapat mengurangi volume limpahan air hujan dan dapat mengurangi potensi banjir (Yulistyorini, 2011).

Teknik pemanenan air hujan atau disebut juga dengan istilah *rain water harvesting* didefinisikan sebagai suatu cara pengumpulan atau penampungan air hujan atau aliran permukaan pada saat curah hujan tinggi untuk selanjutnya digunakan pada waktu air hujan rendah. Teknik ini dapat digolongkan dalam 2 (dua) kategori, yaitu teknik pemanenan air hujan dengan atap bangunan (roof top rain water harvesting) dan teknik pemanenan air hujan (dan aliran permukaan) dengan bangunan reservoir, seperti dam parit, embung, kolam, situ, waduk, dan sebagainya (Yulistyorini, 2011).

2. 3 Boezem

Boezem adalah suatu cara penanganan banjir dengan bangunan fisik yang meliputi sistem drainase, kolam retensi, tanggul yang mengelilingi kawasan, serta pompa dan pintu air sebagai satu kesatuan pengelolaan tata air tak terpisahkan. Sistem ini dipakai untuk daerah-daerah rendah dan daerah yang berupa cekungan, ketika air tidak dapat mengalir secara gravitasi (Wafa dan Zainul, 2003). Sementara itu menurut Rianto (2012), Boezem adalah suatu kawasan yang didesain sedemikian rupa dan dibatasi oleh tanggul sehingga limpasan air yang berasal dari luar kawasan tidak dapat masuk. Dengan demikian hanya aliran permukaan atau kelebihan air yang berasal dari kawasan itu sendiri yang akan dikelola oleh sistem boezem. Di dalam boezem tidak ada aliran permukaan bebas seperti pada daerah tangkapan air alamiah, akan tetapi dilengkapi dengan bangunan pengendali kelebihan air. Muka air di dalam sistem boezem tidak bergantung pada air di daerah sekitarnya karena boezem mempergunakan

tanggul dalam operasionalnya sehingga air dari luar kawasan tidak dapat masuk ke dalam sistem boezem (Rianto, 2012).

Kegiatan operasi boezem didefinisikan sebagai semua kegiatan yang berkaitan dengan pengaturan volume tampungan dan pengeluaran air, termasuk didalamnya adalah kegiatan pemantahuan kondisi fisik sarana dan prasarana. Kegiatan operasi boezem terdiri dari beberapa kegiatan, yaitu : kegiatan pengumpulan data hidrologi, kegiatan buka tutup pintu air, dan kegiatan pemantahuan boezem.

1. Kegiatan Pengumpulan Data Hidrologi

Kegiatan pengumpulan data hidrologi merupakan kegiatan pencatatan debit air masuk, volume air tertampung dan debit air keluar. Kegiatan pencatatan debit aliran masuk dan keluar ini dilakukan secara rutin setiap hari.

2. Kegiatan Buka Tutup Pintu Air Boezem

Kegiatan buka tutup pintu bertujuan untuk mengatur volume tampungan dan pengeluaran/penggunaan air sesuai dengan pola operasi yang telah ditetapkan. Pola operasi boezem adalah suatu acuan/pedoman pengaturan air untuk kegiatan pengoperasian boezem. Pola operasi terdiri dari 2 (tiga) kondisi yaitu :

a. Operasi normal

Operasi normal merupakan operasi rutin dalam kondisi normal sesuai dengan panduan operasi dalam rangka memenuhi tujuan/fungsi pembangunan boezem.

b. Operasi banjir

Operasi banjir merupakan operasi pada saat kondisi banjir, dalam rangka mengatur muka air boezem agar tetap terjaga pada elevasi yang direncanakan.

3. Kegiatan Pemantahuan Boezem

Pemantahuan boezem merupakan kegiatan pemeriksaan, inspeksi dan pemantahuan kondisi fisik dan dan keberfungsian komponen mekanik, elektrik, dan hidrolik yang dilakukan secara teratur dengan selang waktu tertentu, sebaiknya dengan selang waktu tidak lebih dari tiga bulan. Pemeriksaan rutin mencakup pemeriksaan terhadap terjadinya sumbatan, retakan, pergerakan, longsoran dan hal-hal lain yang berkaitan dengan keberfungsian dan keamanan boezem.

Boezem merupakan salah satu solusi struktural yang dipilih dan menjadi prioritas untuk diimplemetasikan dalam penanganan banjir. Di dalam operasional pelaksanaan sistem boezem menuntut dukungan-komplementer perihal aspek kelembagaan yang meliputi organisasi, pembiayaan, legal, dan sosial serta kebijakan, demi kesinambungan operasional dan pemeliharaannya. Untuk menjamin keberlanjutan pengelolaan sistem boezem, diperlukan keterlibatan seluruh stakeholders, termasuk masyarakat bertempat tinggal di wilayah sistem boezem terkait (Zulfan dan Maria, 2013).

2. 4 Kota Ramah Air

Kota ramah air adalah suatu konsep kota di masa yang akan datang dimana tidak hanya memenuhi kebutuhan air perkotaan, tetapi bagaimana sumber daya air sekaligus memberi manfaat untuk meningkatkan kenyamanan tinggal di kota. Konsep kota ramah air memiliki peran penting dalam membangun kota yang tangguh dan layak huni di masa depan. Kota yang ramah air adalah kota yang tidak kebanjiran di musim hujan dan tidak mengalami kekeringan di musim kemarau (Susanto, 2018).

Brown dan wong (2009) mencerminkan kota ramah air berdasarkan tiga pilar kunci yang harus terintegrasi, yaitu :

(i) Kota sebagai daerah penyediaan air: akses ke beragam sumber air yang ditopang oleh beragam infrastruktur;

(ii) Kota yang menyediakan jasa ekosistem: penyediaan jasa ekosistem yang berbasis ramah lingkungan

(iii) Kota-kota yang terdiri dari komunitas ramah air: Masyarakat dan pemerintah sebagai pengambil kebijakan mendukung kota ramah air.

Salah satu kota di Indonesia yang merencanakan pengelolaan air perkotaan dengan konsep kota ramah air ialah Kota Bogor, tetapi dari beberapa penelitian diketahui bahwa Kota Bogor belum dapat dikatakan sebagai kota ramah air (Asanta, 2018). Dari hasil penelitian Ramdhan (2018), diketahui terdapat 7 hal penting yang harus dilakukan dalam mewujudkan sebuah kota sebagai kota ramah air. Pertama,

pemerintahan kota harus memiliki pengetahuan, keterampilan dan kapasitas organisasi yang menjadikan air adalah elemen utama dalam perencanaan tata ruang kota. Pemerintah daerah kota harus mampu melakukan pengaturan dan proses institusional lintas sektor terkait sumber daya air dengan juga memperhatikan keterlibatan, partisipasi publik dan transparansi. Kedua, peningkatan modal sosial masyarakat dalam literasi air, pembagian kepemilikan/tanggung jawab dalam pengelolaan sumber daya air, melibatkan masyarakat lokal dalam perencanaan air, seperti memberikan sosialisasi pentingnya dilakukan pengelolaan sumber daya air dan peran serta masyarakat sangat dibutuhkan . Ketiga, memberikan kesamaan hak akses terhadap persediaan air yang sehat dan aman. Kesamaan hak akses terhadap sanitasi yang tersedia dan aman. Kesamaan hak akses terhadap perlindungan banjir. Kesamaan dan keterjangkauan akses terhadap nilai kenyamanan terkait aset perairan. Keempat, melakukan perbaikan produktifitas dan efesiensi sumber daya. Memaksimalkan pemulihan sumber daya air (recycle water) dan menjaga kualitas air sehingga manfaat air dapat dirasakan oleh seluruh lapisan masyarakat. Kelima, melakukan upaya perbaikan kesehatan lingkungan berupa; terjaganya habitat yang sehat dan beragam. Menjaga kualitas aliran air permukaan. Menjaga kualitas air tanah dan pengisiannya. Perlindungan kawasan eksisting yang memiliki nilai ekologi tinggi. Keenam, memastikan ruang kota yang berkualitas. Pengaktifan penghubung ruang hijau dan biru perkotaan. Memperhatikan fungsi elemen perkotaan bagi migitasi dampak pemanasan global. Memperbanyak liputan vegetasi. Ketujuh, mempromosikan infrastruktur yang adaptif, yaitu infratruktur yang memiliki multifungsi bagi pemenuhan persediaan air yang tepat guna dan Infrastruktur yang dirawat secara memadai.

Dalam penelitian Newman dan Jennings (2008) menyarankan perlunya perancangan kota yang ramah air guna menuju kota yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan. Kata ramah mengacu pada kesatuan bentuk keprihatinan terhadap pengelolaan air oleh elemen-elemen pemerintahan dan masyarakat yang kadang saling berbeda sudut pandang. Kota ramah air menerapkan kebijakan pengeloaan sumber daya air yang adaptif, penyediaan infrastruktur multifungsi dan penataan lanskap

perkotaan yang memperhatikan siklus dan sifat-sifat air. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan pengelolaan air diperkotaan adalah neraca air, konservasi air, kualitas air, dan lingkungan sosial masyarakat yang berhubungan dengan air.

2. 5 Kebutuhan Air

Kebutuhan air adalah banyaknya jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan rumah tangga, industri, penggelontoran kota dan lain-lain. Prioritas kebutuhan air meliputi kebutuhan air domestik, industri, pelayanan umum dan kebutuhan air untuk mengganti kebocoran (Ariyanto, 2007).

2.5.1 Kebutuhan Air Pemadam Kebakaran

Di setiap kegiatan pemadaman kejadian kebakaran tidak lepas dari suplai/pasokan air. Para petugas membutuhkan suplai air yang cukup untuk melakukan pemadaman pada suatu objek yang sedang mengalami kebakaran. Suplai air yang digunakan oleh petugas pemadam kebakaran diperoleh dari sumur kebakaran yang tersebar diberbagai wilayah di Kota Surabaya.

Menurut rekapitulasi data dari Dinas Kebakaran Kota Surabaya menyatakan bahwa Kota Surabaya memiliki sumur kebakaran sebanyak 376 sumur. Tidak semua sumur dari data Dinas Kebakaran tersebut dapat dioperasikan. Hanya sekitar 209 sumur yang masih aktif yang dapat digunakan/siap dioperasikan sebagai tempat penyuplai air untuk pemadam kebakaran, sedangkan sisanya yakni 167 sumur sudah tidak aktif. Tidak aktifnya sumur karena beberapa faktor seperti sumur tertutup aspal/trotoar dan suplai air sumur dihentikan oleh PDAM (Purwanti, 2014).

2.5.2 Kebutuhan Air Ruang Terbuka Hijau

Pada umumnya di setiap sisi jalan raya ditanami pepohonan untuk menyuplai oksigen. Kadar oksigen yang tinggi dapat menurunkan suhu udara. Sehingga jalan raya menjadi sejuk, itulah yang disebut jalur hijau. Pengadaan jalur hijau tersebut harus diimbangi dengan perawatan yang baik. Salah satu upaya perawatan tersebut adalah dengan pengairan, mengingat tanaman memerlukan air untuk bertahan hidup. Selama ini sistem pengairan dilakukan dengan menggunakan truk tangki air, yaitu truk-truk

pengangkut air yang setiap beberapa hari sekali menyirami pepohonan yang terdapat di jalur hijau. Jalur hijau tersebut perlu perawatan, dan perawatan tanaman yang paling penting adalah masalah penyiraman (Indah *et al*., 2014).

Kepala Seksi Dinas Kebersihan Ruang Terbuka Hijau mengatakan kebutuhan air untuk menyiram tanaman sangat besar, untuk menyiram tanaman di tiga titik di kawasan keputih membutuhkan 30 ribu liter per hari pada pagi dan sore hari. Selama ini penyiraman taman menggunakan air kali jagir, namun langkah tersebut tidak dapat digunakan setiap saat untuk menghindari air kali bercampur dengan air pasang laut (Jawa Pos Surabaya, 10 Juni 2019:7).

Pelaksana Tugas (Plt) Kepala Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DK RTH) Surabaya, memerinci luasan RTH di Kota Surabaya tahun 2019. Dari total 7.290,53 ha, RTH makam sudah mencapai 283,53 ha; RTH lapangan dan stadion 355,91 ha; RTH dari fasum dan fasos permukiman 205,50 ha; RTH kawasan lindung 4.548,59 ha; RTH hutan kota 55,81 ha; RTH taman dan jalur hijau (JH) 1.649,10 ha. Kunci kesuksesan Surabaya dalam mengembangkan RTH terletak pada mekanisme perawatannya. Penyiraman tanaman dilakukan 1-2 kali ketika musim hujan tetapi jika musim panas, penyiraman dilakukan 3-4 kali (Swaranews Surabaya, 24 Juli 2019).

2.5.3 Kebutuhan Air Untuk Irigasi

Kebutuhan air irigasi yaitu jumlah air yang ditambahkan untuk tanaman selain dari air hujan. Kebutuhan air irigasi sebagian besar dipasok oleh air permukaan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanaman, pola tanam, pasokan yang diberikan, luas daerah irigasi, efisiensi irigasi, jadwal tanam dan lain-lain. Air yang disalurkan ke petak sawah khususnya untuk tanaman padi didasari oleh kebutuhan air untuk penyiapan lahan, penggunaan air konsumtif, perkolasi, dan penggantian lapisan air. Akumulasi dari faktor-faktor tersebut disebut sebagai kebutuhan air bersih pada petak sawah. Jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan irigasi dengan 2 kali musim tanam (tanaman padi) dalam setahun (Aziz, 2013).

Di Kota Surabaya terdapat beberapa kecamatan yang memiliki area persawahan yaitu di Kecamatan Bulak Surabaya Utara seluas 81 ha, Surabaya Timur Kecamatan Tenggilis Mejoyo, Gunung Anyar, Sukolilo, dan Mulyorejo dengan total luas 127 ha, Surabaya Selatan di Kecamatan Karangpilang, Wiyung, Wonocolo, Gayungan, dan Jambangan total luas 82 ha, dan Surabaya Barat di Kecamatan Tandes, Benowo, Pakal, Lakasantri, dan Sambikerep dengan total luas 903 ha (Surabaya Dalam Angka, 2018).

2. 6 Ketersediaan Air

Ketersediaan dalam pengertian sumber daya air pada dasarnya berasal dari air hujan. Analisis ketersediaan air (*water availability*) bertujuan untuk menentukan besarnya air yang tersedia atau debit andalan. Debit andalan sendiri adalah debit dari sungai atau waduk yang bisa diandalkan dapat terjadi pada waktu-waktu tertentu. Debit andalan dipakai sebagai debit rencana untuk memenuhi kebutuhan air dari suatu kegiatan seperti pertanian, air minum, pembangkit listrik tenaga air, industri, dan lain-lain.

Perhitungan debit andalan digunakan untuk masukan simulasi operasi bangunan daerah kritis dalam pemanfaatan air. Salah satu metode yang digunakan terutama di daerah dengan intensitas tinggi sampai sedang seperti daerah jawa adalah metode F J. Mock. Konsep metode F J. Mock menyatakan bahwa hujan yang jatuh di atas tanah sebagian akan hilang karena penguapan (*evaporasi*), sebagian akan hilang menjadi aliran permukaan (*direct run off*) dan sebagian lainnya akan masuk ke dalam lapisan tanah (*infiltrasi*). Infiltrasi akan menjenuhkan permukaan tanah yang kemudian menjadi perkolasi dan akhirnya keluar ke sungai sebagai *base flow*. Metode ini memiliki beberapa faktor penting yang harus dipertimbangkan yaitu faktor curah hujan, evapotranspirasi, keseimbangan air di permukaan tanah dan kandungan air tanah. Perhitungan debit andalan meliputi perhitungan *Evapotranspirasi*, *Water Surplus*, perhitungan *Run off* dan *Water Balance* (Lasminto,2016).

2.6.1 Evapotranspirasi

Menurut FJ. Mock, rasio antara selisih evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi aktual dengan evapotranspirasi potensial dipengaruhi oleh *exposed surface* dan jumlah hari hujan, seperti persamaan berikut :

$$\frac{\Delta E}{Ep} = \left(\frac{m}{20}\right)(18\text{-}n) \qquad \text{.....(2.1)}$$

Sehingga,

$$\Delta E = Ep\left(\frac{m}{20}\right)(18\text{-}n) \qquad \text{.....(2.3)}$$

Dimana:

Ep : evapotranspirasi potensial

m : permukaan lahan terbuka (*exposed surface)*, ditentukan berdasarkan tata guna lahan atau dapat menggunakan nilai asumsi sebagai berikut:

m = 0% untuk lahan dengan hutan lebat (hutan primer, sekunder)

m = 10 – 30 % untuk lahan tererosi

m = 30 – 50 % untuk lahan pertanian yang diolah (misal: sawah dan lading)

n : jumlah hari hujan

Persamaan di atas menunjukkan bahwa evapotranspirasi potensial akan sama dengan evapotranspirasi aktual atau ΔE=0, jika evapotranspirasi terjadi pada hutan primer atau hutan sekunder. Dimana daerah ini memiliki harga *exposed surface* sama dengan nol. Selain itu ΔE = 0 jika banyaknya hari hujan dalam bulan yang diamati pada daerah itu sama dengan 18 hari. Sehingga evapotranspirasi yang sebenarnya terjadi atau evapotranspirasi aktual dihitung sebagai berikut:

$$E_{aktual} = EP - \Delta E \qquad \text{.....(2.4)}$$

2.6.2 Keseimbangan Air Permukaan Tanah

Menurut Mock (1973) dalam studi yang dilakukan di daerah aliran sungai di Bogor, ditetapkan besarnya kapasitas kelembaban tanah (Soil Moisture Capacity*). Soil moisture capacity* (SMC) adalah kapasitas kandungan air pada lapisan tanah

permukaan (surface soil) per m^2. Besarnya SMC untuk perhitungan ketersediaan air ini diperkirakan berdasarkan kondisi porositas lapisan tanah permukaan dari daerah pengaliran sungai yaitu berkisar antara 50 – 250 mm. Semakin besar porositas tanah, akan semakin besar pula *Soil Moisture Capacity* yang ada. SMC maksimum adalah 200 mm/bulan. Ada dua keadaan untuk menentukan SMC, yaitu:

a) SMC = 200 mm/bulan, jika P – Et > 0. Artinya tampungan kelembaban tanah (Soil Moisture Storage, disingkat SMS) sudah mencapai kapasitas maksimumnya atau terlampaui sehingga air tidak disimpan dalam tanah lembab. Ini berarti *soil storage* (SS) sama dengan nol dan besarnya *water surplus* sama dengan P - Et.

b) SMC = SMC bulan sebelumnya + (P – Et), jika P – Et < 0. Untuk keadaan ini, tampungan tanah lembab belum mencapai kapasitas maksimum, sehingga ada air yang disimpan dalam tanah lembab. Besarnya air yang disimpan ini adalah P – Et (Mock, F.J, 1973 dalam Sidharno, 2013).

Keseimbangan air permukaan tanah di permukaan tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

- Air hujan (Ds)

  Air hujan yang mencapai permukaan tanah dapat dirumuskan sebagai berikut:

  Ds = P – Et…….....…(2.5)

  Dimana :

  Ds = air hujan mencapai permukaan tanah

  P = curah hujan bulanan

  Et = evapotranspirasi

- Kandungan air tanah

  Besar kandungan air tanah tergantung dari harga air hujan (Ds), bila harga Ds negatif, maka kepasitas kelembaban tanah akan berkurang dan bila Ds positif maka kelembaban tanah akan bertambah.

2.6.3 Water Surplus

Water surplus merupakan air hujan yang telah mengalami evapotranspirasi dan mengisi tampungan tanah. *Water surplus* berpengaruh langsung pada komponen debit yaitu infiltrasi atau perkolasi dan *total run off*. *Water surplus* dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$WS = (P - Et) - SS \qquad (2.6)$$

Dimana:

WS (Water surplus): volume air yang akan masuk ke permukaan tanah. Akan terjadi surplus, jika (P – Et) –SS > 0 dan defisit air jika (P – Et)-SS < 0.

P–Et : presipitasi yang telah mengalami evapotranspirasi

SS (*Soil storage*) : perubahan volume air yang ditahan oleh tanah yang besarnya tergantung pada (P-Et), soil storage bulan sebelumnya.

Selanjutnya WS (Water Surplus) ini akan mengalami infiltrasi dan melimpas di permukaan (run off). Besarnya infiltrasi ini tergantung pada koefisien infiltrasi.

2.6.4 Infiltrasi

Air hujan yang telah mengalami *evapotranspirasi* dan disimpan dalam tanah lembab selanjutnya melimpas di permukaan (*surface run off*) dan mengalami perkolasi. Menurut Mock (1973) besarnya infiltrasi adalah water surplus (WS) dikalikan koefisien infiltrasi (if). Besarnya infiltrasi dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\text{Infiltrasi (i)} = WS \times if \qquad (2.7)$$

Dimana:

WS : *water surplus*

if : koefisien infiltrasi

Koefisien infiltrasi sangat dipengaruhi oleh kondisi porositas maupun kemiringan daerah pengaliran. Nilai koefisen infiltrasi berkisar antara 0,20 - 0,50. Besarnya koefisien infiltrasi sangat tergantung dari kondisi alam, yakni: jenis tanah, kemiringan muka tanah dan jenis tutupan lahan atau tata guna lahan.

Nilai koefisien infiltrasi rendah bilamana kondisi alamnya sebagai berikut :

- Jenis tanah pada permukaan (top soil) merupakan tanah berat (heavy soil) atau merupakan jenis batuan padat.
- Kemiringan permukaan tanah terjal
- Kondisi tutupan lahan terbuka / gundul.

Nilai koefisien infiltrasi tinggi bilamana kondisi alamnya sebagai berikut :

- Jenis tanah pada permukaan (top soil) merupakan tanah ringan (light soil) atau merupakan jenis batuan lepas
- Kemiringan permukaan tanah relatif landai/datar
- Kondisi tutupan lahan tertutup vegetasi.

Infiltrasi akan terus berlangsung hingga mencapai zona tampungan air tanah (*ground water storage*, GS). Dalam metode ini, besarnya GS dipengaruhi oleh beberapa komponen berikut:

a. Infiltrasi (i)

Semakin besar infiltrasi maka *ground water storage* juga semakin besar pula dan sebaliknya. Berikut ini merupakan tabel untuk menentukan koefisien infitrasi berdasarkan jenis batuan.

Table 2.1 Nilai koefisien Infiltrasi Berdasarkan Jenis Batuan

No.	Jenis Batuan	Ci
1.	Vulkanik Muda	0,30 – 0,50
2.	Vulkanik tua, mudam dan sedimen	0,15 – 0,25
3.	Batu Pasir	0,15
4.	Sedimen lanau, batu cukup kedap	0,15
5.	Batu Gamping	0,30-0,50

Sumber: Suhardjono, 1989 dalam Fachrurrozi, 2017

Dari hasil penelitian Wibowo (2001) diketahui kondisi bawa tanah Kota Surabaya terdiri dari 4 jenis batuan yaitu lapisan tanah (soil), batu lempung, batu lempung pasiran, dan batu pasir. Berdasarkan jenis batuan di Kota Surabaya memiliki koefisien infiltrasi sebesar 0,15.

b. Konstanta resesi aliran bulanan (K)

Konstanta resesi aliran bulanan (*monthly flow recession constan*, K) adalah proporsi dari air tanah bulan lalu yang masih ada bulan sekarang. Nilai K ini cenderung lebih besar pada bulan basah. Berdasar metode Mock besaran nilai K antara 0-1.

c. Tampungan air permulaan V(n-1). Nilai ini diasumsikan sebagai konstanta awal, dengan anggapan bahwa *water balance* merupakan siklus tertutup yang ditinjau selama rentang waktu menerus tahunan tertentu. Dengan demikian maka nilai asumsi awal penyimpanan awal (initial storage). Nilai ini berkisar antara 3 mm –109 mm.

2.6.5 Total Run Off

Berdasarkan faktor-faktor seperti infiltrasi (i), konstanta resesi aliran bulanan (K) maupun tampungan air permulaan V(n-1), maka metoda Mock merumuskan besaran penyimpanan air tanah (*ground water storage)* sebagai berikut:

$$Vn = \{0,5 \times (1+K) \times i\} + \{K \times V(n-1)\} \quad \text{.....(2.8)}$$

Seperti telah dijelaskan, metoda Mock adalah metoda untuk memprediksi debit yang didasarkan pada neraca air. Oleh sebab itu, batasan-batasan *water balance* ini harus dipenuhi. Salah satunya adalah bahwa perubahan penyimpanan volume air tanah (DVn) selama rentang waktu tahunan tertentu adalah nol, atau (misalnya untuk 1 tahun). Besaran DVn adalah selisih antara volume penyimpanan air tanah (Vn) dengan Tampungan air permulaan V(n-1). Perubahan penyimpanan air tanah ini penting bagi terbentuknya aliran dasar sungai (base flow, disingkat BF). Dalam hal ini BF merupakan selisih antara infiltrasi (i) dengan perubahan DVn, seperti dalam persamaan berikut ini:

$$BF = i - DVn \quad \text{.....(2.9)}$$

Selain *Base Flow*, komponen debit yang lain adalah *direct run off* (limpasan langsung) atau *surface run off* (limpasan permukaan). Limpasan permukaan berasal dari *water surplus* yang telah mengalami infiltrasi. Sehingga *direct run off* dihitung dengan persamaan berikut:

$$DR = WS - i \quad \text{.....} (2.10)$$

Dengan demikian maka nilai total aliran sungai (R) dapat diketahui dengan menjumlahkan nilai dari aliran dasar (BF) dan aliran langsung (DR) yang merupakan beberapa komponen pembentuk debit sungai (stream flow), atau dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$R = BF + DR \quad \text{.....} (2.11)$$

Nilai R ini dinyatakan dalam mm/bulan, maka jika R ini dikalikan dengan luas daerah tangkapan air dalam km^2 dengan suatu angka konversi tertentu didapatkan besaran debit dalam m^3/det.

2.6.6 Water Balance

Water balance adalah hubungan antara aliran ke dalam *(inflow)* dan aliran keluar *(outflow)* di suatu daerah untuk suatu periode tertentu. Bentuk dari persamaan *Water balance* sebagai berikut:

$$P = Ea + \Delta GS + TRO \quad \text{.....} (2.12)$$

Dimana:

P : presipitasi

Ea : evapotranspirasi

ΔGS : perubahan *groundwater storage* (simpanan air tanah)

Water balance merupakan siklus tertutup yang terjadi untuk suatu kurun waktu pengamatan tahunan tertentu, dimana tidak terjadi perubahan *ground water storage* atau ΔGS = 0. Artinya awal penentuan *ground water storage* adalah berdasarkan bulan terakhir dalam tinjauan kurun waktu tahunan tersebut. Sehingga persamaan *water balance* menjadi:

$$P = Ea + TRO \quad \text{.....} (2.13)$$

Beberapa hal yang dijadikan acuan dalam prediksi debit dengan metode F J. Mock sehubungan dengan *water balance* untuk kurun waktu (misalnya 1 tahun) adalah sebagai berikut:

a. Dalam satu tahun, perubahan *ground water storage* (ΔGS) harus sama dengan nol.

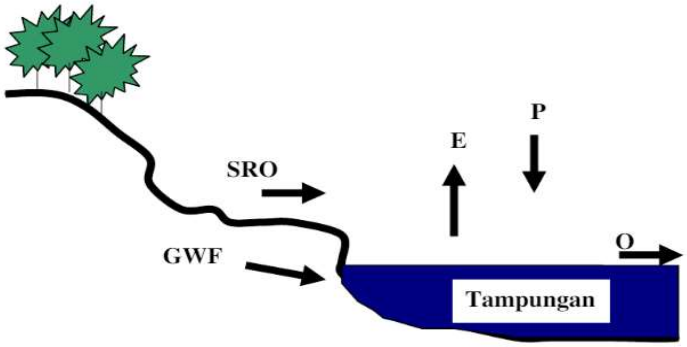
b. Jumlah total evapotranspirasi dan *total run off* selama satu tahun harus sama dengan total presipitasi yang terjadi dalam tahun itu.

Perhitungan debit andalan dilakukan dengan mengurutkan data pencatatan debit yang tersedia, selanjutnya data tersebut diurutkan mulai dari urutan data terkecil ke urutan data terbesar. Setelah data diurutkan ditetapakan persentase debit andalan adalah 80%, maka rumusnya:

$$M = 0{,}2 \times N \qquad (2.14)$$

M : rangking debit andalan yang diharapkan

N : jumlah tahunan data pengamatan debit



Gambar 2.1 Konsep Water Balance Fj. Mock

2. 7 Kualitas Air

Menurut Helmreich dan Horn (2009), di daerah pinggiran kota atau di pedesaan, umumnya air hujan yang ditampung sangat bersih, tetapi di daerah perkotaan dimana banyak terdapat area industri dan padatnya arus transportasi, kualitas air hujan sangat terpengaruh sehingga mengandung logam berat dan bahan organik dari emisi gas buang. Selain industri dan transportasi, permukaan bahan penangkap air hujan juga mempengaruhi kualitas airnya.

Air sebagai komponen lingkungan hidup akan mempengaruhi dan dipengaruhi oleh komponen lainnya. Air yang kualitasnya buruk akan mengakibatkan kondisi

lingkungan hidup menjadi buruk sehingga akan mempengaruhi kondisi kesehatan dan keselamatan manusia serta kehidupan makhluk hidup lainnya. Untuk itu air perlu dikelola agar tersedia dalam jumlah yang aman, baik kuantitas maupun kualitasnya,dan bermanfaat bagi kehidupan. Status mutu air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan.

Pemanfaatan air untuk berbagai jenis kebutuhan harus berdasarkan klasifikasi dan kriteria mutu air Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memper-syaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau 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 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.

2. 8 Kontinuitas Air

Kontinuitas berhubungan dengan kelangsungan jaminan ketersediaan air baku yang siap untuk dimanfaatkan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam per hari, atau setiap saat diperlukan. Akan tetapi kondisi ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia, sehingga untuk menentukan tingkat kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan

aktifitas konsumen terhadap prioritas pemakaian air. Prioritas pemakaian air yaitu minimal selama 12 jam per hari, yaitu pada jam-jam aktifitas kehidupan, yaitu pada pukul 06.00 – 18.00 (Agustina, 2007).

Kontinuitas aliran sangat penting ditinjau dari dua aspek. Pertama adalah kebutuhan konsumen. Sebagian besar konsumen memerlukan air untuk kehidupan dan pekerjaannya, dalam jumlah yang tidak ditentukan. Karena itu, diperlukan pada waktu yang tidak ditentukan. Karena itu, diperlukan *reservoir* pelayanan dan fasilitas energi yang siap setiap saat. Sistem jaringan pemipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu (Agustina, 2007).

Sementara itu, Walikota Surabaya mengatakan pengembangan boezem tidak hanya pembangunan infrastruktur serta revitalisasi namun juga mengubah budaya masyarakat sekitar untuk tidak membuang sampah sembarangan ke dalam boezem. Kesadaran masyarakat terhadap lingkungan juga menjadi salah satu faktor yang mendapat perhatian dalam pengembangan boezem untuk meningkatkan kuantitas dan kontinuitas air (Pusat Komunikasi Publik Kemen PU, 2010).

2. 9 Peran Serta Masyarakat

Suatu proses yang melibatkan masyarakat umumnya dikenal sebagai peran serta masyarakat, yaitu proses komunikasi dua arah yang berlangsung terus-menerus untuk meningkatkan pengertian masyarakat secara penuh atas suatu proses kegiatan, dimana masalah-masalah dan kebutuhan lingkungan sedang dianalisa (Amiany, 2016).

Peran serta masyarakat didasari pada pemberdayaan (empowerment) masyarakat yakni kemampuan masyarakat dimana ia berada dan apa yang telah dimiliki serta kebutuhan apa yang ingin dipenuhi. Baiquni (1999) menjelaskan bahwa peran serta masyarakat dapat diberdayakan dengan dimulai dari kegiatan sederhana, nyata, memecahkan permasalahan dan dapat dirasakan oleh masyarakat. Pendekatan peran serta masyarakat sebaiknya berangkat dari sumber daya lingkungan dan manusia itu sendiri dalam rnelahirkan pola pikir masyarakat untuk berperilaku. Perilaku masyarakat dipengaruhi oleh faktor pendidikan, pendapatan, kesehatan, kepemilikan,

kepemimpinan, sistem religi, norma adat, opini, sanksi hukum dan lain-lain (Syahrani *et al*., 2004).

Keberhasilan pembangunan di Indonesia belum sepadan dengan investasi yang ada karena kurang memperhatikan kondisi sosial masyarakat sehingga kurang meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengadaan suatu program. Partisipasi masyarakat sangat dibutuhkan dalam suatu pembangunan, karena itu merupakan hak asasi setiap individu dalam melaksanakan pembangunan sehingga dapat meningkatkan taraf hidupnya. Prinsip-prinsip dasar pelibatan masyarakat adalah (Pratiwi, 2015):

1. Menempatkan masyarakat sebagai pelaku dalam menentukan proses pemanfaatan ruang
2. Pemerintah hanya sebagai fasilitator
3. Menghormati hak masyarakat serta menghormati kearifan lokal dan keberagaman sosial budaya.
4. Menjunjung tinggi keterbukaan
5. Memperhatikan perkembangan teknologi dan bersikap professional

Dalam konsep pendekatan kota ramah air dengan skema pengembangan infrastruktur air, selain sebagai suplai air dari badan air, dan drainase, adanya fasilitas penyediaan tambahan yang meliputi *recycle* dan 3 R (reuse, reduse, dan recharge) yang terintegrasi dengan mitigasi sejenis merupakan hal yang penting. Penyediaan air yang tidak hanya air minum dan pembuangan air (drainase) tetapi menyertakan pengolahan limbah. Agar infrastruktur yang dibangun dalam rangka penyediaan air bersih dapat memenuhi kebutuhan jangka panjang, maka dibutuhkan peran aktif dari stakeholder yang terdiri atas masyarakat, aparat pemerintah baik di tingkat kelurahan, kecamatan maupun kota. Maksud dari pelibatan masyarakat, agar supaya masyarakat merasa memiliki infrastruktur air, dengan begitu kepedulian terhadap air dapat ditingkatkan (Santoso, 2018).

2. 10 Pengelolaan Boezem

Boezem sebagai tampungan air tentunya mempunyai peranan penting dalam kerentanan Kota Surabaya terhadap bencana banjir. Selain sebagai pengendalian banjir,

boezem termasuk kawasan konservasi air dan Ruang Terbuka Hijau (RTH). Dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya tahun 2014-2034 pengelolaan dan pengembangan boezem dilakukan dengan meningkatkan area tampungan/resapan air melalui pembangunan boezem dan sumur resapan, pengelolaan dilakukan dengan pelaksanaan kegiatan normalisasi, perawatan boezem dan pengembangan area retensi serta detensi boezem.

Konsep pengelolaan boezem harus holistik menyangkut aspek pengelolaan (kelembagaan, organisasi, aturan main), fungsi pengelolaan (plan, do, check, act), dan unsur pengelolaan (modal, keterampilan, peralatan, sumber daya manusia, dan metoda). Konsep berbasis kebersamaan antar pemilik kepentingan pengelolaan boezem akan berjalan lancar dan sukses apabila terjalin sinergi dan kebersamaan antar pemilik kepentingan (stakeholder) dalam wilayah embung tersebut. Secara umum yang dimaksud pemilik kepentingan (stakeholder) ini terdiri dari pemerintah daerah, dunia usaha/ swasta, dan masyarakat, sehingga dalam organisasi pengelolaan boezem perlu beranggotakan dari ketiga pemilik kepentingan (stakeholder) tersebut (Zulfan dan Maria, 2013).

Boezem diharapkan dapat menjadi infrastruktur yang multifungsi, selain merupakan solusi untuk mengatasi banjir di Kota Surabaya juga dapat menjadi prasarana sumber air alternatif. Oleh karena itu, boezem harus dibangun dengan konsep dan desain yang matang sehingga dapat menjadi infrastruktur yang berkelanjutan. Salah satu kriteria untuk sebuah boezem antara lain (Buku Saku O&p Embung Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak, 2018):

a. Operasi dan pemeliharaan yang teratur

Secara umum kegiatan pemeliharaan terdiri dari 2 (dua) jenis, yaitu pemeliharaan pencegahan (Preventif) dan pemeliharaan perbaikan (Korektif).

1. Pemeliharaan Pencegahan (Preventif) merupakan kegiatan pemeliharaan untuk tujuan mencegah terjadinya kerusakan dan kemunduran fungsi bangunan, baik yang dilakukan secara rutin atau dengan selang waktu tertentu.

2. Pemeliharaan Perbaikan (Korektif) merupakan pekerjaan pemeliharaan yang bertujuan mengembalikan kondisi dan fungsi bangunan seperti kondisi dan fungsi bangunan pada saat dibangun.

b. Infrastruktur yang handal yang terdiri dari tanggul, saluran, kolam retensi, dan stasiun pompa yang harus mampu mengendalikan muka air.

c. Dalam pengelolaannya, dibutuhkan suatu lembaga operasional yang bekerja secara profesional dalam mengelola infastruktur ini untuk mencapai keberlanjutan sistem pengelolaan air.

2. 11 Analisa SWOT

Analisis SWOT merupakan suatu metoda untuk menggali aspek-aspek kondisi yang terdapat di suatu wilayah yang direncanakan maupun untuk menguraikan berbagai potensi dan tantangan yang akan dihadapi dalam pengembangan suatu wilayah. Proses pengambilan keputusan strategis selalu berkaitan dengan pengembangan, misi, tujuan, strategi, dan kebijakan (Pradikta, 2013).

Analisis SWOT bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai faktor secara sistematis untuk merumuskan suatu strategi pembangunan daerah. Sebagai sebuah konsep dalam manajemen strategi, teknik ini menekankan mengenai perlunya penilaian lingkungan eksternal dan internal. Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (Strengths) dan peluang (Opportunities), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (Weaknesses) dan ancaman (Threats).

Analisis SWOT membandingkan antara faktor eksternal peluang dan ancaman dengan faktor internal kekuatan dan kelemahan sehingga dari analisis tersebut dapat diambil suatu keputusan strategi suatu perusahaan. SWOT merupakan singkatan dari . (Prawaka, 2016):

1. Strenght (S), yaitu analisis kekuatan, situasi ataupun kondisi yang merupakan kekuatan dari suatu organisasi atau perusahaan pada saat ini. Hal yang perlu dilakukan dalam analisis ini adalah setiap perusahaan atau organisasi perlu menilai kekuatan-kekuatan dan kelemahan dibandingkan dengan para pesaingnya.

2. Weaknesses (W), yaitu analisis kelemahan, situasi maupun kondisi yang merupakan kelemahan dari suatu organisasi atau perusahaan pada saat ini.
3. Opportunity (O), yaitu analisis peluang, situasi atau kondisi yang merupakan peluang di luar suatu organisasi atau perusahaan dan memberikan peluang berkembang bagi organisasi di masa depan.
4. Threats (T), yaitu analisis ancaman, cara menganalisis tantangan atau ancaman yang harus dihadapi oleh suatu perusahaan ataupun organisasi untuk menghadapi berbagai macam faktor lingkungan yang tidak menguntungkan pada suatu perusahaan atau organisasi yang menyebabkan kemunduran.

Analisis SWOT merupakan instrumen yang bermanfaat dalam melakukan analisis strategi, instrumen ini menolong para perencana apa yang bisa dicapai dan hal-hal apa saja yang perlu diperhatikan oleh mereka. Menurut Kotler (2009), Proses yang harus dilakukan dalam pembuatan analisis SWOT agar keputusan yang diperoleh lebih tepat perlu melalui berbagai tahapan sebagai berikut:

1. Tahapan pengambilan data, yaitu evaluasi faktor eksternal dan internal.
2. Setelah faktor-faktor internal dan eksternal telah teridentifikasi, kemudian dilakukan penilaian dari responden terhadap faktor-faktor yang telah dirumuskan.
3. Tahapan analisis, yaitu pembuatan matriks internal eksternal dan matrik SWOT. Setelah faktor-faktor internal dikelompokkan menjadi kekuatan dan kelemahan, dan faktor-faktor eksternal dikelompokkan menjadi peluang dan ancaman, langkah selanjutnya adalah melakukan pembobotan IFAS – EFAS elemen-elemen SWOT
4. Tahap pengambilan keputusan, untuk mendapatkan prioritas dan keterkaitan antar strategi, maka dari hasil pembobotan IFAS-EFAS kuisioner SWOT untuk masing-masing indikator tersebut, dilakukan interaksi kombinasi dari strategi yang meliputi kombinasi internal-eksternal.

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

BAB III
GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

3.1 Gambaran Umum Wilayah Studi

Kota Surabaya merupakaan salah satu kota besar di Indonesia. Sebagai salah satu kota besar, Surabaya memiliki luas wilayah 326,36 km^2 yang terletak di antara 112°36-112°54 Bujur Timur dan 7°21 Lintang Selatan. Wilayah Kota Surabaya berbatasan langsung dengan Selat Madura di sebelah Utara dan sebelah Timur, sedangkan di sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo dan di sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Gresik.

Wilayah Kota Surabaya terdapat 31 kecamatan dibagi menjadi lima wilayah, yaitu Surabaya Pusat, Surabaya Timur, Surabaya Barat, Surabaya Utara, dan Surabaya Selatan. Tiap wilayah terdiri dari beberapa kecamatan. Adapun daftar kecamatan dari tiap wilayah adalah sebagai berikut.

1 Surabaya Pusat

Wilayah ini terdiri dari kecamatan Tegalsari, Simokerto, Genteng, dan Bubutan.

2. Surabaya Timur

Wilayah ini terdiri dari kecamatan Gubeng, Gunung Anyar, Sukolilo, Tambaksari, Mulyorejo, Rungkut, dan Tenggilis Mejoyo.

3. Surabaya Barat

Wilayah ini terdiri dari kecamatan Benowo, Pakal, Asem Rowo, Sukomanunggal, Tandes, Sambikerep, dan Lakarsantri

4. Surabaya Utara

Wilayah ini terdiri dari kecamatan Bulak, Kenjeran, Semampir, Pabean Cantikan, dan Krembangan.

5. Surabaya Selatan

Wilayah ini terdiri dari kecamatan Wonokromo, Wonocolo, Wiyung, Karang Pilang, Jambangan, Gayungan, Dukuh Pakis, dan Sawahan.

Secara umum kondisi topografi Kota Surabaya memiliki ketinggian tanah antara 0–20 meter di atas permukaan laut, Kawasan dengan ketinggian antara 0–10 meter di atas permukaan laut merupakan kawasan dominan di Kota Surabaya dengan persentase mencapai 80,72% dari luas wilayah keseluruhan. Penggunaan lahan eksisting Kota Surabaya saat ini terdiri dari 70,93% lahan terbangun sedangkan 29,07% sisanya merupakan lahan tak terbangun berupa, sawah, ladang, tambak, lahan kosong dan lainnya. Kecenderungan yang terjadi menunjukkan bahwa pembangunan Kota Surabaya akan terus meningkat akibat adanya pertambahan penduduk dan perkembangan perkotaan.

3.2 Gambaran Kondisi Boezem

Di Kota Surabaya pembangunan boezem terus dilakukan, Kepala Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga mengatakan pada tahun 2019 ini, terdapat tujuh boezem yang akan dibangun yang merupakan bangunan untuk menampung kelebihan air hujan dan sebagai pengganti daerah resapan air (Surabaya Dalam Angka, 2019).

Dari hasil studi literatur enam puluh lima boezem dan mini boezem yang tersebar di wilayah Kota Surabaya, boezem tersebut memiliki 11 pihak sebagai pemegang status kepemilikan antara lain Pemkot Surabaya, BTKD, Fasilitas Umum Perumahan, Lahan kampus di Unesa, aset Marinir Karangpilang, aset BWPS Brantas, kepemilikan Perum Nirwana, Pengembang jalur hijau, RTH Tol, dan aset Marinir. 36 boezem diantaranya merupakan dengan status kepemilikan oleh Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya.

Dalam penelitian ini, boezem yang akan diteliti merupakan boezem yang dimiliki oleh pemerintah Kota Surabaya dengan kondisi wilayah tertentu. Kriteria untuk menentukan boezem ialah berdasarkan letak wilayah boezem yang tidak berbatasan dengan laut dan volume kapasitas tampung boezem di atas 50.000 m^3. Menurut Lasminto (2016) semakin kecil volume tampungan air boezem maka potensi pemanfaatan airnya terutama dimusim kemarau juga lebih kecil. Tabel berikut ini merupakan tabel boezem berdasarkan letak wilayah di Kota Surabaya.

Tabel 3. 1 Letak Boezem Berdasarkan Wilayah

Wilayah Surabaya Utara			
No.	**Nama Boezem**	**Volume (m^3)**	**Kecamatan**
1.	Boezem Morokrembangan Utara	20.029.500	Krembangan
2.	Boezem Morokrembangan Selatan	1.156.500	Krembangan
3.	Boezem Kalilom Lor	8.000	Kenjeran
4.	Mini Boezem Krembangan Jaya Selatan	4.900	Krembangan
5.	Mini Boezem Bulak Banteng Lor	3.600	Kenjeran
Wilayah Surabaya Barat			
No.	**Nama Boezem**	**Volume (m^3)**	**Kecamatan**
1.	**Boezem Slamet**	**200.000**	**Lakasantri**
2.	Boezem Jl. Made	22.500	Sambikerep
3.	Boezem Jl. Dukuh Kapasan	21.000	Sambikerep
4.	Boezem Puskesmas Jeruk	17.040	Lakasantri
5.	Boezem Sambikerep	15.000	Sambikerep
6.	Boezem Sumur Welut Gang 2	14.025	Lakasantri
7.	Boezem Sememi	14.000	Benowo
8.	Boezem Bangkingan	5.100	Lakasantri
9.	Boezem Sumur Welut GB 1	4.640	Lakasantri
10.	Boezem Sumur Welut GB 2	3.360	Lakasantri
11.	Boezem Lakasantri 2	2.808	Lakasantri
12.	Boezem Sumberan	2.160	Sambikerep
13.	Boezem Sumur Welut Balai RW1	1.875	Lakasantri
14.	Boezem Lakasantri 1	1.720	Lakasantri
15.	Boezem Lidah Kulon	1.375	Lakasantri
16.	Mini Boezem Sememi	1.000	Benowo
17.	Mini Boezem Darmo Harapan	1.000	Tandes
Wilayah Surabaya Selatan			
No.	**Nama Boezem**	**Volume (m^3)**	**Kecamatan**
1.	**Boezem Kedurus**	**717.500**	**Karang Pilang**
2.	Boezem Jambangan	44.400	Jambangan

Tabel. 3. 1 Letak Boezem Berdasarkan Wilayah (Lanjutan)

No.	Nama Boezem	Volume (m^3)	Kecamatan
3.	Boezem Sentra PKL	33.900	Jambangan
4.	Boezem Kebraon	22.568	Karang Pilang
5.	Boezem Marinir Gunung Sari	12.800	Dukuh Pakis
6.	Boezem Pondok Maritim	10.168	Wiyung
7.	Boezem Hutan Balas Klumprik	8.775	Wiyung
8.	Boezem Pondok Menggala	7.216	Wiyung
9.	Boezem Unesa	5.040	Gayungan
10.	Boezem Babatan Pilang	3.750	Karang Pilang
Wilayah Surabaya Timur			
No.	**Nama Boezem**	**Volume (m^3)**	**Kecamatan**
1.	Boezem Wonorejo	367.500	Rungkut
2.	Boezem Kalidami	108.000	Mulyorejo
3.	**Boezem Bratang**	**59.700**	**Gubeng**
4.	Mini Boezem Tenggilis	5.400	Tenggilis Mejoyo

Sumber : Dinas Bina Marga Dan Pematusan Kota Surabaya 2019

Dalam rencana Kota Surabaya pada Surabaya Drainage Master Plan Tahun 2018 – 2038, kedepannya pemerintah kota berencana memaksimalkan kapasitas tampungan sementara yang ada seperti boezem dengan melakukan peningkatan tampungan seperti pembersihan, pengerukan sedimen serta mendorong usaha pemanenan air hujan dengan cara menampung sebagaian air hujan untuk dimanfaatkan sebagai suplai air sekunder. Oleh karena itu, kondisi boezem merupakan hal yang harus diperhatikan. Berikut ini merupakan kondisi boezem yang merupakan wilayah penelitian.

3.2.1 Boezem Kedurus

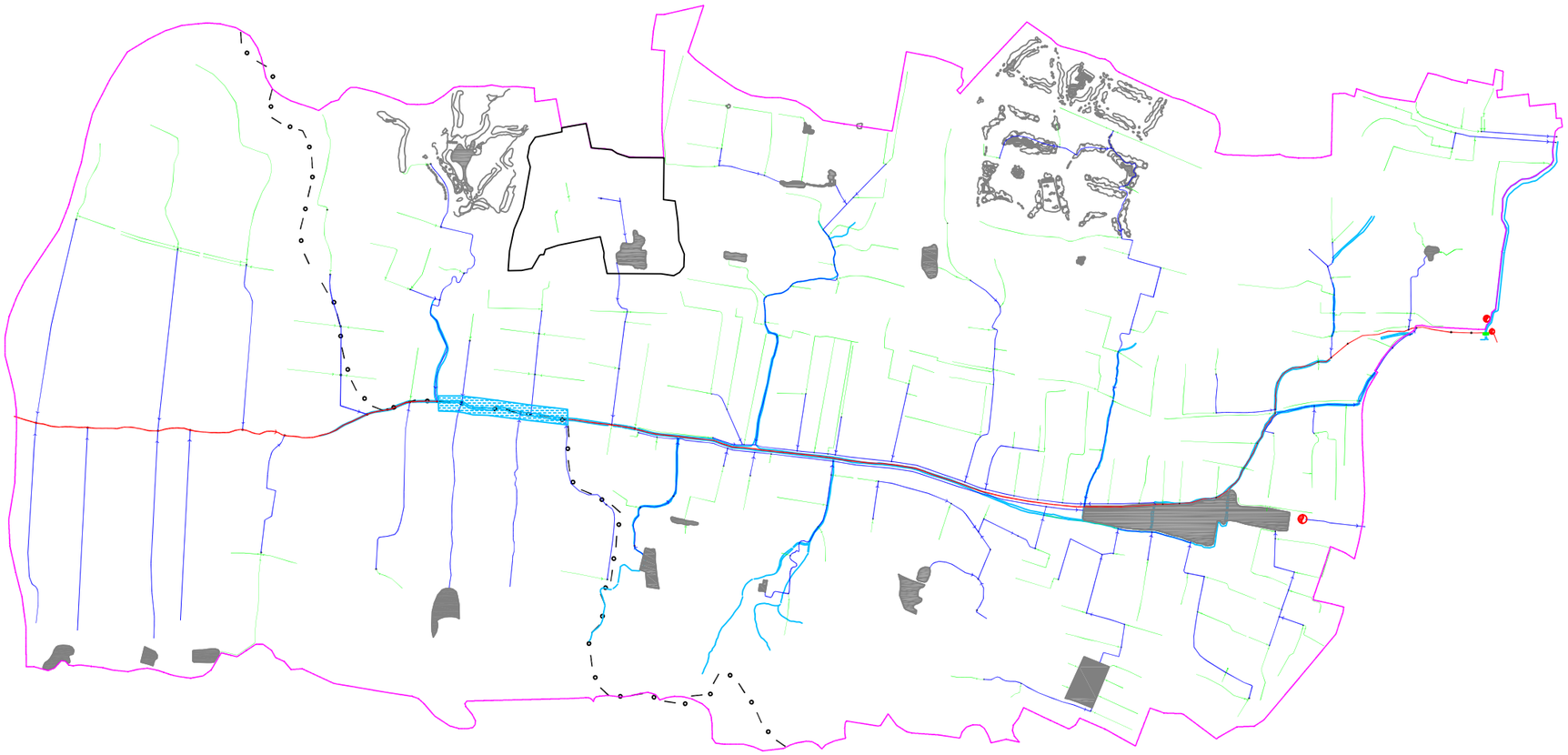
Pada wilayah Surabaya Selatan terdapat sepuluh boezem yang tersebar di beberapa kelurahan. Boezem Kedurus terletak di Jalan Kedurus Dukuh I, Kelurahan Kedurus, Kecamatan Karangpilang, Surabaya Selatan. Boezem ini berada di sekitar pemukiman penduduk dan terletak tidak jauh dari aliran Sungai Brantas. Boezem ini berada pada 7°19’18.83”LS dan 112°41’58.25”BT. Saat ini boezem berada di bawah

pengelolaan Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya. Boezem Kedurus diresmikan pada tahun 1997. Boezem Kedurus dibangun untuk mengendalikan genangan air dan mencegah banjir di wilayah sistem drainase Kali Kedurus. Air hujan dari seluruh daerah pelayanan yang sebelumnya telah ditampung pada boezem dipompa menuju Sungai Brantas.

Boezem Kedurus mempunyai mempunyai rumah pompa dengan 4 buah pompa submersible, kapasitas masing – masing 2,5 m^3/s dan 2 buah pompa sludge dengan kapasitas masing – masing 0,25 m^3/s. Keenam pompa ini merupakan bantuan dari BBWS pada tahun 2012. Tersedia 2 buah genset dengan masing – masing kapasitas 450 VA dan 650 VA untuk pengoperasian pompa yang berkekuatan masing – masing 132 VA. Pada rumah pompa Boezem Kedurus juga tersedia *Handy - Talkie* (HT) sebagai alat komunikasi pemantahuan posisi titik hujan. Prosedur pengoperasian pompa dilakukan apabila ketinggian air di boezem telah mencapai 3,5 meter. Apabila curah hujan rendah hingga sedang atau ketinggian air di boezem tidak terlalu tinggi, pompa yang dioperasikan sebanyak 2 buah pompa submersible dan 1 buah pompa sludge. Apabila curah hujan tinggi, pompa yang dioperasikan sebanyak 4 buah pompa submersible dan 2 buah pompa sludge. Air hujan yang telah di tampung dialirkan ke Sungai Brantas dengan bantuan pompa karena letak boezem penampung yang lebih rendah daripada Sungai Brantas. Karena letak rumah pompa yang dikelilingi oleh pemukiman penduduk mengakibatkan banyaknya timbunan sampah yang memenuhi boezem, pada rumah pompa Boezem Kedurus disediakan 2 buah *bar screen* untuk menyaring sampah berukuran besar yang dapat mengganggu kerja pompa. Berikut ini disajikan gambar-gambar mengenai letak lokasi Boezem Kedurus dan rumah pompa Boezem Kedurus.

Gambar 3. 1 Letak Lokasi Boezem Kedurus

Boezem ini adalah boezem terbesar di Surabaya Selatan dengan volume 717.500 m^3 dan luas 143.500 m^2 serta kedalaman 5 m. Dengan luas ini, boezem menampung air dari beberapa kecamatan dengan luas tangkapan aliran 64,50 km^2. Arah aliran air yang mengarah ke boezem ini dapat dilihat pada peta arah aliran boezem pada Gambar 3.2. Boezem Kedurus direncanakan untuk menampung air hujan serta pengendalian banjir daerah sekitar. Boezem ini terletak diantara permukiman warga dan persawahan. Luas area persawahan di area sekitar boezem ialah 13,44 ha. Untuk gambar boezem dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.



U

0 400 800 1200 1600 2000 m

INTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK LINGKUNGAN SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

KETERANGAN :

Legenda

- Pintu Air
- Rumah Pompa
- Sal. Primer (SP)
- Sal. Sekunder (SS)
- Sal. Tersier (ST)
- Boezem / waduk / kolam
- Batas RAYON
- Batas Chatment Area Boezem

SUMBER DATA :

SURABAYA DRAINAGE MASTER PLAN
TAHUN 2018 - 2038

LOKASI :

RAYON WIYUNG
SURABAYA SELATAN

NAMA MAHASISWA :

ANISA RAMADHANI SAHLAN
321185001002

DOSEN PEMBIMBING :

ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl.SE, M.Sc. Ph.D

JUDUL GAMBAR :

WILAYAH TANGKAPAN ALIRAN
BOEZEM KEDURUS

JML. LEMBAR	HALAMAN
03	35

Gambar 3. 3 Boezem Kedurus

Gambar 3. 4 Rumah Pompa Boezem Kedurus

Air yang berada di dalam boezem saat ini berasal dari air hujan, air limpasan permukaan, dan saluran-saluran pembuang air limbah domestik dari permukiman. Kondisi rumah pompa saat ini tidak terpelihara, dari hasil wawancara diketahui bahwa *mechanical screening* dan pintu air yang dimiliki oleh rumah pompa sudah tidak dapat digunakan lagi. Ketika sampah dan tanaman enceng gondok memenuhi boezem maka dilakukan *screening* manual atau dengan menggunakan bantuan *excavator* dan sistem pompa yang jarang digunakan dan tidak dilakukan perawatan secara berkala. Kurang terpeliharanya boezem kedurus diakibatkan oleh dana operasional yang tidak memadai.

Pada saat volume air berkurang pada musim kemarau dilakukan pengerukan lumpur sedimen untuk memaksimalkan penampungan air pada saat musim hujan.

Pengerukan ini dilakukan setiap sekali dalam setahun. Saat ini, boezem berfungsi sebagai sarana olah raga dan budidaya ikan.

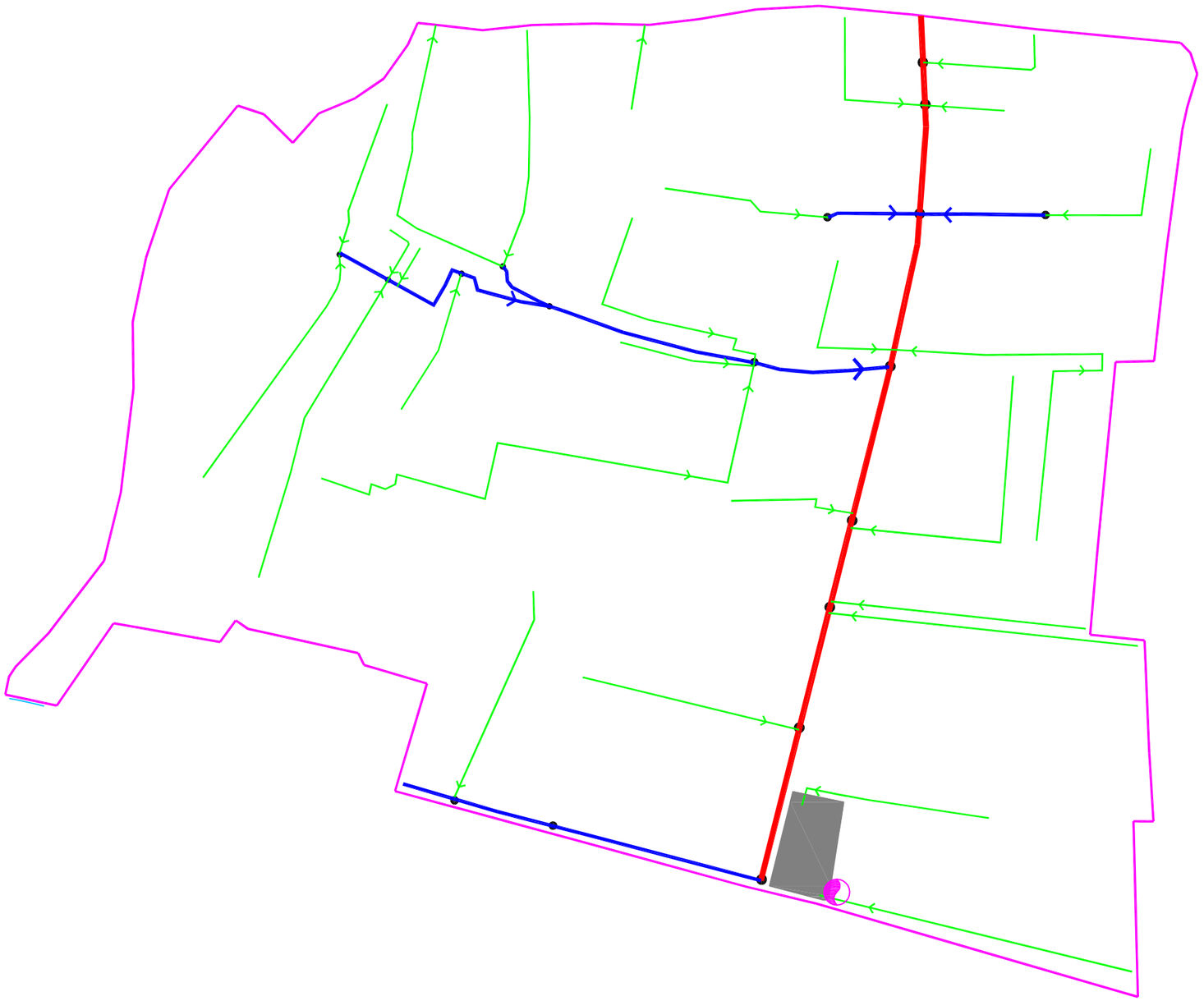
3.2.2 Boezem Bratang

Di kawasan Surabaya Timur dengan daerah topografi tergolong yang rendah. Boezem Bratang merupakan boezem terbesar ketiga setelah Boezem Kalidami, yang terletak di muara Sungai Kalidami dan Boezem Wonorejo yang berada di kawasan Surabaya bagian timur. Boezem Wonorejo letaknya berbatasan langsung dengan Pantai Timur Surabaya sehingga tidak dapat dijadikan sebagai lokasi penelitan. Boezem Bratang terletak pada 7°18'11.33"LS dan 112°45'17.53"BT dikelola oleh Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya. Letak lokasi Boezem Bratang dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar 3. 5 Letak Lokasi Boezem Bratang

Boezem memiliki luas 19.000 m^2 dengan volume 59.700 m^3 dan kedalaman 4 m terletak di Kelurahan Baratajaya Kecamatan Gubeng. Boezem berada di area pemukiman penduduk. Boezem ini sangat membantu dalam mengendalikan banjir yang terjadi setiap tahunnya. Pada Rumah pompa Boezem Bratang tersedia *Handy - Talkie* (HT) sebagai alat komunikasi pemantahuan posisi titik hujan. Prosedur pengoperasian pompa dilakukan apabila ketinggian air di boezem telah mencapai 2 meter. Apabila curah hujan rendah hingga sedang atau ketinggian air di boezem tidak terlalu tinggi, pompa yang dioperasikan sebanyak 2 buah pompa submersible dan 1 buah pompa sludge. Apabila curah hujan tinggi, pompa yang dioperasikan sebanyak 4 buah pompa submersible dan 2 buah pompa *sludge*. Air hujan yang telah di tampung dialirkan ke kali Sumo. Karena letak rumah pompa yang dikelilingi oleh pemukiman penduduk mengakibatkan banyaknya timbunan sampah yang memenuhi boezem, pada rumah pompa Boezem Bratang disediakan 2 buah bar screen manual untuk menyaring sampah berukuran besar yang dapat mengganggu kerja pompa. Luas tangakapan aliran boezem ini 3,50 km^2. Arah aliran air yang mengalir ke boezem di wilayah ini dapat dilihat pada Gambar 3.7. Gambar boezem dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.8.

Gambar 3. 6 Boezem Bratang



U

0 100 200 300 400 500 m

INTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK LINGKUNGAN SIPIL DAN PERENCANAA
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

KETERANGAN :

Legenda

- Pintu Air
- Rumah Pompa
- Sal. Primer (SP)
- Sal. Sekunder (SS)
- Sal. Tersier (ST)
- Boezem / waduk / kolam
- Batas RAYON
- Batas Catchment Area Boezem

SUMBER DATA :

SURABAYA DRAINAGE MASTER PLAN
TAHUN 2018 - 2038

LOKASI :

RAYON JAMBANGAN
SURABAYA TIMUR

NAMA MAHASISWA :

ANISA RAMADHANI SAHLAN
321185001002

DOSEN PEMBIMBING :

ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl.SE, M.Sc. Ph.D

JUDUL GAMBAR :

WILAYAH TANGKAPAN ALIRAN
BOEZEM BRATANG

JML. LEMBAR	HALAMAN
03	39

Gambar 3. 8 Kondisi Area Sekitar Boezem Bratang

Aliran air yang tertampung di Boezem Bratang berasal dari saluran pembuangan air limbah masyarakat dan berasal dari kali Sumo yang mengarah ke kali Jagir. Kondisi boezem terlihat tidak terawat, air boezem terlihat hitam dan berbau. Pemeliharaan yang dilakukan hanya pengerukan sedimen lumpur dilakukan satu kali dalam setahun sebelum memasuki musim hujan.

Area sekitar boezem dijadikan tempat penampungan sampah sementara yang dapat dilihat pada Gambar 3.8. Hal ini membuat area boezem terlihat kumuh. Tidak adanya pagar pembatas antara boezem dan area pemukiman warga membuat pencemaran meningkat serta kecelakaan yang sering terjadi di boezem ini. Selain sebagai penampungan air hujan dan air limbah domestik, air boezem hanya dimanfaatkan warga untuk menyiram tanaman dan pemadam kebakaran ketika terjadi kebakaran di daerah sekitar.

3.2.3 Boezem Slamet

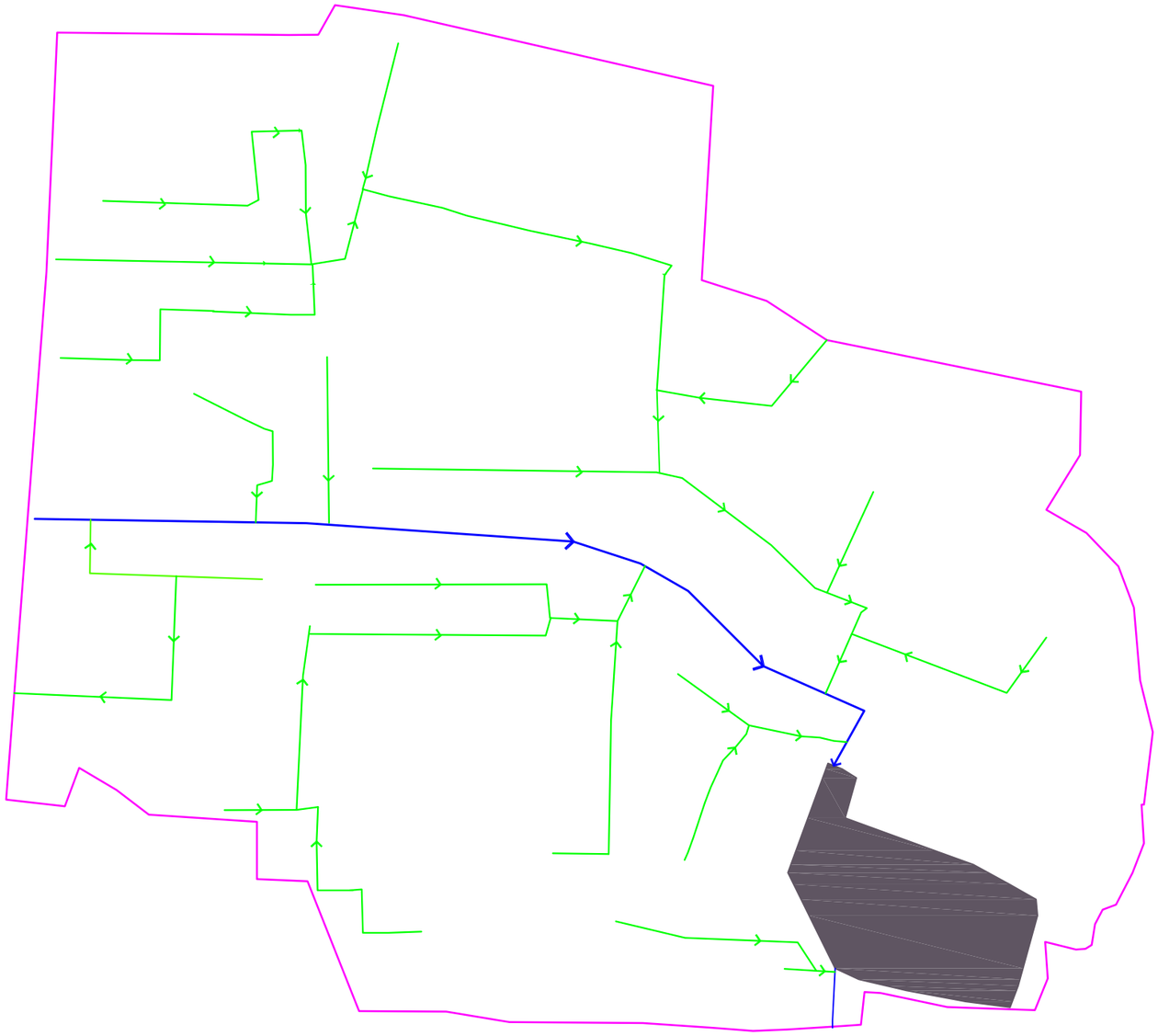
Boezem ini berada di wilayah Surabaya Barat, terletak pada 7°18’00.48”LS dan 112°39’33”BT di Kecamatan Lakasantri Kelurahan Lidah Kulon. Awalnya boezem ini dikelola oleh warga yang memanfaatkan boezem seluas 50.000 m^2 dengan volume 200.000 m^3 sebagai kolam ikan dan area sawah dan saat ini pengelolaannya dikelola oleh pemerintah Kota Surabaya. Boezem ini hanya merupakan lahan tampungan air dengan sistem gravitasi tanpa adanya sistem pemompaan. Boezem sebagai tampungan air ini memiliki luas tangkapan aliran 2,58 km^2. Arah aliran air yang tertampung di

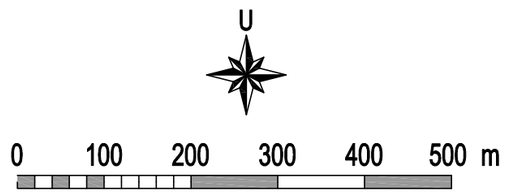
boezem ini dapat dilihat pada Gambar 3.11. Letak lokasi dan kondisi boezem dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar 3. 9 Letak Lokasi Boezem Slamet

Boezem Slamet berada di area Kota Surabaya yang masih dalam tahap pengembangan, di area boezem masih terdapat area persawahan seluas 1,41 ha. Boezem yang merupakan tampungan air ini tidak dikelola dengan baik, dilihat dari kondisi yang tidak terawat dan dibiarkan begitu saja. Banjir yang setiap tahun melanda masyarakat daerah sekitar tentunya tidak dapat dihindari.

Gambar 3. 10 Boezem Slamet





INTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK LINGKUNGAN SIPIL DAN PERENCANAA
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

KETERANGAN :

Legenda

- Sal. Sekunder (SS)
- Sal. Tersier (ST)
- Boezem / waduk / kolam
- Batas Catchment Area Boezem

SUMBER DATA :

SURABAYA DRAINAGE MASTER PLAN
TAHUN 2018 - 2038

LOKASI :

RAYON WIYUNG
SURABAYA BARAT

NAMA MAHASISWA :

ANISA RAMADHANI SAHLAN
321185001002

DOSEN PEMBIMBING :

ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl.SE, M.Sc. Ph.D

JUDUL GAMBAR :

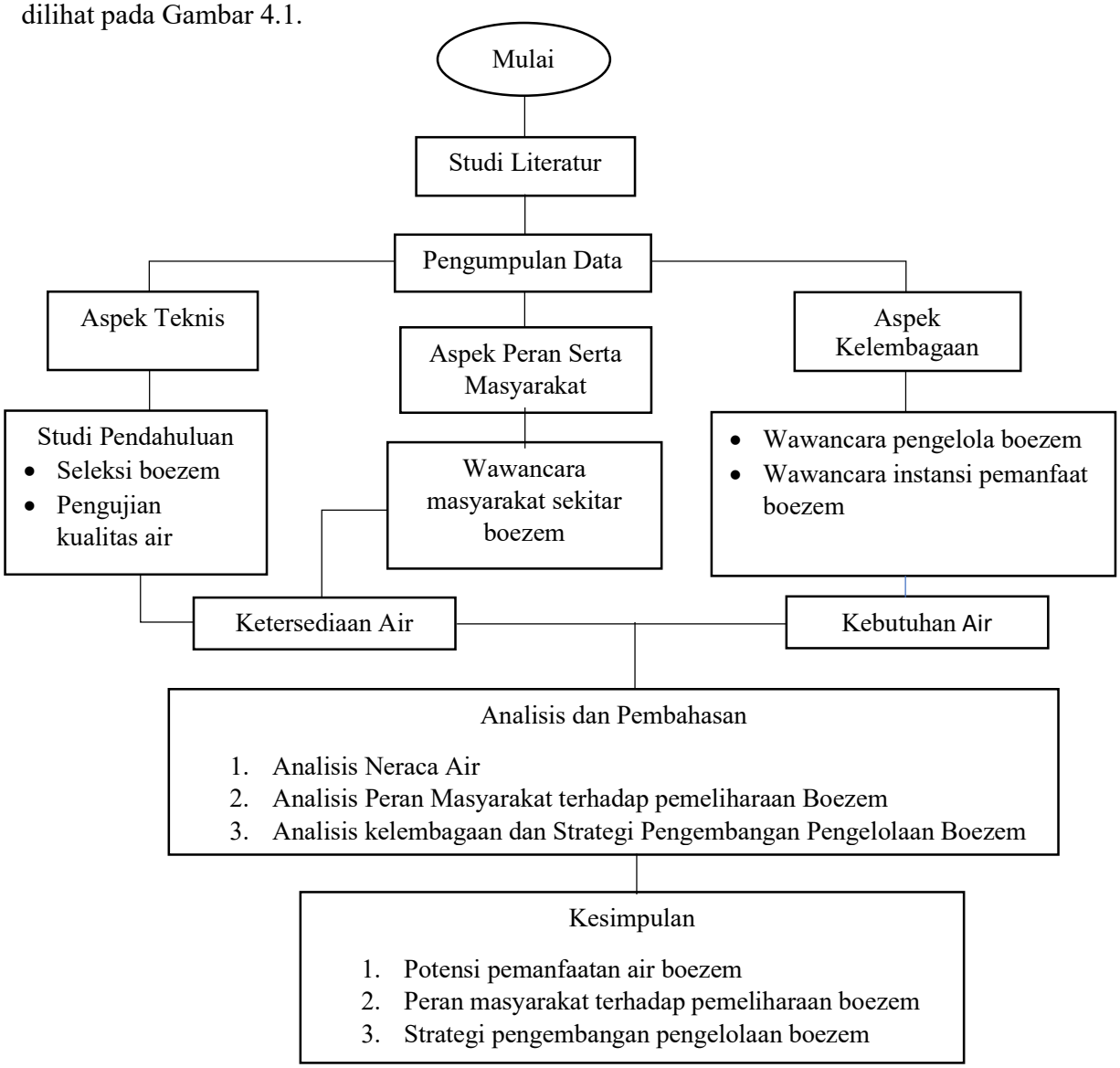
WILAYAH TANGKAPAN ALIRAN
BOEZEM SLAMET

JML. LEMBAR	HALAMAN
03	42

BAB IV
METODA PENELITIAN

4.1 Alur Penelitian

Alur penelitian digunakan untuk menggambarkan langkah kerja yang sistematis dan terencana sehingga kesalahan dapat diminimalisasi. Adapun alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Diagram Alir Penelitian

4.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan dasar teori yang kuat dan berkaitan dengan penelitian. Sumber literatur meliputi *text book*, jurnal atau artikel ilmiah, laporan penelitian, dan tugas akhir terdahulu yang berhubungan dengan dengan penelitian ini.

4.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder :

4.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dari pengamatan atau peninjauan langsung dilapangan. Pada penelitian ini setiap aspek dilakukan pengambilan data primer yaitu :

1. Aspek Teknis

a. Penentuan boezem

Penentuan boezem sebagai lokasi penelitian dilakukan berdasarkan volume tampungan air dan letak lokasi boezem yang tidak berbatasan langsung dengan laut. Dari data yang ada serta peninjauan langsung dilapangan, diketahui boezem yang sesuai dengan penelitian ini ialah:

- Boezem Kedurus yang merupakan boezem terbesar di wilayah Surabaya Selatan dengan volume tampungan 717.500 m^3.
- Boezem Slamet yang merupakan boezem terbesar di wilayah Surabaya Barat dengan volume tampungan 200.000 m^3.
- Boezem Bratang yang merupakan boezem terbesar ketiga di wilayah Surabaya Timur dengan volume 59.700 m^3. Boezem terbesar pertama dan kedua adalah Boezem Wonorejo dan boezem Kalidami. Boezem ini tidak menjadi lokasi penelitian karena lokasinya yang berbatasan langsung dengan laut.

Pada wilayah Surabaya Pusat tidak terdapat boezem dan di wilayah Surabaya Utara tidak terdapat boezem yang sesuai dengan lokasi penelitian ini.

b. Data kondisi eksisting boezem meliputi :

- Kondisi fisik bangunan boezem
- Kondisi sistem pompa dan bangunan penunjang boezem

c. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel air dilakukan sebanyak 1 kali dimasing-masing boezem untuk mengetahui kelas dan mutu air boezem.

2. Aspek Peran Serta Masyarakat

Pengumpulan data melalui wawancara kepada masyarakat yang bertempat tinggal di daerah sekitar boezem untuk mengetahui peran masyarakat dalam memanfaatkan boezem dan peran masyrakat dalam mengembangkan boezem sebagai prasarana sumber daya air yang multifungsi.

Dalam penelitian ini populasi yang digunakan merupakan satu rukun tetangga (RT) yang terdekat pada lokasi boezem. Teknik yang digunakan dalam memilih sampel pada wilayah penelitian menggunakan sistem pemilihan acak (random sampling). Pada *random sampling*, semua populasi memiliki peluang yang sama (probabilitas) untuk dijadikan sampel.

Penentuan jumlah responden dihitung dengan Rumus Slovin :

$$n = \frac{N}{(N\ x\ d^2) + 1} \tag{3.1}$$

Keterangan :

n = Jumlah sampel (KK)

N = Jumlah populasi (KK)

d = nilai presisi 90% atau sig. = 0,1

3. Aspek Kelembagaan

Wawancara dilakukan dengan teknik wawancara mendalam (*In-depth Interview*) dimana responden merupakan pengelola boezem yaitu Dinas Bina Marga dan Pematusan dengan maksud atau tujuan tertentu yaitu untuk mencari data dan informasi yang lebih lengkap tentang kondisi, manfaat, serta pengelolaan boezem. Wawancara ini dilakukan dengan metode semi-terstruktur.

4.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari ulasan literatur, jurnal, data statistik, laporan tahunan institusi, dan lain-lain. Instansi yang terkait, Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya, Dinas Pekerjaan Umum dan Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur yang meliputi data:

- ✓ Data penduduk
- ✓ Data boezem
- ✓ Data curah hujan
- ✓ Data klimatologi
- ✓ Data tata guna lahan
- ✓ Data hasil analisa kualitas air boezem

4.4 Analisa dan Pembahasan

Tahap ini dilakukan setelah didapatkan data-data primer dan sekunder. Pengolahan dan analisis data bertujuan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan peneliti dari sekumpulan data. Data-data tersebut dapat disusun dalam bentuk tabel, diagram, ataupun grafik agar mudah dalam pengolahan selanjutnya. Analisa data dilakukan dengan metode analisa deskriptif, yakni dengan menggambarkan secara terperinci dan menyeluruh tentang hasil yang didapat dari pengumpulan data terkait dengan boezem di Kota Surabaya.

4.4.1 Aspek Teknis

1. Kualitas Air Boezem

Melakukan pengujian kualitas air untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan air berdasarkan kualitasnya. Hasil pengujian air boezem akan dibandingkan dengan baku mutu PP RI Nomor 82 Tahun 2001.

2. Kebutuhan Air Layanan Boezem

Kebutuhan air yang dilayani oleh boezem ialah kebutuhan untuk pemadam kebakaran, kebutuhan air ruang terbuka hijau, dan kebutuhan air untuk irigasi.

a. Kebutuhan air pemadam kebakaran

Karena di Indonesia belum terdapat standarisasi mengenai kebutuhan pemadam kebakaran, maka penetapan kebutuhan air dilakukan berdasarkan hasil studi literatur. Kebutuhan air pemadam kebakaran ditetapkan sebesar 14% dari kebutuhan air hari maksimum domestik.

b. Kebutuhan air ruang terbuka hijau

Yang termasuk ruang terbuka hijau ialah taman kota dan jalur hijau, dimana kebutuhan air diketahui dari wawacara kepada Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau terkait luas RTH di wilayah penelitian serta jumlah penyiraman setiap hari.

c. Kebutuhan air irigasi

Perhitungan kebutuhan air irigasi dilakukan berdasarkan pola tanam yaitu pola tanam padi dan luas sawah di wilayah penelitian. Dari hasil studi literatur telah diketahui bahwa masa pola tanam padi ialah 2 kali. Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan kebutuhan air untuk keperluan irigasi :

- Menetukan nilai evapotranspirasi potensial (Eto)
- Menentukan koefisien tanam (Kc)
- Menghitung evapotranspirasi tanaman (Etc)

  Etc = Kc x Eto
- Menentukan nilai perkolasi dan rembesan yakni sebesar 2.00 mm/hari
- Menghitung tinggi hujan setengah bulanan dari data hujan tahun 2007-2017. Kemudian dicari R80 yakni tinggi hujan dengan probablitias terpenuhi 80%.
- Menghitung koefisien f_D

  $f_D=0,53+\left(0,00016 \times 10^{-5} \times D^2\right)+(2,32\times 10^{-7} \times D^3)$
- Menghitung tinggi hujan efektif (Re)

  $Re=f_D \times \left(1,25 \times R_{50}{}^{0,824}-2,93\right) \times 10^{0,00095 \times ETo}$
- Menghitung kebutuhan air netto (NFR).
  - Jika Re > kebutuhan tanaman maka air yang dibutuhkan untuk irigasi = 0.
  - Jika Re < kebutuhan tanaman maka kebutuhan air irigasi = kebutuhan tanaman – Re

- Menghitung kebutuhan air dari intake (DR)

$$DR = \frac{NFR}{0,65}$$

3. Ketersediaan Air Boezem

Analisa mengenai ketersediaan air meliputi perhitungan evapotranspirasi dan perhitungan debit andalan menggunakan metode F. J. Mock untuk mengetahui besarnya *inflow* yang mampu mencukupi besarnya kebutuhan air.

4.4.2 Aspek Peran Serta Masyarakat

Kajian peran masyarakat terhadap pemeliharaan boezem dilakukan dengan mendeskripsikan hasil wawancara kepada masyarakat untuk mengetahui keinginan masyarakat terlibat dalam pemeliharaan boezem. Keterlibatan dalam pemeliharaan boezem berkaitan dengan pembuangan air limbah domestik, pemanfaatan air boezem, dan keikutsertaan masyarakat dalam pemeliharaan infrastruktur boezem.

4.4.3 Aspek Kelembagaan

Pembahasan aspek kelembagaan dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan di tingkat institusi pengelola prasarana boezem dalam hal ini Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya. Permasalahan terkait operasi dan pemeliharaan, tingkat keandalan infrastruktur, tugas pokok fungsi, serta kualifikasi dan jumlah personil yang ada. Analisis kesuaian susunan/struktur organisasi dengan Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 2007 dan analisis pelaksanaan pemeliharaan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12 tahun 2014.

4.5 Penentuan Strategi Pengelolaan Boezem

Setelah ketiga aspek penilitian dianalisis, hasil yang didapatkan dilakukan inventarisasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang ada untuk melakukan pengembangan pengelolaan boezem menuju kota ramah air. Langkah awal dengan menentukan indikator-indikator internal maupun eksternal yang ada. Kemudian melakukan pembobotan, *rating*, dan *scoring* sampai didapatkan nilai total *score* dari faktor internal maupun eksternal. Selanjutnya dengan nilai kedua faktor tersebut dapat menentukan di kuadran berapa kondisi pengelolaan boezem saat ini. Posisi kuadran

tersebut diperlukan sebagai acuan dalam menentukan strategi apa yang akan dilakukan untuk pengembangan pengelolaan boezem sehingga Kota Surabaya dapat menuju kota ramah air berdasarkan matrik analisis SWOT.

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kualitas Air Boezem

Suatu badan air yang menjadi sumber air baku di permukaan bumi sering menerima buangan limbah sehingga menjadi tercemar. Kondisi badan air yang air bakunya tergolong tercemar karena tidak cukup mendapatkan pengenceran dengan air baku yang murni (H2O). Pengenceran di badan-badan air akan tergantung dari kondisi inflow kualitas air baku sebagai pengencer alaminya. Selain itu, apabila air melintasi suatu media tanah yang mempunyai kadar pencemar yang tinggi maka aliran air ini masuk ke badan air, air baku di badan air tersebut juga menjadi tercemar.

Uji kualitas air boezem dilakukan untuk dapat memanfaatkan air boezem sesuai dengan kualitasnya. Hasil uji kualitas air dibandingkan dengan baku mutu pengelolaan kualitas air PP 82 tahun 2001 yang dapat dilihat pada Tabel 5.1 sehingga diketahui kelas dan mutu air.

Tabel 5. 1 Hasil Uji Kualitas Air

Para meter	Satuan	Baku Mutu PP 82 tahun 2001				Hasil Uji Kualitas Air			Ket
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Boezem Kedurus	Boezem Bratang	Boezem Slamet	
DO	mg/L	6	4	3	0	5,68	6,80	6,60	Angka batas minimum
COD	mg/L	10	25	50	100	51,00	54,00	81,00	
BOD	mg/L	2	3	6	12	26,00	28,00	44,00	
Posfat	mg/L	0,2	0,2	1	5	1,88	3,45	1,15	
Nitrat	mg/L	10	10	20	20	1,69	0,14	0,14	

Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas air diperoleh hasil bahwa pada parameter kimia yaitu DO dan Nitrat masuk dalam golongan air kelas 1 untuk air minum. Parameter lain , COD, BOD, dan Posfat, masuk dalam kriteria air kelas 4. Air yang termasuk kriteria kelas 4 menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001, hanya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman. Jika akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik dan non domestik harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

5.2 Kebutuhan Air Wilayah Layanan Boezem

Kebutuhan air berbeda antara satu daerah dengan daerah lain, salah satu faktor yang sangat berpengaruh ialah jumlah penduduk dan faktor industrialisasi. Permintaan kebutuhan air yang terus bertambah harus terus dipenuhi. Dengan demikian, perancangan suatu sistem penyediaan air harus diperhitungan. Penggunaan air untuk kota dibagi menjadi beberapa kategori yaitu penggunaan air rumah tangga, penggunaan komersial dan indsutri, penggunaan umum dan perkotaan seperti kebakaran, taman kota dan jalur hijau.

Untuk pemanfaaatan air boezem, berdasarkan hasil pengujian kualitas air diketahui bahwa air boezem berada di kelas 4, oleh karena itu kebutuhan air yang akan dilayani boezem hanya untuk pemenuhan kebutuhan penyiraman jalur hijau, pemadaman kebakaran, dan persawahan. Berikut ini merupakan hasil perhitungan kebutuhan air yang akan dilayani boezem.

1. Kebutuhan air irigasi sawah

Perhitungan kebutuhan air irigasi dilakukan berdasarkan pola tanam yang digunakan yaitu padi. Di Kota Surabaya dalam setahun dilakukan masa tanam sebanyak 2 kali. Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan kebutuhan air untuk keperluan irigasi :

- Menetukan nilai evapotranspirasi potensial (Eto).
- Menentukan koefisien tanam (Kc).
- Menghitung evapotranspirasi tanaman (Etc)

  Etc = Kc x Eto
- Menentukan nilai perkolasi dan rembesan bergantung pada sifat-sifat tanah. Untuk Kota Surabaya yakni 1-3 mm/hari. Pada perhitungan ini digunakan 2 mm/hari.
- Menghitung tinggi hujan setengah bulanan dari data hujan tahun 2008-2017. Kemudian dicari R80 yakni tinggi hujan dengan probablitias terpenuhi 80%.
- Menghitung koefisien f_D

  $f_D=0.53+\left(0.00016 \times 10^{-5} \times D^2\right)+(2.32\times 10^{-7} \times D^3)$

- Menghitung kebutuhan air netto (NFR).
  a. Jika Re > kebutuhan tanaman maka air yang dibutuhkan untuk irigasi = 0.
  b. Jika Re < kebutuhan tanaman maka kebutuhan air irigasi = kebutuhan tanaman – Re
- Menghitung kebutuhan air dari intake (DR)

$$DR = \frac{NFR}{0.65}$$

Dari hasil perhitungan diketahui kebutuhan air irigasi persawahan yang dibutuhkan. Dengan luas sawah di sekitar Boezem Kedurus yakni 13,44 ha dan di sekitar Boezem Slamet dengan luas 1,14 ha. Untuk memanfaatkan air boezem dibutuhkan infrastruktur penunjang distribusi air. Letak boezem yang berada di samping area persawahan mempermudah pendistribusian air menggunakan jaringan pipa dengan sistem irigasi permukaan.

Pada Boezem Bratang tidak terdapat area persawahan maka tidak terdapat kebutuhan air irigasi. Kebutuhan air irigasi persawahan untuk Boezem Kedurus dan Boezem Slamet dapat dilihat pada tabel berikut dan rincian perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Irigasi Persawahan Wilayah Boezem Kedurus

Bulan	Pola Tanam	Kebutuhan Air Untuk Sawah (m^3/detik)	(m^3)
Jan	I	0,000	0
	II	0,000	0
Feb	I	0,000	0
	II	0,000	0
Mar	I	0,000	0
	II	0,000	0
Apr	I	0,000	606
	II	0,000	0
Mei	I	0,011	14.755
	II	0,011	14.682
Jun	I	0,012	15.457
	II	0,005	6.203

Tabel 5.2 Kebutuhan Air Irigasi Persawahan Wilayah Boezem Kedurus (Lanjutan)

Bulan	Pola Tanam	Kebutuhan Air Untuk Sawah (m^3/detik)	(m^3)
Jul	I	0,005	6.203
	II	0,005	6.617
Ags	I	0,005	6.203
	II	0,005	6.617
Sep	I	0,005	6.203
	II	0,005	6.203
Okt	I	0,005	6.203
	II	0,005	6.617
Nop	I	0,005	6.203
	II	0,009	11.284
Des	I	0,000	0
	II	0,000	0
Total kebutuhan air			**120.055**

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Irigasi Persawahan Wilayah Boezem Slamet

Bulan	Pola Tanam	Kebutuhan Air Untuk Sawah (m^3/detik)	(m^3)
Jan	I	0,0000	0
	II	0,0000	0
Feb	I	0,0000	0
	II	0,0000	0
Mar	I	0,0000	0
	II	0,0000	0
Apr	I	0,0000	0
	II	0,0019	2.435
Mei	I	0,0000	0
	II	0,0019	2.655
Jun	I	0,0013	1.622
	II	0,0005	651
Jul	I	0,0005	651
	II	0,0005	694
Ags	I	0,0005	651

Tabel 5.3 Kebutuhan Air Irigasi Persawahan Wilayah Boezem Slamet (Lanjutan)

Bulan	Pola Tanam	Kebutuhan Air Untuk Sawah (m^3/detik)	(m^3)
	II	0,0005	694
Sep	I	0,0005	651
	II	0,0005	651
Okt	I	0,0005	651
	II	0,0005	694
Nop	I	0,0005	651
	II	0,0016	2.080
Des	I	0,0000	0
	II	0,0000	0
Total kebutuhan air			**15.429**

2. Kebutuhan air pertamanan dan kebakaran

Berdasarkan hasil wawancara kepada Dinas Pertamanan Kota Surabaya, tidak ada data pencatatan mengenai penggunaan air untuk pertamanan dan jalur hijau. Hanya waktu penyiraman yang dilakukan sebanyak 2 kali dalam satu hari oleh pihak satgas pertamanan. Untuk penggunaan air yang biasanya digunakan adalah air drainase yang dilewati oleh petugas. Kendala yang dihadapi adalah kualitas air yang digunakan untuk menyiram tanaman cenderung berbau, selain itu ialah kuranganya armada untuk penyiraman.

Kebutuhan air pertamanan dan kebakaran termasuk dalam kategori kebutuhan lain-lain dalam kebutuhan air umum perkotaan meliputi kebutuhan air untuk mengatasi kebakaran, taman dan penghijaun, serta kehilangan/kebocoran air. Kebutuhan air untuk umum, kehilangan air dan kebakaran diambil 45% dari kebutuhan air total domestik. Pembagian distribusi kebutuhan sebagai berikut: 3% untuk umum yang berupa kebutuhan air untuk taman kota dan penghijauan, 28% untuk kehilangan air dan 14% untuk kebutuhan air pemadam kebakaran (Ditjen Cipta Karya, 2000 dalam Bambang Triatmodjo,2010). Kebutuhan air domestik perkotaan ialah sebesar 200 lt/orang/hari. Tabel berikut ini merupakan hasil perhitungan distribusi air yang akan dilayani boezem untuk kebutuhan pertamanan dan kebakaran.

Tabel 5. 4 Kebutuhan Air Pertamanan Dan Kebakaran Yang Dilayani Boezem Kedurus

Bulan	Jumlah Hari	Kebutuhan Kebakaran		Kebutuhan Air Pertamanan	
		(m^3/dt)	(m^3)	(m^3/dt)	(m^3)
Jan	31	0,031	84.059	0,007	18.013
Feb	28	0,031	75.924	0,007	16.269
Mar	31	0,031	84.059	0,007	18.013
Apr	30	0,031	81.347	0,007	17.432
May	31	0,031	84.059	0,007	18.013
Jun	30	0,031	81.347	0,007	17.432
Jul	31	0,031	84.059	0,007	18.013
Aug	31	0,031	84.059	0,007	18.013
Sep	30	0,031	81.347	0,007	17.432
Oct	31	0,031	84.059	0,007	18.013
Nov	30	0,031	81.347	0,007	17.432
Dec	31	0,031	84.059	0,007	18.013
Total Kebutuhan air			**989.728**		**221.647**

Tabel 5. 5 Kebutuhan Air Pertamanan Dan Kebakaran Yang Dilayani Boezem Bratang

Bulan	Jumlah Hari	Kebutuhan Kebakaran		Kebutuhan Air Pertamanan	
		(m^3/dt)	(m^3)	(m^3/dt)	(m^3)
Jan	31	0,007	19.475	0,001	3.993
Feb	28	0,007	17.590	0,001	3.607
Mar	31	0,007	19.475	0,001	3.993
Apr	30	0,007	18.846	0,001	3.864
May	31	0,007	19.475	0,001	3.993
Jun	30	0,007	18.846	0,001	3.864
Jul	31	0,007	19.475	0,001	3.993
Aug	31	0,007	19.475	0,001	3.993
Sep	30	0,007	18.846	0,001	3.864
Oct	31	0,007	19.475	0,001	3.993
Nov	30	0,007	18.846	0,001	3.864
Dec	31	0,007	19.475	0,001	3.993
Total kebutuhan air			**229.297**		**47.015**

Tabel 5. 6 Kebutuhan Air Pertamanan Dan Kebakaran Yang Dilayani Boezem Slamet

Bulan	Jumlah Hari	Kebutuhan Kebakaran		Kebutuhan Air Pertamanan	
		(m^3/dt)	(m^3)	(m^3/dt)	(m^3)
Jan	31	0,007	19.052	0,002	4.083
Feb	28	0,007	17.208	0,002	3.688
Mar	31	0,007	19.052	0,002	4.083
Apr	30	0,007	18.438	0,002	3.951
May	31	0,007	19.052	0,002	4.083
Jun	30	0,007	18.438	0,002	3.951
Jul	31	0,007	19.052	0,002	4.083
Aug	31	0,007	19.052	0,002	4.083
Sep	30	0,007	18.438	0,002	3.951
Oct	31	0,007	19.052	0,002	4.083
Nov	30	0,007	18.438	0,002	3.951
Dec	31	0,007	19.052	0,002	4.083
Total kebutuhan air			**234.437**		**48.069**

Dari tabel di atas diketahui debit air yang dialirkan untuk kebutuhan pertamanan dan kebakaran di wilayah Boezem Kedurus, Boezem Bratang, dan Boezem Slamet serta diketahui pula volume air yang dibutuhkan untuk kebutuhan pertamanan dan kebakaran yang akan dilayani oleh boezem.

Pemanfaatan air boezem sebagai pasokan air pemadam kebakaran dan pertamanan membutuhkan infrastruktur penunjang. Untuk pengambilan langsung di boezem dibutuhkan suatu titik pengambilan air yang tidak tercemar oleh sampah dan lumpur. Distribusi air juga dapat dilakukan dengan jaringan perpipaan untuk mesuplai sumur pemadam kebakaran yang suplai air dihentikan oleh PDAM.

5.3 Ketersediaan Air Boezem

Salah satu aspek penting yang harus diketahui sebelum memanfaatkan suatu tampungan air adalah ketersediaan air pada tampungan tersebut. Aliran air akan memasuki daerah tangkapan atau daerah aliran menuju ke sistem jaringan sungai,

sistem danau ataupun waduk, sebagian air akan menguap kembali akibat panas matahari air di permukaan bumi juga akan berubah wujud menjadi gas/uap dalam bentuk evaporasi dan sebagian lagi akan meresap ke tanah.

Untuk mengetahui ketersediaan air yang dapat dimanfaatkan, diperlukan debit yang diharapkan mampu mencukupi besarnya debit *outflow*. Analisa mengenai ketersediaan air meliputi perhitungan evapotrasnpirasi dan perhitungan debit andalan metode F. J. Mock.

5.3.1 Analisa Data Curah Hujan

Pada lokasi Boezem Kedurus, stasiun hujan yang berpengaruh yaitu stasiun hujan Kebon Agung, Boezem Bratang yaitu stasiun hujan Wonokromo, dan Boezem Slamet yaitu stasiun hujan Simo. Dalam analisa curah hujan data yang digunakan dari tahun 2007-2017. Dari data tersebut kemudian direkap untuk data hujan harian maksimum pada setiap tahunnya. Untuk hasil perhitungan curah hujan rata-rata selama 10 tahun dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. 7 Rekap Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Kebon Agung

Tahun	Stasiun Kebon Agung CH wilayah
	(mm)
2008	85
2009	76
2010	109
2011	97
2012	114
2013	95
2014	89
2015	68
2016	87
2017	112

(Sumber : Dinas PU Pengairan Provinsi Jatim)

Tabel 5. 8 Rekap Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Wonokromo

Tahun	Stasiun Wonokromo CH wilayah
	(mm)
2008	81
2009	104
2010	110
2011	98
2012	106
2013	87
2014	83
2015	63
2016	108
2017	114

(Sumber : Dinas PU Pengairan Provinsi Jatim)

Tabel 5. 9 Rekap Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Simo

Tahun	Stasiun Simo CH wilayah
	(mm)
2008	87
2009	107
2010	89
2011	84
2012	67
2013	52
2014	78
2015	88
2016	86
2017	102

(Sumber : Dinas PU Pengairan Provinsi Jatim)

5.3.2 Evapotranspirasi

Perhitunngan evapotransipirasi berfungsi untuk mengetahui jumlah air yang hilang saat air mengalami penguapan ke udara. Perhitungan evapotranspirasi dilakukan dengan metode Penman Modifikasi. Dengan data-data yang diperlukan merupakan data-data klimatologi yang terdiri dari temperatur udara, kelembaban, kecepatan angin,

tekanan udara, dan lamanya penyinaran matahari. Rekapitulasi karakteristik klimatologi disajikan pada Tabel 5.10 sebagai berikut:

Tabel 5. 10 Data Klimatologi Boezem Kedurus

Bulan	Suhu (C)	Kelembaban %	Kec. Angin (km/jam)	Lama Penyinaran Matahari (jam)
Januari	29,4	82,50	6,39	3,3
Februari	28,4	82,50	7,46	4,9
Maret	29,7	83,00	6,27	5,0
April	30,2	75,00	7,32	7,2
Mei	30,1	73,00	8,13	7,3
Juni	29,2	75,00	7,92	7,9
Juli	28,7	73,00	7,90	8,6
Agustus	28,1	69,00	9,29	8,2
September	29,4	66,00	10,20	8,2
Oktober	30,7	41,50	8,71	8,6
November	30,8	75,00	6,60	6,3
Desember	30,3	77,50	6,62	3,9

Berikut ini adalah contoh langkah-langkah perhitungan evapotranspirasi pada bulan Januari:

1. Data yang akan dihitung merupakan data klimatologi rata-rata bulanan.

a. Suhu rata-rata (T) = 29,4 °C

b. Lama Penyinaran matahari (n) = 3,3 jam

c. Kelembaban relatif (RH) = 82,50%

d. Kecepatan angin (u) = 153,29 km/hari = 1,77 m/s

2. Menghitung tekanan uap aktual pada suhu rata-rata (mbar) atau disebut Ea. Nilai ini diperoleh dari tabel Penman. Misal suhu udara pada bulan Januari adalah 29,04 °C dan dengan menggunakan interpolasi diperoleh nilai es = 40,88 mbar.

3. Menghitung tekanan uap nyata, ed (mbar)

   ea = es x RH = 40,88 x 82,50/100 = 33,73 mbar

4. Menghitung perbedaan tekanan uap, es-ea (mbar)

   (es-ea)= 40,88 – 33,73 = 7,15 mbar

5. Menghitung fungsi angin, f(u) (km/hari). Jika diketahui u = 1,77 m/s, maka :

   f(u) = 0,27 x (1+(153,29/100)) = 0,68 km/hari

6. Menghitung faktor pemberat untuk pengaruh radiasi (W). Faktor ini juga diperoleh melalui Tabel Penman. Misal untuk bulan Januari dengan suhu 29,4 °C, nilai w diperoleh dari tabel sebesar 0,78

7. Mencari faktor pembobot (1-W)

   (1-W) = 1 – 0,78 = 0,22

8. Menentukan nilai Ra. Didapatkan dari tabel Penman. Letak tampungan boezem berada pada 7° LS dan nilai Ra untuk bulan Januari berdasarkan tabel Penman adalah 15,95 mm/hari.

9. Menghitung fungsi penyinaran f(n/N).

   f(n/N) = 0,1 + 0,9 (n/N)

   = 0,1 + 0,9 (3,34/12.48)

   = 0,34

10. Menghitung radiasi gelombang pendek, Rs (mm/hari)

    Rs = (0,25 + 0,5 x (n/N)) x Ra

    Rs = (0,25 + 0,5 x (3,34/12,48)) x 15,95 = 6,12 mm/hari

11. Menghitung radiasi netto gelombang pendek, Rns (mm/hari)

    Rns = Rs x (1 – α) ; dengan α = 0.25 (koef. permukaan air)

    Rns = 6,12 x (1 – 0.25) = 4,59 mm/hari

12. Mencari fungsi suhu f(T). Didapatkan dari Tabel Penman. Ditentukan dengan nilai suhu

    Diketahui T = 29,4 °C dengan metode iterasi

    Maka f(T) = 1,012

13. Menghitung radiasi netto gelombang panjang, Rn1

    Rn1 = f(ea) x f(n/N) x f(T)

    Rn1 = 0.084 x 0,59x 1,012= 0,05 mm/hari

14. Menghitung radiasi netto, Rn

    Rn = Rns – Rn1 = 4,59 – 0,05 = 4,54 mm/hari

15. Mencari faktor koreksi, c

    Diketahui Rs = 6,12 mm/hari dengan metode iterasi, maka c = 1.00

16. Menghitung evapotranspirasi potensial, Eto (mm/hari)

    Eto=c (W . Rn+(1-W). f(u). (es-ea))

    Eto=1,00(0,78 ×4,54+(1-0,78)×0,68×7,15)

    Eto = 4,64 mm/hari

Hasil rekap nilai evapotrasipirasi pada tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 5.11. :

Tabel 5. 11 Nilai Evapotranspirasi Potensial

2017	**Evapotranspirasi Potensial (Eto)**
	(mm)
Jan	4,64
Feb	5,51
Mar	5,30
Apr	6,79
May	6,57
Jun	6,28
Jul	11,97
Aug	7,15
Sep	8,69
Oct	11,23
Nov	6,79
Dec	5,27

Dari tabel di atas diketahui nilai evapotranspirasi potensial yang akan mempengaruhi ketersediaan air boezem. Hasil rincian perhitungan evapotranspirasi potensial pada bulan berikutnya dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5. 12 Evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi

No.	Item	Hitungan	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	T (oC)	dari data evaporasi	29,40	28,40	29,70	30,20	30,10	29,20	28,70	28,10	29,40	30,70	30,80	30,30
2	Es (mbar)	lihat tabel 3,1	40,88	38,57	41,60	42,81	42,56	40,41	39,25	37,89	40,88	44,08	44,33	43,07
3	RH (%)	dari data evaporasi	82,50	82,50	83,00	75,00	73,00	75,00	0,00	69,00	66,00	41,50	75,00	77,50
4	Ea (mbar)	Es * (RH/100)	33,73	31,82	34,53	32,11	31,07	30,30	0,00	26,15	26,98	18,29	33,25	33,38
5	Es-Ea (mbar)	Es - Ea	7,15	6,75	7,07	10,70	11,49	10,10	39,25	11,75	13,90	25,78	11,08	9,69
6	U (km/hari)	dari data evaporasi	153,29	178,97	150,50	175,68	195,10	190,08	189,52	174,00	244,80	209,03	158,40	158,86
7	f(U)	0,27*(1+(U/100)	0,68	0,75	0,68	0,74	0,80	0,78	0,78	0,74	0,93	0,83	0,70	0,70
8	W	tabel 3,2	0,78	0,77	0,78	0,78	0,78	0,78	0,77	0,77	0,78	0,79	0,79	0,78
9	Efek Aerodinamis (mm/hari)	(1-W) * f(U) * (Ea - Es)	1,09	1,16	1,06	1,74	2,01	1,77	6,95	1,99	2,89	4,58	1,64	1,47
10	Ra (mm/hari)	lihat tabel 3,3b	15,95	16,05	15,55	14,55	13,25	12,6	12,9	13,85	14,95	15,75	15,9	15,85
11	n (jam/hari)	% penyinaran * 12 jam	3,34	4,94	5,02	7,16	7,31	7,89	8,55	8,16	8,16	8,55	6,30	3,87
12	N (jam/hari)	lihat tabel 3,4	12,48	12,34	12,4	11,92	11,78	11,68	11,72	11,86	12	12,12	12,24	12,46
13	Rs (mm/hari)	Ra * (0,25 + 0,5 (n/N))	6,12	7,23	7,04	8,01	7,42	7,41	7,93	8,23	8,82	9,50	8,07	6,42
14	Alfa	ditetapkan	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
15	Rns (mm/hari)	(1 - α) Rs	4,59	5,42	5,28	6,00	5,57	5,56	5,95	6,17	6,62	7,12	6,05	4,82
16	f(T)	lihat tabel 4,2	1,012	0,94	1,033	1,024	1,068	1,045	1,068	1,061	1,017	1,026	0,989	1,005
17	f(ea)	0,34 - 0,044 (ea)^0,5	0,084	0,092	0,081	0,091	0,095	0,098	0,340	0,115	0,111	0,152	0,086	0,086
18	f(n/N)	0,10 + 0,90 (n/N)	0,59	0,72	0,74	0,90	0,99	1,06	1,07	0,99	0,93	0,91	0,80	0,64
19	Rnl (mm/hari)	f(T) * f(ea) * f(n/N)	0,05	0,06	0,06	0,08	0,10	0,11	0,39	0,12	0,11	0,14	0,07	0,06
20	Rn (mm/hari)	Rns - Rnl	4,54	5,36	5,22	5,92	5,47	5,45	5,56	6,05	6,51	6,98	5,98	4,76
21	U (m/s)	dari data evaporasi	1,77	2,07	1,74	2,03	2,26	2,20	2,19	2,58	2,83	2,42	1,83	1,84
22	c	lihat tabel 4,1	1,00	1,04	1,03	1,07	1,05	1,05	1,06	1,07	1,09	1,12	1,07	1,01
23	Eto (mm/hari)	c (W * Rn + (1 - W)*f(U)*(es-ea)	4,64	5,51	5,30	6,79	6,57	6,28	11,97	7,15	8,69	11,23	6,79	5,27

5.3.3 Analisis Debit Metode F.J. Mock

Perhitungan ketersediaan air atau debit andalan ini diperlukan untuk perhitungan neraca air sehingga dapat diketahui kemampuan boezem dalam mencukupi kebutuhan air. Untuk mendapatkan debit andalan boezem dilakukan perhitungan debit dengan metode Mock. Berikut ini merupakan langkah-langkah perhitungan debit aliran Boezem Kedurus pada bulan Januari tahun 2017:

1. Data Hujan
   - Curah hujan (P) = 400 mm
   - Hari hujan (h) = 20
   - Kapasitas kelembaban tanah (SMC) = 200 mm
   - Koefisien infiltrasi = 0,15
   - Faktor resisi aliran air tanah (k) = 0,5
2. Evapotranspirasi Terbatas (Et)
   - Evapotranspirasi potensial (Eto) = 4,64 mm
   - Permukaan lahan terbuka (m) = 50%
   - Evapotranspirasi terbatas

     Et = Eto – E

     Et = Eto – (Eto x (m/20) x (18-h)

     Et = 4,64 – (4,64 x (0,5/20) x (18-20)

     Et = 4,87 mm/bln
3. Keseimbangan Air
   - Ds = P - Et = 400 – 4,87 = 395,13 mm
   - Aliran permukaan (hujan lebat)

     PF x P = 0,65 x 400 = 260 mm/bln
   - Kandungan air tanah

     Ds – aliran permukaan = 395,13 – 260 = 135,13 mm/bln

- Kapasitas kelembaban tanah (SMC)

  SMC + kandungan air tanah = 200 + 135,13 = 335,13 mm/bln

  Kelebihan air (WS) = 395,13 mm/bln

4. Aliran dan simpanan air tanah
   - Infiltrasi = WS x In = 395,13 x 0,15 = 59,27 mm/bln
   - 0,5 x (1+k) x infiltrasi = 0,5 x (1+0,5) x 59,27 = 15,11
   - k x V(n-1) = 60
   - Volume penyimpanan (Vn)

     Vn = 0,5 x (1+k) x infiltrasi + k x V(n-1)

     Vn = 15,11 + 60 = 75,11 mm/bln
   - Perubahan volume (DVn)

     DVn = Vn – Vn-1 = 75,11 mm/bln
   - Aliran dasar (BF)

     BF = infiltrasi – DVn = 59,27 – 75,11 = -15,84 mm/bln
   - Aliran langsung (DR)

     DR = WS – infiltrasi = 395,13 – 59,27= 335,86 mm/bln
   - Aliran langsung (R)

     R = BF + DR = -15,84 + 335,86= 320,02 mm/bln
5. Debit aliran saluran
   - Jumlah hari = 31 hari
   - Debit aliran saluran

     Luas CA x 10^3 x R

     64,50 x 10^3 x 320,02 = 20.641.019 m^3/bln
   - Debit aliran saluran

     20.641.019 /(jumlah hari x 24 x 3600)

     20.641.019 / (31 x 24 x 3600) = 7,71 m^3/dt

Hasil analisis debit efektif dengan metode Mock untuk tahun 2017 selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.16 sampai pada Tabel 5.18. Hasil analisis tersebut dinyatakan bahwa debit efektif air rendah dimulai dari bulan Mei sampai Oktober. Sedangkan debit efektif air tinggi terjadi pada bulan Januari sampai April dan November serta Desember. Hal ini karena intensitas curah hujan yang cukup tinggi pada bulan-bulan tersebut dan juga jumlah hari hujan pada bulan-bulan tersebut lebih lama. Berikut adalah rekapitulasi hasil analisis debit efektif tahun 2008-2017 dengan menggunakan metode FJ.Mock yang selengkapnya dijabarkan pada Tabel 5.13 sampai Tabel 5.15. untuk masing-masing boezem.

Tabel 5. 13 Rekapitulasi Debit Aliran Boezem Kedurus

Thn	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2008	3,83	4,91	9,78	3,47	1,44	0,08	-0,08	0,03	0,02	0,01	7,60	9,98
2009	5,68	13,49	9,08	4,57	9,69	2,17	0,05	0,10	0,05	0,02	2,80	6,04
2010	8,91	15,80	10,50	13,10	8,67	3,33	1,63	0,16	0,08	0,04	5,00	9,16
2011	6,11	10,03	11,52	9,38	4,59	0,70	0,04	0,07	0,04	0,02	6,03	7,55
2012	9,09	9,17	3,51	4,08	1,84	0,08	-0,08	0,03	0,02	0,01	0,81	13,14
2013	11,07	8,94	9,04	8,20	7,41	5,98	1,77	0,16	0,08	0,04	-0,07	-0,06
2014	-1,50	8,12	12,94	9,20	1,62	1,18	-0,02	0,06	0,03	0,01	0,84	9,64
2015	5,49	12,44	9,86	8,89	5,60	0,64	0,00	0,07	0,04	0,02	0,93	8,36
2016	1,91	16,03	5,30	5,17	6,88	3,16	3,51	0,16	0,08	0,04	7,20	11,82
2017	7,71	8,71	6,72	3,65	2,21	1,20	0,46	0,06	0,03	0,01	7,97	8,48
Rerata	**5,83**	**10,80**	**8,83**	**6,97**	**4,99**	**1,85**	**0,73**	**0,09**	**0,05**	**0,02**	**3,91**	**8,41**

m^3/dt

Hasil rekapitulasi perhitungan dari metode Mock untuk Boezem Kedurus dalam 10 tahun diketahui bahwa debit maksimum terjadi pada bulan Februari sebesar 10,80 m^3/det sedangkan debit minimum terjadi pada bulan Oktober sebesar 0,02 m^3/det.

Tabel 5. 14 Rekapitulasi Debit Aliran Boezem Bratang

Thn	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2008	0,228	0,179	0,444	0,202	0,050	0,007	-0,005	0,002	0,001	0,000	0,314	0,594
2009	0,387	0,658	0,431	0,171	0,222	0,104	-0,001	0,004	0,002	0,001	0,124	0,541
2010	0,486	0,881	0,466	0,581	0,402	0,093	0,043	0,006	0,003	0,001	0,216	0,453
2011	0,151	0,446	0,468	0,440	0,299	0,011	-0,001	0,003	0,002	0,001	0,302	0,439
2012 m^3/dt	0,599	0,502	0,299	0,100	0,074	0,017	-0,004	0,002	0,001	0,000	0,087	0,613
2013	0,688	0,535	0,676	0,433	0,389	0,301	0,091	0,009	0,004	0,002	0,156	0,000
2014	0,187	0,517	0,742	0,296	0,188	0,208	0,061	0,006	0,003	0,001	0,056	0,560
2015	0,328	0,640	0,495	0,367	0,252	0,017	-0,001	0,003	0,002	0,001	0,039	0,429
2016	0,323	1,175	0,414	0,320	0,433	0,151	0,192	0,009	0,005	0,002	0,387	0,641
2017	0,370	0,431	0,360	0,239	0,114	0,075	0,019	0,003	0,002	0,001	0,457	0,326
Rerata	**0,375**	**0,596**	**0,480**	**0,315**	**0,242**	**0,098**	**0,040**	**0,005**	**0,002**	**0,001**	**0,214**	**0,460**

Hasil rekapitulasi perhitungan di atas untuk Boezem Bratang dalam 10 tahun terakhir diketahui bahwa debit maksimum terjadi pada bulan Februari sebesar 0,596 m^3/det sedangkan debit minimum terjadi pada bulan Oktober sebesar 0,001 m^3/det.

Tabel 5. 15 Rekapitulasi Debit Aliran Boezem Slamet

Thn	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2008	0,016	0,018	0,032	0,011	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,039
2009	0,027	0,052	0,028	0,011	0,019	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,025
2010	0,029	0,037	0,044	0,041	0,025	0,006	0,005	0,000	0,000	0,000	0,013	0,028
2011	0,015	0,030	0,031	0,024	0,012	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,024
2012 m^3/dt	0,025	0,025	0,021	0,015	0,006	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,030
2013	0,024	0,023	0,027	0,014	0,017	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2014	-0,005	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,029
2015	0,027	0,038	0,021	0,026	0,014	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,024
2016	0,012	0,067	0,025	0,021	0,026	0,012	0,010	0,001	0,000	0,000	0,030	0,032
2017	0,025	0,022	0,026	0,009	0,004	0,004	0,002	0,000	0,000	0,000	0,021	0,028
Rerata	**0,019**	**0,031**	**0,025**	**0,017**	**0,013**	**0,005**	**0,002**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,013**	**0,026**

Hasil rekapitulasi perhitungan di atas untuk Boezem Slamet dalam 10 tahun terakhir diketahui bahwa debit maksimum terjadi pada bulan Februari sebesar 0,031 m^3/det sedangkan debit minimum terjadi pada bulan Agustus, Sepetember, Oktober sebesar 0,000 m^3/det.

Tabel 5. 16 Analisis Debit Metode FJ. Mock Boezem Kedurus Tahun 2017

No	Uraian	Hitungan	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
I	**Data Hujan**														
1	Curah Hujan (P)	data	mm/bln	400,00	305,00	270,00	141,00	89,00	47,00	23,00	0,00	14,00	48,00	339,00	365,00
2	Hari Hujan (h)	data	mm/bln	20,00	15,00	18,00	15,00	8,00	6,00	3,00	0,00	4,00	3,00	16,00	20,00
II	**Evapotranspirasi Terbatas (Et)**														
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	Eto	mm/bln	4,64	5,51	5,30	6,79	6,57	6,28	11,97	7,15	8,69	11,23	6,79	5,27
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	ditetapkan	%	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
5	(m/20),(18-h)	hitungan	-	-0,05	0,08	0,00	0,08	0,25	0,30	0,38	0,45	0,35	0,38	0,05	-0,05
6	E = (Eto),(m/20),(18-h)	(3) x (5)	mm/bln	-0,23	0,41	0,00	0,51	1,64	1,88	4,49	3,22	3,04	4,21	0,34	-0,26
7	Et = (Eto)-E	(3) - (6)	mm/bln	4,87	5,10	5,30	6,28	4,93	4,40	7,48	3,93	5,65	7,02	6,45	5,54
III	**Keseimbangan Air**														
8	Ds = P-Et	(1) - (7)	mm/bln	395,13	299,90	264,70	134,72	84,07	42,60	15,52	0,00	0,00	0,00	332,55	359,46
9	Aliran permukaan (hujan lebat)	PF x (1)	mm/bln	260,00	198,25	175,50	91,65	57,85	30,55	14,95	0,00	9,10	31,20	220,35	237,25
10	Kandungan air tanah	(8) - (9)	mm/bln	135,13	101,65	89,20	43,07	26,22	12,05	0,57	0,00	-9,10	0,00	112,20	122,21
11	Kapasitas kelembaban tanah (SMC)	SMC + (10)	mm/bln	335,13	301,65	289,20	243,07	226,22	212,05	200,57	200,00	190,90	200,00	312,20	322,21
12	Kelebihan air (WS)	8	mm/bln	395,13	299,90	264,70	134,72	84,07	42,60	15,52	0,00	0,00	0,00	332,55	359,46
IV	**Aliran dan Simpanan Air Tanah**														
13	Infiltrasi	(12) x In	mm/bln	59,27	44,98	39,71	20,21	12,61	6,39	2,33	0,00	0,00	0,00	49,88	53,92
14	0,5 x (1 + k) x Infiltrasi	hitungan	-	15,11	11,47	10,12	5,15	3,22	1,63	0,59	0,00	0,00	0,00	12,72	13,75
15	k x V(n-1)	hitungan	-	60,00	36,81	23,66	16,55	10,64	6,79	4,12	2,31	1,13	0,56	0,27	6,37
16	Volume penyimpanan (Vn)	(14 + 15)	mm/bln	75,11	48,28	33,78	21,71	13,85	8,42	4,72	2,31	1,13	0,56	12,99	20,12
17	Perubahan volume (DVn)	(Vn - Vn-1)	mm/bln	75,11	-26,84	-14,50	-12,08	-7,85	-5,43	-3,70	-2,41	-1,18	-0,58	12,44	7,12
18	Aliran dasar (BF)	(13) - (17)	mm/bln	-15,84	71,82	54,20	32,28	20,46	11,83	6,03	2,41	1,18	0,58	37,45	46,80
19	Aliran langsung (DR)	(12) - (13)	mm/bln	335,86	254,91	225,00	114,51	71,46	36,21	13,19	0,00	0,00	0,00	282,67	305,54
20	Aliran Langsung (R)	(18) + (19)	mm/bln	320,02	326,74	279,20	146,79	91,92	48,04	19,22	2,41	1,18	0,58	320,11	352,34
V	**Debit Aliran Sungai**														
21	Jumlah Hari			31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
22	Debit Aliran Sungai	Luas CA x 10^3 x (20)	m3/bln	20.641.019	21.074.516	18.008.358	9.468.034	5.929.137	3.098.435	1.239.427	155.189	76.043	37.261	20.647.118	22.725.987
23	Debit Aliran Sungai	(22) : [(21) x 24 x 3600)]	m3/detik	7,71	8,71	6,72	3,65	2,21	1,20	0,46	0,06	0,03	0,01	7,97	8,48
24	Debit Aliran Sungai	(23) x 1000	lt/detik	7,706	8,711	6,723	3,652	2,213	1,195	462	57	29	14	7,965	8,484

Tabel 5. 17 Analisis Debit Metode FJ. Mock Boezem Bratang Tahun 2017

No	Uraian	Hitungan	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
I	**Data Hujan**														
1	Curah Hujan (P)	data	mm/bln	362,00	276,00	268,00	173,00	84,00	55,00	18,00	0,00	21,00	46,00	359,00	258,00
2	Hari Hujan (h)	data	mm/bln	20,00	15,00	19,00	14,00	7,00	6,00	3,00	0,00	4,00	2,00	19,00	18,00
II	**Evapotranspirasi Terbatas (Et)**														
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	Eto	mm/bln	4,64	5,51	5,30	6,79	6,57	6,28	11,97	7,15	8,69	11,23	6,79	5,27
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	ditetapkan	%	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
5	(m/20).(18-h)	hitungan	-	-0,05	0,075	-0,025	0,1	0,275	0,3	0,375	0,45	0,35	0,4	-0,025	0,00
6	E = (Eto).(m/20).(18-h)	(3) x (5)	mm/bln	-0,23	0,41	-0,13	0,68	1,81	1,88	4,49	3,22	3,04	4,49	-0,17	0,00
7	Et = (Eto)-E	(3) - (6)	mm/bln	4,87	5,10	5,43	6,11	4,77	4,40	7,48	3,93	5,65	6,74	6,96	5,27
III	**Keseimbangan Air**														
8	Ds = P-Et	(1) - (7)	mm/bln	357,13	270,90	262,57	166,89	79,23	50,60	10,52	0,00	0,00	0,00	352,04	252,73
9	Aliran permukaan (hujan lebat)	PF x (1)	mm/bln	235,30	179,40	174,20	112,45	54,60	35,75	11,70	0,00	13,65	29,90	233,35	167,70
10	Kandungan air tanah	(8) - (9)	mm/bln	121,83	91,50	88,37	54,44	24,63	14,85	-1,18	0,00	-13,65	0,00	118,69	85,03
11	Kapasitas kelembaban tanah (SMC)	SMC + (10)	mm/bln	321,83	291,50	288,37	254,44	224,63	214,85	198,82	200,00	186,35	200,00	318,69	285,03
12	Kelebihan air (WS)	8	mm/bln	357,13	270,90	262,57	166,89	79,23	50,60	10,52	0,00	0,00	0,00	352,04	252,73
IV	**Aliran dan Simpanan Air Tanah**														
13	Infiltrasi	(12) x In	mm/bln	53,57	40,63	39,39	25,03	11,89	7,59	1,58	0,00	0,00	0,00	52,81	37,91
14	0.5 x (1 + k) x Infiltrasi	hitungan	-	13,66	10,36	10,04	6,38	3,03	1,94	0,40	0,00	0,00	0,00	13,47	9,67
15	k x V(n-1)	hitungan	-	60,00	36,09	22,76	16,08	11,00	6,88	4,32	2,31	1,13	0,56	0,27	6,73
16	Volume penyimpanan (Vn)	(14 + 15)	mm/bln	73,66	46,46	32,81	22,46	14,04	8,81	4,72	2,31	1,13	0,56	13,74	16,40
17	Perubahan volume (DVn)	(Vn - Vn-1)	mm/bln	73,66	-27,20	-13,65	-10,35	-8,42	-5,22	-4,09	-2,41	-1,18	-0,58	13,18	2,66
18	Aliran dasar (BF)	(13) - (17)	mm/bln	-20,09	67,84	53,03	35,38	20,31	12,81	5,67	2,41	1,18	0,58	39,62	35,25
19	Aliran langsung (DR)	(12) - (13)	mm/bln	303,56	230,26	223,19	141,85	67,35	43,01	8,94	0,00	0,00	0,00	299,23	214,82
20	Aliran Langsung (R)	(18) + (19)	mm/bln	283,47	298,10	276,22	177,23	87,66	55,83	14,61	2,41	1,18	0,58	338,86	250,07
V	**Debit Aliran Sungai**														
21	Jumlah Hari			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
22	Debit Aliran Sungai	Luas DAS x 10^3 x (20)	m^3/bln	990.900	1.042.059	965.557	619.541	306.419	195.145	51.068	8.416	4.124	2.021	1.184.509	874.140
23	Debit Aliran Sungai	(22) : [(21) x 24 x 3600)]	m^3/detik	0,37	0,43	0,36	0,24	0,11	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,46	0,33
24	Debit Aliran Sungai	(23) x 1000	lt/detik	369,96	430,75	360,50	239,02	114,40	75,29	19,07	3,14	1,59	0,75	456,99	326,37

Tabel 5. 18 Analisis Debit Metode FJ. Mock Boezem Slamet Tahun 2017

No	Uraian	Hitungan	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
I	**Data Hujan**														
1	Curah Hujan (P)	data	mm/bln	407,00	241,00	336,00	103,00	43,00	56,00	33,00	0,00	5,00	104,00	288,00	387,00
2	Hari Hujan (h)	data	mm/bln	19,00	16,00	16,00	13,00	5,00	5,00	3,00	0,00	2,00	2,00	15,00	17,00
II	**Evapotranspirasi Terbatas (Et)**														
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	Eto	mm/bln	4,64	5,51	5,30	6,79	6,57	6,28	11,97	7,15	8,69	11,23	6,79	5,27
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	ditetapkan	%	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
5	(m/20),(18-h)	hitungan	-	-0,03	0,05	0,05	0,13	0,33	0,33	0,38	0,45	0,40	0,40	0,08	0,03
6	E = (Eto),(m/20),(18-h)	(3) x (5)	mm/bln	-0,12	0,28	0,26	0,85	2,14	2,04	4,49	3,22	3,48	4,49	0,51	0,13
7	Et = (Eto)-E	(3) - (6)	mm/bln	4,75	5,24	5,03	5,94	4,44	4,24	7,48	3,93	5,22	6,74	6,28	5,14
III	**Keseimbangan Air**														
8	Ds = P-Et	(1) - (7)	mm/bln	402,25	235,76	330,97	97,06	38,56	51,76	25,52	0,00	0,00	0,00	281,72	381,86
9	Aliran permukaan (hujan lebat)	PF x (1)	mm/bln	264,55	156,65	218,40	66,95	27,95	36,40	21,45	0,00	3,25	67,60	187,20	251,55
10	Kandungan air tanah	(8) - (9)	mm/bln	137,70	79,11	112,57	30,11	10,61	15,36	4,07	0,00	-3,25	0,00	94,52	130,31
11	Kapasitas kelembaban tanah (SMC)	SMC + (10)	mm/bln	337,70	279,11	312,57	230,11	210,61	215,36	204,07	200,00	196,75	200,00	294,52	330,31
12	Kelebihan air (WS)	8	mm/bln	402,25	235,76	330,97	97,06	38,56	51,76	25,52	0,00	0,00	0,00	281,72	381,86
IV	**Aliran dan Simpanan Air Tanah**														
13	Infiltrasi	(12) x In	mm/bln	60,34	35,36	49,65	14,56	5,78	7,76	3,83	0,00	0,00	0,00	42,26	57,28
14	0,5 x (1 + k) x Infiltrasi	hitungan	-	15,39	9,02	12,66	3,71	1,48	1,98	0,98	0,00	0,00	0,00	10,78	14,61
15	k x V(n-1)	hitungan	-	60,00	36,94	22,52	17,24	10,27	5,75	3,79	2,33	1,14	0,56	0,27	5,41
16	Volume penyimpanan (Vn)	(14 + 15)	mm/bln	75,39	45,96	35,18	20,95	11,74	7,73	4,77	2,33	1,14	0,56	11,05	20,02
17	Perubahan volume (DVn)	(Vn - Vn-1)	mm/bln	75,39	-29,43	-10,78	-14,23	-9,21	-4,01	-2,97	-2,43	-1,19	-0,58	10,49	8,97
18	Aliran dasar (BF)	(13) - (17)	mm/bln	-15,05	64,79	60,42	28,79	14,99	11,77	6,80	2,43	1,19	0,58	31,77	48,31
19	Aliran langsung (DR)	(12) - (13)	mm/bln	341,91	200,40	281,32	82,50	32,78	44,00	21,69	0,00	0,00	0,00	239,46	324,58
20	Aliran Langsung (R)	(18) + (19)	mm/bln	326,86	265,19	341,75	111,28	47,77	55,77	28,48	2,43	1,19	0,58	271,23	372,89
V	**Debit Aliran Sungai**														
21	Jumlah Hari			31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
22	Debit Aliran Sungai	Luas DAS x 10^3 x (20)	m^3/bln	65.699	53.303	68.691	22.368	9.602	11.209	5.725	488	239	117	54.517	74.951
23	Debit Aliran Sungai	(22) : [(21) x 24 x 3600)]	m^3/detik	0,02	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03
24	Debit Aliran Sungai	(23) x 1000	lt/detik	24,53	22,03	25,65	8,63	3,59	4,32	2,14	0,18	0,09	0,04	21,03	27,98

Hasil perhitungan debit andalan kemudian diurut dari besar ke kecil, selanjutnya dilakukan perhitungan debit andalan. Debit andalan untuk irigasi ditetapkan 80%, sedangkan untuk kebutuhan air bersih/minum ditetapkan sebesar 90% (Triatmojo, 2014). Jika ditetapkan debit andalan sebesar 80% artinya resiko adanya debit yang lebih kecil dari debit andalan sebesar 20%. Perhitungan peluang tersebut dilakukan untuk mengetahui besarnya aliran yang diharapkan terjadi pada suatu tingkat keandalan dengan menggunakan konsep peluang. Hasil perhitungan debit andalan dapat dilihat pada Tabel 5.18 Berikut ini adalah contoh langkah-langkah perhitungan debit andalan 80% metode F. J. Mock pada bulan Januari di Boezem Kedurus :

1. Berdasarkan data hasil perhitungan debit (Tabel 5.13 sampai Tabel 5.15), selanjutnya data tersebut diurutkan dari terbesar hingga terkecil
2. Hitung persentase debit berdasarkan peringkat data debit dari terbesar hingga terkecil dengan menggunakan rumus Weibull :

   $$P = \frac{m}{n+1}\ 100\%$$
3. Berdasarkan hasil perhitungan, debit andalan 80% pada bulan januari didapatkan sebesar 2,293 m^3/dt. Selanjutnya debit tersebut dihitung volume debit andalan dalam setengah bulan. Perhitungan tersebut dilakukan untuk digunakan dalam analisa *water balance* dan cara perhitungan volume debit andalan adalah sebagai berikut:

- Jumlah hari dalam 1 bulan = 31 hari

Volume andalan (15 hari) = debit andalan dalam 15 hari x 24 x 3600 x jumlah hari

Volume andalan (15 hari) = 1,110 x 24 x 3600 x 15

Volume andalan (15 hari) = 1.438.084 m^3

Volume andalan (16 hari) = debit andalan dalam 16 hari x 24 x 3600 x jumlah hari

Volume andalan (16 hari) = 1,184 x 24 x 3600 x 16

Volume andalan (16 hari) = 1.636.220 m^3

Hasil perhitungan debit andalan bulan selanjutnya untuk Boezem Kedurus, Boezem Bratang dan Boezem Slamet dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. 19 Hasil Perhitungan Debit Andalan F.J.Mock Boezem Kedurus

No	Peluang	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	9,09	11,073	16,026	12,942	13,098	9,693	5,983	3,509	0,164	0,083	0,039	7,966	13,143
2	18,18	9,086	15,801	11,524	9,378	8,674	3,333	1,774	0,162	0,082	0,039	7,596	11,824
3	27,27	8,911	13,495	10,501	9,195	7,413	3,158	1,627	0,156	0,079	0,038	7,204	9,977
4	36,36	7,706	12,442	9,857	8,890	6,884	2,165	0,463	0,098	0,050	0,023	6,029	9,642
5	45,45	6,108	10,034	9,776	8,198	5,595	1,195	0,053	0,073	0,037	0,018	4,998	9,156
6	54,55	5,684	9,175	9,083	5,168	4,586	1,181	0,038	0,072	0,036	0,017	2,798	8,485
7	63,64	5,491	8,944	9,036	4,574	2,214	0,695	0,004	0,060	0,031	0,015	0,932	8,363
8	72,73	3,826	8,711	6,724	4,083	1,841	0,637	0,000	0,058	0,029	0,014	0,835	7,549
9	81,82	1,910	8,116	5,302	3,653	1,618	0,078	0,000	0,033	0,017	0,008	0,808	6,039
10	90,91	0,130	4,906	3,510	3,470	1,440	0,077	0,000	0,033	0,017	0,008	0,000	0,000
80	%	2,293	8,235	5,586	3,739	1,663	0,190	0,000	0,038	0,019	0,009	0,813	6,341
15	(hari)	1,110	3,985	2,703	1,809	0,805	0,092	0,000	0,019	0,009	0,004	0,394	3,068
volume	(m^3)	1.438.084	5.164.367	3.502.990	2.344.632	1.042.855	118.882	0	24.027	12.166	5.769	509.988	3.976.175
16	(hari)	1,184	4,251	2,883	1,930	0,858	0,098	0,000	0,020	0,010	0,005	0,420	3,273
volume	(m^3)	1.636.220	5.875.902	3.985.624	2.667.670	1.186.537	135.261	0,000	27.337	13.842	6.564	580.253	4.524.003

Tabel 5. 20 Hasil Perhitungan Debit Andalan F.J.Mock Boezem Bratang

No	Peluang	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	9,09	0,688	1,175	0,742	0,581	0,433	0,301	0,192	0,009	0,005	0,002	0,457	0,641
2	18,18	0,599	0,881	0,676	0,440	0,402	0,208	0,091	0,009	0,004	0,002	0,387	0,613
3	27,27	0,486	0,658	0,495	0,433	0,389	0,151	0,061	0,006	0,003	0,001	0,314	0,594
4	36,36	0,387	0,640	0,468	0,367	0,299	0,104	0,043	0,006	0,003	0,001	0,302	0,560
5	45,45	0,370	0,535	0,466	0,320	0,252	0,093	0,019	0,004	0,002	0,001	0,216	0,541
6	54,55	0,328	0,517	0,444	0,296	0,222	0,075	0,000	0,003	0,002	0,001	0,156	0,453
7	63,64	0,323	0,502	0,431	0,239	0,188	0,017	0,000	0,003	0,002	0,001	0,124	0,439
8	72,73	0,228	0,446	0,414	0,202	0,114	0,017	0,000	0,003	0,002	0,001	0,087	0,429
9	81,82	0,187	0,431	0,360	0,171	0,074	0,011	0,000	0,002	0,001	0,000	0,056	0,326
10	90,91	0,151	0,179	0,299	0,100	0,050	0,007	0,000	0,002	0,001	0,000	0,039	0,000
80	%	0,195	0,434	0,371	0,177	0,082	0,012	0,000	0,002	0,001	0,000	0,062	0,347
15	(hari)	0,095	0,210	0,180	0,086	0,040	0,006	0,000	0,001	0,000	0,000	0,030	0,168
volume	(m^3)	122.592	271.991	232.823	111.163	51.257	7.726	0	1.238	627	297	38.962	21.7591
16	(hari)	0,101	0,224	0,192	0,091	0,042	0,006	0,000	0,001	0,001	0,000	0,032	0.179
volume	(m^3)	139.483	309.466	264.900	126.479	58.319	8.790	0	1.409	713	338	44.331	247.570

Tabel 5. 21 Hasil Perhitungan Debit Andalan F.J.Mock Boezem Slamet

No	Peluang	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	9,09	0,029	0,067	0,044	0,041	0,026	0,021	0,010	0,001	0,000	0,000	0,030	0,039
2	18,18	0,027	0,052	0,032	0,026	0,025	0,012	0,005	0,000	0,000	0,000	0,023	0,032
3	27,27	0,027	0,038	0,031	0,024	0,019	0,006	0,002	0,000	0,000	0,000	0,021	0,030
4	36,36	0,025	0,037	0,028	0,021	0,017	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,029
5	45,45	0,025	0,030	0,027	0,015	0,014	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,028
6	54,55	0,024	0,025	0,026	0,014	0,012	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,028
7	63,64	0,016	0,023	0,025	0,011	0,006	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,025
8	72,73	0,015	0,022	0,021	0,011	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,024
9	81,82	0,012	0,018	0,021	0,009	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,024
10	90,91	-0,005	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
80	%	0,013	0,019	0,021	0,009	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,024
15	(hari)	0,006	0,009	0,010	0,004	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,012
volume	(m^3)	8.019	11.814	13.073	5.679	2.348	287	-142	70	36	17	1.892	15.018
16	(hari)	0,007	0,010	0,011	0,005	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,012
volume	(m^3)	9.124	13.442	14.874	6.461	2.671	327	-162	80	40	19	2.153	17.087

Dari hasil perhitungan pada tabel di atas diketahui debit andalan yang terjadi. Dalam tesis ini hanya menghitung kebutuhan air irigasi, pertamanan, dan kebakaran, maka debit andalan yang dibutuhkan yaitu 80%. Debit andalan ini yang akan digunakan untuk mengetahui tingkat ketercukupan dalam pemenuhan kebutuhan air.

5.3.4 Analisa Kesimbangan Air

Analisa keseimbangan air berkaitan dengan kebutuhan air yang dikonsumsi dan ketersediaan air pada tampungan. Analisa kesimbangan air bertujuan untuk mengetahui air pada tampungan dengan debit andalan yang tersedia apakah bisa memenuhi kebutuhan air. Perhitungan keseimbangan air dilakukan dengan mensimulasi kebutuhan air irigasi, pertamanan, kebakaran dan evapotranspirasi didasarkan pada debit andalan 80%. Dari hasil simulasi tersebut, diketahui selisih antara ketersediaan dengan kebutuhan air menggambarkan kondisi ketersediaan air pada wilayah studi, jika selisih keduanya bernilai positif, maka kondisi ketersediaan air surplus dan sebaliknya.

Berikut ini adalah contoh perhitungan keseimbangan air dengan debit andalan 80% pada bulan Mei periode 1 dengan jumlah hari 15 hari :

Berdasarkan hasil perhitungan debit kebutuhan air irigasi, pertamanan, kebakaran dan evapotranspirasi yang telah dilakukan sebelumnya, selanjutnya dilakukan perhitungan volume kebutuhan air tersebut dengan cara sebagai berikut:

- Kebutuhan Air Irigasi

Volume keb. air = debit keb.air x 3600 x 24 x jumlah hari

= 0,011 x 3600 x 24 x 15

= 14.755 m^3

- Kebutuhan Air Pertamanan

Volume air pertamanan = debit air pertamanan x 3600 x 24 x jumlah hari

= 0,007 x 3600 x 24 x 15

= 9.109 m^3

- Kebutuhan Air Kebakaran

Volume air kebakaran = debit air kebakaran x 3600 x 24 x jumlah hari

= 0,031 x 3600 x 24 x 15

= 40.674 m^3

- Evaporasi

Volume keb. air = (Eto/1000 x jumlah hari + 1,2/1000 x jumlah hari) x luas genangan

= (3,18/1000 x 15 + 1,2/1000 x 12) x 143.500

= 9.429 m^3

- Volume Kebutuhan Air Total

Volume air total = 14.775 + 9.109 + 40.674 + 9.429

= 73.966 m^3

- Volume Andalan = 1.042.855 m^3
- Kapasitas Tampungan (S_{i+1})

Kapasitas tampungan (S_{i+1}) = kapasitas tampungan efektif + volume andalan – volume kebutuhan air total

= 574.000 + 1.042.855 – 73.966

= 1.542.889 m^3

- Kapasitas Tampungan Akhir (S akhir)

  Jika kapasitas tampungan < dari nol, maka nol

  Jika kapasitas tampungan > kapasitas tampungan efekif ,maka kapasitas tampungan efektif

- Keterangan

  Jika kapasitas tampungan akhir > dari nol, maka "Cukup"

  Jika kapasitas tampungan < dari nol, maka "Tidak Cukup"

Hasil perhitungan keseimbangan air dengan debit andalan 80% pada bulan berikutnya dapat dilihat pada Tabel 5.19 sampai pada Tabel 5.22

Tabel 5. 22 Hasil Perhitungan Keseimbangan Air Dengan Debit Andalan 80% Boezem Kedurus

Bulan	P	Jmlh Hari	Kebutuhan Air Irigasi		Kebutuhan Pertamanan		Kebutuhan Air Kebakaran		Total Debit Kebutuhan Air	Evaporasi	Volume Kebutuhan Total	Vol Andalan	S_{i+1}	S akhir	Ket
			(m^3/dt)	(m^3)	(m^3/dt)	(m^3)	(m^3/dt)	(m^3)	(m^3/dt)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	
Jan	1	15	0,000	0	0,007	9.109	0,031	40.674	0,038	7.414	57.197	1.438.084	1.954.887	574.000	Cukup
	2	16	0,000	0	0,007	9.716	0,031	43.385	0,038	8.252	61.353	1.636.220	2.148.867	574.000	Cukup
Feb	1	15	0,000	0	0,007	9.109	0,031	40.674	0,038	8.941	58.723	5.164.367	5.679.644	574.000	Cukup
	2	13	0,000	0	0,007	7.894	0,031	35.251	0,038	7.014	50.159	5.875.902	6.399.743	574.000	Cukup
Mar	1	15	0,000	0	0,007	9.109	0,031	40.674	0,038	8.100	57.882	3.502.990	4.019.108	574.000	Cukup
	2	16	0,000	0	0,007	9.716	0,031	43.385	0,038	9.032	62.134	3.985.624	4.497.491	574.000	Cukup
Apr	1	15	0,000	606	0,007	9.109	0,031	40.674	0,039	9.894	60.283	2.344.632	2.858.349	574.000	Cukup
	2	15	0,000	0	0,007	9.109	0,031	40.674	0,038	9.894	59.677	2.667.670	3.181.993	574.000	Cukup
May	1	15	0,011	14.755	0,007	9.109	0,031	40.674	0,050	9.429	73.966	1.042.855	1.542.889	574.000	Cukup
	2	16	0,011	14.682	0,007	9.716	0,031	43.385	0,049	10.544	78.327	1.186.537	1.682.209	574.000	Cukup
Jun	1	15	0,012	15.457	0,007	9.109	0,031	40.674	0,050	9.343	74.582	118.882	618.300	574.000	Cukup
	2	15	0,005	6.203	0,007	9.109	0,031	40.674	0,043	9.343	65.329	135.261	643.933	574.000	Cukup
Jul	1	15	0,005	6.203	0,007	9.109	0,031	40.674	0,043	15.053	71.039	0	502.961	502.961	Cukup
	2	16	0,005	6.617	0,007	9.716	0,031	43.385	0,043	16.943	76.661	0	426.300	426.300	Cukup
Aug	1	15	0,005	6.203	0,007	9.109	0,031	40.674	0,043	10.030	66.016	24.027	384.311	384.311	Cukup
	2	16	0,005	6.617	0,007	9.716	0,031	43.385	0,043	11.229	70.947	27.337	340.701	340.701	Cukup
Sep	1	15	0,005	6.203	0,007	9.109	0,031	40.674	0,043	11.938	67.923	12.166	284.944	284.944	Cukup
	2	15	0,005	6.203	0,007	9.109	0,031	40.674	0,043	11.938	67.923	13.842	230.862	230.862	Cukup
Oct	1	15	0,005	6.203	0,007	9.109	0,031	40.674	0,043	14.284	70.270	5.769	166.361	166.361	Cukup
	2	16	0,005	6.617	0,007	9.716	0,031	43.385	0,043	16.069	75.787	6.564	97.138	97.138	Cukup
Nov	1	15	0,005	6.203	0,007	9.109	0,031	40.674	0,043	9.893	65.879	509.988	541.248	541.248	Cukup
	2	15	0,009	11.284	0,007	9.109	0,031	40.674	0,047	9.893	70.960	580.253	1.050.541	574.000	Cukup
Dec	1	15	0,000	0	0,007	9.109	0,031	40.674	0,038	9.893	59.676	3.976.175	4.490.499	574.000	Cukup
	2	16	0,000	0	0,007	9.716	0,031	43.385	0,038	10.553	63.654	4.524.003	5.034.349	574.000	Cukup

Tabel 5. 23 Hasil Perhitungan Keseimbangan Air Dengan Debit Andalan 80% Boezem Bratang

Bulan	Jmlh Hari	Kebutuhan Air Kebakaran		Kebutuhan Air Pertaman		Total Debit Kebutuhan Air	Evaporasi	Volume Kebutuhan Total	Vol Andalan	S_{i+1}	S akhir	Ket,
		(m^3/dt)	(m^3)	(m^3/dt)	(m^3)	(m^3/dt)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	
Jan	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.028	12.383	122.592	157.969	47.760	Cukup
	16	0,007	10.051	0,001	2.061	0,009	1.144	13.257	139.483	173.986	47.760	Cukup
Feb	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.240	12.595	271.991	307.156	47.760	Cukup
	13	0,007	8.167	0,001	1.675	0,009	973	10.814	309.466	346.412	47.760	Cukup
Mar	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.123	12.479	232.823	268.104	47.760	Cukup
	16	0,007	10.051	0,001	2.061	0,009	1.253	13.365	264.900	299.296	47.760	Cukup
Apr	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.372	12.727	111.163	146.196	47.760	Cukup
	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.372	12.727	126.479	161.512	47.760	Cukup
May	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.308	12.663	51.257	86.354	47.760	Cukup
	16	0,007	10.051	0,001	2.061	0,009	1.462	13.575	58.319	92.505	47.760	Cukup
Jun	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.296	12.651	7.726	42.835	42.835	Cukup
	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.296	12.651	8.790	38.974	38.974	Cukup
Jul	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	2.088	13.443	0	25.531	25.531	Cukup
	16	0,007	10.051	0,001	2.061	0,009	2.350	14.462	0	11.069	11.069	Cukup
Aug	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.391	12.746	1.238	-439	0	Tidak Cukup
	16	0,007	10.051	0,001	2.061	0,009	1.557	13.669	1.409	-12.261	0	Tidak Cukup
Sep	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.655	13.011	627	-12.384	0	Tidak Cukup
	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.655	13.011	713	-12.298	0	Tidak Cukup
Oct	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.981	13.336	297	-13.039	0	Tidak Cukup
	16	0,007	10.051	0,001	2.061	0,009	2.228	14.341	338	-14.002	0	Tidak Cukup
Nov	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.372	12.727	38.962	26.235	26.235	Cukup
	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.372	12.727	44.331	57.839	47.760	Cukup
Dec	15	0,007	9.423	0,001	1.932	0,009	1.372	12.727	217.591	252.624	47.760	Cukup
	16	0,007	10.051	0,001	2.061	0,009	1.463	13.576	247.570	157.969	47.760	Cukup

Tabel 5. 24 Hasil Perhitungan Keseimbangan Air Dengan Debit Andalan 80% Boezem Slamet

Bulan	P	Jmlh Hari	Kebutuhan Air Irigasi		Kebutuhan Air Kebakaran		Kebutuhan Air Pertaman		Total Debit Kebutuhan Air	Evaporasi	Volume Kebutuhan Total	Vol Andalan	S_{i+1}	S akhir	Ket,
			(m^3/dt)	(m^3)	(m^3/dt)	(m^3)	(m^3/dt)	(m^3)	(m^3/dt)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	
Jan	1	15	0,0000	0	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	2.583	14.193	8.019	153.826	153.826	Cukup
	2	16	0,0000	0	0,007	10.277	0,002	2.107	0,01	2.875	15.259	9.124	147.691	147.691	Cukup
Feb	1	15	0,0000	0	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	3.115	14.725	11.814	144.780	144.780	Cukup
	2	13	0,0000	0	0,007	8.350	0,002	1.712	0,01	2.444	12.506	13.442	145.716	145.716	Cukup
Mar	1	15	0,0000	0	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	2.822	14.432	13.073	144.357	144.357	Cukup
	2	16	0,0000	0	0,007	10.277	0,002	2.107	0,01	3.147	15.531	14.874	143.699	143.699	Cukup
Apr	1	15	0,0000	0	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	3.448	15.057	5.679	134.321	134.321	Cukup
	2	15	0,0019	2.435	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	3.448	17.492	6.461	123.289	123.289	Cukup
May	1	15	0,0000	0	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	3.285	14.895	2.348	110.742	110.742	Cukup
	2	16	0,0019	2.655	0,007	10.277	0,002	2.107	0,01	3.674	18.712	2.671	94.701	94.701	Cukup
Jun	1	15	0,0013	1.622	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	3.255	16.487	287	78.501	78.501	Cukup
	2	15	0,0005	651	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	3.255	15.516	327	63.312	63.312	Cukup
Jul	1	15	0,0005	651	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	5.245	17.506	-142	45.664	45.664	Cukup
	2	16	0,0005	694	0,007	10.277	0,002	2.107	0,01	5.904	18.982	-162	26.520	26.520	Cukup
Aug	1	15	0,0005	651	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	3.495	15.756	70	10.835	10.835	Cukup
	2	16	0,0005	694	0,007	10.277	0,002	2.107	0,01	3.912	16.990	80	-6.075	0	Tidak Cukup
Sep	1	15	0,0005	651	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	4.159	16.420	36	-16.385	0	Tidak Cukup
	2	15	0,0005	651	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	4.159	16.420	40	-16.380	0	Tidak Cukup
Oct	1	15	0,0005	651	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	4.977	17.238	17	-17.221	0	Tidak Cukup
	2	16	0,0005	694	0,007	10.277	0,002	2.107	0,01	5.599	18.677	19	-18.658	0	Tidak Cukup
Nov	1	15	0,0005	651	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	3.447	15.708	1.892	-13.816	0	Tidak Cukup
	2	15	0,0016	2.080	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	3.447	17.137	2.153	-14.984	0	Tidak Cukup
Dec	1	15	0,0000	0	0,007	9.634	0,002	1.975	0,01	3.447	15.057	15.018	-39	0	Tidak Cukup
	2	16	0,0000	0	0,007	10.277	0,002	2.107	0,01	3.677	16.061	17.087	1.026	1.026	Cukup

- Boezem Kedurus

Berdasarkan perhitungan keseimbangan air tahun 2017 pada Tabel 5.19 diketahui bahwa boezem ini memiliki kapasitas tampung total sebesar 717.500 m^3 dengan kapasitas efektif yang dapat digunakan sebesar 574.000 m^3 dan luas genangan sebesar 143.500 m^2. Kondisi ketersediaan air cukup untuk memenuhi kebutuhan air total di sepanjang tahun. Kapasitas tampung yang cukup besar ini sangat berpotensi untuk dimanfaatkan.

- Boezem Bratang

Berdasarkan perhitungan keseimbangan air tahun 2017 pada Tabel 5.20 diketahui bahwa boezem ini memiliki kapasitas tampung total sebesar 59.700 m^3 dengan kapasitas tampungan efektif yang dapat digunakan sebesar 47.760 m^3 dan luas genangan sebesar 19.900 m^2. Kondisi ketersediaan air cukup untuk memenuhi kebutuhan air pada bulan Januari hingga bulan Juli dan bulan November-Desember. Namun, tidak dapat mencukupi kebutuhan air total pada bulan Agustus sampai Oktober. Untuk dapat mencukupi kebutuhan air sepanjang tahun boezem hanya dapat memasok kebutuhan air pertamanan saja. Keadaan tersebut disebabkan ketersediaan air (curah hujan) yang sangat kecil sedangkan kebutuhan yang relatif sama setiap bulannya.

- Boezem Slamet

Berdasarkan perhitungan keseimbangan air tahun 2017 pada Tabel 5.21 diketahui bahwa boezem ini memiliki kapasitas tampung total sebesar 200.000 m^3 dengan kapasitas tampungan efektif yang dapat disuplai sebesar 153.826 m^3 dan luas genangan sebesar 50.000 m^2. Kondisi ketersediaan air tidak cukup untuk memenuhi semua kebutuhan air yang direncanakan. Air boezem tetap dapat dimanfaatkan dan tersedia di sepanjang tahun tetapi hanya untuk memenuhi kebutuhan air persawahan dan pertamanan.

5.4 Analisis Peran Serta Masyarakat

Keberhasilan pembangunan infrastruktur air perkotaan, tidak terlepas dari peran masyarakat sebagai warga yang bertempat tinggal di wilayah tersebut. Kondisi lingkungan perairan, sangat bergantung pada masyarakat sebagai pemanfaat jasa lingkungan. Suatu sistem pengelolaan air yang baik akan tercapai apabila masyarakat dan pemerintah saling bersinergi dalam menciptakan sebuah kota yang ramah air.

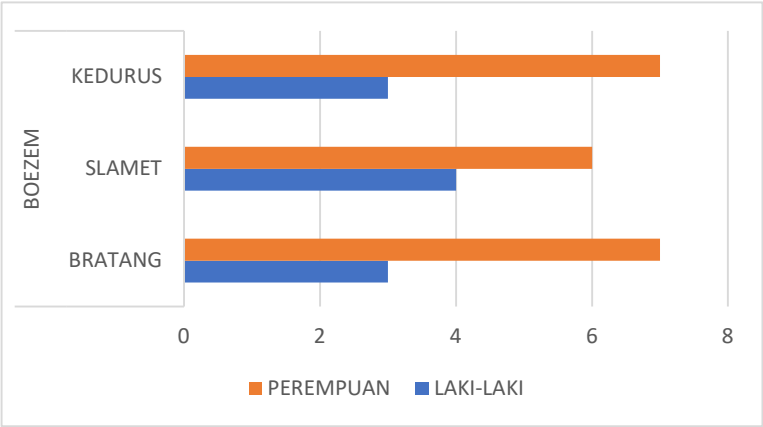
Peran masyarakat dalam mengembangkan boezem dimulai dari keinginan masyarakat untuk mengolah air limbah domestik sebelum dialirkan ke boezem. Kondisi boezem saat ini yang dijadikan sebagai penampungan air limbah tentunya mempunyai kualitas air yang buruk. Hal ini disebabkan oleh air limbah rumah tangga dan sampah rumah tangga masyarakat.

Survey yang dilakukan dengan mengambil populasi rukun tetangga (RT) terdekat dari kawasan boezem, karena masyarakat yang bertempat tinggal di area boezem paling berpotensi mengetahui dan merasakan dampak dari adanya boezem. Dari hasil perhitungan rumus Slovin, dengan jumlah KK di masing-masing kawasan boezem didapatkan 10 sampel setiap wilayah dengan total jumlah sampel 30. Aspek yang ditinjau untuk mengetahui peran masyarakat terhadap pemeliharaan boezem, yaitu identitas responden, pengetahuan responden terhadap fungsi boezem, dampak yang ditimbulkan akibat air limbah rumah tangga, sikap responden terhadap pengolahan air limbah, pengembangan manfaat air ketika sudah dilakukan pengolahan, dan alasan responden ingin berperan dalam pemeliharaan boezem melalui pengolahan air limbah rumah tangga dan ikut dalam pemeliharaan boezem. Masyarakat diharapkan memiliki kepedulian untuk terlibat dalam pemeliharaan boezem.

5.4.1 Identitas Responden

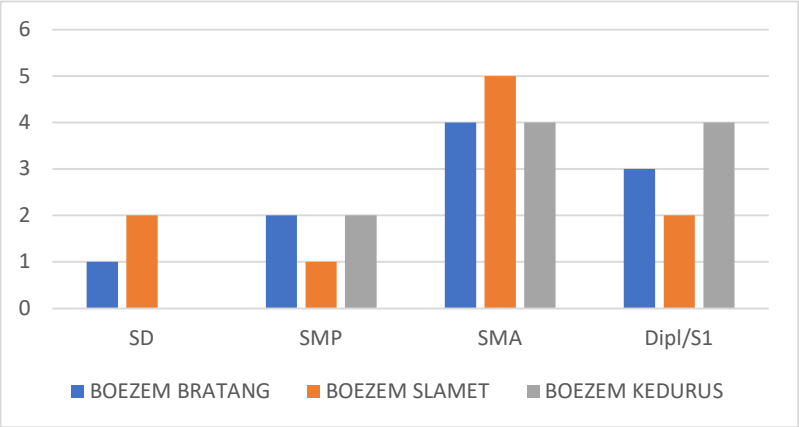
Pelaksanaan survei kepada masyarakat sekitar boezem terkait aspek peran serta masyarakat diperlukan data mengenai identitas responden. Identitas responden ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi sosial masyarakat. Hasil survei kepada responden untuk indikator jenis kelamin diketahui responden terbanyak merupakan responden dengan jenis kelamin perempuan di wilayah boezem yang diteliti. Rincian

indikator jenis kelamin responden di wilayah boezem dapat dilihat pada gambar berikut.

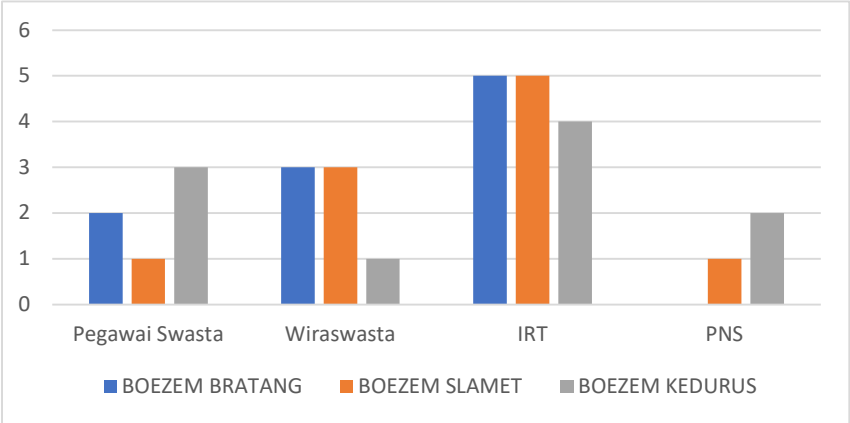


Gambar 5. 1 Jenis Kelamin Responden

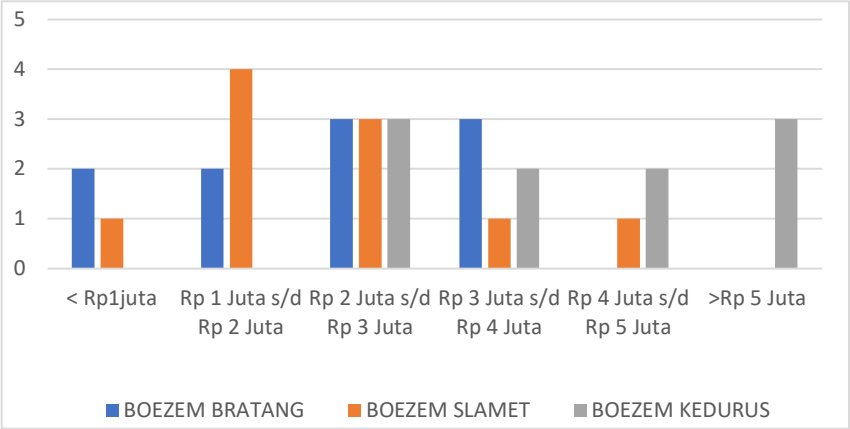
Dari hasil survei, responden didominasi oleh perempuan dengan pekerjaan ibu rumah tangga. Untuk tingkat pendidikan, pendidikan terakhir dari tiap responden terbanyak adalah ditingkat SMA. Tingkat Pendidikan secara lebih rinci dapat dilihat pada Gambar 5.2. Mata pencaharian dari tiap responden meliputi 4 jenis pekerjaan yakni pegawai swasta, wiraswasta, PNS, dan ibu rumah tangga dengan rincian masing-masing wilayah dapat dilihat pada Gambar 5.3. Dari persentase penghasilan, dapat dilihat pada Gambar 5.4 dengan 4 *range* penghasilan mulai dari < 1 juta rupiah sampai > 5 juta rupiah.



Gambar 5. 2 Tingkat Pendidikan Terakhir



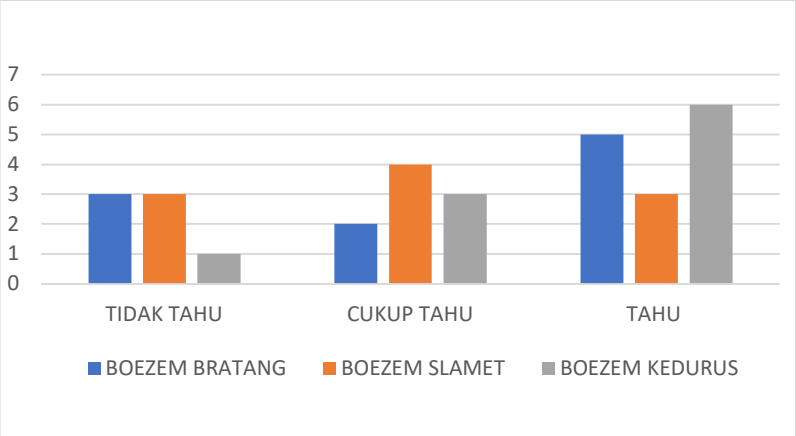
Gambar 5. 3 Mata Pencaharian Responden



Gambar 5. 4 Tingkat Penghasilan Responden

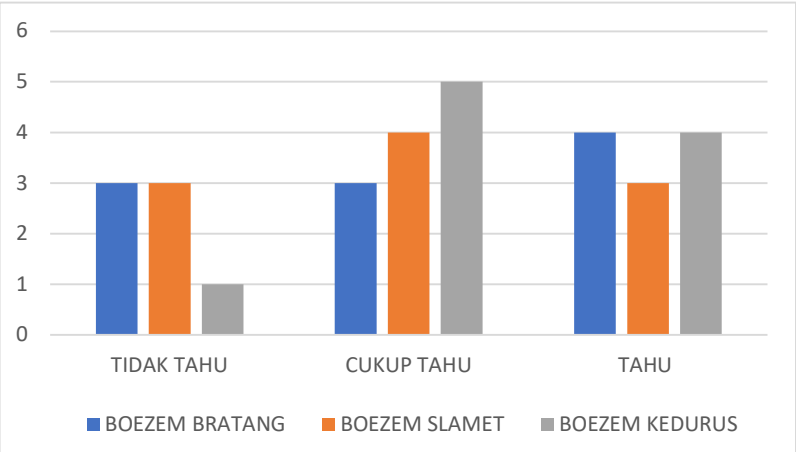
5.4.2 Pengetahuan Responden

Pengetahuan responden terhadap fungsi boezem dan air limbah rumah tangga sangat berpengaruh terhadap keinginan masyarakat untuk ikut berperan dalam pemeliharaan boezem. Pengembangan boezem terkait kualitas air memerlukan kerjasama dari masyarakat. Untuk itu perlu diketahui bagaimana pengetahuan masyarakat terhadap dampak yang ditimbulkan oleh air limbah. Hasil survei yang diawali dengan pengetahuan responden mengenai fungsi boezem dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. 5 Pengetahuan Mengenai Fungsi Boezem

Berdasarkan hasil survei tingkat pengetahuan masyarakat terhadap fungsi boezem menunjukkan bahwa masih ada masyarakat yang belum mengetahui fungsi boezem. Dan beberapa responden dengan jawaban cukup tahu, mengetahui bahwa boezem berfungsi sebagai tampungan air, dan responden yang menjawab tahu menjelaskan bahwa boezem berfungsi sebagai tampungan air yang dapat mengendalikan banjir. Semua responden mengetahui bahwa air limbah yang dihasilkan akan mengalir dan tertampung di boezem. Untuk pengetahuan responden terkait dampak air limbah dapat dilihat pada Gambar. 5.6.



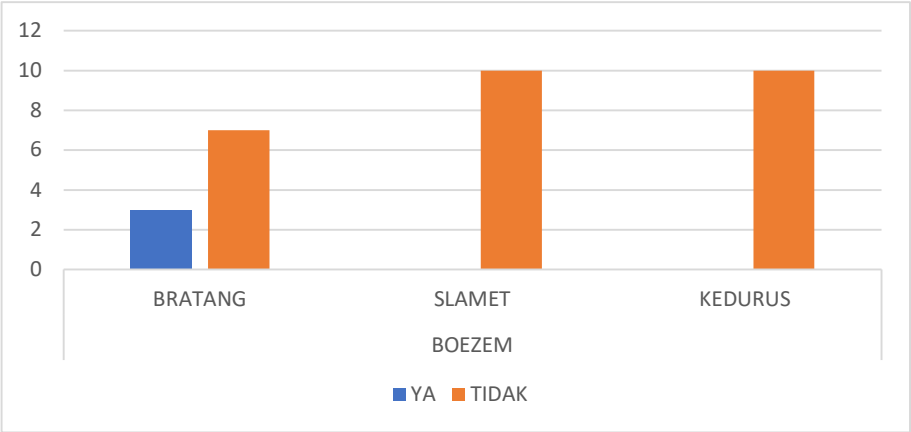
Gambar 5. 6 Pengetahuan Mengenai Dampak Air Limbah

Dari hasil survei diketahui bahwa masyarakat cukup tahu bahwa air limbah berdampak pada estetika lingkungan seperti bau yang tidak sedap. Tetapi beberapa

responden juga tidak tahu mengenai dampak air limbah bagi kesehatan ataupun lingkungan jika air limbah mengalir ke boezem.

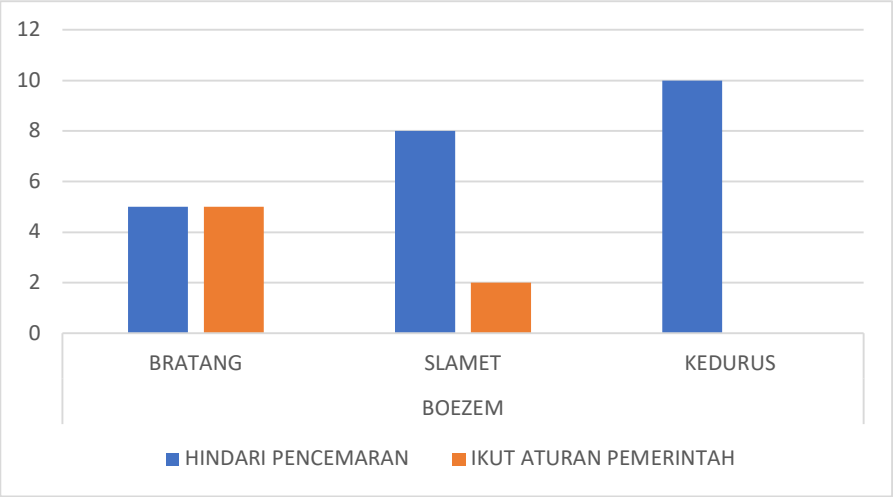
5.4.3 Sikap Responden

Keterkaitan antara pengetahuan responden mempengaruhi bagaimana responden bersikap terhadap pengolahan air limbah dan berpartisipasi dalam pengelolaan boezem. Masyarakat diberi penjelasan mengenai pengolahan air limbah domestik yang juga merupakan program pemerintah dan manfaat boezem sebagai sumber daya air alternatif ketika dilakukan pengembangan dan pengelolaan. Penjelasan yang diberikan berisi tentang penyakit yang ditimbulkan akibat sumber air yang tercemar, pencegahan pecemaran sumber air, dan air boezem yang dapat dimanfaatkan untuk masyarakat setempat. Sikap terhadap penggunaan air boezem dapat dilihat pada gambar berikut.



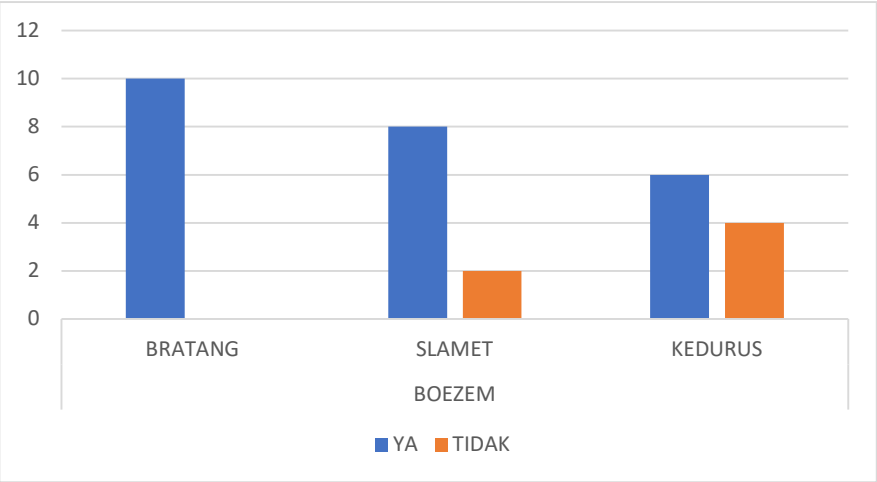
Gambar 5. 7 Sikap Terhadap Penggunaan Air Boezem

Pada wilayah boezem Bratang terdapat 3 responden yang menggunakan air boezem untuk keperluan penyiraman tanaman dan jalan, untuk di wilayah boezem Slamet dan Kedurus tidak terdapat responden yang menggunakan air boezem. Pada pertanyaan sikap responden dalam pengelolaan air limbah diketahui bahwa semua responden ingin mengolah air limbah jika terdapat sistem pengolahan air limbah. Alasan responden ingin mengolah air limbah yaitu untuk mengikuti aturan pemerintah dan untuk menghindari pencemaran air. Data alasan responden di setiap wilayah boezem selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 5.8.

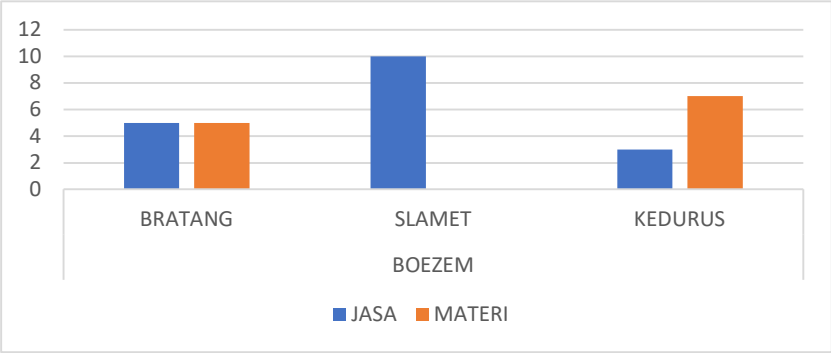


Gambar 5. 8 Alasan Responden Ingin Mengolah Air Limbah

Berdasarkan gambar di atas dari dua alasan yang ada, terdapat 7 responden di wilayah Boezem Bratang dan Slamet yang ingin mengolah air limbah dengan alasan mengikuti aturan pemerintah. Dalam hal kesediaan responden ikut bertanggung jawab dalam pengelolaan boezem dan bentuk keterlibatan masyarakat dapat dilihat pada Gambar 5.9 dan Gambar 5.10.



Gambar 5. 9 Kesediaan Responden Ikut Bertanggung Jawab Dalam Pemeliharaan Boezem



Gambar 5. 10 Bentuk Keterlibatan Masyarakat Dalam Pemeliharaan Boezem

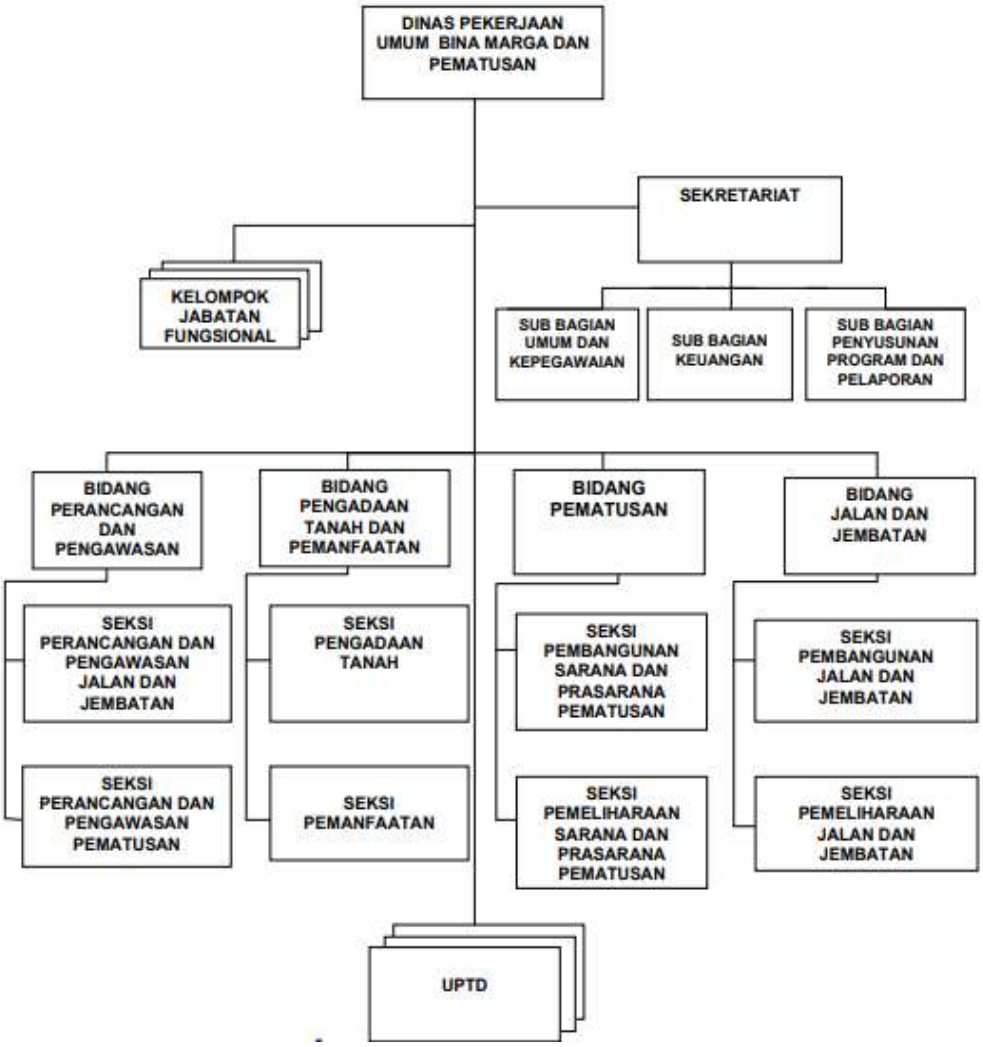
Berdasarkan hasil survei diketahui bahwa untuk pengelolaan air limbah domestik semua respoden ingin melakukan pengolahan air limbah domestik. Namun, dari 30 responden terdapat 6 orang yakni 4 orang dari Boezem Kedurus dan 2 orang dari Boezem Slamet yang tidak bersedia terlibat dalam pengelolaan boezem. Keterlibatan masyarakat terhadap pemeliharaan boezem dapat berupa jasa seperti membantu membersihkan kolam tampungan boezem dari sampah rumah tangga dan berbentuk dana atau uang. Kontribusi masyarakat dalam bentuk dana ini diupayakan untuk program mandiri dalam mengelola air limbah domestik sebagai bentuk partisipasi masyarakat terhadap pemeliharaan boezem.

5.5 Analisis Kelembagaan

Fungsi dari suatu lembaga adalah untuk menggerakkan/mengaktifkan kumpulan orang-orang atau bagian-bagian yang saling terlibat didalamnya dalam rangka mencapai tujuan tertentu. Lembaga yang menangani pengelolaan boezem di Kota Surabaya adalah Dinas Bina Marga dan Pematusan. Pengelolaan dan pemeliharaan boezem berada pada bidang pematusan. Penguatan kapasitas kelembagaan dalam upaya mengoptimalkan fungsi boezem sebagai infrastruktur multifungsi dan prasarana berkelanjutan untuk menuju kota ramah air. Hal ini harus ditunjang dengan suatu rencana yang stategis dan berkesinambungan. Penguatan kapasitas kelembagaan ditinjau dari bentuk institusi, tanggung jawab dan tenaga kerja yang terampil. Sehingga dapat melaksanakan fungsi pelaksanaan, pengawasan, dan pengendalian pada manajemen tata kelola air.

A. Struktur Organisasi

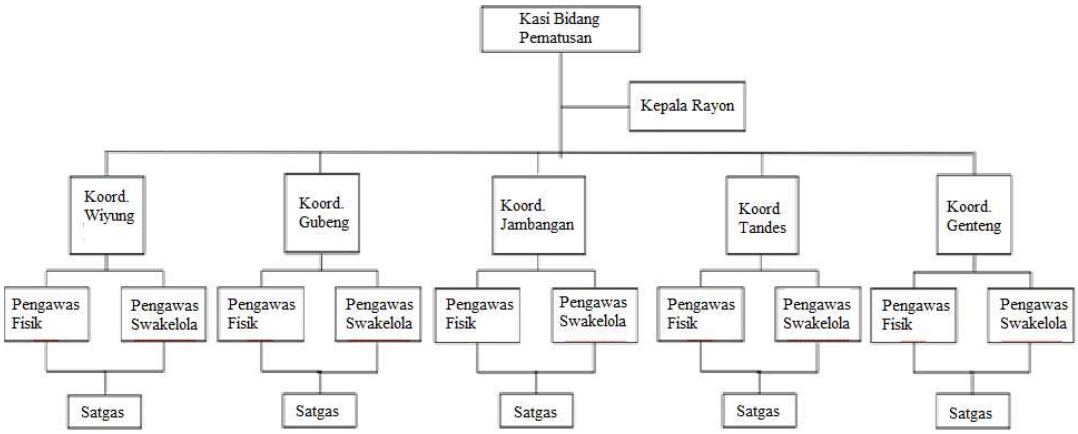
Berdasarkan Peraturan Walikota Surabaya Nomor 49 tahun 2016, struktur organisasi pada Dinas PU Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya terdiri dari Kepala Dinas, sekretariat yang terdiri dari tiga sub bagian, dan 4 bidang serta UPTD. Masing-masing bidang memiliki 2 seksi, susunan organisasi Dinas PU Bina Marga dan Pematusan dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5. 11 Struktur Organisasi DPU Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya

Unit pelaksana teknis dinas atau UPTD yang dimiliki Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya hanya UPTD alat berat (peraturan Walikota Surabaya nomor 24 tahun 2006), sub unit alat berat pematusan. Secara umum, susunan/struktur organisasi Dinas Bina Marga dan Pematusan sudah baik dan sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 2007 tentang organisasi perangkat daerah. Pada bab IV paragraf 2 pasal 25 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 2007 disebutkan bahwa suatu dinas terdiri dari 1 sekretariat dan paling banyak memiliki 4 bidang. Sekretariat dan bidang-bidang tersebut terdiri paling banyak 3 seksi.

Pada bidang pematusan yang merupakan pengelola boezem, terbagi menjadi 5 rayon pematusan untuk wilayah Kota Surabaya. Di wilayah penelitian ini, Boezem Kedurus wilayah Surabaya Selatan dan Boezem Slamet di Surabaya Barat termasuk rayon pematusan Wiyung dan Boezem Bratang wilayah Surabaya Timur termasuk rayon pematusan Jambangan. Dari hasil wawancara kepada pihak pengelola boezem diketahui struktur organisasi rayon pematusan dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.

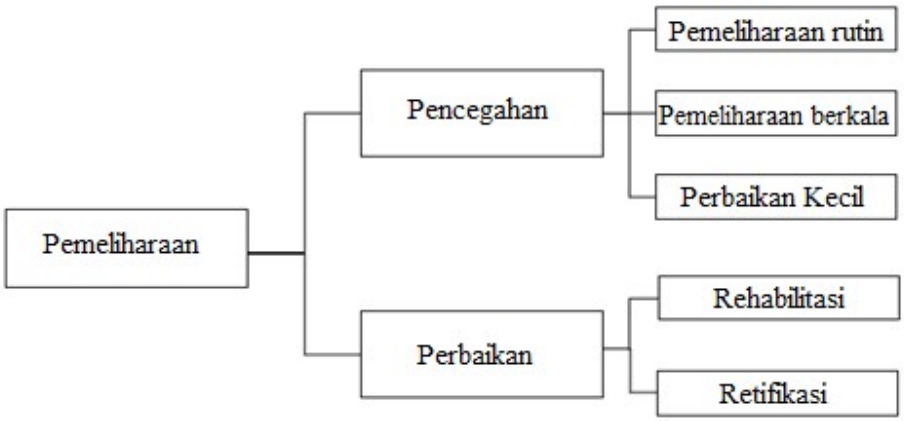


Gambar 5. 12 Struktur Organisasi Bidang Pematusan

Setiap rayon pematusan memiliki koordinator rayon sebagai pengawas fisik dan sebagai pengawas swakelola serta satuan tugas (satgas) yang jumlahnya berbeda di setiap rayonnya. Tetapi, untuk struktur organisasi pada bidang pematusan di setiap rayon tidak tercatat dalam bentuk dokumen pada kantor sekretariat rayon wilayah studi.

B. Operasi dan Pemeliharaan

Dalam buku saku operasional dan pemeliharaan embung, diketahui bahwa kegiatan pemeliharaan yang dilakukan terbagi atas 2 yaitu, pencegahan dan pemeliharaan yang digambarkan pada Gambar 5.13 berikut.



Gambar 5. 13 Kegiatan Pemeliharaan Pada Embung

Dari hasil wawancara kepada koordinator rayon wilayah studi diketahui bahwa :

1. Boezem Kedurus

Pada Boezem Kedurus, pemeliharaan pada tahap pecegahan untuk pemeliharaan kolam tampungan hanya dilakukan secara berkala yaitu pada pengerukan lumpur sedimen boezem dan pembersihan enceng gondok serta sampah-sampah lainnya yang dilakukan dalam satu tahun sekali. Untuk pemeliharaan rutin pada peralatan sistem pompa, *screening* dan pintu air tidak pernah dilakukan. Sehingga, kondisi peralatan untuk operasi boezem seperti *mechanical screening* dan pintu air sudah tidak berfungsi lagi.

Pada tahap perbaikan, hanya dilakukan pada saat terjadi bencana. Di boezem ini telah dilakukan rehabilitasi pada saat terjadi longsoran dinding di awal tahun 2000. Untuk perbaikan atau penggantian alat mekanikal yang rusak belum dilakukan karena terbatasnya dana operasional. Kegiatan operasi boezem yang dilakukan saat ini, hanya pada pengoperasian pompa saat terjadi hujan.

2. Boezem Bratang

Di Boezem Bratang, pemeliharaan yang dilakukan secara rutin yaitu pembersihan sampah pada kolam tampungan. Untuk pemeliharaan berkala hanya dilakukan pada pengerukan lumpur sedimen boezem. Pemeliharaan berkala dilakukan dalam dua tahun sekali. Kendala yang dihadapi dalam melakukan pemeliharaan ini ialah akses jalan yang sempit untuk pemakaian alat berat karena boezem terletak pada daerah permukiman pada penduduk. Rayon Jambangan ini memiliki 17 alat berat termasuk truk dan excavator.

Pada bangunan dan fasilitas pendukung seperti pagar dan papan larangan tidak terpelihara dengan baik. Berdasarkan hasil survei lapangan, tidak terdapat pagar batasan antara area boezem dan area aktivitas masyarakat. Dari hasil wawancara kepada koordinator rayon Jambangan, tidak terdapat jadwal pemeliharaan pompa. Peralatan hanya akan dilakukan perbaikan ketika terjadi kerusakan. Boezem Bratang ini telah melakukan penggantian alat pompa, sebanyak 6 buah pompa yang baru digunakan sejak 2 tahun terakhir. Selama 2 tahun terakhir ini pompa tidak pernah dilakukan pemeliharaan.

3. Boezem Slamet

Boezem ini merupakan tampungan air dengan sistem gravitasi dan pintu air, tidak terdapat rumah pompa. Dari hasil wawancara, lokasi Boezem Slamet ini berada di kondisi topografi yang tinggi, sehingga tidak membutuhkan sistem rumah pompa. Untuk pemeliharaan, tidak dilakukan pemeliharaan secara rutin maupun berkala seperti pada Boezem Kedurus. Dari hasil survei lapangan, boezem ini tidak memiliki pagar pembatas antara aktivitas masyarakat dan boezem itu sendiri.

C. Tenaga Kerja

Berdasarkan status kepegawaian, sumber daya manusia yang ada di bidang pematusan berjumlah 465 orang sudah termasuk satu kepala bidang dan dua kepala seksi dengan perincian 135 orang berstatus pegawai negeri sipil, 13 orang berstatus pegawai honorer dan 317 orang pegawai kontrak yang dibayar harian. Sumber daya manusia dengan status pegawai negeri sipil yang berjumlah 135 orang memiliki rincian

kualifikasi Pendidikan S2 sebanyak 2 orang, S1 sebanyak 13 orang, D3 sebanyak 1 orang, dan SMA/STM sebanyak 119 orang.

Pada wilayah studi yaitu rayon Wiyung untuk Boezem Kedurus dan Boezem Slamet memiliki 63 orang pegawai, yang terdiri dari 4 orang pengawas dengan kualifikasi S1 sebanyak 1 orang, STM sebanyak 3 orang dan 59 orang satgas pengerukan untuk pemeliharaan saluran. Dari hasil wawancara, pegawai khususnya pengawas tidak pernah diberikan pelatihan untuk peningkatan kapasitas pengelolaan boezem ini.

Di rayon Jambangan terdapat 89 orang pegawai, yang terdiri dari 4 orang pengawas dengan kualifikasi pendidikan S1 sebanyak 1 orang, SD sebanyak 1 orang, dan D3 sebanyak 2 orang dan 85 orang satgas yang melakukan pemeliharaan saluran dan boezem. Dari hasil wawancara diketahui bahwa terdapat pengawas yang masih kurang dalam hal pemaham kegiatan operasional boezem karena latar belakang pendidikan dan usia. Tugas pengawas ialah untuk pengawas teknis yaitu untuk memastikan operasional pompa berjalan dengan baik dan pengawas swakelola betugas untuk memastikan pemeliharaan boezem saat terjadi kerusakan dapat segera di tindak lanjuti. Tidak adanya dokumen administrasi pada masing-masing rayon mengenai struktur, serta tugas dan fungsi yang spesifik.

5.6 Strategi Pengembangan Boezem

Upaya peningkatan dalam pemanfaatan boezem agar menjadi infrastruktur multifungsi dibutuhkan strategi yang baik, efektif dan efisien. Penyusunan rencana strategi tersebut dilakukan setelah dilakukan analisis terhadap kondisi yang ada saat ini. Dalam penelitian ini rencana strategi menggunakan analisis SWOT. Analisis ini dapat dipakai untuk analisis kualitatif. Pertama yang dilakukan dengan menginventaris faktor pendorong dan penghambat (kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman) Selanjutnya faktor-faktor tersebut dianalisis secara sistematis untuk merumuskan strategi pengembangan pemanfaatan boezem.

5.6.1 Analisis Kondisi Faktor Internal Dan Eksternal

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman yang ada pada sistem pengelolaan boezem. Keempat faktor tersebut akan menentukan strategi apa yang akan dilakukan dalam upaya untuk meningkatkan pengelolaan boezem sehingga menjadi infrastruktur multifungsi. Komponen-komponen faktor tersebut didapatkan dari hasil analisis 3 aspek yaitu teknis, peran serta msyarakat, dan kelembagaan.

A. Analisis kondisi internal

Analisis kondisi internal terdiri dari faktor kekuatan dan kelemahan yang ada pada sistem pengelolaan boezem. Faktor kekuatan yang dimiliki merupakan aset penting untuk mengurangi kelemahan. Sedangkan untuk faktor kelemahan yang ada dan menjadi kendala/hambatan sebisa mungkin diminimalkan.

a) Kekuatan (Strengths)

1. Boezem memiliki petugas pengelola yang terstruktur.

   Secara umum struktur organisasi pada Dinas PU Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya telah sesuai dengan Peraturan Walikota Surabaya Nomor 49 tahun 2016.

2. Boezem memiliki sistem pompa yang masih berjalan dengan baik.

   Dari hasil wawancara diketahui boezem memiliki 6 pompa dengan jenis submersible di Boezem Kedurus dan 6 pompa di Boezem Bratang yang dapat dioperasikan dengan baik.

3. Adanya koordinasi yang baik antara masing-masing rayon pengelola boezem.

   Dari hasil wawancara diketahui bahwa setiap rayon melakukan koordinasi terkait kegiatan pengoperasian boezem dan pemeliharaan boezem melalui HT.

4. Setiap rayon pengelola boezem memiliki alat berat

   Masing-masing rayon juga memiliki alat berat, untuk Boezem Kedurus memiliki 26 alat berat dan Boezem Bratang memiliki 17 alat berat termasuk truk dan excavator.

5. Adanya alokasi dana untuk pengelolaan boezem setiap tahunnya.

Pemerintah Kota Surabaya sangat mendukung pembangunan dan pemeliharaan bidang pematusan. Hal ini terlihat dari besarnya anggaran yang dialokasikan untuk pengelolaan dan pembangunan sistem drainase yang setiap tahun semakin meningkat. Dari tahun 2010 untuk program pengelolaan dan pembangunan sistem drainase Kota Surabaya memiliki anggaran sebesar 331,9 M hingga tahun 2013 sebesar 535,4 M.

b) Kelemahan (Weakness)

1. Kualitas air berada di kelas IV untuk peruntukan yang dapat digunakan untuk mengairi sawah dan pertamanan.

   Berdasarkan hasil pengujian kualitas air boezem, diketahui bahwa ketiga boezem berada pada kualitas air kelas IV berdasarkan baku mutu PP 82 tahun 2001.
2. Belum terdapat dokumentasi struktur kelembagaan di kesekretariatan boezem.

   Dari hasil wawancara, tidak terdapat dokumentasi baik struktur maupun kegiatan pemelihaan boezem di setiap rayon.
3. Tidak adanya pagar pembatas antara area boezem dan aktivitas masyarakat.

   Dari hasil survei lapangan, kolam tampungan langsung berbatasan dengan jalan tanpa adanya pagar pembatas, disamping itu Boezem Bratang juga memiliki kontainer sampah sebagai tempat penampungan sampah sementara.
4. Tidak terdapat pemeliharaan bangunan pelengkap boezem

   Dari hasil wawancara diketahui tidak terdapat pemeliharaan rutin, ataupun berkala pada bangunan pelengkap seperti pompa, *mechanical screen*, ataupun pintu air.
5. Bangun pelengkap boezem sudah mengalami kerusakan

   Bangunan pelengkap boezem yang tidak terpelihara, saat ini sudah tidak digunakan karena telah mengalami kerusakan.
6. Kualitas SDM yang masih kurang

Tidak adanya standar tingkat pendidikan maupun jurusan tertentu pada perekrutan pengawas dalam pengelolaan boezem membuat kurangnya pengetahuan pengelola mengenai boezem ini.

B. Analisis kondisi eksternal

Analisis kondisi eksternal terdiri dari faktor peluang dan ancaman yang dapat mempengaruhi pengembangan pemanfaatan boezem di Kota Surabaya. Kedua faktor tersebut akan memepengaruhi ataupun menentukan faktor keberhasilan dalam upaya mencapai target yang telah ditetapkan.

a) Peluang (Opportunities)

1. Adanya keinginan keterlibatan masyarakat dalam pemeliharaan boezem

   Hasil wawancara kepada masyarakat yang bertempat tinggal di daerah sekitar boezem ingin ikut terlibat dalam pemeliharaan boezem, karena boezem sangat bermanfaat khususnya untuk pengendalian banjir.

2. Adanya dukungan dana dari pemerintah kota terkait pengelolaan boezem

   Dengan adanya bantuan pemerintah melalui Dinas PU Bina Marga dan Pematusan, menjadi peluang untuk lebih dapat meningkatkan pengelolaan boezem.

3. Adanya potensi pemanfaatan air boezem untuk mencukupi distribusi kebutuhan air irigasi sawah, pemadam kebakaran, dan pertamanan.

   Adanya potensi pemanfaatan air boezem tentunya sangat baik, sehingga boezem tidak hanya digunakan sebagai kolam tampungan air hujan.

b) Ancaman (Threats)

1. Air limbah rumah tangga mengalir ke boezem yang dapat menurunkan kualitas air.

   Air limbah ini merupakan ancaman menurunnya kualitas air boezem, peran masyarakat daerah sekitar boezem sangat dibutuhkan dengan melakukan pengolahan air limbah sebelum dialirkan ke boezem.

2. Kebiasaan masyarakat membuang sampah ke saluran drainase.

Adanya kebiasaan masyarakat ini dapat menyumbat aliran air dari drainase, hal ini juga membuat menurunnya kualitas air.

3. Air boezem tidak tersedia sepanjang tahun

   Dari hasil perhitungan ketersediaan air boezem, air pada boezem tidak tersedia sepanjang tahun. Air boezem dapat dimanfaatkan pada musim kemarau yang sebelumnya ditampung pada saat musim hujan sebagai cadangan air ataupun dengan menambah kapasitas tampungan boezem sehingga ketersediaan air dapat mencukupi untuk digunakan sepanjang tahun.

5.6.2 Penentuan Posisi Kondisi dan Strategi

Setelah dilakukan identifikasi/menginventarisasi komponen faktor internal dan eksternal berdasarkan kondisi eksisting, hasil analisis data dan hasil wawancara terhadap responden, selanjutnya menganalisis dengan cara pembobotan masing-masing komponen. Pembobotan diawali dengan menentukan penilaian rating masing-masing komponen dilanjutkan dengan menghitung bobot dan skor. Adapun langkah-langkah perhitungannya sebagai berikut :

1. Menyusun faktor internal atau eksternal kolom 1
2. Memberikan nilai rating dalam kolom 2 untuk masing-masing faktor dengan memberi skala mulai dari 4 (sangat baik/*out standing*) sampai dengan 1 (sangat tidak baik) berdasarkan pengaruh faktor tersebut sesuai kondisi. Kemudian nilai rating masing-masing faktor dijumlahkan.
3. Memberikan bobot masing-masing faktor pada kolom 3, mulai dari 1,0 (sangat penting) sampai dengan 0,0 (tidak penting). Bobot dari semua faktor strategis yang ini harus berjumlah 1. Pembobotan dilakukan dengan cara membagi nilai rating dengan nilai total rating.
4. Mengalihkan rating pada kolom 2 dengan bobot faktor pada kolom 3. Hasilnya adalah skor pembobotan untuk masing-masing faktor.

5. Menghitung jumlah skor pembobotan. Nilai ini adalah untuk memetakan posisi organisasi pada diagram analisa SWOT.

Hasil analisa pembuatan dan penentuan nilai sikap masing-masing faktor dapat dilihat pada Tabel 5.25, sedangkan kuadran letak posisi kondisi eksisting pengelolaan boezem di Kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 5.14

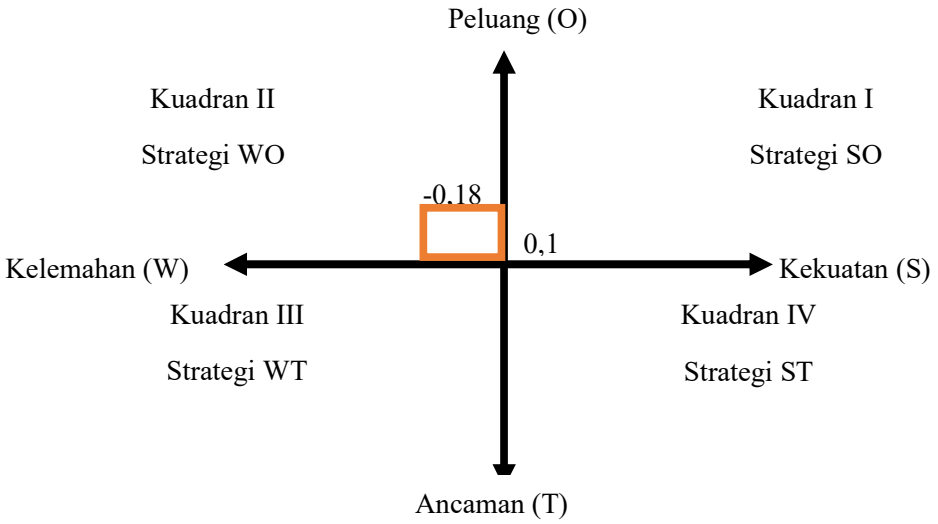
Tabel 5. 25 Hasil Perhitungan Nilai Skor Analisis SWOT

No.	Pernyataan	Rating	Bobot	Skor
Kekuatan (Strength)				
1.	Boezem memiliki petugas pengelola yang terstruktur	3	0,07	0,21
2.	Boezem memiliki sistem pompa yang masih berjalan dengan baik	4	0,1	0,4
3.	Adanya koordinasi yang baik antara masing-masing rayon pengelola boezem	4	0,1	0,4
4.	Setiap rayon pengelola boezem memiliki alat berat	3	0,09	0,27
5.	Adanya alokasi dana untuk pengelolaan boezem setiap tahunnya	4	0,1	0,4
Jumlah		18,00	0,46	1,68
Kelemahan (Weakness)				
1.	Kualitas air berada di kelas 4	4	0,1	0,4
2.	Belum terdapat dokumentasi struktur kelembagaan di kesekretariatan boezem	2	0,06	0,12
3.	Tidak adanya pagar pembatas antara area boezem dan aktivitas masyarakat	3	0,08	0,24
4.	Tidak terdapat pemeliharaan bangunan pelengkap boezem	4	0,1	0,4
5.	Bangun pelengkap boezem sudah mengalami kerusakan	4	0,1	0,4
6.	Kualitas SDM yang masih kurang	3	0,1	0,3
Jumlah		20,00	0,54	1,86
Total Nilai		38,00	1,00	
Selisih				-0,18

Tabel 5.25 Hasil Perhitungan Nilai Skor Analisis SWOT (Lanjutan)

No.	Pernyataan	Rating	Bobot	Skor
	Peluang (Opportunities)			
1.	Adanya keinginan keterlibatan masyarakat dalam pemeliharaan boezem	4	0,25	1,00
2.	Adanya dukungan dana dari pemerintah kota terkait pengelolaan boezem	4	0,15	0,6
3.	Adanya potensi pemanfaatan air boezem untuk mencukupi distribusi kebutuhan air irigasi sawah, pemadam kebakaran, dan pertamanan	4	0,1	0,4
Jumlah		12,00	0,50	2,00
	Ancaman (Threats)			
1.	Air limbah rumah tangga mengalir ke boezem yang dapat menurunkan kualitas air	4	0,2	0,8
2.	Kebiasaan masyarakat membuang sampah ke saluran drainase	4	0,2	0,8
3.	Air boezem tidak tersedia sepanjang tahun	3	0,1	0,3
Jumlah		11,00	0,50	1,90
Total Nilai		23,00	1,00	
Selisih				0,10

Berdasarkan tabel di atas pada tabel internal didapatkan selisih faktor kekuatan dan kelemahan bernilai -0,18 dan pada tabel eksternal didapatkan selisih faktor peluang dan tantangan bernilai 0,10. Selanjutnya nilai tersebut dibuatkan diagram untuk mengetahui posisi kuadran berapa kondisi pengelolaan boezem saat ini. Diagram tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.14.



Gambar 5. 14 Diagram Posisi kondisi pengelolaan boezem di Kota Surabaya

Berdasarkan posisi kuadran pada Gambar 5.14 diketahui posisi kondisi saat ini berada di kuadran II. Kuadran II menandakan bahwa ada peluang besar yang dapat dimanfaatkan namun disisi lain masih mengalami kendala/kelemahan internal. Posisi kuadran II strategi yang dapat diterapkan dalam mengembangkan boezem sebagai infrastruktur multifungsi untuk menuju kota ramah air yakni strategi (WO). Strategi-strategi tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. 26 Analisis Strategi Matriks SWOT

	Kelemahan (W)
Matrik SWOT	1. Kualitas air berada di kelas IV pada standar baku mutu air permukaan 2. Belum terdapat dokumentasi struktur kelembagaan di kesekretariatan boezem 3. Tidak terdapat pemeliharaan bangunan pelengkap boezem 4. Bangun pelengkap boezem sudah mengalami kerusakan 5. Kualitas SDM yang masih kurang
Peluang (O)	***Strategi (W-O)***
1. Adanya keinginan keterlibatan masyarakat dalam pemeliharaan boezem 2. Adanya dukungan dana dari pemerintah kota terkait pengelolaan boezem *3.* Adanya potensi pemanfaatan air boezem untuk mencukupi distribusi kebutuhan air irigasi sawah, pemadam kebakaran, dan pertamanan	1. Melakukan sosialisasi tentang pengolahan air limbah kepada masyarakat 2. Melakukan penjadwalan pemeliharaan alat dan bangunan pelengkap boezem 3. Mendokumentasikan seluruh kegiatan terkait pengelolaan boezem 4. Melakukan pembinaan pengawas dengan mengikutsertakan ke diklat pendidikan dan pelatihan di bidang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan

Dari tabel di atas diketahui strategi yang dapat diterapkan untuk melakukan pengembang boezem menuju kota ramah air di Kota Surabaya. Strategi-strategi tersebut sebagai beriku:

1. Melakukan sosialisasi tentang pengolahan air limbah kepada masyarakat. Dari hasil kuisioner diketahui bahwa keinginan masyarakat sudah tinggi dalam keterlibatan pemeliharaan boezem ini, masyarakat juga harus mulai untuk mengolah air limbah

rumah tangga untuk meningkatkan kualitas air boezem. Peningkatan kualitas air ini dibutuhkan untuk pengembangan pemanfaatan boezem.

2. Melakukan penjadwalan pemeliharaan alat dan bangunan pelengkap boezem. Pemeliharaan alat dan bangunan pelengkap boezem wajib dilakukan, sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12 tahun 2014. Hal ini tentunya sangat berpengaruh dalam pengembangan boezem kedepannya.

3. Mendokumentasikan seluruh kegiatan terkait pengelolaan boezem. Dokumen-dokumen dalam suatu organisasi tentunya sangat dibutuhkan. Dokumen mengenai struktur kelembagaan, pengoperasian dan pemeliharaan boezem sangat membantu dalam peningkatan kinerja pengelolaan boezem.

4. Melakukan pembinaan pengawas dengan mengikutsertakan ke diklat pendidikan dan pelatihan di bidang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Peningkatan SDM ini sangat diperlukan agar pengetahuan, keahlian, dan keterampilan personil mampu mendorong pengembangan pengelolaan serta pemanfaatan boezem.

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6. 1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Boezem dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan air irigasi, distribusi air pemadaman kebakaran dan pertamanan. Dengan debit andalan tertinggi yang tersedia yaitu Boezem Kedurus sebesar 8,235 m^3/detik, Boezem Bratang 0,434 m^3/detik, dan Boezem Slamet 0,024 m^3/detik. Boezem Kedurus dapat memenuhi kebutuhan air total yang direncanakan, sedangkan Boezem Bratang dan Slamet belum dapat mencukupi kebutuhan air total sepanjang tahun.
2. Dari 30 orang responden terdapat 24 orang yang ingin ikut terlibat dalam pemeliharaan boezem. Keterlibatan masyarakat setempat dapat berupa sumbangan dalam bentuk jasa maupun materi yang dapat mendukung kegiatan pemeliharaan boezem.
3. Strategi awal yang perlu dilakukan untuk menuju kota ramah air di Kota Surabaya dalam pengembangan pengelolaan boezem diantaranya melakukan penjadwalan pemeliharaan alat serta bangunan pelengkap boezem dan mendokumentasikan seluruh kegiatan terkait pengelolaan boezem.

6. 2 Saran

Saran yang perlu dilakukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya ialah :

1. Dapat mengkaji pengembangan boezem terhadap peningkatan kuantitas dan kualitas air boezem
2. Dapat merencanakan strategi untuk memperkuat kelembagaan pengelolaan boezem dalam upaya mengoptimalkan fungsi boezem

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

Abdulla, F.A. dan Al-Shareef, A.W. (2009). "*Roof Rainwater Harvesting Systems for Household Water Supply in Jordan*. *Desalination*, hal. 195-207.

Amiany. (2016). "Partisipasi Masyarakat Dalam Peningkatan RTH Perkotaan". Universitas Palangka Raya.

Ariyanto, D. (2007). "Analisis Kebutuhan Air Bersih dan Ketersediaan Air Bersih di IPA Sumur dalam Banjarsari PDAM Kota Surakarta Terhadap Jumlah Pelanggan". Teknik Sipil.

Ariseno, I., Eka, R.R. dan Trya, D. (2018). "Analisis Kualitas Air Tanah untuk Air Bersih di Surabaya Selatan". *University Research Colloqium*. Surakarta.

Asanta, G.H. (2018). "Evaluasi Kualitas Lingkungan Di Kota Bogor Berdasarkan Indeks Kota Sensitif Air". *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.

Aziz, A. (2013). "Analisis Indeks Kekeringan Untuk Penyediaan Air Bersih Saat Musim Kemarau (Studi Kasus: Kabupaten Nganjuk)". Tesis. Institur Teknologi Sepuluh Nopember.

Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya. (2018). Draft Laporan Akhir Surabaya Drainage Master Plan Tahun 2018 – 2038.

Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. (2018). Surabaya Dalam Angka 2017.

Budinetro, H.S., Fatchan, A.K. dan Sahid, M.N. (2012). "Pengendalian Aliran Permukaan Akibat Perubahan Tata Guna Lahan dengan Konsep *Low Impact Development*", *Seminar Nasional Teknik Sipil UMS*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Brown, R., Rogers, B. dan Werbeloff, L. (2016). "Moving Toward Water Sensitive Cities: A Guidance Manual for Strategists and Policy Makers" Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities. Australia.

Brown, R.R., dan Wong, T.H.F. (2009). "*The Water Sensitive City: Principles for Practice*". *Water Science & Technology*. Vol. 60, No. 3. hal 673-682. Melbourne (AU): IWA Publishing.

Fachrurrozi, M. (2017). Studi Optimasi Pemanfaatan Waduk Bagong di Kabupaten Trenggalek untuk Jaringan Irigasi, Kebutuhan Air Baku, dan Potensi PLTA. *Tugas Akhir*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Ghisi, E., Davi F.T. dan Vinicius, L. R. (2009). "*Rainwater Harvesting In Petrol Stations In Brasilia: Potential for Portable Water Saving and Investment Feasibility Analysis*". *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 54, hal.79-85.

Helmreich, B. dan Horn, H. (2009). "*Opportunities in rainwater harvesting*". *Desalination*. Vol. 248. hal. 118-124.

Howard,K.W.F. dan Israfilov R.G. (2002). "Current Problem of Hydrogeology in Urban Areas, Urban Agglomerates and Industrial Centres". Nato Science Series, IV Earth and Environment Science.

Indah, A.S., Tatiek W., dan Lilik S. (2014). "Green Line Landscape Analysis and Implementation Efforts Smart Green Land on Green Open Space in Malang City". *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol 2, Nomor 3, hal. 198-207.

Jawa Pos. (2019). "Bangun Boezem, Kebutuhan Siram Tanaman Tinggi". 10 Juni 2019, hal 7.

Kusumawardani, D. (2011). "Valuasi Ekonomi Air Bersih di Kota Surabaya. Fakultas Ekonomi dan Bisnis", Universitas Airlangga. Majalah Ekonomi.

Lasminto, U. (2016). "Studi Potensi Tampungan Air Sebagai Sumber Air Baku Kota Surabaya". Simposium I jaringan Perguruan Tinggi untuk Pembangunan Infrastruktur Indonesia.

Maulidiyah, A. (2017). "Studi Potensi Boezem Wonorejo Sebagai Sumber Penyedia Air Baku Kota Surabaya". *Tesis Magister Teknik Sipil*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mulyana, W. dan Suganda, E. (2017). "Water Governance for Urban Resilience Analysis of Key Factors and The Role Of Stakeholders in Metropolitan Area". *The Indonesian Journal of Planning And Development*, Vol 2, No 1.

Newman, P dan Jennings, I. (2008). "Cities as Sustainable Ecosystems: Principles and Practices". *Island Press*. Washington DC.

Nurwahyudi. (2016). Kemampuan PDAM Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih Kota Surabaya Sampai Tahun 2030. Universitas Negeri Surabaya.

Persada, R.C.A dan Alfan, P. (2018). "Analisis Air Baku Prioritas Skala Kota (Studi Kasus PDAM Surya Sembada Surabaya)". Jurnal Teknik ITS. Vol 7. No 1.

Purwanti, E. (2015). "Evaluasi Terhadap Lokasi Penempatan Pos Pemadam Kebakaran di Wilayah Kota Surabaya". *Skripsi*. Universitas Negeri Surabaya.

Purwanto, J. dan Susanto, A. (2014). "Pengantar Pengelolaan Sumber Daya Air. Universitas Terbuka".

Pradikta, A. (2013). "Strategi Pengembangan Obyek Wisata Waduk Gunungrowo Indah Dalam Upaya Meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (Pad) Kabupaten Pati". *Economics Development Analysis Journal*. Vol 2 No 4.

Pramudita, R. 2018. "Warga Kota Surabaya Belum Sensitif Air". www.suarasurabaya.net . Diakses pada tanggal 24 Juli 2019 pukul 10.28

Prastya, I.Y. dan Putri, N.A.D. (2017). "Pengelolaan Sumber Daya Air di Daerah Kepulauan (Studi di Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau)", *Prosiding SNaPP2017 Sosial Ekonomi dan Humaniora*, Vol. 7, No. 3, hal. 672-680.

Pratiknyo, P. (2017). "Analisis Keberadaan dan Ketersediaan Air Tanah Berdasarkan Peta Hidrogeologi dan Cekungan Air Tanah di Kota Magelang", *Jurnal Mineral, Enbergi dan Lingkungan*, Vol. 1, No. 2, hal. 1-8.

Pratiwi, S. (2015). "Studi Replikasi Ipal Grey Water Tepat Guna Berbasis Surabaya Green And Clean". *Tesis Magister Teknik Lingkungan*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

Prawaka, M.D. (2016). "Analisis Strategi Kebijakan Pembangunan Daerah Kota Bandar Lampung (Pendekatan Analisis SWOT dan AHP)". *Skripsi.* Universitas Lampung.

Ramdhan, M. (2018). Pemetaan Status Kualitas Sumber Daya Air Di Kota Bogor dan Upaya Pengelolaannya Menuju Kota Sensitif Air". *Seminar Nasional Geomatika*. Institut Pertanian Bogor.

Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM) Kota Surabaya. (2014).

Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Surabaya Tahun 2016 – 2021. (2016)

Said, NI dan Widayat W. (2004). Pengisian Air Tanah Buatan Pemanenan Air Hujan dan Teknologi Pengolahan Air Hujan. *Pusat Teknologi Lingkungan BPPT*. Jakarta.

Saharuddin, A, Faizal A, dan Zulkhaedir P. (2015). "Destilasi Air Laut Untuk Produksi Air Segar Menggunakan Desilator Prototipe Ultraviolet Sebagai Salah Satu Upaya Pemanfaatan Sumber Daya Air". Karya Tulis Ilmiah. Universitas Hasanuddin.

Saraswati. D. dan Agung, B.C. (2017). "Analisa Daerah Risiko Bencana Kebakaran Kota Surabaya Menggunakan Sistem Informasi Geografis". *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 6, No.2, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Sidharno, W. (2013). "Kajian Ketersediaan Air Baku untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Kota Kupang dengan Skenario Dampak Perubahan Iklim". *Tesis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Sihotang, I.V., Sudarmadji, I.L.S. dan Baiquni, M. (2016). "Model Konservasi Sumber daya Air Sebagai Upaya Mempertahankan Keberlanjutan Air di Sub DAS Aek Silang", *SPATIAL Wahana Komunikasi dan Informasi Geografi*, Vol. 15, No. 1, hal. 1-11.

Siregar, A. Rosadi R. A, dan Arifaini, N. (2011). Maksimalisasi desain embung sebagai sumber air irigasi untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tebu. *Jurnal Rekayasa*. 15(1): 1-12.

Soemarto, C.D. (1987). Hidrologi Teknik. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya.

Soewarno. (2000). Hidrologi Operasional Jilid Kesatu. Penerbit Citra Aditya Bakti: Bandung.

Sorsodarsono, Suyono, Takeda, dan Kensaku. (2003). "Hidrologi untuk Pengairan edisi Sembilan". Pradya Paramita. Jakarta.

Subarkah, I. (1980). "Hidrologi Unruk Perencanaan Bangunan Air". Idea Dharma: Bandung.

Sudarmadji. (1991). “Agihan Geografis Sifat Kimiawi Air Tanah Bebas di Kotamadya Jogyakarta. Disertasi”. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta

Surabaya Dalam Angka. (2019). “Tambah Tujuh Boezem di 2019, Total Luas Boezem di Surabaya capai 147,5 Ha”. https://humas.surabaya.go.id/. Diakses pada tanggal 15 Juli 2019, pukul 19.56 WIB.

Susanto, A. (2018). “Pengelolaan Kota Ramah Air Melalui Pendekatan Water Metabolism City Untuk Menunjang Pembangunan Kota Berkelanjutan”. *Seminar Nasional FMIPA*. Universitas Terbuka.

Swaranews Surabaya. (2019). Menjaga Kualitas Udara dengan Pengembangan Ruang Terbuka Hijau. https://swaranews.co.id/ diakses pada tanggal 25 Juli 2019 pukul 10.12.

Syahrani, Djoko, L., dan Fatchan, N. (2004). “Analisis Peran Serta Masyrakat Dalam Pengelolaan Air Bersih”. Pascasarjana Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Triatmodjo, B. (2014). “Hidrologi Terapan”. Edisi keempat, Beta offset, Yogyakarta.

Wafa, A. dan Zainul, A. (2003). “Studi Perencanaan Boezem Kedurus Hulu untuk Pengendalian Banjir Wilayah Surabaya Bagian Barat”. *Skripsi*. Universitas Komputer Indonesia.

Wibowo, M. (2001). “Potensi Sumber daya Air Tanah di Surabaya Berdasarkan Survei Geolistrik Tahanan Jenis”. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol.2, No. 1,hal: 58-65.

Widiyono, W. (2008). “Konservasi flora, tanah dan sumber daya air embung-embung di Timor Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur (Studi Kasus Embung Oemasi Kupang dan embung Leosama-Belu)”. *Jurnal Teknik Lingkungan.*

Yulistyorini, A. (2011). “Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Pengelolaan Sumber Daya Air Di Perkotaan”. Teknologi dan Kejuruan, Vol. 34, No.1.

Zulfan, J. dan Maria, A.H. (2013). “Pengelolaan Boezem Banger Berbasis Kebersamaan Antar Stakeholder”. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. Kementrian Pekerjaan Umum.

LAMPIRAN 1

A. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Sawah Area Boezem Kedurus

No.	URAIAN	SATUAN	KETERANGAN	JANUARI		FEBRUARI		MARET		APRIL		MEI		JUNI	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	ET	mm/hr	Penman	4,64	4,64	5,51	5,51	5,30	5,30	6,79	6,79	6,57	6,57	6,28	6,28
2	Koefisien Tanam (C)	mm/hr	FAO	1,05	0,95	0,00			1,10	1,10	1,05	1,05	0,95	0,00	
				1,05	1,05	0,95	0,00			1,10	1,10	1,05	1,05	0,95	0,00
	Koefisien Tanam (C) Rerata			1,05	1,00	0,48	0,00		1,10	1,10	1,08	1,05	1,00	0,48	0,00
3	Et Crop	mm/hr	Kc x ET	4,87	4,64	2,62	0,00		5,83	7,47	7,30	6,90	6,57	2,98	0,00
4	Perkolasi & rembesan	mm/hr	kondisi tanah	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
5	Total crop water requirement	mm/hr	(3+4)	6,87	6,64	4,62	2,00	2,00	7,83	9,47	9,30	8,90	8,57	4,98	2,00
6	R80	mm/0,5bln	R80	182,80	145,80	438,00	136,80	465,40	194,40	198,80	229,00	88,80	88,60	0,00	0,00
7	Effektif rainfall	mm/hr	0,7 x (8) / hari	8,53	6,80	20,44	6,38	21,72	9,07	9,28	10,69	4,14	4,13	0,00	0,00
8	Net, field requirement	mm/hr	(7 - 9)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	4,76	4,44	4,98	2,00
9	Net, field requirement	l/dt/ha	(10) / 8,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,55	0,51	0,58	0,23
10	Diversion Requirement	l/dt/ha	(11)/ 0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,85	0,79	0,89	0,36

No.	URAIAN	SATUAN	KETERANGAN	JULI		AGUSTUS		SEPTEMBER		OKTOBER		NOPEMBER		DESEMBER	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	ET	mm/hr	Penman	11,97	11,97	7,15	7,15	8,69	8,69	11,23	11,23	6,79	6,79	5,27	5,27
2	Koefisien Tanam (C)	mm/hr	FAO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			1,10	1,10	1,05
						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			1,10	1,10
	Koefisien Tanam (C) Rerata				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1,10	1,10	1,08
3	Et Crop	mm/hr	Kc x ET		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		7,47	5,80	5,67
4	Perkolasi & rembesan	mm/hr	kondisi tanah	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
5	Total crop water requirement	mm/hr	(3+4)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	9,47	7,80	7,67
6	R80	mm/0,5bln	R80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	125,00	539,40	260,20
7	Effektif rainfall	mm/hr	0,7 x (8) / hari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,83	25,17	12,14
8	Net, field requirement	mm/hr	(7 - 9)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,64	0,00	0,00
9	Net, field requirement	l/dt/ha	(10) / 8,64	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,42	0,00	0,00
10	Diversion Requirement	l/dt/ha	(11)/ 0,65	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,65	0,00	0,00

B. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Sawah Boezem Slame

No.	URAIAN	SATUAN	KETERANGAN	JANUARI		FEBRUARI		MARET		APRIL		MEI		JUNI	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	ET	mm/hr	Penman	4.64	4.64	5.51	5.51	5.30	5.30	6.79	6.79	6.57	6.57	6.28	6.28
2	Koefisien Tanam (C)	mm/hr	FAO	1.05	0.95	0.00			1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	0.00	
				1.05	1.05	0.95	0.00			1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	0.00
	Koefisien Tanam (C) Rerata			1.05	1.00	0.48	0.00		1.10	1.10	1.08	1.05	1.00	0.48	0.00
3	Et Crop	mm/hr	Kc x ET	4.87	4.64	2.62	0.00		5.83	7.47	7.30	6.90	6.57	2.98	0.00
4	Perkolasi & rembesan	mm/hr	kondisi tanah	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
5	Total crop water requirement	mm/hr	(3+4)	6.87	6.64	4.62	2.00	2.00	7.83	9.47	9.30	8.90	8.57	4.98	2.00
6	R80	mm/0,5bln	R80	361.20	340.63	236.60	118.00	248.20	235.60	328.40	39.00	224.60	19.80	0.00	0.00
7	Effektif rainfall	mm/hr	0,7 x (8) / hari	16.86	15.90	11.04	5.51	11.58	10.99	15.33	1.82	10.48	0.92	0.00	0.00
8	Net, field requirement	mm/hr	(7 - 9)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.48	0.00	7.65	4.98	2.00
9	Net, field requirement	l/dt/ha	(10) / 8,64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.00	0.89	0.58	0.23
10	Diversion Requirement	l/dt/ha	(11)/ 0,65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	0.00	1.36	0.89	0.36

No.	URAIAN	SATUAN	KETERANGAN	JULI		AGUSTUS		SEPTEMBER		OKTOBER		NOPEMBER		DESEMBER	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	ET	mm/hr	Penman	11.97	11.97	7.15	7.15	8.69	8.69	11.23	11.23	6.79	6.79	5.27	5.27
2	Koefisien Tanam (C)	mm/hr	FAO		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			1.10	1.10	1.05
						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			1.10	1.10
	Koefisien Tanam (C) Rerata				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		1.10	1.10	1.08
3	Et Crop	mm/hr	Kc x ET		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		7.47	5.80	5.67
4	Perkolasi & rembesan	mm/hr	kondisi tanah	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
5	Total crop water requirement	mm/hr	(3+4)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	9.47	7.80	7.67
6	R80	mm/0,5bln	R80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.00	467.96	694.38
7	Effektif rainfall	mm/hr	0,7 x (8) / hari	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.08	21.84	32.40
8	Net, field requirement	mm/hr	(7 - 9)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	6.39	0.00	0.00
9	Net, field requirement	l/dt/ha	(10) / 8,64	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.74	0.00	0.00
10	Diversion Requirement	l/dt/ha	(11)/ 0,65	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	1.14	0.00	0.00

BIOGRAFI PENULIS

Anisa Ramadhani Sahlan dilahirkan di Kota Makassar, Sulawesi Selatan pada tanggal 30 Januari 1996 merupakan anak kedua dari 2 (dua) bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditempuh penulis antara lain di SDN Unggulan Puri Taman Sari Makassar, SMP Negeri 33 Makassar, SMA Negeri 5 Makassar dan kemudian melanjutkan pendidikan Sarjana pada tahun 2013-2017 di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin. Kemudian pada tahun 2018 melanjutkan pendidikan pascasarjana Program Studi Teknik Lingkungan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.