



LAPORAN AKHIR

SURVEI INVESTIGASI DESAIN

PENINGKATAN SUMBER AIR BAKU

DESA JORONG, KECAMATAN JORONG

Tahun Anggaran:
2025

Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang, Dan Pertanahan
Kabupaten Tanah Laut

Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.2.1 Maksud.....	2
1.2.2 Tujuan	2
1.3 Target/Sasaran	2
1.4 Lokasi Kegiatan.....	3
BAB II DESKRIPSI PEKERJAAN DAN SUSUNAN ORGANISASI	4
2.1 Deskripsi Pekerjaan	4
2.2 Lokasi Kegiatan.....	5
2.3 Susunan Organisasi	5
2.4 Uraian Tugas dan Tanggung Jawab Personil	6
2.4.1 Tenaga Ahli.....	6
2.4.2 Tenaga Pendukung.....	7
BAB III METODE PELAKSANAAN KEGIATAN.....	8
3.1 Ruang Lingkup Pekerjaan	8
3.1.1 Analisis Hidrologi.....	8
3.1.2 Debit Rancangan dan Hidrograf Banjir	22
3.1.3 Analisis Kualitas Air.....	24
3.1.4 Analisis Mekanika tanah dan Material Lokal	25
3.1.5 Embung.....	27
3.2 Rencana Kegiatan	40
3.2.1 Persiapan Pekerjaan	40
3.2.2 Kegiatan Survei, Investigasi dan Desain	41
3.2.3 Penyusunan matrik rencana, antara lain membuat:.....	44
BAB IV HASIL SURVEI	46
4.1 Survei Topografi.....	46

4.1.1 Pengukuran Elevasi Lahan Dengan Waterpass.....	46
4.1.2 Pengukuran Elevasi Lahan Dengan <i>Global Positioning System</i> (GPS) <i>Real-Time Kinematic</i> (RTK).....	50
4.1.3 Fotografi Udara.....	53
4.2 Survei Hidrologi.....	56
4.2.1 Kecepatan Aliran dengan Current Meter	56
4.2.2 Pengukuran <i>Echo Sounding</i>	66
4.3 Survei Mekanika Tanah dan Material Lokal.....	76
4.3.1 Pengambilan Sampel Tanah dengan <i>Handbor</i>	76
4.3.2 Pengujian Laboratorium Mekanika Tanah.....	77
4.3.3 Analisis Porositas.....	80
4.3.4 Analisis Rembesan.....	82
4.3.5 Analisis Stabilitas Tanggul	83
4.3.6 Analisis Daya Dukung Pondasi	85
4.4 Pengujian Infiltrasi Tanah	86
4.4.1 Laju Infiltrasi	88
4.5 Survei Kualitas Air.....	93
4.5.1 Pengujian Kualitas Air <i>Insitu</i>	94
4.5.2 Pengujian Kualitas Air di Laboratorium.....	96
4.6 Survei Sosial dan Lingkungan.....	98
BAB V HASIL ANALISIS DATA.....	100
5.1 Analisis Hujan Rancangan.....	100
5.1.1 Uji Sebaran Distribusi.....	101
5.1.2 Uji Chi-Square	105
5.1.3 Uji Smirnov-Kolmogorov	107
5.1.4 Hujan Rancangan	109
5.1.5 Intensitas Hujan	112
5.1.6 Distribusi Hujan Jam-Jaman.....	113
5.1.7 Curah Hujan Efektif.....	114
5.1.8 Debit Rancangan.....	115
5.1.9 Hidrograf Banjir.....	116
5.2 Analisis Evapotranspirasi Potensial	119

5.3 Analisis Ketersediaan Air	122
5.4 Analisis Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik	125
5.4.1 Proyeksi Penduduk.....	125
5.4.2 Fasilitas Umum	127
5.4.3 Kebutuhan Air Domestik	129
5.4.4 Kebutuhan Air Non Domestik	129
5.4.5 Air Domestik & Non Domestik	131
5.5 Analisis Neraca Air	125
5.6 Kapasitas Tampungan Embung	134
5.7 Erosi dan Sedimentasi	135
5.7.1 Erosivitas Hujan (R)	135
5.7.2 Erodibilitas Jenis Tanah (K)	136
5.7.3 Penilaian Kelas Lereng dan Faktor LS	137
5.7.4 Faktor Pengolahan Tanaman dan Tindakan Konservasi (CP)	138
5.7.5 Perhitungan Erosi.....	139
BAB VI PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
6.1 Kegiatan-Kegiatan Yang Telah Dilaksanakan	153
6.2 Rencana Kegiatan Selanjutnya	Error! Bookmark not defined.
6.3 Jadwal Pelaksanaan Kegiatan.....	154
6.4 Kesimpulan.....	157

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Pekerjaan Secara Administratif	3
Gambar 3. 1 Siklus Hidrologi	9
Gambar 3. 2 Proses Kondensasi dan Presipitasi	10
Gambar 3. 3 Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu	23
Gambar 3. 4 Embung On Stream	30
Gambar 3. 5 Embung Off Stream	30
Gambar 3. 6 Embung Urugan	31
Gambar 3. 7 Tipe-tipe Embung Beton	32
Gambar 3. 8 Contoh Embung Beton	32
Gambar 3. 9 Tinggi Embung.....	33
Gambar 3. 10 Tinggi Jagaan	34
Gambar 3. 11 Saluran Pengarah Aliran dan Ambang Pengatur Debit pada Sebuah Pelimpah.....	36
Gambar 3. 12 Bangunan Pelimpah.....	36
Gambar 3. 13 Skema Penampang Memanjang Aliran pada Saluran Peluncur	37
Gambar 3. 14 Kolam Olak	37
Gambar 4. 1 Titik Pengukuran Elevasi Lahan dengan Waterpass Area Luar Embung Tim 1.....	46
Gambar 4. 2 Titik Pengukuran Elevasi Lahan dengan Waterpass Area Luar Embung Tim 2.....	47
Gambar 4. 3 Titik Pengukuran Elevasi Lahan dengan Waterpass Area Dalam Embung	47
Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran Waterpass Area Luar 1	48
Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran Waterpass Area Luar 2	49
Gambar 4. 6 Hasil Pengukuran Waterpass Area Dalam Titik 1.....	49
Gambar 4. 7 Hasil Pengukuran Waterpass Area Dalam Titik 2.....	50
Gambar 4. 8 Pengambilan Data.....	51
Gambar 4. 9 Peta Topografi atau Kontur Keseluruhan Lahan	52
Gambar 4. 10 Denah Potongan Penampang Lahan.....	52
Gambar 4. 11 Hasil Potongan 5-5 dan Potongan 6-6.....	53

Gambar 4. 12 Fotografi Udara Lokasi Pekerjaan 1.....	54
Gambar 4. 13 Fotografi Udara Lokasi Pekerjaan 2.....	54
Gambar 4. 14 Fotografi Udara Lokasi Pekerjaan 3.....	55
Gambar 4. 15 Gabungan Kontur/Topografi dan Orthophoto.....	55
Gambar 4. 16 Lokasi Pengukuran.....	56
Gambar 4. 17 Pengukuran Titik 1 Lokasi 1	57
Gambar 4. 18 Hubungan antara Kecepatan (m/s) vs Kedalaman (m) Titik 1	58
Gambar 4. 19 Hubungan antara Debit (m ³ /s) vs Kedalaman (m) Titik 1	59
Gambar 4. 20 Pengukuran Titik 2 Lokasi 1	60
Gambar 4. 21 Hubungan antara Kecepatan (m/s) vs Kedalaman (m) Titik 2.....	61
Gambar 4. 22 Hubungan antara Debit (m ³ /s) vs Kedalaman (m) Titik 2.....	61
Gambar 4. 23 Pengukuran Titik 1 Lokasi 2	62
Gambar 4. 24 Hubungan antara Kecepatan (m/s) vs Kedalaman (m) Titik 1	63
Gambar 4. 25 Hubungan antara Debit (m ³ /s) vs Kedalaman (m) Titik 1	63
Gambar 4. 26 Hubungan antara Kecepatan (m/s) vs Kedalaman (m) Titik 2.....	65
Gambar 4. 27 Hubungan antara Debit (m ³ /s) vs Kedalaman (m) Titik 2.....	65
Gambar 4. 28 Lokasi 1 yang dilakukan Pengukuran Echosounder.....	66
Gambar 4. 29 Titik Pengukuran 1	67
Gambar 4. 30 Hasil Pengukuran Data Pertama Pada Titik 1	67
Gambar 4. 31 Hasil Pengukuran Data Kedua Pada Titik 1	67
Gambar 4. 32 Hasil Pengukuran Data Ketiga Pada Titik 1	68
Gambar 4. 33 Titik Pengukuran 2	69
Gambar 4. 34 Hasil Pengukuran Data Pertama Pada Titik 2	69
Gambar 4. 35 Hasil Pengukuran Data Kedua Pada Titik 2.....	70
Gambar 4. 36 Hasil Pengukuran Data Ketiga Pada Titik 2.....	70
Gambar 4. 37 Lokasi 2 yang dilakukan Pengukuran	71
Gambar 4. 38 Titik Pengukuran 3 secara Melintang.....	72
Gambar 4. 39 Hasil Pengukuran Data Pertama Pada Titik 3	72
Gambar 4. 40 Hasil Pengukuran Data Kedua Pada Titik 3	72
Gambar 4. 41 Lokasi Pengukuran Secara Memanjang Pada Sungai	74
Gambar 4. 42 Data Pengukuran Kedalaman Sungai Secara Memanjang	75
Gambar 4. 43 Lokasi Pengambilan Sampel tanah dengan Handbor	77

Gambar 4. 44 Hasil Uji Laboratorium Tanah Terganggu	80
Gambar 4. 45 Hasil Uji Laboratorium Tanah Tidak Terganggu.....	80
Gambar 4. 46 Hasil Analisis Stabilitas Tanggul	84
Gambar 4. 47 (a) Lokasi 3 dan 4 Pengujian Infiltrasi; (b) Lokasi 6 Pengujian Infiltrasi; (c) Lokasi 1 dan 5 Pengujian Infiltrasi; (d) Lokasi 2 Pengujian Infiltrasi	87
Gambar 4. 48 Kurva Pengujian Infiltrasi Lokasi 1	89
Gambar 4. 49 Kurva Pengujian Infiltrasi Lokasi 2	89
Gambar 4. 50 Kurva Pengujian Infiltrasi Lokasi 3	90
Gambar 4. 51 Kurva Pengujian Infiltrasi Lokasi 4	90
Gambar 4. 52 Kurva Pengujian Infiltrasi Lokasi 5	91
Gambar 4. 53 Kurva Pengujian Infiltrasi Lokasi 6	91
Gambar 4. 54 (a) Horiba U52; (b) Horiba Laqua Act; (c) Salinometer	94
Gambar 4. 55 Sampel Air Uji Laboratorium.....	94
Gambar 4. 56 Peta Sebaran Kuesioner.....	98
Gambar 5. 1 Intensitas Hujan Mononobe Distribusi Gumbel.....	113
Gambar 5. 2 Hidrograf Banjir Rancangan Dengan Kala Ulang 25 Tahun	119
Gambar 5. 3 Persentase Kebutuhan Air Domestik & Non Domestik	131
Gambar 5. 4 Presentase Kebutuhan Air Tahun 2049 Kecamatan Jorong	132
Gambar 5. 5 Kurva Kapasitas dan Luas Permukaan Embung	134
Gambar 5. 6 Peta Kemiringan Lereng.....	137

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daftar Personel Tenaga Ahli	5
Tabel 3. 1 Persyaratan Distribusi	13
Tabel 3. 2 Nilai D_{kritik} Uji Smirnov-Kolmogorov	17
Tabel 3. 3 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota & Luas Daerah Pengaliran ...	18
Tabel 3. 4 Koefisien Limpasan Metode Hassing	20
Tabel 3. 5 Nilai Koefisien Limpasan Menurut U. S. Forest Service.....	20
Tabel 3. 6 Karakteristik DAS untuk Metode Cook.....	21
Tabel 3. 7 Kemiringan Lereng	35
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Waterpass Area Luar 1	48
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Waterpass Area Luar 2	48
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Waterpass Area Dalam Titik 1	49
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Waterpass Area Dalam Titik 2	50
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Titik 1 Lokasi 1	57
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Titik 2 Lokasi 1	60
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Titik 1 Lokasi 2	62
Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Titik 2 Lokasi 2	64
Tabel 4. 9 Rerata Kedalaman Sungai Tiap Pengukuran pada Titik 1	68
Tabel 4. 10 Rerata Kedalaman Sungai Tiap Pengukuran pada Titik 2	70
Tabel 4. 11 Rerata Kedalaman Sungai Tiap Pengukuran pada Titik 3	72
Tabel 4. 12 Adhesi ultimit (<i>cd</i>) untuk tiang pancang dalam tanah lempung (Tomlinson, 1963).....	85
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Infiltrasi Lokasi 1 s/d 3	87
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Infiltrasi Lokasi 4 s/d 6	88
Tabel 4. 15 Nilai <i>m</i> dan <i>k</i> Pengujian Infiltrasi	91
Tabel 4. 16 Klasifikasi Laju Infiltrasi (Salsabila & Nugraheni, 2020)	92
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Lokasi 1 sampai Lokasi 6.....	92
Tabel 4. 18 Lokasi Pengujian Kualitas Air Insitu	94
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Kualitas Air Insitu.....	95
Tabel 4. 20 Lanjutan Hasil Pengujian Kualitas Air Insitu	95
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Kualitas Air di Laboratorium.....	96

Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Kualitas Air di Laboratorium (I).....	97
Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Kualitas Air di Laboratorium (II)	97
Tabel 4. 24 Hasil Pengujian Kualitas Air di Laboratorium (III)	98
Tabel 5. 1 Rekapitulasi Hujan Maksimum Tahun 1998 s/d 2024.....	100
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Perhitungan untuk Uji Sebaran Normal dan Gumbel ...	101
Tabel 5. 3 Rekapitulasi Uji Sebaran Distribusi Normal dan Gumbel	103
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Perhitungan untuk Uji Sebaran Log Normal dan Log Pearson Type III	103
Tabel 5. 5 Rekapitulasi Uji Sebaran Distribusi Log Normal dan Log Pearson Type III	105
Tabel 5. 6 Hasil Uji Chi-Square Distribusi Normal	106
Tabel 5. 7 Hasil Uji Chi-Square Distribusi Log Normal.....	106
Tabel 5. 8 Hasil Uji Chi-Square Distribusi Gumbel	107
Tabel 5. 9 Hasil Uji Chi-Square Distribusi Log Pearson Type III.....	107
Tabel 5. 10 Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel	108
Tabel 5. 11 Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Log Normal dan Log Pearson Type III	109
Tabel 5. 12 Hujan Rancangan dengan Periode Ulang Distribusi Normal.....	110
Tabel 5. 13 Hujan Rancangan dengan Periode Ulang Distribusi Gumbel	110
Tabel 5. 14 Hujan Rancangan dengan Periode Ulang Distribusi Log Normal ...	110
Tabel 5. 15 Hujan Rancangan dengan Periode Ulang Distribusi Log Pearson Type III	111
Tabel 5. 16 Kesimpulan Sebaran Distribusi.....	111
Tabel 5. 17 Intensitas Hujan Mononobe Distribusi Gumbel.....	112
Tabel 5. 18 Intensitas Hujan Jam-Jaman.....	114
Tabel 5. 19 Analisis Rasio Intensitas Hujan Jam-Jaman	114
Tabel 5. 20 Analisis Hujan Efektif.....	115
Tabel 5. 21 Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman	115
Tabel 5. 22 Lengkung Hidrograf Nakayasu	118
Tabel 5. 23 Resume Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu	118
Tabel 5. 24 Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu Kala Ulang 25 Tahun	118

Tabel 5. 25 Data Klimatologi Bulan Desember Tahun 2000 Stasiun Klimatologi Kalimantan Selatan	120
Tabel 5. 26 Rerata Data Klimatologi Tahun 2001 Stasiun Klimatologi Kalimantan Selatan.....	120
Tabel 5. 27 Rekapitulasi Evapotranspirasi Potensial Harian	120
Tabel 5. 28 Rekapitulasi Evapotranspirasi Potensial Tahunan	121
Tabel 5. 29 Simulasi Model Mock antara Hujan Tahun 2001 dengan Debit Sungai Tabanio Tahun 2001.....	123
Tabel 5. 30 Rekapitulasi Debit Andalan Q50 dan Q90.....	124
Tabel 5. 31 Jumlah Penduduk Kecamatan Jorong (Sumber: Website BPS Kabupaten Tanah Laut).....	125
Tabel 5. 32 Hasil Perhitungan dengan 3 Metode Proyeksi	126
Tabel 5. 33 Proyeksi Penduduk 25 Tahun yang akan datang.....	126
Tabel 5. 34 Fasilitas Umum Kecamatan Jorong (Sumber: Website BPS Kabupaten Tanah Laut)	128
Tabel 5. 35 Kebutuhan Air Domestik	129
Tabel 5. 36 Kebutuhan Air Non Domestik	130
Tabel 5. 37 Jumlah Kebutuhan Air Domestik & Non Domestik	131
Tabel 5. 38 Kebutuhan Air Tahun 2049 Kecamatan Jorong.....	131
Tabel 5. 39 Neraca Air Bulan Januari s/d Juni.....	133
Tabel 5. 40 Neraca Air Bulan Juli s/d Desember... Error! Bookmark not defined.	
Tabel 5. 41 Kapasitas Tampungan Embung pada Setiap Elevasi	134
Tabel 5. 42 Erosivitas Hujan Bulanan Embung Jorong	135
Tabel 5. 43 Jenis Tanah dan Faktor Erodibilitas.....	136
Tabel 5. 44 Nilai Faktor Kemiringan Lereng (LS).....	137
Tabel 5. 45 Nilai Faktor Kemiringan Lereng (LS).....	138
Tabel 5. 46 Faktor Pengolahan Tanaman dan Tindakan Konservasi (CP)	138
Tabel 5. 47 Penentuan Faktor Pengelolaan Tanaman	138
Tabel 5. 48 Klasifikasi Kelas Bahaya Erosi.....	139
Tabel 6. 1 Rencana dan Realisasi Pelaksanaan Kegiatan.....	155

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan memiliki luas wilayah sebesar 3.631,35 km² yang terdiri dari 11 wilayah Kecamatan yang terbagi dalam 128 Desa dan 5 Kelurahan. Kecamatan Jorong dengan luasan 628 km² yang salah satunya adalah Desa Jorong. Desa Jorong yang masuk pada kawasan pertumbuhan ekonomi di Kabupaten Tanah Laut dengan adanya rencana pengembangan industri Jorong.

Rencana pengembangan kawasan ini akan meningkatkan pertumbuhan penduduk, yang akan berdampak pada peningkatan kebutuhan air. Sampai saat ini kebutuhan air bersih Desa Jorong untuk disuplai melalui PDAM. Mengantisipasi pesatnya perkembangan wilayah yang mengalami perubahan jenjang/status dalam hal pembukaan lahan untuk kawasan industri ini, maka konsekuensi logis adanya perkembangan tersebut adalah pengaruh secara hidrologis terhadap perubahan tata guna lahan dan penyediaan air bersih. Dengan adanya rencana peningkatan kawasan industri di Desa Jorong menyebabkan dibutuhkan penyediaan sumber air baku untuk air bersih di Desa Jorong. Selain peningkatan kebutuhan air bersih untuk kebutuhan domestik, juga akan ada penambahan kebutuhan air untuk industri kedepannya dengan pertumbuhan Desa Jorong menjadi pusat perekonomian.

Untuk mengoptimalkan sumber daya air yang ada untuk kebutuhan sumber air baku dan perlunya penambahan sumber air baku, maka direncanakan akan dibangun sebuah tampungan sebagai sumber air baku berupa embung di Desa Jorong.

Desa Jorong, Kecamatan Jorong, menghadapi tantangan dalam penyediaan sumber air bersih yang mencukupi dan berkelanjutan bagi masyarakat dan pertumbuhan Desa Jorong. Dikhawatirkan sumber air bersih yang ada saat ini tidak mampu memenuhi kebutuhan baik domestik maupun kebutuhan non domestik dengan pertumbuhan industri Jorong yang akan dibangun terutama pada musim kemarau. Untuk itu, diperlukan kegiatan Survei Investigasi dan Desain (SID) sebagai langkah awal peningkatan sistem penyediaan air bersih yang terencana dan

tepat sasaran dari seluruh kriteria, baik ditinjau dari aspek teknis, lingkungan, maupun sosial dan budaya. Oleh sebab itu, Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang dan Pertanahan Kabupaten Tanah Laut melaksanakan pekerjaan **“Survei Investigasi Desain Peningkatan Sumber Air Baku Desa Jorong Kecamatan Jorong”** guna mendukung kegiatan Penyusunan Rencana Teknis dan Dokumen Lingkungan Hidup untuk Konstruksi Air Tanah dan Air Baku.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Maksud dari pekerjaan Survei Investigasi Desain Peningkatan Sumber Air Baku Desa Jorong Kecamatan Jorong adalah untuk memperoleh kajian yang berisi survei, investigasi sampai desain embung untuk pemenuhan kebutuhan air baku di Desa Jorong.

1.2.2 Tujuan

Tujuan dari pekerjaan ini adalah :

1. Melakukan survei topografi, survei hidrologi, survei mekanika tanah dan material, survei hidrogeologi, survei kualitas air, serta survei sosial budaya pada lokasi yang direncanakan.
2. Melakukan analisis hidrologi, berupa analisis neraca air untuk menentukan kebutuhan dan ketersediaan air, analisis frekuensi untuk menentukan hujan rancangan sampai menentukan debit rancangan untuk mendesain embung dan menentukan kapasitas tampungan embung.
3. Membuat desain dan RAB embung tipikal yang mampu untuk meningkatkan potensi, manfaat, dan fungsi pada rencana Peningkatan Sumber Air Baku Desa Jorong, Kecamatan Jorong.

1.3 Target/Sasaran

Target/sasaran dari pekerjaan ini adalah :

1. Tersedianya laporan Survei Investigasi Desain Peningkatan Sumber Air Baku Desa Jorong Kecamatan Jorong dengan kajian yang bersifat teknis, lingkungan, maupun sosial dan budaya, sehingga bisa diterapkan di lapangan.

2. Tersedianya dokumen desain dan RAB tipikal sebagai pendukung spesifikasi konstruksi yang dibutuhkan pada peningkatan sumber air baku di Desa Jorong kecamatan Jorong.

1.4 Lokasi Kegiatan



Gambar 1. 1 Lokasi Pekerjaan Secara Administratif

BAB II

DESKRIPSI PEKERJAAN DAN SUSUNAN ORGANISASI

2.1 Deskripsi Pekerjaan

Adapun deskripsi pekerjaan analisis hidrologi adalah ini sebagai berikut:

1. Kegiatan Persiapan
 - a. Mobilisasi personil dan alat
 - b. Mengumpulkan data sekunder
2. Survei Lokasi
 - a. Survei Tanah
 - b. Survei Air
 - c. Survei Topografi dan Fotogrametri
 - d. Kuisioner
3. Kegiatan Analisis
 - a. Analisis Teknis
 - b. Analisis Tata Ruang
 - c. Menganalisis Aspek Sosial Ekonomi
 - d. Menganalisis Aspek Hukum
4. Laporan dan Presentasi
5. Memberikan Laporan Pendahuluan, Laporan Antara, dan Laporan Akhir sesuai jadwal pelaksanaan kegiatan.

Laporan Pendahuluan berupa:

- a. Gambaran umum lokasi studi dan rencana kegiatan
- b. Metodologi kerja yang digunakan
- c. Rencana survei kerja lapangan
- d. Organisasi kerja lapangan

Laporan Antara berupa:

- a. Kemajuan Pekerjaan yang dilaksanakan
- b. Hasil survei lapangan.

Laporan Akhir berupa:

- a. Pendahuluan
- b. Pelaksanaan Survei

- c. Pengolahan data, analisis, dan kesimpulan tentang Kelayakan Daerah Irigasi Rawa Sabuhur Kecamatan Jorong

2.2 Lokasi Kegiatan

Lokasi pekerjaan secara administratif di wilayah Desa Sabuhur Kecamatan Jorong Kabupaten Tanah Laut di Provinsi Kalimantan Selatan.

2.3 Susunan Organisasi

Mengacu pada Kerangka Acuan Kerja yang dikeluarkan adalah seperti tercantum dalam **Tabel 2.1**. Penugasan personil dibuat berdasarkan pengetahuan dan kemampuan Penyedia jasa untuk persyaratan Kegiatan, dengan pengalaman terdahulu pada proyek di Indonesia yang mirip dengan lingkup kerja yang tertera pada Kerangka Acuan Kerja (KAK).

Tabel 2. 1 Daftar Personel Tenaga Ahli

Tenaga Ahli	Usulan	Kualifikasi		
		Pendidikan	STRI	SIP
Team Leader	Dr. Novitasari, ST., MT	S3 Teknik Sipil/Hidrologi	-	-
Ahli Teknik Lingkungan	Dr. Nopi Stiyati Prihatini, S.Si, MT	S3 Teknik Lingkungan	-	-
Ahli Struktur	Wiku Adhiwicaksana Krasna, ST., M.Eng., Ph.D	S3 Teknik Sipil/Struktur	-	-
Asisten Ahli Manajemen Konstruksi	Abdul Karim, ST., MT	S2 Teknik Sipil/Manajemen	-	-
Asisten Ahli Mekanika Tanah	Humaira Afrila, ST., MT	S2 Teknik Sipil/Mekanika Tanah	-	-
Asisten Ahli Hidraulika	Muhammad Maulana, ST., MT	S2 Teknik Sipil/Hidraulika	-	-

Tenaga Ahli	Usulan	Kualifikasi		
		Pendidikan	STRI	SIP
Operator Perangkat Lunak	Muhammad Zakaria Anshari, ST., MT	S2 Teknik Sipil/Hidrolika	-	-
	Marliah, ST	S1 Teknik Sipil	-	-
Administrator	Najwa Aqilah	-	-	-
Surveior 1	Muhammad Hasan Nudin	-	-	-
Surveior 2	Putri Maulida	-	-	-
Surveior 3	Ainun Hikmah	-	-	-

2.4 Uraian Tugas dan Tanggung Jawab Personil

2.4.1 Tenaga Ahli

- a) Tim Leader (1 Orang)
 - a. Berpendidikan Doktor (S3) Teknik Sipil/Teknik Lingkungan/Teknik Sumberdaya Air;
 - b. Berpengalaman dalam pekerjaan di bidang keairan atau sumberdaya air sekurang-kurangnya 10 (sepuluh) tahun;
- b) Ahli Lingkungan (1 Orang)
 - a. Berpendidikan Doktor (S3) Teknik Lingkungan;
 - b. Berpengalaman dalam pekerjaan di bidang teknik lingkungan sekurang-kurangnya 3 (tiga) tahun;
- c) Ahli Struktur (1 Orang)
 - a. Berpendidikan Doktor (S3) Teknik Sipil
 - b. Berpengalaman dalam pekerjaan di bidang struktur sekurang-kurangnya 3 (tiga) tahun;
- d) Asisten Ahli (3 Orang)
 - a. Berpendidikan minimal Magister (S2) Teknik Sipil;
 - b. Berpengalaman dalam pekerjaan di bidang hidrolika, mekanika tanah dan manajemen pada pekerjaan di bidang keairan atau sumberdaya air sekurang-kurangnya 1 (tahun) tahun;

2.4.2 Tenaga Pendukung

Tenaga pendukung yang dibutuhkan di dalam pekerjaan ini adalah sebagai berikut:

- 1) CAD Operator (2 Orang)
 - a. Lulusan S2 Teknik Sipil dan S1 Teknik Sipil.
 - b. Berpengalaman dalam pembuatan gambar-gambar desain pada pekerjaan CAD, sekurang-kurangnya 1 (satu) tahun.
- 2) Surveior (3 Orang)
 - a. Berpendidikan minimal SMK/SMA sederajat;
 - b. Berpengalaman dalam kegiatan survei, sekurang-kurangnya 1 (satu) tahun.
- 3) Administrator (1 Orang)
 - a. Berpendidikan minimal SMK/SMA sederajat;
 - b. Pengalaman dalam administrasi sekurang-kurangnya 1 (satu) tahun.

BAB III

METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

3.1 Ruang Lingkup Pekerjaan

Penyedia Jasa dalam melaksanakan pekerjaan Survei Investigasi Desain Peningkatan Sumber Air Baku Desa Jorong Kecamatan Jorong wajib menggunakan Standar Nasional Indonesia yang masih berlaku dan terbaru serta referensi-referensi teknis yang dapat dipertanggungjawabkan. Setiap dokumen SNI dan referensinya sebelum digunakan harus mendapat persetujuan dari Pejabat Pembuat Komitmen atau yang ditunjuk. Lingkup kegiatan ini, adalah survei, investigasi dan desain.

3.1.1 Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi. Secara umum dapat dikatakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang menyangkut masalah kuantitas dan kualitas air di bumi. Hidrologi dapat dikategorikan menjadi 2 (dua), yaitu.

1) Operational Hydrology

Menyangkut pemasangan alat-alat ukur berikut penentuan jaringan stasiun pengamatannya, pengumpulan data hidrologi (pengamatan elemen-elemen hidrologi), pengolahan data mentah dan publikasi data.

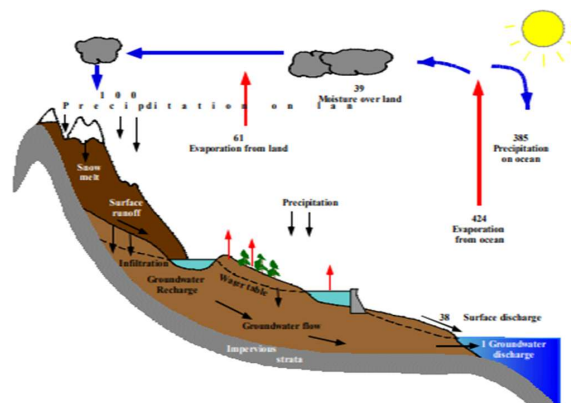
2) Applied Hydrology

Ilmu yang langsung berhubungan dengan penggunaan hukum-hukum yang berlaku menurut ilmu-ilmu murni pada kejadian praktis dalam kehidupan menyangkut analisis hidrologi (Syarifudin, A., 2017).

1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah suatu rangkaian proses yang terjadi dengan air yang terdiri dari penguapan, penetrasi, infiltrasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut. Penguapan dari daratan terdiri dari evaporasi dan transpirasi. Evaporasi merupakan proses menguapnya air dari permukaan tanah, sedangkan transpirasi adalah proses menguapnya air dari

tanaman. Uap yang dihasilkan mengalami kondensasi dan dipadatkan membentuk awan-awan yang nantinya dapat kembali menjadi air dan turun sebagai presipitasi. Sebelum tiba di permukaan bumi presipitasi tersebut sebagian langsung menguap ke udara, sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (intersepsi) dan sebagian lagi mencapai permukaan tanah. Presipitasi yang tertahan oleh tumbuh-tumbuhan sebagian akan diuapkan dan sebagian lagi mengalir melalui dahan (*stem flow*) atau jatuh dari daun (*trough fall*) dan akhirnya sampai ke permukaan tanah (Rudiawan & Anwar, 2017).



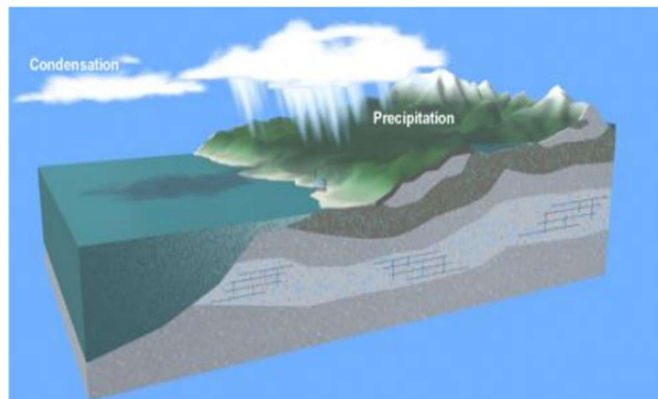
Gambar 3. 1 Siklus Hidrologi
Sumber : Ruadiawan & Anwar ,2017

Proses hidrologi dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) berjalan dengan berkesinambungan antara satu sama lain. Setiap proses akan saling berkaitan dan mempengaruhi. Oleh karena itu dalam setiap masukan hidrologi (presipitasi) akan dimanfaatkan ke dalam berbagai bentuk penggunaan seperti menjadi aliran permukaan, aliran air tanah, dan sebagainya. Penggunaan sumber daya air ini juga dimanfaatkan oleh manusia dalam melakukan aktivitas harian. Proses hidrologi yang terjadi pada suatu DAS juga tidak hanya berkaitan dengan sumber daya air namun juga dapat mempengaruhi dari kondisi lainnya seperti erosi dan sedimentasi, penggunaan lahan, dan sebagainya. Pengaruh aktivitas manusia dalam suatu DAS dapat mempengaruhi terkait proses hidrologi yang terjadi pada suatu DAS. Hal ini dapat berkaitan dengan adanya proses erosi dan sedimentasi sehingga dapat menyebabkan adanya kerusakan pada produktivitas lahan, kualitas air, dan jasa ekosistem. Hal ini tentu dapat mempengaruhi pula pada proses hidrologi yang terjadi melalui penggunaan lahan tertentu dan selanjutnya

dapat menyebabkan adanya peningkatan pada limpasan permukaan. Limpasan permukaan yang melebihi kapasitas sungai dapat menyebabkan adanya kejadian banjir sehingga menimbulkan kerugian bagi masyarakat (Ramadhan, 2021).

2. Curah Hujan Maksimum

Presipitasi adalah proses turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut. Air yang turun bisa berbentuk curah hujan maupun salju tergantung dengan dimana posisi turunnya air tersebut. Jika di daerah tropis, presipitasi yang terjadi berupa air hujan. Sedangkan jika terjadi di daerah beriklim sedang, presipitasi dapat berbentuk curah hujan ataupun salju. Mengingat lokasi Indonesia berada di daerah tropis, maka presipitasi yang terjadi adalah curah hujan. Oleh karena itu, presipitasi secara umum yang akan dibahas pada bab ini adalah presipitasi curah hujan (Salsabila & Nugraheni, 2020).



Gambar 3. 2 Proses Kondensasi dan Presipitasi
Sumber: Salsabila & Nugraheni, 2020

Presipitasi adalah peristiwa klimatik yang bersifat alamiah, merupakan perubahan bentuk air dari uap menjadi cairan sebagai akibat dari proses kondensasi. Peristiwa presipitasi secara mendetail dapat dilihat pada siklus hidrologi. Proses presipitasi diawali naiknya uap air dari permukaan bumi ke atmosfer. Uap air di atmosfer menjadi dingin dan terkondensasi membentuk awan (clouds). Kondensasi terjadi ketika suhu udara berubah menjadi lebih dingin. Ketika awan yang terbentuk tidak mampu lagi menampung air maka awan akan melepas uap air yang ada di

dalamnya ke dalam bentuk presipitasi. Secara sederhana, agar presipitasi dapat terjadi, kondisi atmosfer harus mendukung 4 hal berikut, yaitu:

- 1) Kelembaban udara yang cukup
- 2) Terdapat inti yang cukup untuk pembentukan kondensasi
- 3) Kondisi udara cukup baik untuk proses penguapan terjadi
- 4) Awan pembentukan kondensasi harus mencapai bumi (Salsabila & Nugraheni, 2020)

Curah hujan (mm) merupakan ketinggian air hujan yang jatuh pada tempat yang datar dengan asumsi tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) mm adalah air hujan setinggi 1 (satu) mm yang jatuh (tertampung) pada tempat yang datar seluas 1 m² dengan asumsi tidak ada yang menguap, mengalir dan meresap (Mulyono, 2016).

Hujan maksimum harian rata-rata yang telah diperoleh diurutkan dari besar ke kecil, kemudian dianalisis berdasarkan distribusi terpilih yang sesuai dengan syarat pada masing-masing distribusi untuk mendapatkan hujan dengan periode ulang (kala ulang) tertentu (Annisa dkk., 2020)

Untuk memperkirakan besaran curah hujan dengan kala ulang (return period) tertentu dilakukan analisis distribusi frekuensi dengan menggunakan cara statistik. Pemilihan data untuk analisis frekuensi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

- 1) Dilakukan dengan mengambil hanya satu besaran maksimum setiap tahun, seri data ini dikenal dengan annual maximum series.
- 2) Dilakukan dengan menetapkan satu batas bawah (ambang, threshold) tertentu dan semua besaran yang lebih besar dari ambang ini dipilih sebagai data dalam partial series (Huddiankuwera, 2016).

3. Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan adalah hujan terbesar tahunan yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan periode ulang tertentu. Ada beberapa metode untuk menghitung besarnya curah hujan rancangan antara lain distribusi normal, distribusi log normal, distribusi log Pearson tipe III, dan distribusi Gumbel (Nurfitriani & Limantara, 2018).

Untuk menentukan macam Analisis frekuensi, perlu dihitung parameter statistik analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data yang diperoleh dari rekaman data baik data hujan maupun data debit. Analisis ini sering dianggap sebagai cara analisis yang paling baik, karena dilakukan terhadap data yang terukur langsung yang tidak melewati pengalihragaman terlebih dahulu.

1) **Penetapan seri data** yang akan dipergunakan dalam analisis dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu:

- a. *Annual maximum series*, cara ini dilakukan dengan mengambil satu data maksimum setiap tahun, yang berarti jumlah data dalam seri akan sama dengan panjang data yang tersedia, sehingga hanya besaran maksimum tiap tahun saja yang dianggap berpengaruh dalam analisis selanjutnya.
- b. *Partial series*, cara ini dilakukan dengan menetapkan suatu batas bawah tertentu dengan pertimbangan tertentu. Selanjutnya semua besaran hujan/debit yang lebih besar daripada batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis dengan cara-cara yang lazim.

2) **Parameter statistik**, langkah yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata (X), deviasi standar (S), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck). Sementara untuk memperoleh harga parameter statistik dilakukan dengan rumus dasar sebagai berikut :

a. Rata-Rata (Mean)

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.1)$$

dengan :

X = rata-rata

n = jumlah data

x_i = data ke-i

b. Simpangan Baku (Standart Deviation)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.2)$$

dengan :

S = standar deviasi

c. Koefisien Variasi (Variation Coefficient (Cv))

$$Cv = \frac{s}{x} \quad (3.3)$$

dengan :

Cv = Koefisien Variasi

d. Koefisien Skewnes (Coefficient of Skewness (Cs))

$$Cs = \frac{n}{(n-1)x(n-2)xS^3} \sum_{i=1}^n (xi - X)^3 \quad (3.4)$$

dengan :

Cs = koefisien skewness

e. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 x \sum_{i=1}^n (xi - X)^4}{(n-1)x(n-2)x(n-3)xS^4} \quad (3.5)$$

dengan :

Ck = koefisien kurtosis (Widyasari, 2021)

3) Menentukan Jenis Distribusi

Berdasarkan nilai Cs, Ck dan Cv yang diperoleh maka dapat ditentukan distribusi yang akan digunakan sesuai syarat penentuan distribusi pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Persyaratan Distribusi

No.	Jenis Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	Cs ≤ 1,1396
		Ck ≤ 5,4002
2	Normal	Cs ≈ 0
		Ck ≈ 3
3	Log Normal	Cs = 3Cv + Cv ³
		Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas

Sumber : Triatmodjo, 2008

4) Analisis Distribusi Frekuensi

Metode analisis distribusi frekuensi yang sering digunakan dalam bidang hidrologi yaitu sebagai berikut.

a. Metode Distribusi Normal

Distribusi ini juga dikenal dengan distribusi Gauss (Gaussian Distribution) dengan persamaan sebagai berikut.

$$X_{TR} = \bar{X} + K_{TR} \cdot S \quad (3.6)$$

Keterangan:

X_{TR} = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

$\bar{X}$ = nilai rata-rata curah hujan (mm)

S = standar deviasi

K_{TR} = faktor frekuensi normal, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang (nilai variabel Gauss).

b. Metode Distribusi Log Normal

Distribusi ini merupakan hasil transformasi dari distribusi normal dengan merubah variant X menjadi logaritmik $\log X_{TR}$.

$$\log X_T = \log \bar{X} + K_{TR} \cdot S_{\log X} \quad (3.7)$$

Keterangan:

$\log X_T$ = curah hujan tergantung pada T_r dalam log

$\log \bar{X}$ = nilai rata-rata dalam log

S = standar deviasi dalam log

K_{TR} = faktor frekuensi normal, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang (nilai variabel Gauss).

c. Metode Distribusi Gumbel

Distribusi ini umumnya digunakan untuk analisis data maksimum.

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{S_n} (Y_T - Y_n) \quad (3.8)$$

Keterangan:

X_T = curah hujan rancangan kala ulang T tahun (mm)

$\bar{X}$ = nilai curah hujan rata-rata (mm)

S = standar deviasi

S_n = *standar deviation of reduced variated*

Y_T = *reduced variated*

Y_n = *wean of reduced variated*

d. Metode Distribusi Log Pearson III

Tiga parameter yang penting dalam Log Pearson III adalah sebagai berikut.

- a) Nilai rata-rata ($\bar{X}$)
- b) Standar deviasi dalam log (S)
- c) Koefisien kemencengan (Cs)

Langkah-langkah penggunaan distribusi Log Pearson III adalah sebagai berikut.

- a) Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X_i = \text{Log } X_i$
- b) Hitung harga rata-rata ($\bar{X}$)
- c) Hitung standar deviasi dalam log (S)
- d) Hitung koefisien kemencengan (Cs)
- e) Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang

$$\text{Log } X_T = \log \bar{X} + K_{TR} \cdot S_{\log \bar{X}} \quad (3.9)$$

Keterangan:

- Log XTR = curah hujan rancangan kala ulang T tahun (mm)
- $\log \bar{X}$ = nilai rata-rata (mm)
- KTR = faktor frekuensi
- S = standar deviasi

5) Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan sebaran digunakan untuk menguji kebenaran suatu sebaran data curah hujan. Metode yang digunakan dalam uji kecocokan sebaran yaitu sebagai berikut.

a. Uji *Chi-Square*

Prinsip pengujian dengan metode ini didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas, dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca di dalam kelas tersebut, atau dengan membandingkan nilai chi-square hitung (X_{hitung}^2) dengan nilai chi-square kritis (X_{kritis}^2), berikut persamaan nilai *chi-square* hitung.

$$X_{hitung}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (3.10)$$

Keterangan:

- X_{hitung}^2 = parameter Chi-Square terhitung

n = jumlah sub-kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

Nilai X_{hitung}^2 harus lebih kecil dari nilai X_{kritis}^2 yang diperoleh berdasarkan derajat nyata. Umumnya digunakan derajat nyata 5% ($\alpha = 0,05$) dan untuk distribusi chi-kuadrat, nilai derajat kebebasan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$dk = K - (p_1)$$

$$k = 1 + 3,22 \log . n$$

Keterangan:

dk = derajat kebebasan

P = parameter chi-square adalah 2

K = jumlah kelas

Setelah dilakukan uji *Chi-Square*, selanjutnya dilakukan kriteria penilaian hasil sebagai berikut. Adapun kriteria penilaian hasilnya adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995).

- Apabila peluang lebih dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
- Apabila peluang lebih kecil dari 1% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.
- Apabila peluang berada diantara 1% - 5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, perlu penambahan data.

b. Uji *Smirnov-Kolmogorov*

Uji keselarasan *smirnov-kolmogorof*, sering juga disebut uji keselarasan nonparametrik (*nonparametrik test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Rumus yang dipakai adalah sebagai berikut.

$$\alpha = \frac{P_{max}}{P(x)} \frac{P(x_i)}{\Delta_{Cr}} \quad (3.11)$$

Langkah-langkah dalam perhitungan uji *smirnov-kolmogorov* diantaranya sebagai berikut (Soewarno, 1995).

- Mengurutkan data pengamatan dari data terkecil hingga terbesar atau sebaliknya, kemudian menentukan peluang dari data tersebut.
- Menentukan nilai teoretis setiap peluang berdasarkan penggambaran data.

- c) Menentukan selisih terbesar dari nilai kedua peluang teoritis dan pengamatan.

$$D = \text{maksimum} (P(X_n) - P'(X_n)) \quad (3.12)$$

- d) Menentukan nilai D_{kritis} , yang mana dapat dilihat pada Tabel 2. 2 di bawah ini.

Tabel 3. 2 Nilai D_{kritis} Uji Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat kepercayaan, α			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	1,15	0,17	0,19	0,23
N>50	1,07	1,22	1,36	1,63
	$N^{-0,5}$	$N^{-0,5}$	$N^{-0,5}$	$N^{-0,5}$

Sumber : (Soewarno, 1995)

Kriteria penilaian hasil setelah dilakukan uji Smirnov-Kolmogorov adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995).

- Jika $D < D_{\text{kritis}}$, maka distribusi teoretis yang dipakai bisa diterima,
- Jika $D > D_{\text{kritis}}$, maka distribusi teoretis tersebut tidak diterima.

6) Waktu Konsentrasi Hujan

Waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air hujan dari titik terjauh daerah tangkapan hujan ke saluran keluar (*outlet*) atau waktu yang di butuhkan oleh air dari awal curah hujan sampai terkumpul serempak mengalir ke saluran keluar. Waktu konsentrasi ($t_c = t_0 - t_d$) terdiri dari :

- Inlet time* (t_0) adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di muka tanah menuju saluran drainase.
- Conduct time* (t_d) adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir disepanjang saluran.

Salah satu metode yang digunakan untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940) sebagaimana berikut:

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad (3.13)$$

dengan :

t_c = waktu konsentrasi dalam jam

L = Panjang sungai dalam km

S = Kemiringan sungai, (Rohyanti dkk., 2015)

7) Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau. Menurut Dr. Mononobe jika data curah hujan yang ada hanya curah hujan harian. Rumus yang digunakan :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.14)$$

dengan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t_c = Lamanya curah hujan (menit)

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm) (Lubis, 2016)

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, Karakteristik hujan menunjukkan bahwa hujan yang besar tertentu mempunyai kala ulang tertentu, kala ulang rencana untuk saluran mengikuti standar yang berlaku seperti pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3. 3 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota & Luas Daerah Pengaliran

Tipologi Kota	Catchment Area (Ha)			
	<10	10-100	101-500	>500
Kota Metropolitan	2 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th	10 – 25 Th
Kota Besar	2 Th	2 – 5 Th	2 – 5 Th	2 – 20 Th
Kota Sedang/Kecil	2 Th	2 – 5 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th

Sumber : (Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2014)

8) Koefisien Limpasan

Besarnya koefisien limpasan (C) ditentukan menggunakan tiga metode yang berbeda, antara lain :

a. Metode *Hassing*

Koefisien limpasan diperoleh melalui penggabungan parameter topografi (Ct), tanah (Cs), dan vegetasi penutup (Cv). Masingmasing parameter memiliki klasifikasi dengan nilai koefisien limpasan seperti yang terdapat pada Tabel 2.1 (Trianziani, 2020).

b. Metode *United States Forest Service*

Koefisien limpasan ditentukan berdasarkan tingkat kepadatan beberapa jenis penggunaan lahan dengan sedikit mempertimbangkan kondisi topografi, tanah, dan vegetasi penutup. Masing-masing jenis penggunaan lahan memiliki rentang nilai koefisien limpasan seperti yang terdapat pada tabel Tabel 2.2 (Trianziani, 2020).

c. Metode *Cook*

Koefisien limpasan diperoleh melalui penggabungan beberapa karakteristik fisik DAS yang terdiri dari topografi, infiltrasi tanah, vegetasi dan simpanan permukaan. Masingmasing karakteristik fisik memiliki klasifikasi dengan bobot yang berbeda seperti yang terdapat pada Tabel 2.3 (Trianziani, 2020).

Apabila masing-masing parameter terdiri dari beberapa klasifikasi maka dilakukan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_{DAS} = \frac{C1A1+C2A2+Cn}{A1+A2+A3} \quad (3.15)$$

dengan :

C = koefisien limpasan

C1, 2, n = koefisien aliran parameter

A1, 2, n = luas parameter

Tabel 3. 4 Koefisien Limpasan Metode *Hassing*

No	Topografi (Ct)	C	$Koefisien\ Limpasan(C) = C_t + C_s + C_v$
1	Datar (<1%)	0,03	
2	Bergelombang (1-10%)	0,08	
3	Perbukitan (10-20%)	0,16	
4	Pegunungan (>20%)	0,26	
No	Tanah (Cs)	C	$Koefisien\ Limpasan(C) = C_t + C_s + C_v$
1	Pasir dan krikil	0,04	
2	Lempung berpasir	0,08	
3	Lempung dan lanau	0,16	
4	Lapisan batu	0,26	
No	Vegetasi (Cv)	C	$Koefisien\ Limpasan(C) = C_t + C_s + C_v$
1	Hutan	0,04	
2	Pertanian	0,11	
3	Rerumputan	0,21	
4	Tanpa tanaman	0,28	

Sumber : Hassing, (1995) dalam (Trianziani, 2020)

Tabel 3. 5 Nilai Koefisien Limpasan Menurut *U. S. Forest Service*

Tataguna Lahan	Koef. Aliran (C)	Tataguna Lahan	Koef. Aliran (C)
Perkantoran		Tanah lapang	
Daerah Pusat Kota	0,70 – 0,95	Berpasir datar 2%	
Daerah Sekitar Kota	0,50 – 0,70	Berpasir agak rata 2-7%	0,05 – 0,10
Perumahan		Berpasir miring 7%	0,10 – 0,15
Rumah susun (pisah)	0,30 – 0,50	Tanah berat datar 2%	0,15 – 0,20
Rumah Susun (Sambung)	0,40 – 0,60	Tanah berat agak rata 2-7%	0,13 – 0,17
Pinggiran Kota	0,60 – 0,75	Tanah berat miring 7%	0,18 – 0,22
	0,35 – 0,40		0,25 – 0,35
Daerah Industri		Tanah Pertanian 0-50%	
Kurang Padat Industri	0,50 – 0,80	A. Tanah Kosong Rata	0,30 – 0,60
	0,60 – 0,90		

Padat Industri		Kasar	0,20 – 0,50
Taman, Kuburan	0,10 – 0,25	B. Ladang Garapan	
Tempat Bermain	0,20 – 0,35	Tanah berat tanpa vegetasi	0,30 – 0,60
Daerah Stasiun KA	0,20 – 0,40	Tanah berat bervegetasi	0,20 – 0,50
Daerah Tak Berkembang	0,10 – 0,30	Berpasir tanpa vegetasi	0,20 – 0,25
		Berpasir bervegetasi	0,10 – 0,25
Jalan Raya		C. Padang Rumput	
Beraspal	0,70 – 0,95	Tanah berat	0,15 – 0,45
Berbeton	0,80 – 0,95	Berpasir	0,05 – 0,25
Berbatu bata	0,70 – 0,85	D. Hujan Bervegetasi	0,05 – 0,25
Trotoar	0,75 – 0,85	Tanah Tidak Produktif >30%	
Daerah Beratap	0,75 – 0,95	Rata Kedap Air	0,70 – 0,90
		Kasar	0,50 – 0,70

Sumber : U.S Forest Service, 1980 dalam (Trianziani, 2020)

Tabel 3. 6 Karakteristik DAS untuk Metode Cook

Karakteristik DAS	Karakteristik yang Menghasilkan Aliran			
	Ekstrim (100)	Tinggi (75)	Sedang (50)	Rendah (25)
Topografi	Curam (>40%)	Berbukit (10-30%)	Bergelombang (5-10%)	Datar (0-5%)
Bobot	40	30	20	10
Infiltrasi Tanah	Batuan yang tertutup lapisan tanah tipis	Lempung	Geluh Berpasir, Geluh Berdebu, Geluh, Geluh Berlempung	Pasir, Pasir Bergeluh
Bobot	20	15	10	5
Vegetasi Penutup	Permukiman, Lahan Kosong	Sawah irigasi, sawah tadah hujan, dan telaga	Kebun Campuran, hutan kurang rapat	Hutan rapat
Bobot	20	15	10	5

Simpanan Permukaan	Dapat diabaikan, pengatusan kuat, saluran curam, tidak ada danau	Sedikit pengatusan baik, tidak ada danau	Sedang. Pengatusan baik-sedang, 2% luas daerah berupa danau	Banyak, Pengatusan kurang, banyak danau
Bobot	20	15	10	5

Sumber : (Chow, 1988) dalam (Trianziani, 2020)

3.1.2 Debit Rancangan dan Hidrograf Banjir

1) Debit Rancangan

Debit puncak (Q_p) dihitung dengan menggunakan metode Rasional melalui persamaan berikut (Trianziani, 2020):

$$Q_p (m^3/dt) = 0,278 C.I.A \quad (3.16)$$

dengan :

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas DAS (km²)

Debit Puncak Aktual (Q) Debit puncak aktual Sub DAS melalui pembacaan hidrograf debit dengan persamaan sebagai berikut (Trianziani, 2020) :

$$Q = 23,86 \times H^{1,821} \quad (3.17)$$

dengan :

Q = debit (m³/detik)

H = tinggi muka air (m)

2) Hidrograf Banjir

Hidrograf adalah kurva yang memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut bisa berupa kedalaman aliran (elevasi) atau debit aliran; sehingga terdapat dua macam hidrograf yaitu hidrograf muka air dan hidrograf debit. Hidrograf muka air dapat ditranformasikan menjadi hidrograf debit dengan menggunakan *rating curve*. Untuk selanjutnya yang dimaksud dengan hidrograf adalah hidrograf debit, kecuali apabila dinyatakan lain.

Terdapat banyak metode untuk melakukan perhitungan hidrograf satuan sintetis, salah satunya adalah Metode Nakayasu. Hidrograf satuan sintetis Metode

Nakayasu dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang (Soemarto, 1987) dalam (Triatmodjo, 2008). Bentuk HSS Nakayasu diberikan oleh Gambar 3.3 dan persamaan berikut ini.

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A Re}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right) \quad (3.18)$$

$$T_p = t_g + 0,8 T_r \quad (3.19)$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \quad \text{Untuk } L > 15 \text{ km} \quad (3.20)$$

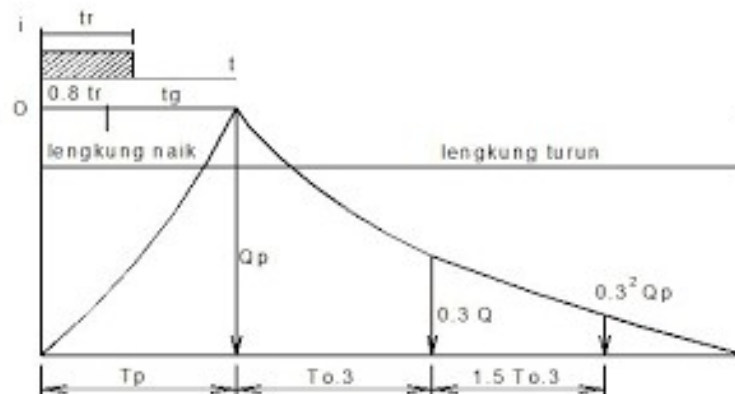
$$t_g = 0,21 L^{0,7} \quad \text{Untuk } L < 15 \text{ km} \quad (3.21)$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \quad (3.22)$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \quad (3.23)$$

Dengan:

- Q_p : Debit puncak banjir
- A : Luas DAS (km^2)
- Re : Curah hujan efektif (1 mm)
- T_p : Waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)
- $T_{0,3}$: Waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (jam)
- t_g : Waktu konsentrasi (jam)
- T_r : Satuan waktu dari curah hujan (jam)
- α : Koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2
- L : Panjang sungai utama (km)



Gambar 3. 3 Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu

Bentuk hidrograf satuan diberikan oleh persamaan berikut:

- a. Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

$$Q_1 = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \quad (3.24)$$

- b. Pada kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$Q_r = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}} \quad (3.25)$$

- c. Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(1,5T_{0,3})} \quad (3.26)$$

- d. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(2T_{0,3})} \quad (3.27)$$

(Triatmodjo, 2008)

3.1.3 Analisis Kualitas Air

Kualitas air merujuk pada kondisi fisik, kimia, dan biologis air yang menentukan kecocokan air tersebut untuk berbagai kebutuhan seperti konsumsi manusia, pertanian, perikanan, dan keperluan industri (Effendi, 2003). Kualitas air dipengaruhi oleh faktor alami dan aktivitas manusia, termasuk limbah domestik, pertanian, dan industri.

1. Parameter Kualitas Air

Analisis kualitas air umumnya dilakukan dengan mengukur parameter-parameter berikut:

- a. **Fisik:** Suhu, warna, kekeruhan, dan bau. Suhu memengaruhi kelarutan oksigen, sedangkan kekeruhan menunjukkan tingkat pencemaran partikel tersuspensi (Sutarman, 2011).
- b. **Kimia:**
 - **pH:** Menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan air.
 - **DO (*Dissolved Oxygen*):** Kandungan oksigen terlarut yang dibutuhkan organisme air.
 - **BOD (*Biochemical Oxygen Demand*):** Kebutuhan oksigen biologis untuk menguraikan bahan organik.

- **COD (*Chemical Oxygen Demand*):** Kebutuhan oksigen kimia untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik.
 - **Nitrat, fosfat, logam berat:** Indikator pencemaran nutrisi dan limbah berbahaya (Chapman, 1996).
- c. **Biologis:** Keberadaan mikroorganisme seperti bakteri *Escherichia coli* yang menunjukkan potensi pencemaran fekal (APHA, 2017).

2. Standar Baku Mutu Air

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kualitas air dikategorikan ke dalam empat kelas berdasarkan peruntukannya. Misalnya, air kelas I diperuntukkan untuk air minum setelah pengolahan, sedangkan kelas IV untuk keperluan pertanian dan industri.

3. Metode Analisis Kualitas Air

Beberapa metode standar yang umum digunakan dalam pengujian kualitas air antara lain:

- a. **Gravimetri dan Titrimetri:** Untuk mengukur kandungan zat padat tersuspensi dan BOD.
- b. **Spektrofotometri:** Untuk analisis senyawa seperti nitrat dan fosfat.
- c. **Elektrokimia:** Untuk pengukuran pH, DO, dan konduktivitas.
- d. **Mikrobiologi:** Metode MPN (*Most Probable Number*) untuk menghitung bakteri *E. coli* atau total coliform (APHA, 2017).

3.1.4 Analisis Mekanika tanah dan Material Lokal

Survei tanah (*soil investigation*) merupakan kegiatan penting dalam tahap awal perencanaan konstruksi yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanis tanah di lokasi pembangunan. Survei ini digunakan untuk menilai daya dukung tanah, jenis pondasi yang sesuai, potensi longsor, serta perubahan volume tanah akibat perubahan kadar air (Bowles, 1997).

Survei tanah mencakup beberapa tahapan utama, antara lain:

- a. Pemetaan geologi dan topografi awal

- b. Pengeboran (*bor log*) dan pengambilan sampel tanah
- c. Uji laboratorium (kuat geser, konsolidasi, permeabilitas)
- d. Uji lapangan seperti SPT (Standard Penetration Test), CPT (Cone Penetration Test), dan test sondir

Karakteristik tanah yang umum dianalisis antara lain: kadar air, berat isi, batas Atterberg, klasifikasi tanah (USCS/AASHTO), dan nilai C dan ϕ dari uji geser langsung atau triaxial.

1. Tujuan dan Manfaat Survei Tanah dalam Konstruksi

Survei tanah memberikan data penting untuk:

- a. **Menentukan jenis dan kedalaman pondasi** yang sesuai
- b. **Menilai risiko teknis**, seperti penurunan (*settlement*) dan daya dukung tanah (*bearing capacity*)
- c. **Meminimalkan biaya kegagalan struktur**, yang sering terjadi akibat kesalahan dalam memahami kondisi tanah

Tanpa survei tanah yang memadai, struktur bangunan dapat mengalami penurunan tidak merata (*differential settlement*) yang berisiko pada keretakan bahkan keruntuhan bangunan (Das, 2010).

2. Material Lokal dalam Konstruksi

Material lokal adalah bahan bangunan yang diperoleh dari sumber daya yang tersedia secara lokal dan digunakan dalam konstruksi untuk mengurangi ketergantungan pada material impor serta menekan biaya logistik (Tjokrodinuljo, 2007).

a. Jenis-Jenis Material Lokal:

- **Pasir dan kerikil lokal:** Umumnya digunakan sebagai agregat dalam beton dan pekerjaan perkerasan. Kualitasnya tergantung dari kadar lumpur dan kekerasan butiran.
- **Tanah urugan lokal:** Termasuk tanah laterit, lempung, dan pasir lokal, digunakan sebagai bahan timbunan atau bahan dasar stabilisasi tanah.
- **Batu alam:** Seperti batu kali, batu kapur, dan andesit, digunakan untuk pondasi atau dinding penahan tanah.

- **Bahan organik atau alternatif:** Seperti sekam padi, abu terbang (fly ash), atau serat bambu untuk memperkuat campuran tanah atau beton.

3. Karakterisasi Material Lokal

Untuk memastikan kelayakan teknis, material lokal perlu diuji baik di lapangan maupun laboratorium. Pengujian umum meliputi:

- a. **Agregat:** Uji keausan (Los Angeles), gradasi (saringan), kadar lumpur, berat jenis
- b. **Tanah lokal:** Uji CBR (California Bearing Ratio), uji geser langsung, permeabilitas
- c. **Kandungan organik:** Uji pembakaran atau kadar karbon untuk bahan alternatif

Hasil dari pengujian ini digunakan untuk menentukan apakah material tersebut sesuai untuk pekerjaan timbunan, lapis pondasi, atau bahan bangunan alternatif (BSN, 2010).

3.1.5 Embung

Embung adalah bangunan konservasi air berbentuk kolam untuk menampung air hujan dan air limpasan serta sumber air lainnya untuk mendukung usaha pertanian, perkebunan dan peternakan terutama pada saat musim kemarau. Embung merupakan cekungan yang dalam di suatu daerah perbukitan. Air embung berasal dari limpasan air hujan yang jatuh di daerah tangkapan. Embung adalah bangunan penyimpan air yang dibangun di daerah depresi, biasanya di luar sungai (Sastrawijaya, 2015).

Embung adalah bangunan konstruksi sipil di bidang hidrologi. Konsep embung atau waduk pada dasarnya memberikan solusi dengan berfungsi sebagai cadangan air yang artinya pada saat musim penghujan air ditampung di dalam kolam embung atau waduk, dan ketika musim kemarau air yang berada dalam kolam (reservoir) dapat digunakan sesuai kebutuhan. Embung sangat efektif untuk mengatasi daerah kekurangan air, baik air baku maupun irigasi. Dampak kekeringan dan banjir kini dirasakan semakin besar dan resiko pertanian semakin meningkat dan sulit diprediksi. Sementara itu, tekanan penduduk yang luar biasa menyebabkan kerusakan hutan dan daur hidrologi tidak terelakkan lagi. Indikatornya, debit sungai

merosot tajam di musim kemarau, sementara di musim penghujan debit air meningkat tajam. Untuk mengatasi kekeringan, maka salah satu strategi yang paling murah, cepat dan efektif serta hasilnya langsung terlihat adalah dengan menampung aliran permukaan dan air hujan di musim penghujan dengan memperbesar daya simpan air tanah di sungai, tampungan air dan danau yang akan dapat menjaga pasokan sumber-sumber air untuk keperluan konservasi, pertanian, domestik, dan industri (Adma dkk., 2020).

Pembuatan embung memiliki beberapa tujuan (Sastrawijaya, 2015), diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Menyediakan air untuk pengairan tanaman di musim kemarau.
2. Meningkatkan produktivitas lahan, masa pola tanam dan pendapatan petani di lahan tadah hujan.
3. Mengaktifkan tenaga kerja petani pada musim kemarau sehingga mengurangi urbanisasi dari desa ke kota.
4. Mencegah dan mengurangi luapan air di musim hujan dan menekan resiko banjir.

Embung adalah sebutan lain untuk bendungan kecil. Bendungan kecil adalah bendungan yang tidak memenuhi syarat-syarat sebagai bendungan besar. Menurut International Commission on Large Dams (ICOLD) definisi bendungan kecil atau embung (Anjasmoro, 2015) adalah sebagai berikut.

1. Bendungan yang tingginya kurang dari 15 m, diukur dari bagian terbawah pondasi sampai ke puncak bendungan.
2. Bendungan yang tingginya antara 10-15 m disebut bendungan kecil atau embung apabila memenuhi beberapa kriteria sebagai berikut.
 - a. Panjang puncak bendungan kurang dari 500 m.
 - b. Kapasitas waduk yang terbentuk kurang dari 1 juta m³.
 - c. Debit banjir maksimal yang diperhitungkan kurang dari 2000 m³/detik.
 - d. Bendungan tidak menghadapi kesulitan-kesulitan khusus pada pondasinya.
 - e. Bendungan didesain seperti biasanya.

Embung adalah bangunan yang berfungsi menyimpan air hujan dalam suatu kolam dan kemudian dioperasikan selama musim kering untuk berbagai kebutuhan air suatu desa, yaitu irigasi, rumah tangga, hewan ternak, kebun, dan lain-lain.

Menurut Pedoman Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya di Desa (2018), klasifikasi embung dibagi menjadi 3 (tiga) jenis yaitu sebagai berikut.

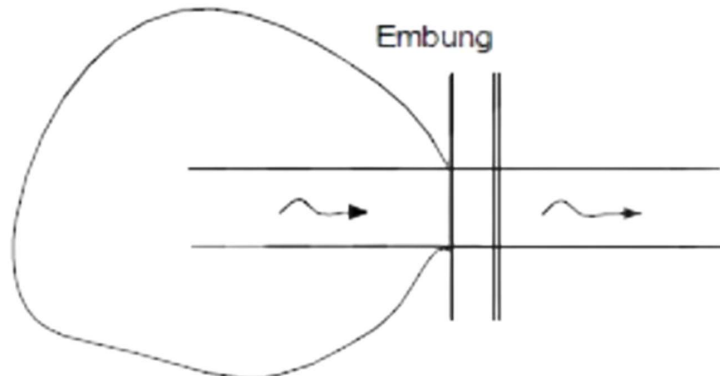
1. Embung Besar dengan kapasitas tampungan antara 100.000 m³ - 500.000 m³.
2. Embung Sedang dengan kapasitas tampungan 10.000 m³ - 100.000 m³.
3. Embung Kecil dengan kapasitas Tampungan < 10.000 m³.

1. Tipe Embung

Tipe embung dapat dikelompokkan menjadi empat keadaan (Soedibyo (1993) dalam Rao, 2014)), yaitu sebagai berikut.

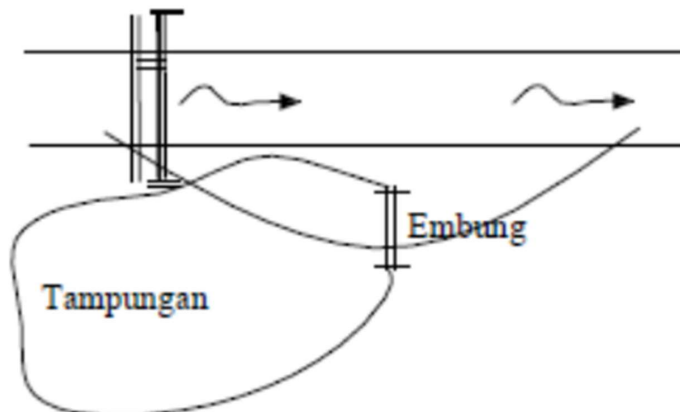
- a. Tipe Embung Berdasar Tujuan Pembangunannya
 - 1) Embung dengan tujuan tunggal (*single purpose dams*) Adalah embung yang dibangun untuk memenuhi satu tujuan saja, misalnya untuk kebutuhan air baku atau irigasi (pengairan) atau perikanan darat atau tujuan lainnya tetapi hanya satu tujuan saja.
 - 2) Embung serbaguna (*multipurpose dams*) Adalah embung yang dibangun untuk memenuhi beberapa tujuan misalnya untuk irigasi (pengairan), air minum dan PLTA, pariwisata, dan irigasi.
- b. Tipe Embung Berdasar Penggunaannya
 - 1) Embung penampung air (*storage dams*) Adalah embung yang digunakan untuk menyimpan air pada masa surplus dan dipergunakan pada masa kekurangan. Termasuk dalam embung penampung air adalah untuk tujuan rekreasi, perikanan, pengendalian banjir dan lain-lain.
 - 2) Embung pembelok (*diversion dams*) Adalah embung yang digunakan untuk meninggikan muka air, biasanya untuk keperluan mengalirkan air ke dalam sistem aliran menuju ke tempat yang memerlukan.
 - 3) Embung penahan (*detention dams*) Adalah embung yang digunakan untuk memperlambat dan mengusahakan seoptimal mungkin efek aliran banjir yang mendadak. Air ditampung secara berkala atau sementara, dialirkan melalui pelepasan (*Outlet*). Air ditahan selama mungkin dan dibiarkan meresap ke daerah sekitarnya.
- c. Tipe Embung Berdasar Letaknya Terhadap Aliran Air

- 1) Embung pada aliran air (*On Stream*) adalah embung yang dibangun untuk menampung air, misalnya pada bangunan pelimpah (*spillway*). Ilustrasi embung On Stream dapat dilihat pada Gambar 3. 3 berikut ini.



Gambar 3. 4 Embung *On Stream*
(Sumber: Soedibyo (1993) dalam Rao, 2014))

- 2) Embung di luar aliran air (*Off Stream*) adalah embung yang umumnya tidak dilengkapi spillway, karena biasanya air dibendung terlebih dahulu di On Stream-nya baru disuplesi ke tampungan. Kedua tipe ini biasanya dibangun berbatasan dan dibuat dari beton, pasangan batu atau pasangan bata. Ilustrasi embung Off Stream dapat pada Gambar 3. 4 berikut ini.

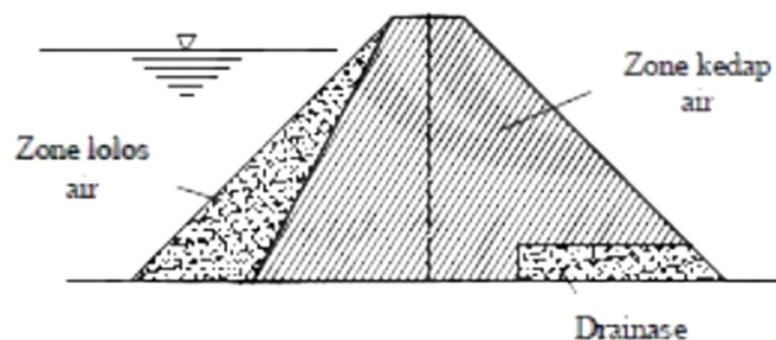


Gambar 3. 5 Embung *Off Stream*
(Sumber: Soedibyo (1993) dalam Rao, 2014))

d. Tipe Embung Berdasar Material Pembentuknya

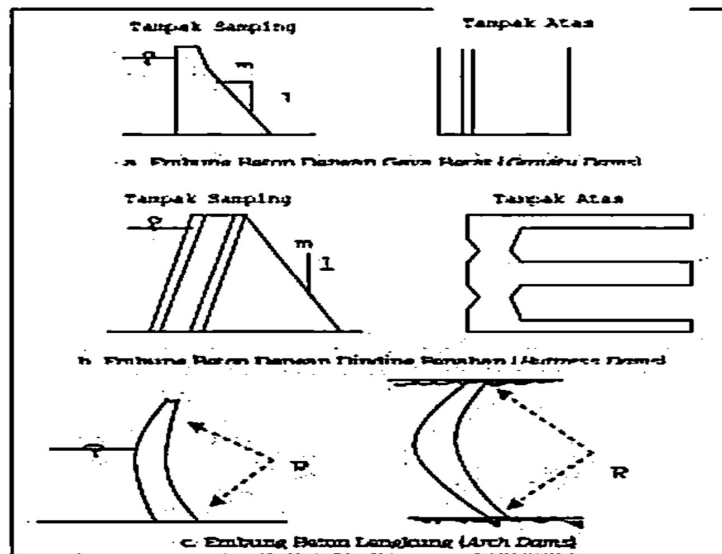
- 1) Embung Urugan (*Fill Dams, Embankment Dams*) adalah embung yang dibangun dari penggalian bahan (material) tanpa tambahan bahan lain

bersifat campuran secara kimia jadi bahan pembentuk embung asli. Embung ini dibagi menjadi dua yaitu embung urugan serba sama (*homogeneous dams*) adalah embung apabila bahan yang membentuk tubuh embung tersebut terdiri dari tanah sejenis dan gradasinya (susunan ukuran butirannya) hampir seragam. Yang kedua adalah embung zonal adalah embung apabila timbunan terdiri dari batuan dengan gradasi (susunan ukuran butiran) yang berbeda-beda dalam urutan-urutan pelapisan tertentu. Ilustrasi embung urugan dapat dilihat pada Gambar 3. 5 berikut ini.



Gambar 3. 6 Embung Urugan
(Sumber: Soedibyo (1993) dalam Rao, 2014))

- 2) Embung Beton (*Concrete Dam*) adalah embung yang dibuat dari konstruksi beton baik dengan tulangan maupun tidak. Kemiringan permukaan hulu dan hilir tidak sama pada umumnya bagian hilir lebih landai dan bagian hulu mendekati vertikal dan bentuknya lebih ramping. Embung ini masih dibagi lagi menjadi embung beton berdasar berat sendiri stabilitas tergantung pada massanya, seperti terlihat pada Gambar 3. 6 berikut ini.



Gambar 3. 7 Tipe-tipe Embung Beton
(Sumber: Soedibyo (1993) dalam Rao, 2014))

Pada Gambar 3. 6 di atas, embung beton dibagi menjadi tiga tipe yaitu embung beton dengan penyangga (buttress dam) permukaan hulu menerus dan dihilirnya pada jarak tertentu ditahan, embung beton berbentuk lengkung, dan embung beton kombinasi. Contoh embung yang terbuat dari material beton ada pada Gambar 2. 6 berikut ini.



Gambar 3. 8 Contoh Embung Beton
(Sumber: insidepontianak.com (Diakses 17 Agustus 2024))

2. Bagian-Bagian Embung

Embung terbagi menjadi beberapa bagian (Fath, 2017), yaitu sebagai berikut.

a. Pondasi bendung

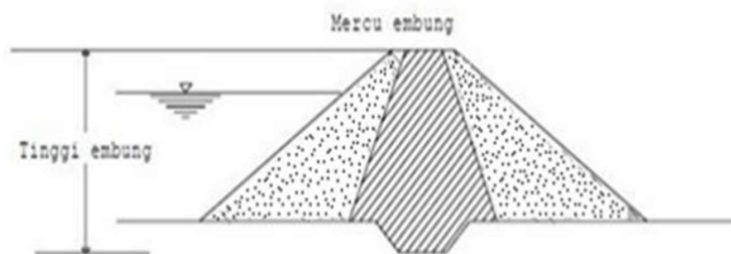
Pada bangunan air, pondasi yang direncanakan harus memiliki kriteria yang mampu mendukung bangunan air itu sendiri, yaitu sebagai berikut.

- 1) Mempunyai daya dukung yang mampu menahan beban sendiri tubuh embung dalam berbagai kondisi.
- 2) Mempunyai kemampuan penghambat aliran filtrasi.
- 3) Mempunyai ketahanan terhadap sufosi (*piping*) dan semburan (*boiling*) yang disebabkan oleh aliran filtrasi yang melalui lapisan-lapisan pondasi.

b. Tubuh bendung

Tubuh bendung merupakan struktur utama yang berfungsi untuk membendung laju aliran air. Bagian ini biasanya terbuat dari urugan tanah, pasangan batu kali, dan bronjong atau beton pasangan batu kali, dan bronjong atau beton. Beberapa istilah penting mengenai tubuh embung sebagai berikut.

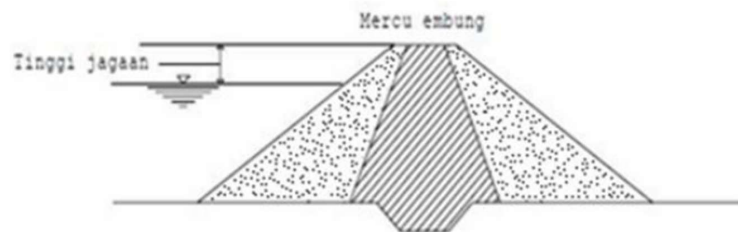
- 1) Tinggi Embung adalah perbedaan antara elevasi permukaan pondasi dan elevasi mercu embung. Apabila pada dasar embung dinding kedap air atau zona kedap air, maka yang dianggap permukaan pondasi adalah garis perpotongan antara bidang vertikal yang melalui hulu mercu embung dengan permukaan pondasi alas embung tersebut. Ilustrasi gambar tinggi embung dapat dilihat pada Gambar 3. 8 berikut ini.



Gambar 3. 9 Tinggi Embung
(Sumber: Fath, 2017)

- 2) Tinggi Jagaan (*Free Board*) adalah perbedaan antara elevasi permukaan maksimum rencana air dalam embung dan elevasi mercu embung. Elevasi permukaan air maksimum rencana biasanya merupakan elevasi banjir rencana embung. Tinggi jagaan harus diperhitungkan dengan benar dan tidak dapat diabaikan karena tinggi jagaan ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya peristiwa air yang melewati puncak embung yang dapat diakibatkan oleh beberapa hal, seperti debit banjir yang masuk

embung, gelombang angin, pengaruh longsoran tebing-tebing sekeliling embung, gempa, atau penerunan tubuh embung. Ilustrasi tinggi jagaan embung dapat dilihat pada Gambar 3. 9 berikut ini.



Gambar 3. 10 Tinggi Jagaan
(Sumber: Fath, 2017)

- 3) Lebar Mercu Embung yang memadai diperlukan agar puncak dapat tahan terhadap hempasan ombak dan dapat tahan terhadap aliran filtrasi yang melalui mercu tubuh embung. Di samping itu, dalam merencanakan mercu embung harus diperhatikan kegunaannya sebagai jalan inspeksi dan pemeliharaan embung.
- 4) Panjang Embung adalah seluruh panjang mercu embung yang bersangkutan, termasuk bagian yang digali pada tebing-tebing sungai di kedua ujung mercu tersebut. Apabila bangunan pelimpah atau bangunan penyadap terdapat pada ujung-ujung mercu, maka lebar bangunan- bangunan pelimpah tersebut diperhitungkan pula dalam menentukan panjang embung.
- 5) Volume Embung. Seluruh jumlah volume konstruksi yang dibuat dalam rangka pembangunan tubuh embung termasuk semua bangunan pelengkapanya dianggap sebagai volume embung.
- 6) Kemiringan Lereng Tubuh Embung. Kemiringan rata-rata lereng embung (lereng hulu dan lereng hilir) adalah perbandingan antara panjang garis vertikal yang melalui tumit masing-masing lereng tersebut. Berm lawan dan drainase prisma biasanya dimasukkan dalam perhitungan penentuan kemiringan lereng, akan tetapi alas kedap air biasanya diabaikan. Kemiringan lereng urugan harus ditentukan sedemikian rupa agar stabil terhadap longsoran. Hal ini sangat tergantung pada jenis material urugan yang dipakai. Kestabilan urugan harus diperhitungkan terhadap frekuensi

naik turunnya muka air, rembesan, dan harus tahan terhadap gempa. Kemiringan lereng dapat dilihat pada Tabel 2. 1 berikut ini.

Tabel 3. 7 Kemiringan Lereng

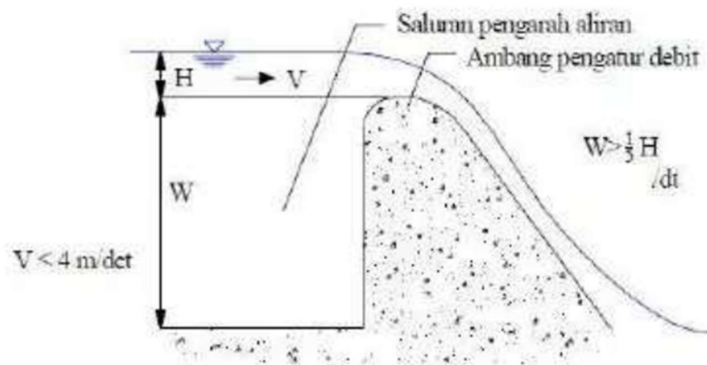
Material Urugan	Material Utama	Kemiringan Lereng Vertikal : Horizontal	
		Hulu	Hilir
Urugan homogen	CH, CL, SC, GC, GM, SM	1 : 3	1 : 2,25
Urugan majemuk			
a. Urugan batu dengan inti lempung atau dinding diafragma	Pecahan batu	1 : 1,50	1 : 1,25
b. Kerikil dengan inti lempung atau dinding diafragma	kerikil	1 : 2,50	1 : 1,75

(Sumber: Sosrodarsono & Takeda, 1977)

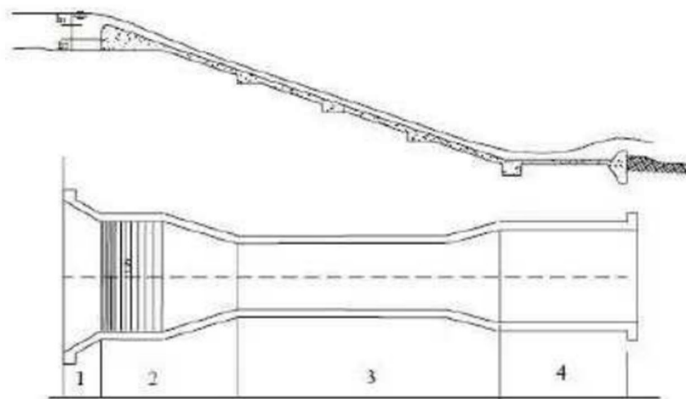
- 7) Timbunan Ekstra (Extra Banking). Sehubungan dengan terjadinya gejala konsolidasi tubuh embung, yang prosesnya berjalan lama sesudah pembangunan embung tersebut diadakan penimbunan ekstra melebihi tinggi dan volume rencana dengan perhitungan agar sesudah proses konsolidasi berakhir maka penurunan tinggi dan penyusutan volume akan mendekati tinggi dan volume rencana embung.
- c. Bangunan pelimpah merupakan bangunan beserta instalasinya untuk mengalirkan air banjir yang masuk ke dalam embung agar tidak membahayakan keamanan embung. Apabila terjadi kecepatan aliran air yang besar akan terjadi olakan (turbulensi) yang dapat mengganggu jalannya air sehingga menyebabkan berkurangnya aliran air yang masuk ke bangunan pelimpah. Maka kecepatan aliran air harus dibatasi, yaitu tidak melebihi kecepatan kritisnya. Pada hakikatnya untuk embung terdapat berbagai tipe bangunan pelimpah dan untuk menentukan tipe yang sesuai diperlukan suatu studi yang luas dan mendalam, sehingga diperoleh alternatif yang paling ekonomis. Bangunan pelimpah yang biasa digunakan yaitu bangunan pelimpah terbuka

dengan ambang tetap. Bangunan pelimpah ini biasanya terdiri dari tiga bagian utama, yaitu sebagai berikut.

- 1) Saluran pengarah dan pengatur aliran, Bagian ini berfungsi sebagai penuntun dan pengarah aliran agar aliran tersebut senantiasa dalam kondisi hidraulika yang baik. Pada saluran pengarah aliran ini, kecepatan masuknya aliran air supaya tidak melebihi 4 m/detik dan lebar saluran makin mengecil ke arah hilir. Kedalaman dasar saluran pengarah aliran biasanya diambil lebih besar dari $\frac{1}{5} \times$ tinggi rencana limpasan di atas mercu ambang pelimpah. Kapasitas debit air sangat dipengaruhi oleh bentuk ambang. Bagian saluran pengarah dan pengatur aliran dan bangunan pelimpah pada embung dapat dilihat pada Gambar 2. 9 dan Gambar 3. 10 berikut ini.

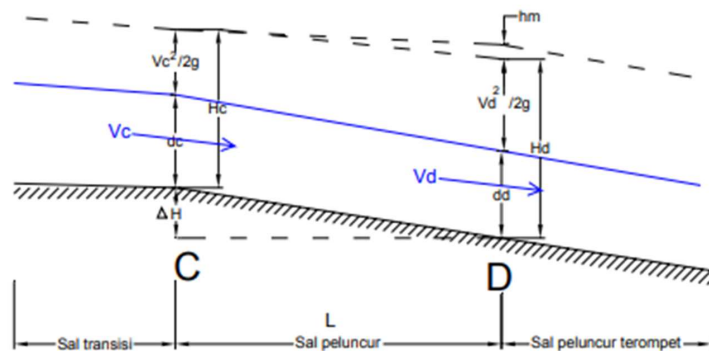


Gambar 3. 11 Saluran Pengarah Aliran dan Ambang Pengatur Debit pada Sebuah Pelimpah
(Sumber: Fath, 2017)



Gambar 3. 12 Bangunan Pelimpah
(Sumber: Fath, 2017)

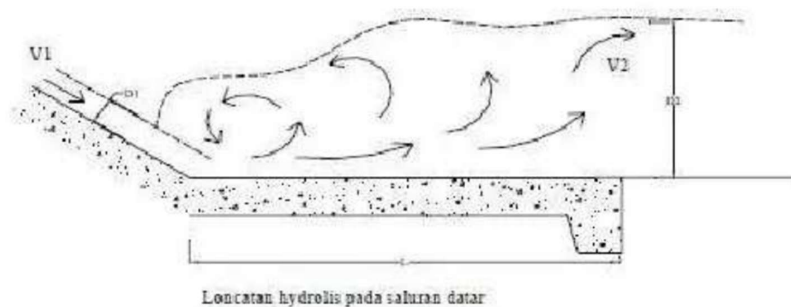
- 2) Saluran peluncur. Pada perencanaan bangunan pelimpah antara tinggi mercu dengan bangunan peredam energi diberi saluran peluncur (flood way). Saluran ini berfungsi untuk mengatur aliran air yang melimpah dari mercu dapat mengalir dengan lancar tanpa hambatan-hambatan hidrolis. Skema penampang memanjang aliran pada saluran peluncur embung dapat dilihat pada Gambar 3. 12 berikut ini.



Gambar 3. 13 Skema Penampang Memanjang Aliran pada Saluran Peluncur

(Sumber: Fath, 2017)

- 3) Peredam energi Digunakan untuk menghilangkan sedikit-tidaknya mengurangi energi air agar tidak merusak tebing, jembatan, jalan, bangunan, dan instalasi lain disebelah hilir bangunan pelimpah. Guna meredusir energi yang terdapat di dalam aliran tersebut, maka diujung hilir saluran peluncur biasanya dibuat suatu bangunan yang disebut peredam energi pencegah gerusan. Kolam olak dapat dilihat pada Gambar 3. 13 berikut ini.



Loncatan hidrolis pada saluran datar

Gambar 3. 14 Kolam Olak
(Sumber: Fath, 2017)

3. Kapasitas Tampungan Embung

Potensi pengembangan embung harus dapat memperhitungkan kapasitas tampungan embung yang menjadi dasar dalam penentuan luas genangan, volume genangan, tinggi dan dimensi bangunan pendukung. Kapasitas tampungan embung dihitung melalui simulasi antara jumlah ketersediaan air (Inflow) dengan jumlah kebutuhan air (Outflow) dalam kurun waktu satu tahun. Jumlah ketersediaan air (Inflow) dihitung berdasarkan debit andalan bulanan dan jumlah kebutuhan air (Outflow) dihitung berdasarkan debit kebutuhan air irigasi dan air baku (Zevri, 2022).

Kapasitas tampungan embung dihitung berdasarkan jumlah volume ketersediaan air dengan kebutuhan air. Simulasi antara kedua parameter tersebut dihitung dengan menggunakan model matematis seperti simulasi analisis numerik dilakukan dalam penelitian ini dengan menganalisis neraca air antara ketersediaan air (Inflow) pada lokasi pengembangan dan menganalisis besarnya kebutuhan air (Outflow). Besarnya kapasitas tampung yang dibutuhkan ditentukan dari selisih antara volume Outflow dikurangi Inflow di mana volumenya maksimumnya merupakan kapasitas yang dibutuhkan untuk embung (Zevri, 2022).

Kapasitas tampungan embung digunakan untuk memenuhi kebutuhan air selama musim kemarau. Kapasitas tampungan embung ditentukan oleh kebutuhan air, ketersediaan air, dan topografi (Nurjanah, 2019) adalah sebagai berikut.

a. Kapasitas tampungan embung berdasarkan kebutuhan air

Kapasitas tampung embung yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air selama musim kemarau. Untuk menghitung kapasitas tampung yang diperlukan (V_n) untuk sebuah embung adalah sebagai berikut.

$$V_n = V_u + V_e + V_i + V_s$$

Untuk menentukan kapasitas total suatu embung harus mempertimbangkan volume atau debit air yang tersedia (V_h) dan kemampuan topografi untuk menampung air (V_p). Apabila air yang tersedia atau kemampuan topografi kecil maka embung harus dirancang dengan kapasitas yang lebih kecil daripada kebutuhan yang dibutuhkan. Di bawah ini merupakan kapasitas berdasarkan kebutuhan air adalah sebagai berikut.

1) Kapasitas berdasarkan kebutuhan air pengambilan (Air baku)

Untuk menghitung kebutuhan total untuk tampungan hidup (V_u) dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$V_u = Jh \times JKK \times Q_u$$

Dengan:

V_u = kebutuhan total untuk tampungan hidup

Jh = jumlah hari

JKK = jumlah penduduk yang dibutuhkan

Q_u = kebutuhan air baku yang dibutuhkan

- 2) Jumlah penguapan (V_e) selama musim kemarau dapat memperhitungkan penentuan kapasitas atau tinggi embung. Untuk menghitung jumlah penguapan adalah sebagai berikut.

$$V_e = A \cdot \sum E_j$$

Dengan:

V_e = volume untuk kehilangan air karena penguapan (m³)

E_j = penguapan bulan ke j

A = luas permukaan embung

- 3) Jumlah resapan (V_i) ini tergantung dari sifat lulus air material dasar dan dinding kolam. Air yang berada di dalam kolam embung akan meresap masuk ke dalam pori atau rongga di dasar dinding kolam. Untuk menentukan besarnya resapan air kolam pada embung dapat menggunakan rumus dibawah ini.

$$V_i = K \cdot V_u$$

Dengan:

V_i = volume kehilangan air karena rembesan besarnya tergantung kondisi geologi pada lokasi embung (m³)

V_u = jumlah air untuk berbagai kebutuhan

K = faktor yang nilainya tergantung dari sifat lulus air material dasar dan dinding kolam embung

Jika dinding dan dasar embung adalah tanah rapat air (permeabilitas < 10⁻⁵ cm/s), $K = 10\%$, sedangkan dinding dan dasar embung adalah tanah semi lolos air (permeabilitas $\approx 10^{-3}$ cm/s), $K = 25\%$.

- 4) Ruang sedimen (V_s) merupakan ruang yang diperlukan untuk menyediakan sedimen di kolam embung, mengingat daya tampungnya kecil, walaupun daerah tadah hujan disarankan agar ditanami (rumput) untuk mengendalikan erosi. Ruangan untuk menampung sedimen diperkirakan $0,05 - 0,1 V_u$.
- b. Kapasitas Embung berdasarkan ketersediaan air

Volume kapasitas berdasarkan ketersediaan air (V_h) merupakan jumlah air yang jatuh di embung ditambah dengan volume mata air.

$$V_h = \sum R_j \cdot A + V_{mataair}$$

Dengan:

 - V_h = volume ketersediaan air (m^3)
 - R_j = jumlah hujan bulanan andalan pada bulan j (m)
 - A = luas permukaan kolam embung (m^2)
 - $V_{mataair}$ = volume mata air (m^3)
- c. Kapasitas tampungan embung berdasarkan potensi topografi

Potensi topografi (V_p) untuk menampung air merupakan volume maksimum kolam embung yang berbentuk karena dibangunnya suatu embung. Dari ketiga kapasitas tampungan embung tersebut yaitu V_n (kapasitas berdasarkan kebutuhan air), V_h (kapasitas berdasarkan ketersediaan air), dan V_p (kapasitas berdasarkan potensi topografi) dipilih yang terkecil sebagai volume/kapasitas tampung perancangan embung (V_d).

3.2 Rencana Kegiatan

3.2.1 Persiapan Pekerjaan

1. Awal Kegiatan Meliputi kegiatan:
 - a. Penyusunan dan diskusi RMK
 - b. Persiapan kantor/alat, tenaga ahli dan administrasi perijinan
 - c. Pengumpulan data sekunder
 - d. Survei, Investigasi dan Desain
 - 1) Kegiatan survei topografi, hidrologi, mekanika tanah dan material lokal, hidrogeologi, kualitas air, dan survei kuisioner di masyarakat.
 - 2) Melakukan analisis hujan rancangan, debit rancangan, dimensi tampungan, analisis neraca air, volume tampungan.

- 3) Melakukan perencanaan desain tampungan dan RAB embung tipikal.

3.2.2 Kegiatan Survei, Investigasi dan Desain

1. Acuan/Pedoman yang digunakan

Pekerjaan yang dilaksanakan mengikuti ketentuan sebagaimana tersebut di bawah ini, dengan berpedoman pada:

- a. Undang-Undang No. 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air.
- b. SNI 03-2415-1991 Rev 2004 – Tata Cara Perhitungan Debit Banjir.
- c. PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- d. SNI 6989.57:2008 tentang Metoda pengambilan contoh air permukaan
- e. SNI 2415:2016 – Tata cara perhitungan debit banjir rencana.
- f. PT-02, SK DJ Pengairan No. 185/KPTSA/A/1986, Persyaratan Teknis bagian Pengukuran Topografi.
- g. SNI 19-6502.1-2000, Spesifikasi Teknis Peta Rupa Bumi skala 1:10.000.
- h. SNI 2411:2008 tentang Cara uji kelulusan air bertekanan di lapangan.
- i. SNI 2436 2008 Tata cara pencatatan dan identifikasi hasil pengeboran inti.
- j. Peraturan Menteri PUPR, Nomor 8 Tahun 2023 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

2. Tahapan Survei

a. Survei Topografi

Pengukuran elevasi lahan di area calon tampungan, dengan alat total station, GPS geodetik, dan drone. Tahapan ini dimaksudkan untuk mendapatkan kondisi elevasi lahan, dan elevasi sungai. Hasil survei topografi ini akan digunakan untuk ke tahapan selanjutnya.

b. Survei Hidrologi

Penentuan daerah tangkapan air (DTA/*catchment area*), pengukuran debit air sesaat dengan current meter, dan pengukuran penampang sungai, dengan *echosounding*. Tahapan survei ini untuk menilai keberadaan air permukaan dalam rencana desain embung yang akan dibangun.

c. Survei Mekanika Tanah dan Material Lokal

Survei tanah untuk mengambil sampel tanah dengan handbor untuk kemudian diuji di laboratorium. Pengambilan sampel tanah untuk diuji di laboratorium: berupa uji kadar air, berat jenis, permeabilitas, konsistensi, laju infiltrasi, dll. Peninjauan lokasi sumber material konstruksi jika dibutuhkan: tanah timbunan (clay, lempung, pasir), untuk jarak angkut, potensi volume, uji teknis laboratorium.

d. Survei Hidrogeologi

Pengukuran juga dilakukan dengan pengujian Infiltrasi untuk mengetahui seberapa cepat air meresap ke tanah lihat muka air tanah di lokasi yang akan dibangun embung. Tahapan survei ini untuk menilai ketersediaan air tanah, efisiensi pengelolaan air dan potensi risiko banjir dalam mendesain embung yang akan dibangun.

e. Survei Kualitas Air

Survei kualitas air dengan Horiba untuk memperhatikan sumber-sumber air baku yang selama ini digunakan masyarakat.

f. Survei Sosial dan Lingkungan

Survei sosial dan lingkungan ini termasuk identifikasi lahan dan pemilik, dampak sosial, inventarisasi vegetasi dan satwa jika diperlukan (lingkungan) serta survei kebutuhan air bersih di lokasi kajian melalui survei kuisioner ke masyarakat.

Tahapan survei dalam SID Peningkatan Sumber Air Baku ini adalah untuk mendapatkan data lapangan yang lengkap untuk nantinya digunakan sebagai dasar penyusunan SID ini.

3. Tahapan Investigasi

a. Investigasi topografi lahan

Tujuan penyelidikan topografi adalah untuk menentukan lokasi tampungan, luas tampungan, elevasi tampungan, dan bentuk tampungan.

b. Investigasi Hidrologi

Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui ketersediaan air, kebutuhan air saat ini beserta proyeksinya, debit banjir rencana, dimensi tampungan, volume tampungan.

c. Investigasi mekanika tanah dan Material Lokal

Investigasi mekanika tanah bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanah dalam menyerap air dengan nilai permeabilitas dan infiltrasi tanah.

d. Investigasi Hidrogeologi

Investigasi kedalaman muka air tanah di lokasi rencana pembangunan embung.

e. Investigasi Kualitas Air

Penyelidikan kualitas air memiliki peran yang sangat penting dalam kajian SID Peningkatan Sumber Air Baku ini karena dalam pengujian ini akan dinilai kelayakan kualitas air untuk air baku.

f. Investigasi Konstruksi dan Material Lokal

Penyelidikan material lokal bertujuan untuk menentukan material yang bisa digunakan pada saat proses konstruksi jika dibutuhkan.

Tahapan investigasi dalam SID Peningkatan Sumber Air Baku bertujuan untuk memperoleh informasi teknis dan non-teknis yang komprehensif sebagai dasar penyusunan desain embung yang layak, efisien, dan berkelanjutan.

4. Tahapan Desain

Analisis dan Pengkajian Masalah Kegiatan analisis dimaksudkan untuk mengolah data dan informasi yang telah dikompilasi (data primer maupun data sekunder). Dari hasil survei, investigasi dan hasil analisis dapat dirumuskan desain tampungan berupa embung untuk pengembangan sumber air baku Desa Jorong, Kecamatan Jorong dan RAB tipikal sebagai dasar penyusunan DED dan rencana investasi kedepannya. Tahapan SID meliputi kegiatan:

- a) Analisis frekuensi data hujan untuk mendapatkan hujan rancangan.
- b) Analisis rasional untuk mendapatkan debit rancangan
- c) Analisis dimensi penampang
- d) Analisis kebutuhan air domestik dan proyeksi kedepan.
- e) Analisis ketersediaan air Kawasan

- f) Neraca air dan optimasi
- g) Analisis volume tampungan embung yang dibutuhkan
- h) Analisis desain embung
- i) Analisis RAB tipikal embung

3.2.3 Penyusunan matrik rencana, antara lain membuat:

Kegiatan SID Peningkatan Sumber Air Baku ini memberikan output dalam bentuk Dokumen SID Peningkatan Air Baku Desa Jorong Kecamatan Jorong.

BAB IV

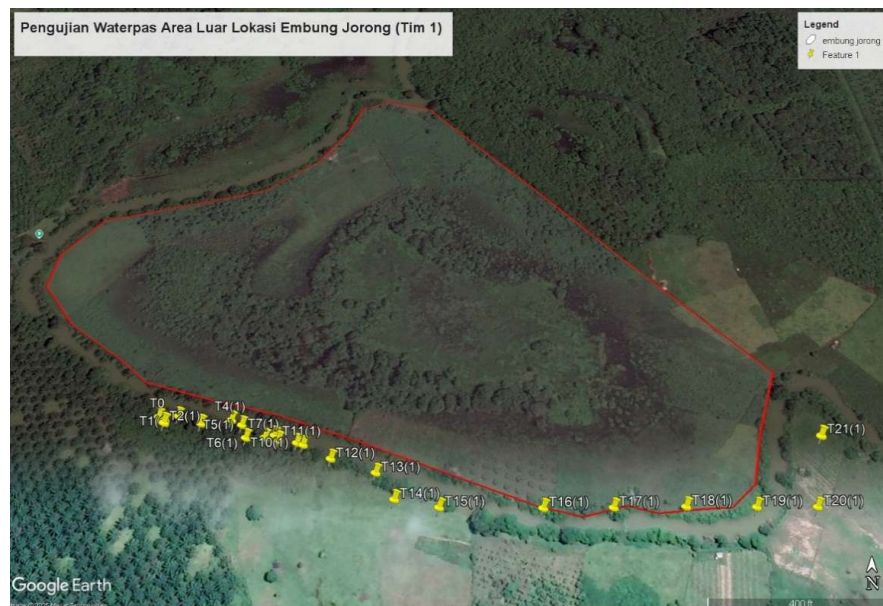
HASIL SURVEI

4.1 Survei Topografi

Pengukuran elevasi lahan dengan *waterpass* ini dilaksanakan pada tanggal 5 – 6 Juli 2025 di Desa Jorong, Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. Pada tanggal 5 Juli 2025 pengukuran dilakukan di area luar lokasi embung, sedangkan pada tanggal 6 Juli 2025 pengukuran dilakukan di area dalam lokasi embung.

4.1.1 Pengukuran Elevasi Lahan Dengan Waterpass

Pada tanggal 5 Juli 2025 pengukuran dilakukan di area luar lokasi embung, dan untuk pengerjaannya dilakukan oleh 2 tim. Tim 1 melakukan pengukuran pada daerah sebelah kanan dengan hasil pengukuran 21 titik, sedangkan Tim 2 melakukan pengukuran pada daerah sebelah kiri dengan hasil pengukuran 13 titik. Selama pengukuran Tim 1 maupun Tim 2 tidak menemukan kesulitan. Gambar 4.1 merupakan peta titik pengukuran waterpass area luar embung jorong.



Gambar 4. 1 Titik Pengukuran Elevasi Lahan dengan Waterpass Area Luar Embung Tim 1



Gambar 4. 2 Titik Pengukuran Elevasi Lahan dengan Waterpass Area Luar Embung Tim 2

Pada tanggal 6 Juli 2025 pengujian dilakukan di area dalam lokasi embung, dan untuk pengerjaannya dilakukan oleh 1 tim dengan hasil pengukuran 12 titik. Gambar 4.3 merupakan peta titik pengukuran waterpass area dalam embung jorong.



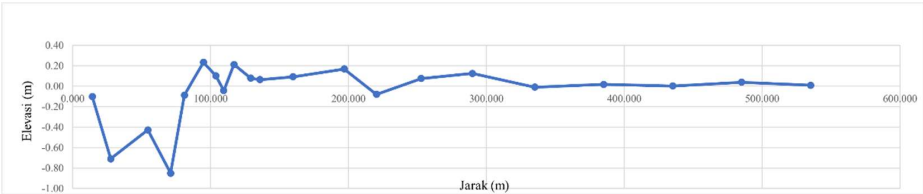
Gambar 4. 3 Titik Pengukuran Elevasi Lahan dengan Waterpass Area Dalam Embung

Kesulitan yang dihadapi saat pengukuran area dalam adalah ketinggian rumput yang lebat sehingga sulit untuk dilakukan pengukuran.

1. Data Pengukuran Waterpass Area Luar Embung Tim 1

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Waterpass Area Luar 1

No.	Benang Atas	Benang Tengah	Benang Bawah	Jarak (m)	Tinggi Alat (cm)
1	855	785	715	14,3	147
2	2148	2079	2011	13,3	137
3	1932	1798	1669	27	144
4	2280	2220	2120	16,4	141
5	1501	1456	1411	10,1	152
6	1206	1137	1069	13,7	142
7	1313	1268	1226	9	137
8	1480	1413	1386	5,8	139,5
9	1192	1157	1124	7,4	133
10	1351	1292	1233	12,2	135,5
11	1338	1306	1274	6,7	133
12	1398	1277	1155	24	129
13	1379	1202	1021	37	121
14	1564	1450	1336	23,4	129,5
15	1453	1294	1136	32,5	132
16	1415	1245	1082	37	134,5
17	1598	1379	1161	45,3	137
18	1604	1353	1104	50	130
19	1617	1368	1121	50	127,5
20	1581	1331	1083	50	128,5
21	1705	1460	1210	50	123



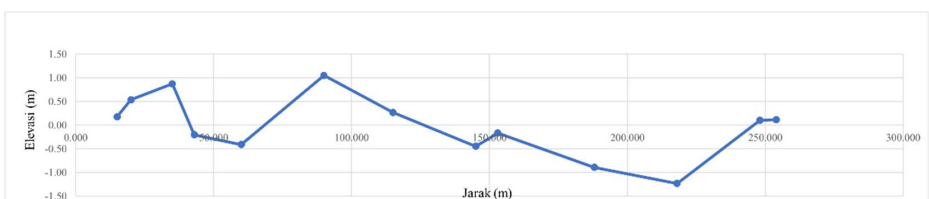
Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran Waterpass Area Luar 1

2. Data Pengukuran Waterpass Area Luar Embung Tim 2

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Waterpass Area Luar 2

No.	Benang Atas	Benang Tengah	Benang Bawah	Jarak (m)	Tinggi Alat (cm)
1	1305	1230	1158	15	130
2	965	940	915	5	148
3	680	605	530	15	145

No.	Benang Atas	Benang Tengah	Benang Bawah	Jarak (m)	Tinggi Alat (cm)
4	1722	1682	1062	8	147
5	1975	1890	1805	17	154
6	585	430	280	30	149
7	1335	1210	1085	25	151
8	2080	1925	1775	30	152
9	1695	1645	1605	8	144
10	2550	2370	2200	35	80
11	2860	2710	2565	30	152
12	1528	1378	1228	30	154
13	1393	1363	1333	6	150



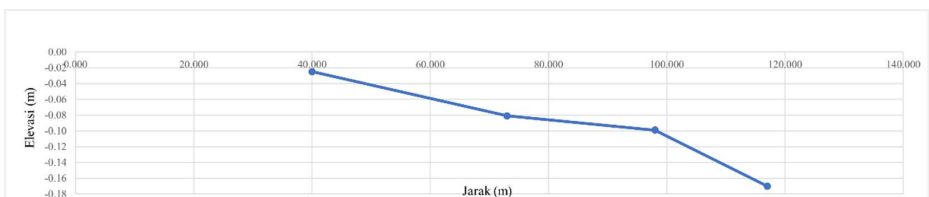
Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran Waterpass Area Luar 2

3. Data Pengukuran Waterpass Area Dalam Embung

a. Titik 1

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Waterpass Area Dalam Titik 1

No.	Benang Atas	Benang Tengah	Benang Bawah	Jarak (m)	Tinggi Alat (cm)
1	1644	1446	1247	40	127
2	1485	1326	1164	33	124,5
3	1468	1344	1223	25	129
4	1508	1415	1323	19	126,5

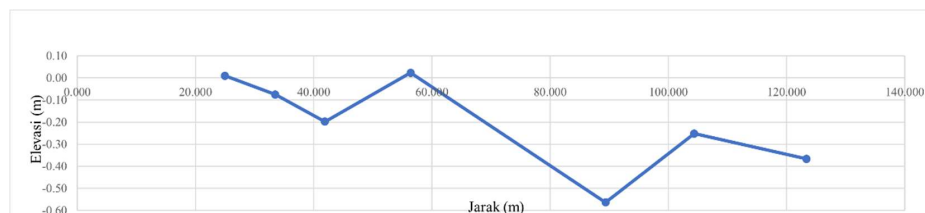


Gambar 4. 6 Hasil Pengukuran Waterpass Area Dalam Titik 1

b. Titik 2

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Waterpass Area Dalam Titik 2

No.	Benang Atas	Benang Tengah	Benang Bawah	Jarak (m)	Tinggi Alat (cm)
1	1559	1437	1312	25	122,5
2	1350	1310	1270	8,5	123,5
3	1437	1433	1393	8,4	145
4	1283	1212	1142	14,5	140
5	1955	1798	1642	33	142
6	1561	1487	1411	15	143,5
7	1696	1602	1505	19	138,5



Gambar 4. 7 Hasil Pengukuran Waterpass Area Dalam Titik 2

Survei dengan menggunakan waterpass hanya bisa mengetahui beda tinggi dari suatu elevasi lahan saja, dan hasilnya hanya berupa potongan penampang suatu lahan, atau biasa disebut *cross* ataupun *long section*. Pengukuran dengan waterpass tidak bisa mendapatkan data koordinat letak titiknya, sehingga pengambilan koordinat letak titiknya pun hanya dilakukan manual saja dengan aplikasi maps di *handphone* yang akurasi cukup terbatas, sehingga hal ini tentunya tidak bisa dijadikan acuan akurat bahwa elevasi lahannya tepat berada disana. Selain itu, ketika pengerjaan di lapangan, waterpass hanya dikerjakan di beberapa area saja, karena pengoperasiannya yang cukup memakan waktu dan banyak terhalang rumput atau pohon yang membuat proses pengukuran terbatas dan tidak dapat mencakup seluruh wilayah. Oleh karena itu, data waterpass ini hanya dijadikan sebagai data awal saja, tidak dapat dijadikan sebagai acuan perencanaan.

4.1.2 Pengukuran Elevasi Lahan Dengan *Global Positioning System* (GPS)

Real-Time Kinematic (RTK)

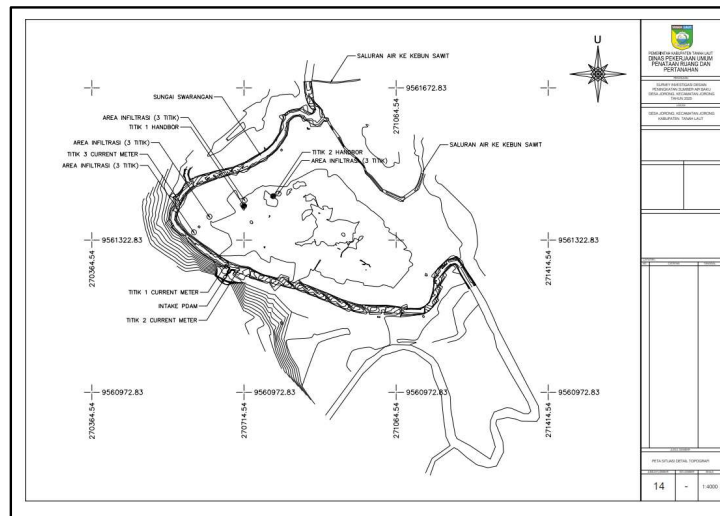
Pengukuran elevasi lahan dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS) *Real-Time Kinematic* (RTK) ini dilaksanakan pada tanggal 26 – 27 Juli 2025

di Desa Jorong, Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan.



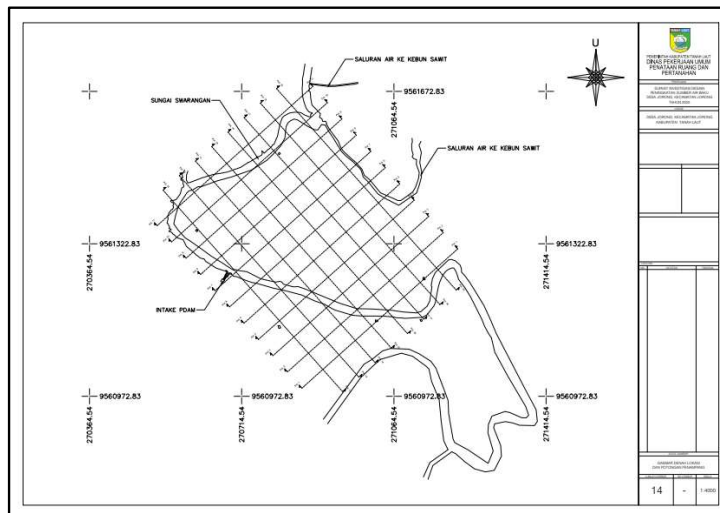
Gambar 4. 8 Pengambilan Data

Seluruh data yang dihasilkan menggunakan alat waterpass didetailkan kembali oleh suatu alat GNSS Geodetik RTK yang sudah mencakup dan melebihi hal-hal yang dapat dihasilkan waterpass. Hasil dari GNSS Geodetik RTK mudah digunakan, membuat lebih cepat pengerjaan di lapangan, dan hampir seluruh area lebih mudah dijangkau, karena tidak perlu menembak lalu mengukur dan membaca rambu seperti di waterpass, dengan GNSS Geodetik RTK ini data langsung diproses. GNSS Geodetik RTK menghasilkan titik koordinat yang memiliki tingkat akurasi sangat tinggi, yang mana tiap titik tersebut juga sudah ada data elevasi tiap titik yang diukur, sehingga dapat diproses menggunakan aplikasi Autodesk Civil3D menjadi berupa peta topografi atau kontur dari keseluruhan lahan. Dari data kontur dapat diketahui bagaimana bentuk dan kondisi lahannya, misalnya yang rapat garis konturnya, artinya adalah area yang cukup curam atau menanjak tinggi, lalu yang kontur di tengah terlihat kontur dari genangan air, yang mana garis konturnya terlihat makin melingkar kecil dan menurun ke tengah genangan.

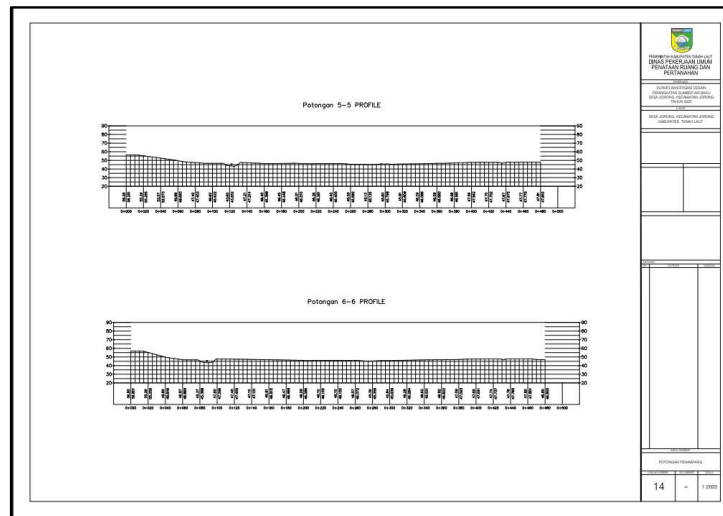


Gambar 4. 9 Peta Topografi atau Kontur Keseluruhan Lahan

Berdasarkan Kontur atau topografi yang didapat, kemudian diambil data beda tinggi antar titik yang kemudian menjadi data potongan penampang suatu lahan dan diproses dengan aplikasi Autodesk Civil3D. Hal ini membuat lebih mudah dalam memilih area mana yang ingin kita ambil potongannya, karena kelengkapan hasil data dari GNSS Geodetik RTK tadi dan diolah dengan aplikasi tersebut. Dalam hal ini diambil interval potongan per 50 meter dan tegak lurus memotong hasil kontur lahan. Yang mana data peta topografi/kontur dan data potongan penampang ini lah yang dijadikan acuan di suatu perencanaan suatu pembangunan.



Gambar 4. 10 Denah Potongan Penampang Lahan



Gambar 4. 11 Hasil Potongan 5-5 dan Potongan 6-6

4.1.3 Fotografi Udara

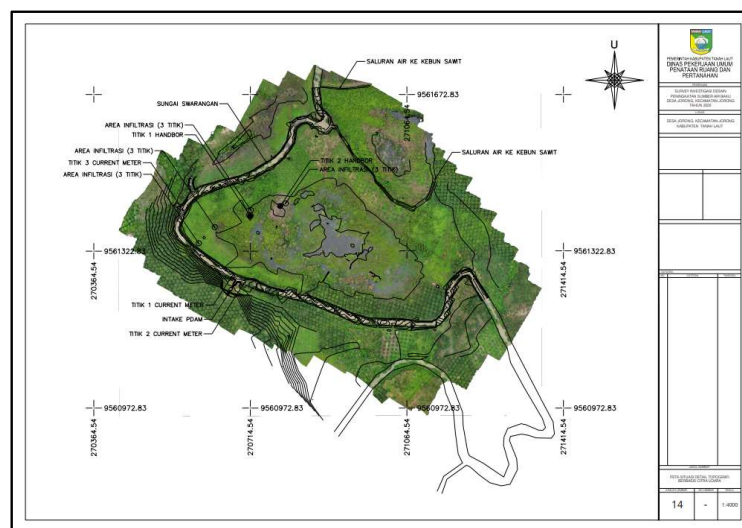
Fotografi udara dilakukan dengan menggunakan drone di tanggal 5 – 6 Juli 2025. Pelaksanaan survei fotogrametri dilaksanakan untuk mengetahui kondisi eksisting kawasan pelaksanaan kegiatan. Kegiatan ini menghasilkan sekitar 778 foto udara yang kemudian digunakan untuk membentuk citra resolusi tinggi. Selain citra resolusi tinggi, kegiatan ini juga menghasilkan peta DEM (*Digital Elevation Model*)



Gambar 4. 12 Fotografi Udara Lokasi Pekerjaan 1



Gambar 4. 13 Fotografi Udara Lokasi Pekerjaan 2

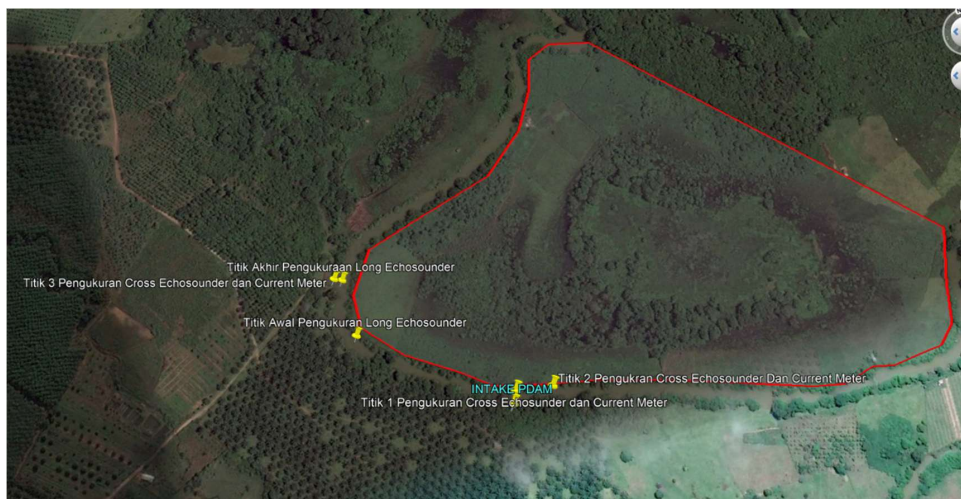


Terdapat 2 tipe data drone, yang pertama yaitu foto dan video biasa yang digunakan untuk monitoring kondisi lahan. Kedua adalah pemetaan fotogrametri, yang menghasilkan data berupa Orthophoto yang berupa gabungan dari ratusan foto tegak lurus lahan menjadi satu, dan orthophoto ini sudah terintegrasi dengan koordinat langsung di lapangan, yang mana skala dari jarak/panjangnya pun persis

seperti di lapangan, sehingga dapat dimasukkan ke aplikasi Autodesk Civil3D untuk disandingkan dengan data topografi/kontur. Sehingga situasi detail suatu lahan dapat terlihat jelas dan presisi dengan adanya hasil orthophoto yang juga membuat hasil topografi atau kontur terlihat lebih nyata.

4.2 Survei Hidrologi

Pengukuran ini dilakukan di Desa Jorong, Kec Jorong, Kab. Tanah Laut pada Sungai Jorong di depan intake pada tanggal 6 dan 26 Juli 2025 terdapat 2 titik pengukuran, yaitu Titik 1 di depan Intake PDAM Jorong, Titik 2 berjarak 50 meter arah hilirnya, Titik 3 berjarak 215 meter arah hulunya dan titik 4 merupakan pengukuran long sepanjang 62 meter kearah hulu dari titik 3.



Gambar 4. 16 Lokasi Pengukuran

4.2.1 Kecepatan Aliran dengan Current Meter

Pengukuran kecepatan aliran dengan menggunakan alat current meter dilakukan sebanyak 2 kali dengan lokasi yang berbeda.

1. Lokasi 1 (06 Juli 2025)

a. Titik 1

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 06 Juli 2025, jam 12.36 WITA, dengan kondisi cuaca cerah dan saat surut. Pada titik 1, lebar sungai 24 meter, kondisi aliran pada pias 1 dan 2 cukup deras dibandingkan dengan pias 3, karena aliran sungai yang berbelok ke arah intake. Berikut ini disajikan data hasil

pengukuran yang diperoleh dari kegiatan tersebut sebagai dasar untuk analisis lebih lanjut.

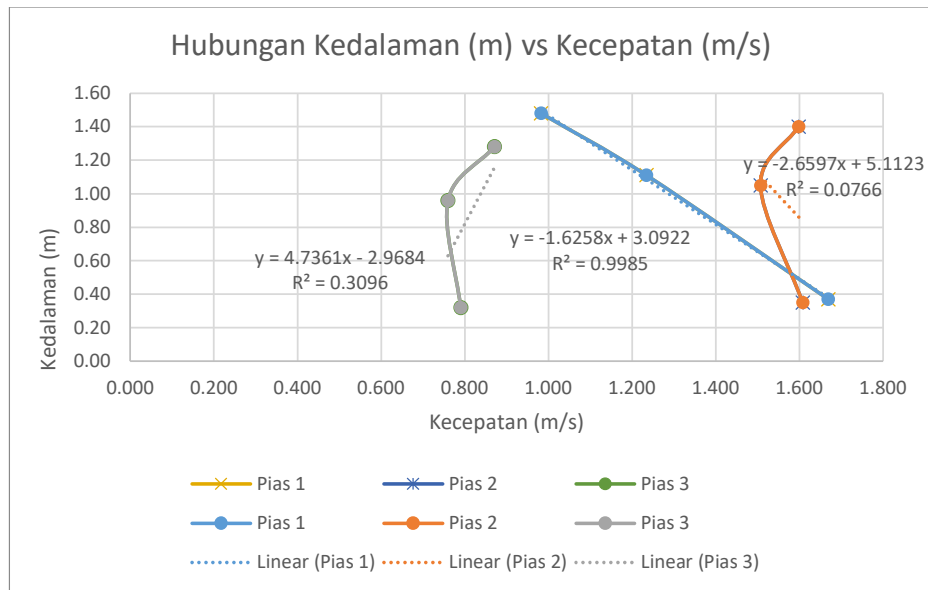


Gambar 4. 17 Pengukuran Titik 1 Lokasi 1

Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Titik 1 Lokasi 1

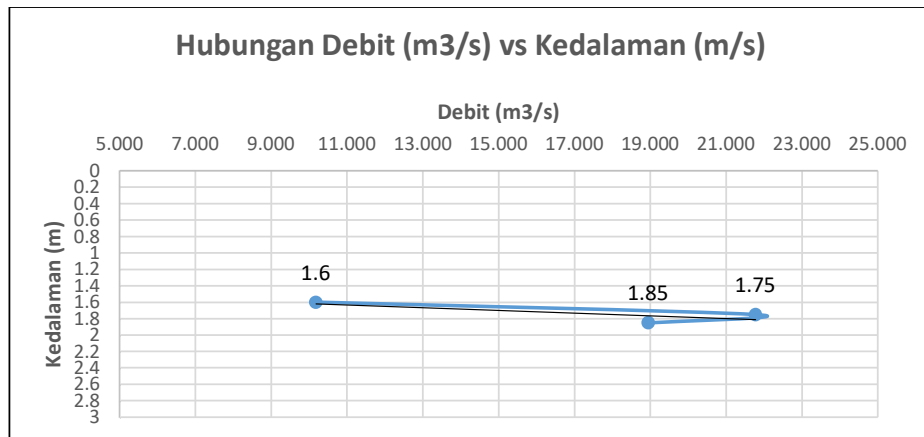
Pias	B	H	Titik Pengukuran	Putaran	T	N	V	Vrerata	Q	Qrerata
	(m)	(m)	(m)		(s)		(m/s)			
1	8	1.85	0.37	151	15	10.067	1.669	1.280	18.943	16.965
			1.11	108	15	7.200	1.235			
			1.48	83	15	5.533	0.982			
2	8	1.75	0.35	145	15	9.667	1.608	1.555	21.773	
			1.05	135	15	9.000	1.507			
			1.40	126	15	8.400	1.598			
3	8	1.6	0.32	64	15	4.267	0.790	0.795	10.178	
			0.96	61	15	4.067	0.760			
			1.28	72	15	4.800	0.871			

Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan bahwa debit air pias 2 (bagian tengah) memiliki debit yang lebih besar dan pada pias 3 memiliki debit yang paling rendah. Rata-rata debit air sungai tersebut adalah sebesar 16,965 m³/s.



Gambar 4. 18 Hubungan antara Kecepatan (m/s) vs Kedalaman (m) Titik 1

Berdasarkan Gambar 4.18, setiap pias menunjukkan pola hubungan yang berbeda. Pada Pias 1 dan Pias 3, kedalaman berbanding lurus dengan kecepatan, yang menunjukkan bahwa peningkatan kedalaman menyebabkan aliran menjadi lebih cepat karena luas penampang yang lebih besar memperkecil hambatan aliran. Sementara pada Pias 2, terlihat hubungan negatif, di mana peningkatan kecepatan justru diikuti oleh penurunan kedalaman, kemungkinan disebabkan oleh variasi kondisi geometri saluran atau distribusi kecepatan yang tidak merata di lokasi tersebut. Nilai koefisien determinasi (R^2) yang mendekati 1 menunjukkan bahwa data memiliki kecenderungan linear yang kuat sesuai persamaan trendline.



Gambar 4. 19 Hubungan antara Debit (m³/s) vs Kedalaman (m) Titik 1

Berdasarkan Gambar 4.19, dapat disimpulkan bahwa debit aliran meningkat seiring bertambahnya kedalaman air. Hal ini terjadi karena bertambahnya kedalaman akan memperbesar luas penampang saluran, sehingga volume air yang mengalir per satuan waktu juga meningkat. Selain itu, kecepatan aliran yang cenderung bertambah pada kedalaman tertentu turut mendukung peningkatan debit. Dengan demikian, hubungan debit dan kedalaman bersifat positif, di mana kenaikan kedalaman menyebabkan debit yang mengalir melalui saluran menjadi lebih besar.

b. Titik 2

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 06 Juli 2025, jam 13.00 WITA, dengan kondisi cuaca cerah dan saat surut. Pada titik 2, lebar sungai 24 meter. Pada titik 2 kondisi aliran pias 1 tidak secepat pias 2 dan 3, dikarenakan adanya tanaman air yang menyebabkan aliran pada kedalaman 0,2 dan 0,6 memiliki putaran yang lebih kecil. Sementara pada pias 2 dan 3 mengalami arus yang deras karena tidak terhalang oleh tanaman. Berikut ini disajikan data hasil pengukuran yang diperoleh dari kegiatan tersebut sebagai dasar untuk analisis lebih lanjut.

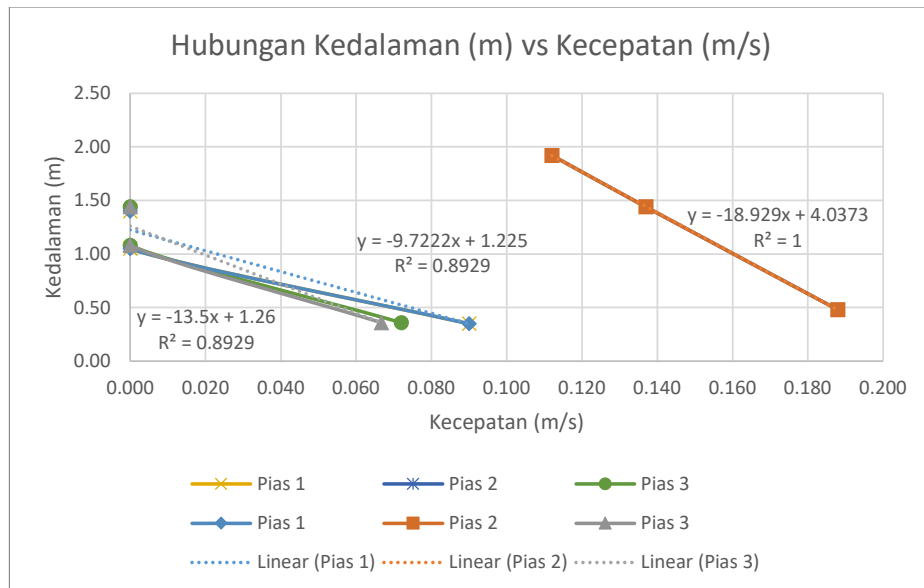


Gambar 4. 20 Pengukuran Titik 2 Lokasi 1

Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Titik 2 Lokasi 1

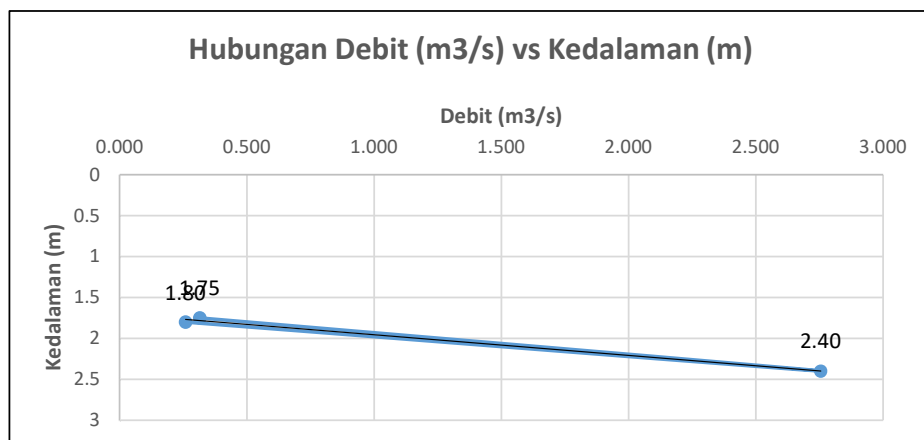
Pias	B	H	Titik Pengukuran	Putaran	T	N	V	Vrerata	Q	Qrerata
	(m)	(m)	(m)		(s)		(m/s)			
1	8	1.75	0.35	6	15	0.400	0.090	0.023	0.315	1.110
			1.05	0	15	0.000	0.000			
			1.40	0	15	0.000	0.000			
2	8	2.40	0.48	33	15	2.200	0.188	0.144	2.755	
			1.44	19	15	1.267	0.137			
			1.92	12	15	0.800	0.112			
3	8	1.80	0.36	1	15	0.067	0.072	0.018	0.259	
			1.08	0	15	0.000	0.000			
			1.44	0	15	0.000	0.000			

Berdasarkan Tabel 4.6 menunjukkan bahwa debit air pias 2 (bagian tengah) memiliki debit yang lebih besar dan pada pias 3 memiliki debit yang paling rendah. Rata-rata debit air sungai tersebut adalah sebesar 1,110 m³/s.



Gambar 4. 21 Hubungan antara Kecepatan (m/s) vs Kedalaman (m) Titik 2

Pada Gambar 4.21, terlihat bahwa kecepatan aliran cenderung menurun ketika kedalaman bertambah. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya hambatan aliran pada kedalaman yang lebih besar, sehingga energi aliran berkurang.



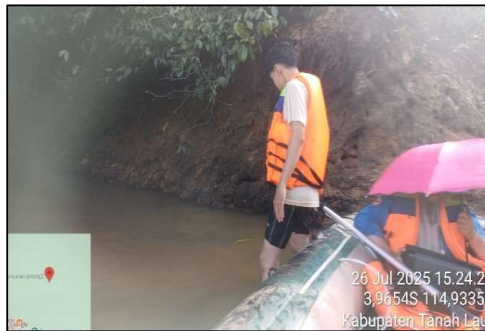
Gambar 4. 22 Hubungan antara Debit (m³/s) vs Kedalaman (m) Titik 2

Pada Gambar 4.22, debit menurun seiring bertambahnya kedalaman karena meskipun penampang aliran bertambah, kecepatan aliran turun cukup signifikan sehingga memengaruhi besarnya debit yang mengalir.

2. Lokasi 2 (26 Juli 2025)

a. Titik 1

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 26 Juli 2025, jam 14.00 WITA, dengan kondisi cuaca cerah dan saat surut. Pada titik 1, lebar sungai 17 meter, kondisi aliran pada pias 1 dan 2 cukup deras dibandingkan dengan pias 3, karena aliran sungai yang berbelok ke arah intake. Berikut ini disajikan data hasil pengukuran yang diperoleh dari kegiatan tersebut sebagai dasar untuk analisis lebih lanjut.

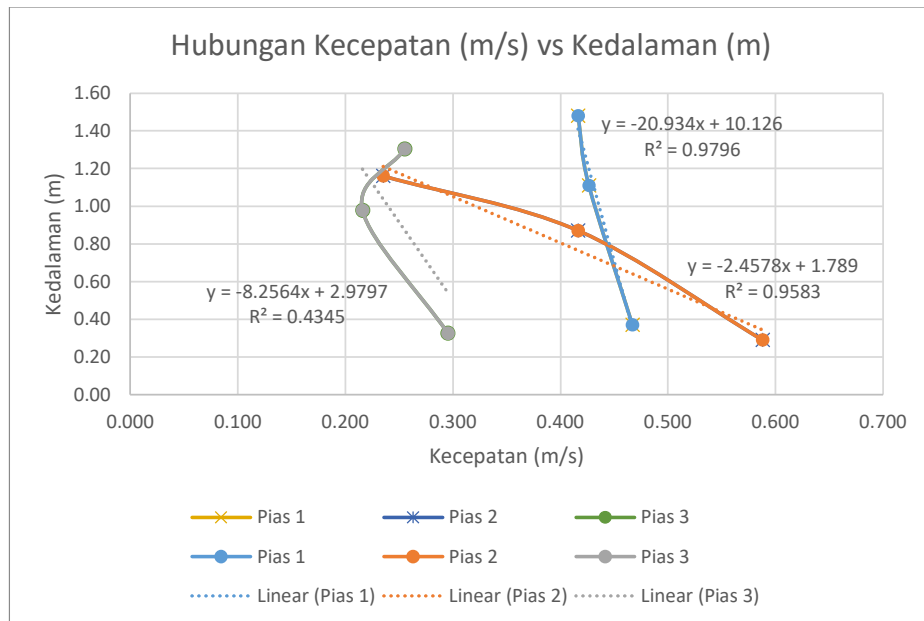


Gambar 4. 23 Pengukuran Titik 1 Lokasi 2

Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Titik 1 Lokasi 2

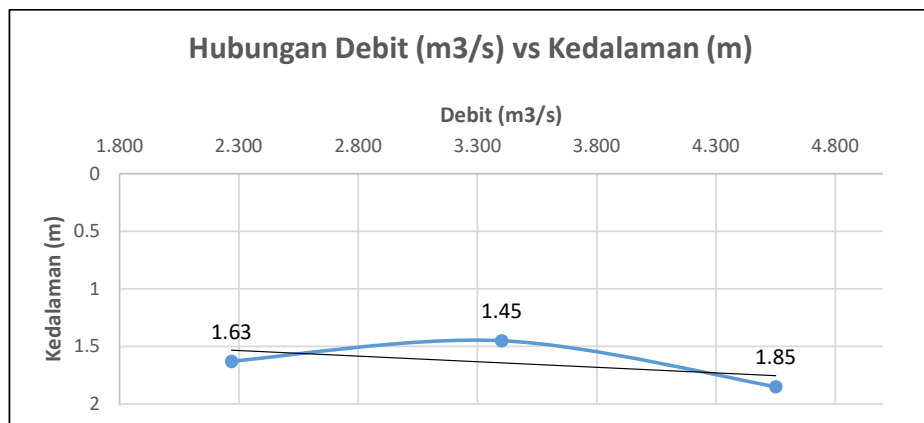
Pias	B	H	Titik Pengukuran	Putaran	T	N	V	Vrerata	Q	Qrerata
	(m)	(m)	(m)		(s)		(m/s)			
1	5.67	1.85	0.37	32	15	2.133	0.467	0.434	4.551	3.407
			1.11	28	15	1.867	0.427			
			1.48	27	15	1.800	0.416			
2	5.67	1.45	0.29	36	15	2.400	0.588	0.414	3.402	
			0.87	27	15	1.800	0.416			
			1.16	25	15	1.667	0.235			
3	5.67	1.63	0.33	15	15	1.000	0.296	0.246	2.269	
			0.98	10	15	0.667	0.216			
			1.30	13	15	0.867	0.255			

Berdasarkan Tabel 4.7 menunjukkan bahwa debit air pias 1 memiliki debit yang lebih besar dan pada pias 3 memiliki debit yang paling rendah. Rata-rata debit air sungai tersebut adalah sebesar 3,407 m³/s.



Gambar 4. 24 Hubungan antara Kecepatan (m/s) vs Kedalaman (m) Titik 1

Berdasarkan Gambar 4.24 kecepatan aliran cenderung menurun seiring bertambahnya kedalaman pada setiap pias. Hubungan ini terlihat cukup kuat dengan nilai R^2 mendekati 1, yang menunjukkan bahwa peningkatan kedalaman memberikan pengaruh signifikan terhadap penurunan kecepatan aliran.



Gambar 4. 25 Hubungan antara Debit (m3/s) vs Kedalaman (m) Titik 1

Berdasarkan Gambar 4.25 tidak menunjukkan kenaikan yang konsisten. Debit meningkat pada kedalaman tertentu, namun kembali menurun saat kedalaman bertambah lebih besar, yang menunjukkan bahwa penurunan

kecepatan aliran lebih dominan dibandingkan kenaikan luas penampang saluran.

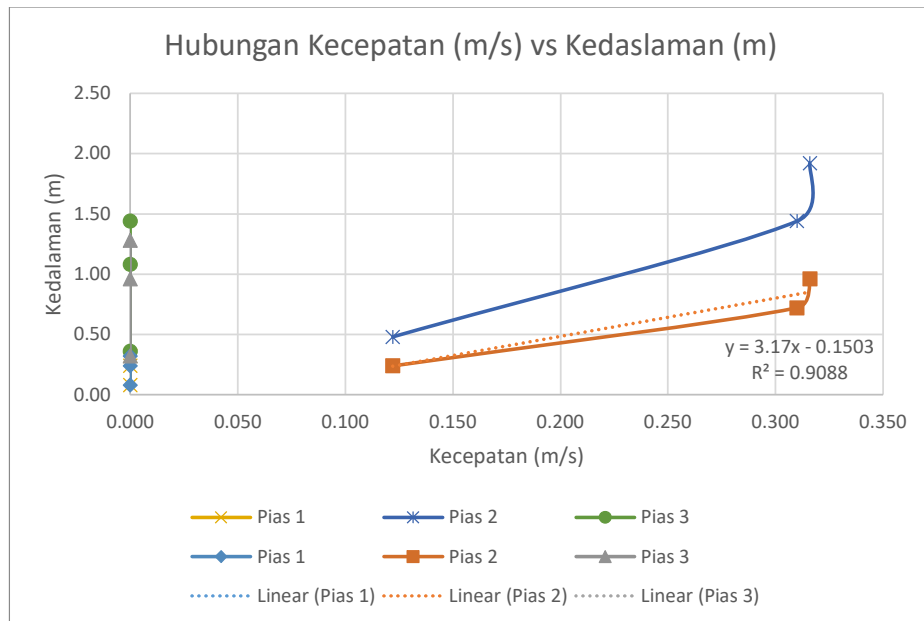
b. Titik 2

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 26 Juli 2025, jam 17.00 WITA, dengan kondisi cuaca cerah dan saat surut. Pada titik 2 lebar sungai 17 meter, kondisi aliran pias 1 dan 3 menghasilkan data dengan nilai nol, yang menunjukkan bahwa aliran air di titik tersebut sangat lambat atau bahkan stagnan. Sementara pada pias 2 mengalami arus yang cukup deras karena tidak terhalang oleh tanaman. Berikut ini disajikan data hasil pengukuran yang diperoleh dari kegiatan tersebut sebagai dasar untuk analisis lebih lanjut.

Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Titik 2 Lokasi 2

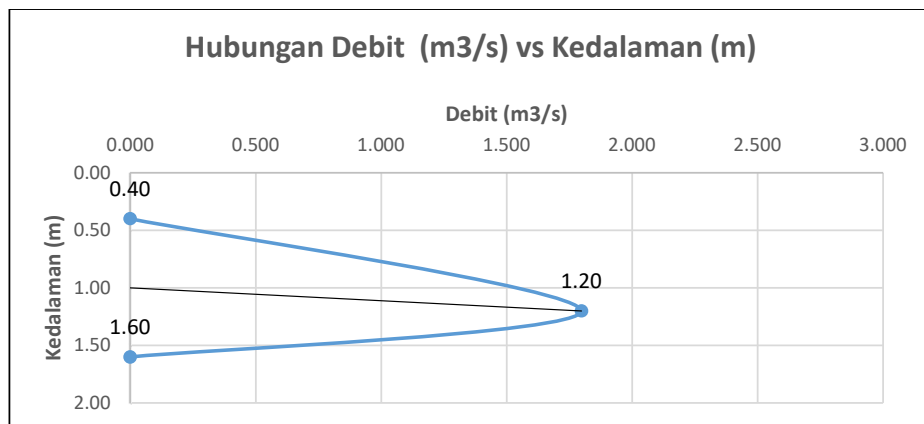
Pias	B	H	Titik Pengukuran	Putaran	T	N	V	Vrerata	Q	Qrerata
	(m)	(m)	(m)		(s)		(m/s)			
1	5.67	0.40	0.08	0	15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.599
			0.24	0	15	0.000	0.000			
			0.32	0	15	0.000	0.000			
2	5.67	1.20	0.24	23	15	1.533	0.122	0.264	1.798	
			0.72	19	15	1.267	0.310			
			0.96	17	15	1.133	0.316			
3	5.67	1.60	0.32	0	15	0.000	0.000	0.000	0.000	
			0.96	0	15	0.000	0.000			
			1.28	0	15	0.000	0.000			

Berdasarkan Tabel 4.8 menunjukkan bahwa debit air pias 1 dan 3 adalah 0 m³/s dan debit air pada pias 2 sebesar 1,798 m³/s. Rata-rata debit air sungai tersebut adalah sebesar 0,599 m³/s.



Gambar 4. 26 Hubungan antara Kecepatan (m/s) vs Kedalaman (m) Titik 2

Berdasarkan Gambar 4.26, kecepatan aliran meningkat seiring bertambahnya kedalaman pada semua pias. Hubungan ini bersifat linear dengan nilai R^2 tinggi, menunjukkan bahwa semakin dalam air, semakin besar kecepatan yang dihasilkan karena luas penampang yang lebih besar mengurangi hambatan aliran.



Gambar 4. 27 Hubungan antara Debit (m³/s) vs Kedalaman (m) Titik 2

Gambar 4.27 menunjukkan bahwa debit mencapai nilai maksimum pada kedalaman sekitar 1,2 m. Pada kedalaman lebih dangkal maupun lebih dalam,

debit menurun. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kedalaman optimum di mana debit yang dihasilkan paling besar, dipengaruhi oleh kombinasi luas penampang dan kecepatan aliran.

4.2.2 Pengukuran *Echo Sounding*

Echosounder adalah alat yang digunakan untuk mengukur kedalaman perairan dengan mengirimkan sonar suara ke dasar perairan dan mengukur waktu yang diperlukan untuk gema suara tersebut kembali. Alat ini menggunakan prinsip sonar, di mana gelombang suara dipancarkan, lalu pantulannya dianalisis untuk menentukan kedalaman. Terdapat 2 lokasi sungai yang menjadi tempat pengukuran, masing-masing lokasi terdapat 2 titik pengukuran.

1. Lokasi 1 (06 Juli 2025)



Gambar 4. 28 Lokasi 1 yang dilakukan Pengukuran Echosounder

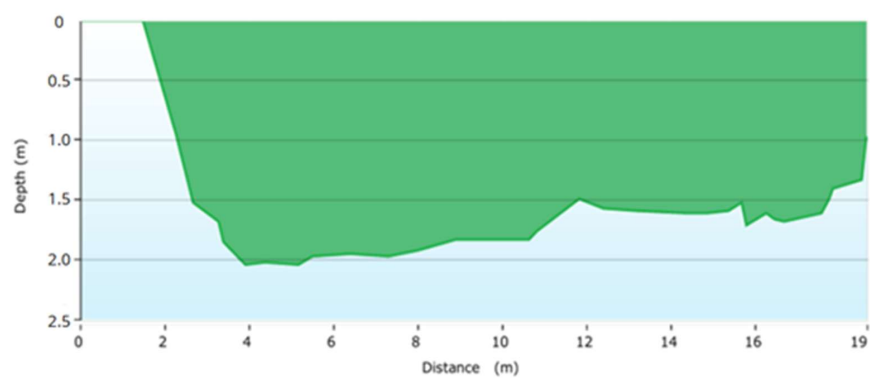
a. Titik 1

Lokasi : Desa Jorong, Kec. Jorong, Kab. Tanah Laut
Hari/Tanggal : Minggu, 06 Juli 2025
Alat yang digunakan : Echosounder
Kondisi cuaca : Cerah

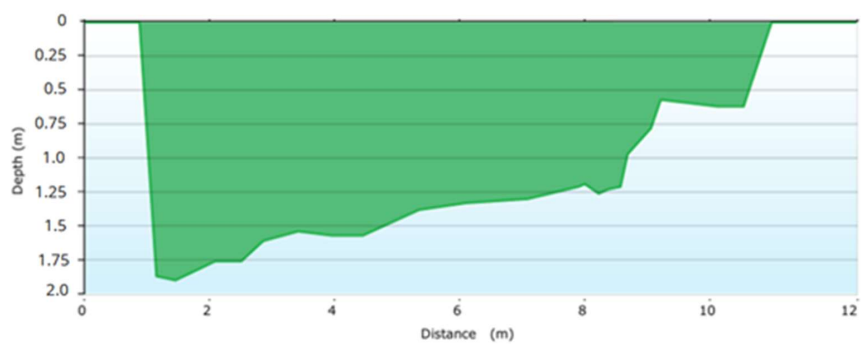
Pengukuran surut dilakukan pada siang sampai sore, pengukuran dilakukan secara melintang pada aliran Sungai dan didapat 3 kali pengukuran.



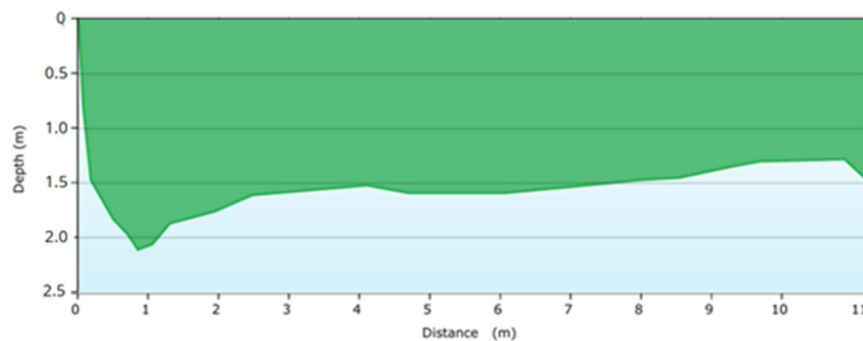
Gambar 4. 29 Titik Pengukuran 1



Gambar 4. 30 Hasil Pengukuran Data Pertama Pada Titik 1



Gambar 4. 31 Hasil Pengukuran Data Kedua Pada Titik 1



Gambar 4. 32 Hasil Pengukuran Data Ketiga Pada Titik 1

Tabel 4. 9 Rerata Kedalaman Sungai Tiap Pengukuran pada Titik 1

Titik Pengukuran	Data 1	Data 2	Data 3	Rata rata
1	2	1,9	2,1	2

Berdasarkan Gambar 4.30, Gambar 4.31, Gambar 4.32 dan Tabel 4.9 pengukuran kedalaman sungai pada Titik 1 dilakukan tiga kali untuk mendapatkan gambaran yang akurat mengenai kondisi dasar sungai. Hasil dari ketiga pengukuran ini menunjukkan bahwa bentuk dasar sungai memiliki kemiringan dan variasi yang cukup signifikan. Hal ini terlihat dari adanya perbedaan kedalaman di setiap titik sepanjang penampang sungai. Secara umum, lebar sungai pada lokasi ini berada dalam rentang 12 hingga 19 meter, tergantung dari seberapa luas pengukuran dilakukan pada masing-masing kali. Kedalaman tertinggi mencapai sekitar 2 meter, yang biasanya terletak 2–3 meter dari tepi pengukuran. Titik ini merupakan palung sungai, yaitu bagian sungai yang paling dalam, dan berfungsi sebagai jalur utama aliran air saat debit besar.

Setelah mencapai titik terdalam, kontur dasar sungai cenderung menurun secara bertahap ke arah seberangnya, namun pada beberapa grafik juga terlihat penurunan curam di bagian-bagian tertentu. Ini menandakan bahwa dasar sungai tidak rata dan bisa jadi terdiri dari campuran material sedimen, pasir, lumpur, atau bahkan batu. Kondisi ini bisa berpengaruh terhadap kecepatan aliran air dan kemungkinan terjadinya endapan. Variasi hasil dari ketiga pengambilan data menunjukkan bahwa kondisi dasar sungai bisa berubah, baik karena proses alamiah seperti sedimentasi dan erosi, maupun karena pengaruh teknis saat pengukuran seperti gelombang air atau pergeseran alat.

b. Titik 2

Lokasi : Desa Jorong, Kec. Jorong, Kab. Tanah Laut

Hari/Tanggal : Minggu, 06 Juli 2025

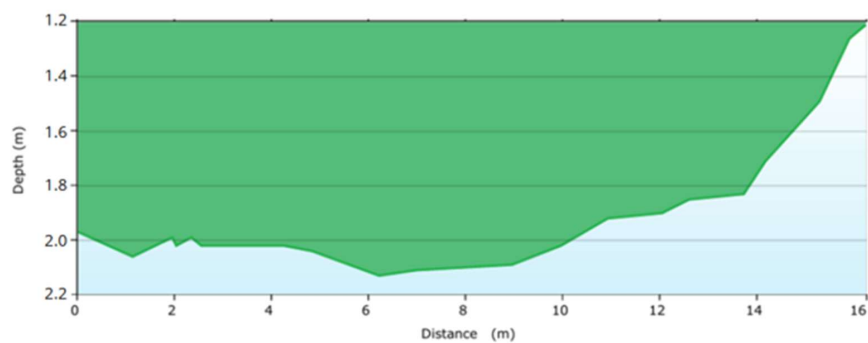
Alat yang digunakan : Echosounder

Kondisi cuaca : Cerah

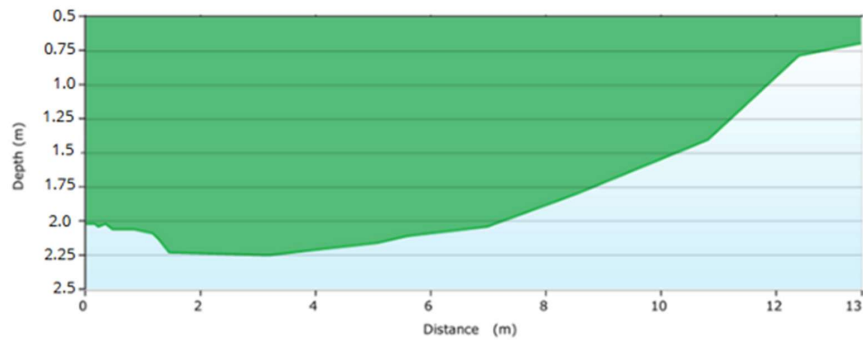
Pengukuran surut dilakukan pada sore hari, pengukuran dilakukan secara melintang pada aliran Sungai dan didapat 3 kali pengukuran.



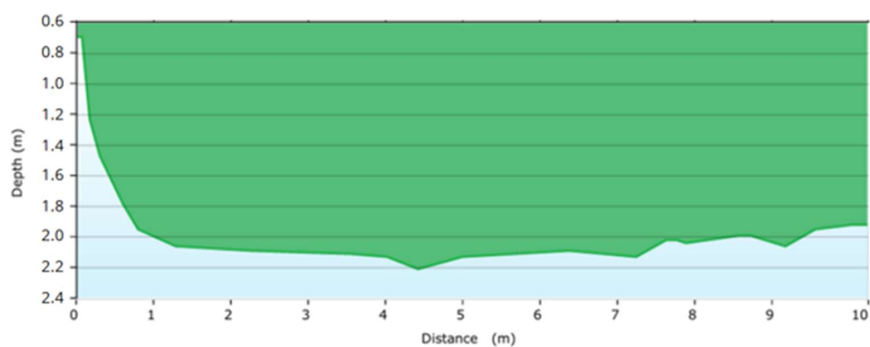
Gambar 4. 33 Titik Pengukuran 2



Gambar 4. 34 Hasil Pengukuran Data Pertama Pada Titik 2



Gambar 4. 35 Hasil Pengukuran Data Kedua Pada Titik 2



Gambar 4. 36 Hasil Pengukuran Data Ketiga Pada Titik 2

Tabel 4. 10 Rerata Kedalaman Sungai Tiap Pengukuran pada Titik 2

Titik Pengukuran	Data 1	Data 2	Data 3	Rata rata
2	2,1	2,3	2,2	2,2

Berdasarkan Gambar 4.34, Gambar 4.35, Gambar 4.36, dan Tabel 4.10, pengukuran kedalaman sungai pada Titik 2 telah dilakukan sebanyak tiga kali menggunakan metode *echo sounding*. Tujuan dari pengukuran berulang ini adalah untuk memperoleh hasil yang akurat dan mewakili kondisi nyata dasar sungai. Hasil grafik menunjukkan bahwa kontur dasar sungai di lokasi ini memiliki bentuk yang tidak rata dan mengalami perubahan kemiringan pada setiap sisi penampang. Kedalaman maksimum yang tercatat mencapai sekitar 2,2 meter, yang biasanya berada di bagian tengah sungai, sebagai lokasi palung atau alur terdalam aliran. Sedangkan pada bagian tepi sungai, kedalaman berada di kisaran 0,5 hingga 1 meter, tergantung posisi dan jarak pengukuran.

Secara umum, lebar sungai di lokasi Titik 2 ini berkisar antara 10 hingga 16 meter, tergantung sejauh mana pengambilan data dilakukan pada masing-masing kali pengukuran. Dari ketiga grafik, terlihat bahwa setelah mencapai titik terdalam, kontur dasar cenderung menurun secara perlahan menuju sisi lainnya. Hal ini menunjukkan adanya kemiringan alami pada dasar sungai, yang dapat disebabkan oleh proses sedimentasi, pengikisan dasar sungai, atau aliran air yang tidak merata.

Perbedaan hasil antara ketiga pengukuran juga menandakan bahwa dasar sungai bersifat dinamis, bisa berubah akibat faktor waktu, debit air, atau faktor teknis saat pengambilan data. Adanya perbedaan kecil dalam kedalaman atau lebar antara grafik satu dengan lainnya bisa disebabkan oleh perubahan elevasi air, posisi alat, atau gangguan lingkungan saat survei. Meski demikian, tren umum dari ketiga grafik tetap menunjukkan kesamaan pola dasar sungai, yaitu adanya palung di tengah dan sisi yang lebih dangkal.

2. Lokasi 2 (26 Juli 2025)

Terdapat 2 metode pengukuran yaitu *cross* (melintang) dan *long* (memanjang) yang disimbolkan dengan nama Titik 3, Titik Awal Long dan Titik Akhir Long.

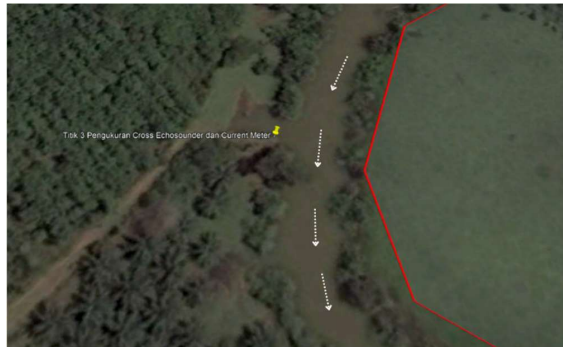


Gambar 4. 37 Lokasi 2 yang dilakukan Pengukuran

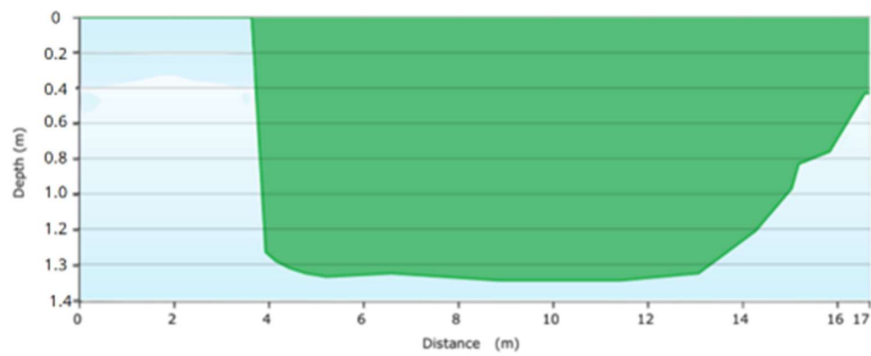
a. Pengukuran Melintang

Lokasi	: Desa Jorong, Kec. Jorong, Kab. Tanah Laut
Hari/Tanggal	: Minggu, 26 Juli 2025
Alat yang digunakan	: <i>Echosounder</i>
Kondisi cuaca	: Cerah

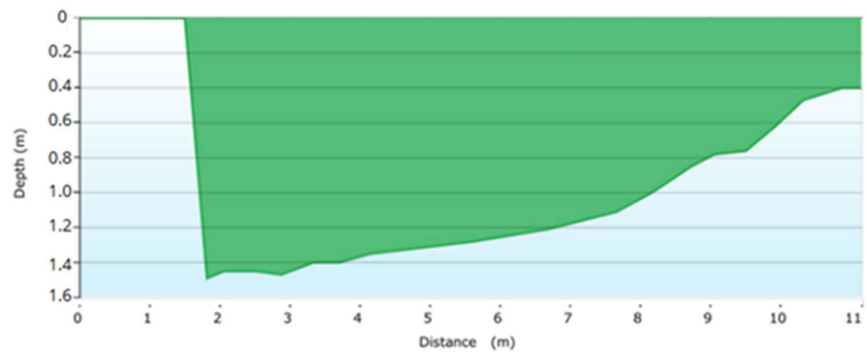
Pengukuran surut dilakukan pada sore hari, pengukuran dilakukan secara melintang pada aliran Sungai dan didapat 2 kali pengukuran.



Gambar 4. 38 Titik Pengukuran 3 secara Melintang



Gambar 4. 39 Hasil Pengukuran Data Pertama Pada Titik 3



Gambar 4. 40 Hasil Pengukuran Data Kedua Pada Titik 3

Tabel 4. 11 Rerata Kedalaman Sungai Tiap Pengukuran pada Titik 3

Titik Pengukuran	Data 1	Data 2	Rata-rata
3	1,5	1,5	1,5

Berdasarkan Gambar 4.39, Gambar 4.40, dan Tabel 4.11, pengukuran kedalaman sungai pada Titik 3 telah dilakukan sebanyak dua kali menggunakan metode echosounding, dengan hasil yang menunjukkan profil penampang dasar sungai yang cukup jelas dalam kondisi aliran surut. Pada pengukuran pertama, kedalaman sungai mulai terdeteksi di jarak 2 meter dari tepi, dengan penurunan mendadak hingga mencapai kedalaman sekitar 1,5 meter. Setelah itu, dasar sungai cenderung landai dan perlahan menurun hingga mencapai kedalaman 0,4 meter di ujung pengukuran sekitar 11 meter. Hal ini menunjukkan bahwa sisi kiri sungai cukup curam, sedangkan sisi kanan memiliki kemiringan yang lebih landai dan melebar. Kondisi ini mencerminkan pengaruh dari karakteristik geomorfologi sungai, di mana erosi lebih aktif di bagian luar tikungan atau alur utama, sementara sedimentasi lebih dominan di sisi dalam sungai.

Pada pengukuran kedua, dengan jarak pengamatan yang lebih panjang hingga 17 meter, kedalaman mulai terdeteksi di jarak 4 meter dari tepi, dengan kedalaman awal sekitar 1,4 meter. Bagian tengah sungai tampak lebih datar dan stabil dengan kedalaman mendekati 1,5 meter hingga jarak 13 meter, lalu mulai menurun tajam menuju kedalaman 0,4 meter di tepi sungai sebelah kanan. Fenomena ini menggambarkan adanya palung sungai di bagian tengah yang terbentuk akibat aliran utama, sementara sisi tepi mengalami pendangkalan karena proses pengendapan sedimen terutama saat debit air menurun. Profil yang datar di tengah menunjukkan aliran utama masih cukup kuat menjaga kedalaman tersebut, namun efek surut menyebabkan tepian sungai semakin dangkal terlihat.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi kedalaman sungai ini antara lain adalah debit aliran air sungai, di mana saat surut debit air menurun sehingga volume air berkurang dan area genangan menyempit. Selain itu, proses sedimentasi juga sangat berpengaruh, terutama di area tepi sungai yang lebih tenang sehingga material sedimen mudah mengendap dan mengurangi kedalaman. Erosi dasar sungai di bagian alur utama menjadi faktor penting dalam mempertahankan kedalaman palung di tengah sungai. Bentuk morfologi dasar sungai serta aktivitas manusia di sekitar bantaran sungai, seperti pembuangan material atau perubahan vegetasi, juga dapat mempengaruhi profil

kedalaman ini. Kondisi geologi dasar sungai, termasuk jenis material penyusun dasar, turut menentukan kestabilan kemiringan tebing dan laju perubahan kedalaman.kal terlihat.

Secara keseluruhan, hasil pengukuran di Titik 3 memperlihatkan profil sungai yang asimetris dengan sisi kiri curam dan sisi kanan landai, memperlihatkan ciri khas sungai di daerah datar dengan dominasi sedimentasi. Pengaruh faktor-faktor alami seperti debit air, sedimentasi, dan erosi menjadi penentu utama bentuk penampang sungai ini, terutama saat terjadi surut yang memperlihatkan perubahan kedalaman secara signifikan di bagian tepi.

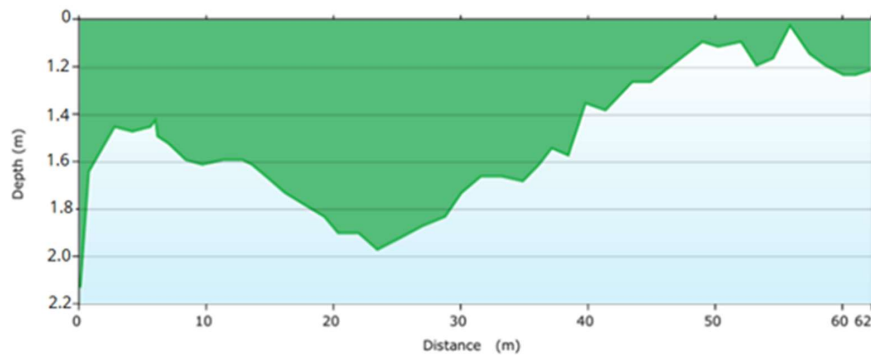
b. Pengukuran Memanjang

Lokasi : Desa Jorong, Kec. Jorong, Kab. Tanah Laut
Hari/Tanggal : Minggu, 26 Juli 2025
Alat yang digunakan : *Echosounder*
Kondisi cuaca : Cerah

Pengukuran dilakukan pada sore hari, pengukuran dilakukan secara memanjang pada aliran Sungai dan didapat 1 kali pengukuran.



Gambar 4. 41 Lokasi Pengukuran Secara Memanjang Pada Sungai



Gambar 4. 42 Data Pengukuran Kedalaman Sungai Secara Memanjang

Berdasarkan Gambar 4.42 Pengukuran kedalaman sungai telah dilakukan sepanjang 62 meter menggunakan metode echosounding. Hasil pengukuran menunjukkan variasi kedalaman yang cukup mencolok di sepanjang alur sungai. Pada awal pengukuran (0-5 meter), kedalaman sungai mencapai nilai maksimum sekitar 2,2 meter, yang menunjukkan keberadaan palung atau lubuk sungai di bagian tersebut. Setelahnya, kedalaman mengalami penurunan secara bertahap dan cenderung stabil di kisaran 1,5–1,6 meter hingga jarak 20 meter. Menjelang pertengahan pengukuran, kedalaman kembali meningkat hingga mencapai 2,0 meter di sekitar jarak 25–30 meter, menandakan adanya pengaruh alur utama sungai yang tetap terjaga. Namun, setelah titik tersebut, profil dasar sungai memperlihatkan penurunan kedalaman secara bertahap hingga mencapai 1,0–1,2 meter di ujung pengukuran (60–62 meter), mencerminkan kondisi surut yang memperlihatkan area dasar sungai yang lebih dangkal.

Faktor utama yang mempengaruhi kedalaman sungai ini adalah debit aliran sungai yang menurun akibat musim kemarau atau efek surut air, sehingga menyebabkan area tepi dan bagian hilir terlihat lebih dangkal. Erosi dasar sungai yang terjadi di alur utama membentuk palung yang dalam, sementara di sisi lain, proses sedimentasi mendominasi di bagian tepi sungai atau area dengan arus lebih lambat, menyebabkan endapan lumpur dan pasir yang memperkecil kedalaman. Morfologi dasar sungai dan kemiringan lereng juga berperan penting, di mana bentuk alami dasar sungai menciptakan profil asimetris dengan bagian tengah lebih dalam dibandingkan sisi-sisinya. Selain itu, aktivitas manusia, seperti pengerukan atau perubahan tata guna lahan di sekitar bantaran

sungai, dapat memicu peningkatan laju sedimentasi atau mengubah pola aliran air.

Faktor lain yang turut mempengaruhi adalah jenis material dasar sungai, di mana keberadaan lumpur halus atau pasir memudahkan terjadinya perubahan kedalaman akibat pengendapan cepat saat aliran melambat. Kondisi vegetasi di sekitar sungai juga mempengaruhi kestabilan dasar sungai, karena akar tanaman di tepi sungai dapat menahan laju erosi dan memperlambat pengendapan. Selain itu, kondisi iklim, terutama curah hujan di daerah hulu, akan memengaruhi volume air yang mengalir ke hilir, sehingga kedalaman sungai akan bervariasi seiring perubahan musim. Kombinasi dari faktor-faktor tersebut membentuk profil kedalaman sungai seperti yang teramati pada sungai tersebut.

4.3 Survei Mekanika Tanah dan Material Lokal

4.3.1 Pengambilan Sampel Tanah dengan *Handbor*

Pengambilan sampel dengan *Handbor* dilaksanakan pada 6 juli 2025 di Desa Jorong, Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut. Dengan lokasi pengambilan sampel sebanyak 2 titik. Gambar 4.18 merupakan peta lokasi pengambilan sampel dengan *handbor*.

Tanggal	: Minggu, 06 Juli 2025
Pukul	: 17.00 – 17.30 WITA
Tempat	: Desa Jorong, Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan
Cuaca	: Cerah Berawan
Titik Koordinat	: HB 1 (3°57'59"S 114°56'05"E) HB 2 (3°57'57"S 114°56'02"E)
Tanggal Pengujian	: HB 1 (08 Juli 2025) HB 2 (18 Agustus 2025)

Lokasi Pengujian : Laboratorium Mekanka Tanah Fakultas Teknik,
Universitas Lambung Mangkurat



Gambar 4. 43 Lokasi Pengambilan Sampel tanah dengan Handbor

Berdasarkan hasil pekerjaan pengambilan sampel di lapangan dengan alat handbor yang dikerjakan pada dua titik yang berbeda diketahui bahwa sampel tanah HB 1 diambil pada kedalaman 25 – 55 cm dan HB 2 diambil pada kedalaman 25 – 45 cm. Kedua sampel tanah tersebut merupakan sampel UDS (*Undisturbed Sample*) atau tanah tak terganggu yang digunakan untuk penyelidikan lebih lanjut di laboratorium.

4.3.2 Pengujian Laboratorium Mekanika Tanah

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium mekanika tanah pertama yang dilakukan terhadap dua sampel tanah yang terganggu atau *disturb soil* (HB 1 dan HB 2) dari lokasi SID Peningkatan Sumber Air Baku di Desa Jorong, Kabupaten Tanah Laut, dapat disimpulkan bahwa kedua sampel memiliki karakteristik yang serupa dan termasuk dalam klasifikasi tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi (CH) menurut sistem USCS. Sampel di titik 1 diambil pada kedalaman 25–55 cm, sedangkan titik 2 pada kedalaman 25–45 cm. Hasil pengujian di laboratorium adalah sebagai berikut.

1. Analisis Indeks Propertis

- a. **Kadar air** sampel titik 1 sebesar 31,36% dan titik 2 sebesar 39,39%, menunjukkan kondisi tanah yang cukup basah. Berat volume tanah berkisar antara 1,67–1,74 g/cm³, yang merupakan nilai khas untuk tanah lempung. Berat jenis (Gs) kedua sampel sekitar 2,67–2,68, sesuai dengan nilai umum untuk mineral lempung.
- b. **Analisis saringan dan hidrometer** menunjukkan bahwa kedua sampel didominasi oleh fraksi halus, dengan kandungan lempung (<0,002 mm) masing-masing sebesar 50,70% dan 49,38%, lanau (0,002–0,05 mm) sebesar 45,81% dan 47,15%, serta pasir halus (0,05–0,2 mm) sebesar 3,43% dan 3,40%. Tidak terdapat kerikil atau pasir kasar dalam sampel, yang mengindikasikan tanah berbutir halus.
- c. **Batas cair (LL)** sampel titik 1 adalah 61,58% dan titik 2 adalah 59,08%, sedangkan **batas plastis (PL)** masing-masing 24,29% dan 23,18%. **Indeks plastisitas (PI)** yang dihasilkan adalah 37,30 dan 35,90, yang mengonfirmasi bahwa tanah memiliki plastisitas tinggi dan diklasifikasikan sebagai CH (*inorganic clay of high plasticity*).
- d. **Kuat geser tanah** yang diukur dengan uji geser vane menunjukkan nilai 62 kPa untuk titik 1 dan 114 kPa untuk titik 2, mencerminkan kekuatan geser yang rendah hingga sedang, yang konsisten dengan sifat tanah lempung lunak.
- e. **Koefisien permeabilitas (k)** sangat rendah, yaitu sekitar $1,44 \times 10^{-7}$ cm/detik untuk titik 1 dan $8,05 \times 10^{-8}$ cm/detik untuk titik 2. Nilai ini sesuai dengan karakteristik tanah lempung yang memiliki daya rembes sangat rendah, sehingga dapat berfungsi sebagai lapisan kedap air.
- f. **Kuat geser tanah asli (undisturbed)** yang diukur dengan uji geser vane menunjukkan nilai yang relatif rendah, yaitu 22 kPa untuk sampel titik 1 dan 24 kPa untuk titik 2. Nilai-nilai ini mengindikasikan bahwa tanah dalam kondisi aslinya memiliki kekuatan geser yang terbatas. Pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) pada sampel asli (*undisturbed*) memberikan nilai kuat tekan (q_u) sebesar 0,307 kg/cm² untuk titik 1 dan 0,306 kg/cm² untuk titik 2. Nilai regangan pada saat mencapai kuat tekan maksimum untuk sampel asli adalah 2,917% dan 3,333%, yang

menunjukkan bahwa tanah mengalami deformasi yang signifikan sebelum runtuh, suatu sifat khas dari tanah lempung lunak.

- g. Sebaliknya, pengujian **kuat geser tanah telah terganggu (*remolded*)** menunjukkan penurunan kekuatan yang sangat drastis. Kuat tekan bebas sampel terganggu hanya sebesar 0,0855 kg/cm² untuk titik 1 dan 0,1010 kg/cm² untuk titik 2. Penurunan kekuatan yang besar antara sampel asli dan terganggu ini tercermin dalam nilai sensitivitas (*S_t*) yang dihitung, yaitu sebesar 3,59 untuk titik 1 dan 3,03 untuk titik 2. Nilai sensitivitas yang lebih besar dari 4 menunjukkan tanah sensitif, sedangkan nilai yang mendekati 4 (seperti pada kasus ini) mengindikasikan tanah yang sangat sensitif hingga mendekati kategori sensitif. Hal ini berarti struktur tanah asli sangat berpengaruh terhadap kekuatannya. Dari kuat tekan bebas, dapat diperkirakan nilai kohesi (*c*) tanah, yang setengah dari nilai *q_u*. Untuk sampel titik 1, kohesi adalah 0,1535 kg/cm² dan untuk titik 2 adalah 0,1528 kg/cm².

Hasil pengujian laboratorium mekanika tanah kedua terhadap dua sampel tanah tidak terganggu (titik 1 dan titik 2) dari lokasi SID Peningkatan Sumber Air Baku di Desa Jorong, Kabupaten Tanah Laut, yang diambil pada kedalaman 2,10 hingga 2,50 meter, dapat disimpulkan bahwa tanah pada kedalaman tersebut memiliki karakteristik sebagai tanah lempung lunak sensitif.



UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
Jl. Jenderal Achmad Yani KM 35.5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714
unlamlaboratoriummekanikat tanah@gmail.com

Pekerjaan
Lokasi

: SID Peningkatan Sumber Air Baku
: Desa Jarong, Kec. Jarong
Kab. Tanah Laut, Prov. Kalsel

SUMMARY ALL

Nomor Sampel		HB-01/UDS	HB-02/UDS
Kedalaman		(25 s/d 55) cm	(25 s/d 45) cm
Indeks Proteritis	Properti Tanah	Berat Jenis (Gs)	2.675
		Kadar Air (W) %	31.36
		Berat Isi Tanah (γ) gr/cm³	1.671
	Distribusi Butiran	Kerikil (>2mm) %	0.00
		Pasir Kasar (0.6-2.00mm) %	0.01
		Pasir Sedang (0.2-0.6mm) %	0.04
		Pasir Halus (0.05-0.2mm) %	3.43
		Lanau (0.002-0.05mm) %	45.81
		Lempung (<0.002mm) %	50.70
		No. 10 (2.00mm) %	100.00
	Batas Atterberg	Lolos Saringan No. 40 (0.425mm) %	99.98
		No. 200 (0.0075mm) %	99.63
		Batas Cair (LL) %	61.58
		Batas Plastis (PL) %	24.29
		Indeks Plastisitas (PI) %	37.30
Indeks Mekanis	Uji Geser Vane	Kuat Geser Tanah Su kPa	62
		Koefisien Permeabilitas kT	1.4E-07
	Permeabilitas	Klasifikasi	Very low permeability

Gambar 4. 44 Hasil Uji Laboratorium Tanah Terganggu



UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
 Jl. Jenderal Achmad Yani KM 35.5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714
unlamlaboratoriummekanikat tanah@gmail.com

Pekerjaan

Lokasi

: SID Peningkatan Sumber Air Baku

: Desa Jarong, Kec. Jarong

Kab. Tanah Laut, Prov. Kalsel

SUMMARY ALL

Nomor Sampel		HB-1/UDS	HB-2/UDS
Kedalaman		(2.10 s/d 2.50) m	(2.10 s/d 2.50) m
Indeks Mekanis	Uji Geser Vane	Kuat Geser Tanah S_u kPa	22
	Kuat Tekan Bebas	Kuat Tekan q_u kg/cm ²	0.307
		Regangan ϵ %	2.917
		Sensitivitas S_f	3.590
			3.025

Gambar 4. 45 Hasil Uji Laboratorium Tanah Tidak Terganggu

4.3.3 Analisis Porositas

Analisis karakteristik hidraulik tanah, khususnya porositas dan potensi rembesan, merupakan salah satu tahapan dalam perencanaan infrastruktur sumber air baku. Parameter ini menentukan efisiensi tampungan air dan keamanan struktur dari kehilangan air yang tidak diinginkan.

Porositas (n) merupakan parameter fundamental dalam mekanika tanah yang didefinisikan sebagai perbandingan antara volume rongga (*voids*) terhadap volume total tanah. Nilai ini tidak hanya mencerminkan kemampuan tanah dalam

menyimpan air (*water retention*) tetapi juga memberikan indikasi mengenai kompaksi dan sejarah geologis material tanah. Porositas dipengaruhi oleh beberapa faktor kunci, yaitu distribusi ukuran butir (*gradation*), bentuk partikel, tingkat pemadatan, dan susunan struktural (*fabric*) tanah. Tanah dengan distribusi butir seragam (*uniform graded*) cenderung memiliki porositas lebih tinggi dibandingkan tanah bergradasi baik (*well graded*), karena pada tanah seragam, partikel-partikel kecil tidak dapat mengisi rongga yang terbentuk di antara partikel besar.

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan antara volume rongga (V_v) terhadap volume total (V_t) suatu sampel tanah, yang dinyatakan dalam persentase.

$$n = \frac{V_v}{V_t} \times 100\%$$

Nilai porositas dipengaruhi oleh susunan partikel, distribusi ukuran butir, bentuk partikel, dan tingkat pemadatan. Tanah berbutir halus seperti lempung dapat memiliki porositas tinggi (bahkan $>50\%$) karena partikelnya yang kecil dan mampu menyusun rongga yang banyak, meskipun ukuran pori-porinya sangat kecil. Perhitungan porositas dapat dilihat sebagai berikut.

$$\text{Kadar air } (w) = 39,39 \%$$

$$\gamma_{\text{air}} = 1 \text{ gr/cm}^3$$

$$\gamma_{\text{tanah}} = 1,67 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Volume Total } (V_t) = 60,76 \text{ cm}^3$$

$$G_s = 2,675$$

$$\text{Berat Tanah } (W) = \gamma_{\text{tanah}} \times V_t = 1,67101,47 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Tanah Kering } (W_d) = \frac{W_{\text{basah}}}{\left(1 + \frac{w}{100}\right)} = 72,79 \text{ gr}$$

$$\gamma_d = 2,675 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Volume Tanah } (V_s) = \frac{W_d}{\gamma_d} = 27,21 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume Rongga } (V_v) = V_t - V_s = 33,55 \text{ cm}^3$$

$$\text{Porositas} = \frac{V_v}{V_t} = 55\%$$

Nilai porositas tanah sebesar 55% menunjukkan bahwa lebih dari separuh bagian tanah terdiri dari rongga (void). Angka ini tergolong sangat tinggi dan umumnya dimiliki oleh jenis tanah liat atau lempung, atau bisa juga pada tanah

berpasir yang sangat gembur. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan data hasil laboratorium, termasuk berat jenis tanah, berat tanah dalam kondisi basah dan kering, serta volume total contoh tanah yang diuji. Dengan porositas setinggi ini, berarti tanah tersebut memiliki potensi yang baik untuk menampung air dalam jumlah yang cukup banyak. Namun, memiliki banyak rongga tidak serta-merta membuat air dapat mengalir dengan mudah di dalam tanah. Kemampuan tanah untuk mengalirkan air justru sangat ditentukan oleh seberapa besar dan seberapa terhubungnya rongga-rongga tersebut. Pada tanah bertekstur halus seperti lempung, rongga-rongganya sangat kecil dan sempit, sehingga justru menghambat aliran air dan membuat tanah ini bersifat kedap.

4.3.4 Analisis Rembesan

Rembesan (*seepage*) merupakan aliran air melalui media berpori yang diatur oleh Hukum Darcy. Hukum ini menyatakan bahwa laju aliran rembesan (q) berbanding lurus dengan koefisien permeabilitas (k), gradien hidrolik (i), dan luas penampang melintang (A), atau dirumuskan sebagai berikut.

$$q = k \times i \times A$$

Koefisien permeabilitas (k) sendiri merupakan parameter tanah yang sangat dipengaruhi oleh porositas dan distribusi ukuran pori. Nilainya sangat dipengaruhi oleh ukuran pori dan distribusi butiran. Nilai k tanah lempung sangat rendah, biasanya dalam orde 10^{-7} hingga 10^{-9} cm/s. Sedangkan Gradien Hidrolik (i) merupakan perbedaan tinggi muka air (*head loss*) dibagi dengan panjang lintasan aliran. Ia merupakan gaya penggerak aliran. Hubungan antara k dan n sering dinyatakan dalam persamaan empiris seperti persamaan Kozeny-Carman, yang menunjukkan bahwa bahkan dengan porositas tinggi, tanah dapat memiliki permeabilitas rendah jika ukuran porinya kecil dan tortuositasnya (kelengkungan jalur aliran) tinggi, suatu kondisi yang lazim ditemui pada tanah lempung.

Hasil pengujian laboratorium sebelumnya mengklasifikasikan tanah ini sebagai CH (*Clay with High Plasticity*), yang didominasi oleh partikel lempung. Mineral lempung memiliki kemampuan untuk menahan air kuat-kuat (teradsorpsi) pada permukaannya, sehingga air yang tersimpan di dalam rongga mikro mungkin tidak mudah untuk mengalir. Ini menjelaskan mengapa meskipun memiliki

porositas yang tinggi (>50%), nilai koefisien permeabilitasnya (k) sangat rendah, berada pada orde 10^{-8} hingga 10^{-7} cm/s. Nilai k yang sangat rendah ini menempatkan tanah dalam kategori "sangat tidak permeabel" (*very low permeability*), yang merupakan karakteristik khas dari tanah lempung mampat. Perhitungan rembesan dapat dilihat sebagai berikut.

$$\text{Koefisien Permeabilitas } (k) = 8,05 \times 10^{-8}$$

$$\text{Gradien Hidrolik } (i) = 0,714$$

$$\text{Tinjauan untuk } 1 \text{ m}^2$$

$$q = k \cdot i \cdot A$$

$$q = 8,05 \times 10^{-8} \times 0,714 \times 100$$

$$q = 5,75 \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{s} = 0,5 \text{ cm}^3/\text{hari} = 181,332 \text{ cm}^3/\text{tahun}$$

Ketika dibandingkan dengan kriteria rembesan yang diizinkan pada infrastruktur penampung air, yang biasanya berkisar antara 1% hingga 5% dari volume tampungan per tahun laju rembesan aktual ini dapat diabaikan. Sebagai ilustrasi, untuk sebuah embung dengan volume tampungan 10.000 m³ (10 juta liter), batas rembesan yang diizinkan adalah 100.000 hingga 500.000 liter per tahun. Sementara itu, rembesan melalui tanah dasar yang terbuat dari material ini hanya sekitar 0,3 liter per tahun, yang jumlahnya bahkan tidak sampai 0,000003% dari volume tampungan.

4.3.5 Analisis Stabilitas Tanggul

Stabilitas lereng tanggul embung merupakan aspek kritis dalam perencanaan dan evaluasi keamanan infrastruktur sumber air. Kegagalan pada struktur tanggul dapat menyebabkan bencana yang signifikan, sehingga analisis stabilitas yang komprehensif sangat diperlukan. Laporan ini menyajikan hasil analisis stabilitas tanggul embung menggunakan perangkat lunak Geostudio Slope/W dengan metode keseimbangan batas (*Limit Equilibrium Method*). Analisis dilakukan dengan parameter tanah berdasarkan data pengujian laboratorium dan permodelan Mohr-Coulomb untuk menentukan faktor keamanan terhadap kelongsoran.

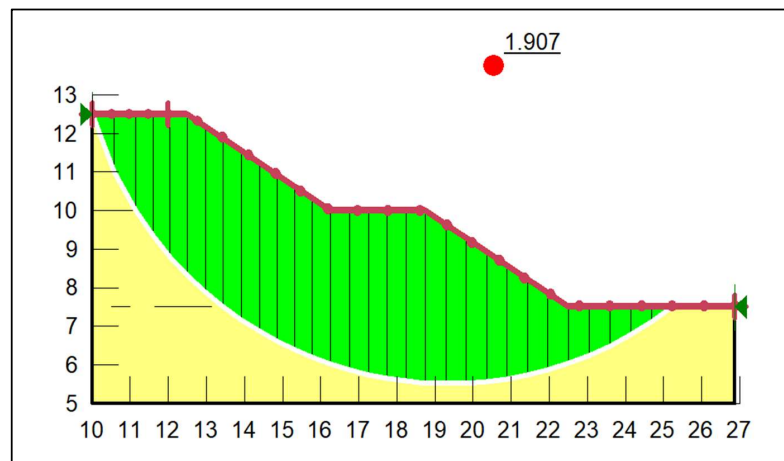
Analisis stabilitas lereng pada tanggul embung didasarkan pada prinsip keseimbangan batas (*limit equilibrium*) dimana faktor keamanan (*Factor of Safety*)

didefinisikan sebagai rasio antara kekuatan geser tanah yang tersedia terhadap kekuatan geser yang termobilisasi untuk menjaga kestabilan lereng.

Untuk tanah lempung jenuh air dalam kondisi undrained (tak terdrainase), dimana air tidak sempat mengalir keluar dari rongga tanah selama pembebanan, perilaku tanah didominasi oleh kuat geser undrained (S_u atau c_u). Pada kondisi ini, sudut geser dalam (ϕ) dianggap nol karena tekanan air pori yang meningkat secara signifikan. Dengan demikian, kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb disederhanakan menjadi $\tau = c_u$ dimana τ adalah kuat geser tanah dan c_u adalah kohesi dalam kondisi undrained.

Metode analisis dengan menentukan titik *entry and exit* pada *slip surface* digunakan untuk membatasi area pencarian bidang gelincir paling kritis. Pendekatan ini efisien secara komputasi dan efektif dalam mengidentifikasi potensi bidang gelincir yang paling berbahaya.

Analisis stabilitas dilakukan menggunakan perangkat lunak Geostudio Slope/W dengan metode *Limit Equilibrium*. Parameter material yang digunakan adalah Berat jenis tanah (γ) = 16,7 kN/m³, Kohesi = 22 kPa. Metode analisis yang digunakan adalah *General Limit Equilibrium* (GLE) dengan skema pencarian bidang gelincir menggunakan metode *entry and exit*. Analisis dilakukan untuk menemukan bidang gelincir paling kritis yang memberikan faktor keamanan minimum.



Gambar 4. 46 Hasil Analisis Stabilitas Tanggul

Berdasarkan analisis yang dilakukan dengan Geostudio Slope/W, diperoleh faktor keamanan sebesar **1,907**. Nilai ini menunjukkan bahwa tanggul embung dalam kondisi stabil dengan margin keamanan yang memadai. Nilai faktor keamanan 1,907 mengindikasikan bahwa kekuatan geser tanah yang tersedia hampir dua kali lipat dari kekuatan geser yang diperlukan untuk mempertahankan kestabilan lereng. Nilai kuat geser undrained ini tergolong baik untuk tanah lempung dan mampu memberikan stabilitas yang memadai untuk struktur tanggul.

4.3.6 Analisis Daya Dukung Pondasi

Struktur pondasi merupakan elemen kritis yang berfungsi meneruskan beban dari bangunan atas ke lapisan tanah dasar. Pada daerah dengan tanah lunak seperti tanah lempung lunak yang memiliki daya dukung rendah, diperlukan sistem pondasi yang dapat mencapai lapisan tanah yang lebih kompeten atau memanfaatkan sifat gesekan sepanjang permukaan pondasi. Laporan ini membahas perhitungan daya dukung pondasi cerucuk galam yang merupakan jenis pondasi dalam yang umum digunakan untuk struktur sederhana pada tanah lunak.

Daya dukung pondasi dalam seperti cerucuk ditentukan oleh dua komponen utama yaitu daya dukung ujung (*end bearing capacity*) dan daya dukung selimut (*skin friction capacity*). Untuk tanah kohesif perhitungan daya dukung dapat dilakukan menggunakan metode statis dengan parameter kuat geser undrained (c_u). Daya dukung ultimit pondasi dinyatakan dengan persamaan $Q_{ult} = Q_b + Q_s$. Q_b adalah daya dukung ujung ($A_b \times c_b \times N_c$) dan Q_s adalah daya dukung ultimit ($\alpha d \times C_u \times A_s$). Nilai faktor daya dukung N_c untuk pondasi dalam umumnya diambil sebesar 9 untuk tanah kohesif, sementara faktor adhesi (αd) dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Adhesi ultimit (c_d) untuk tiang pancang dalam tanah lempung (Tomlinson, 1963)

Bahan Tiang	Kohesi (c_u)	Adhesi ultimit (c_d)
	(k/ft ²)	(k/ft ²)
Beton dan Kayu	0 – 0,75	0 – 0,70
	0,75 – 1,50	0,70 – 1,00
	1,50 – 3,00	1,00 – 1,30

Baja	0 – 0,75	0 – 070
	0,75 – 1,50	0,70 – 1,00
	1,50 – 3,00	1,00 – 1,20

Catatan : $1 \text{ k/ft}^2 = 0,488 \text{ kg/cm}^2 = 47,8 \text{ kN/m}^2$

Diketahui:

1 buah cerucuk galam

Diameter : 0,1 m

Kedalaman : 6 m

γ : 16,7 kN/m²

$$Ab = \frac{1}{4} \pi d^2 : 0,00785 \text{ m}^2$$

C_u : 22 kN/m²

N_c : 9

Adhesi : 0,4

Analisis Perhitungan

$$As = \pi d^2 H = 1,884 \text{ m}^2$$

$$Q_b = Ab C_u N_c = 1,55 \text{ kN}$$

$$Q_s = As C_u a_d = 16,58 \text{ kN}$$

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s$$

$$Q_{ult} = 1,55 + 16,58 = 18,13 \text{ kN}$$

$$Q_{ijin} = \frac{Q_{ult}}{SF}$$

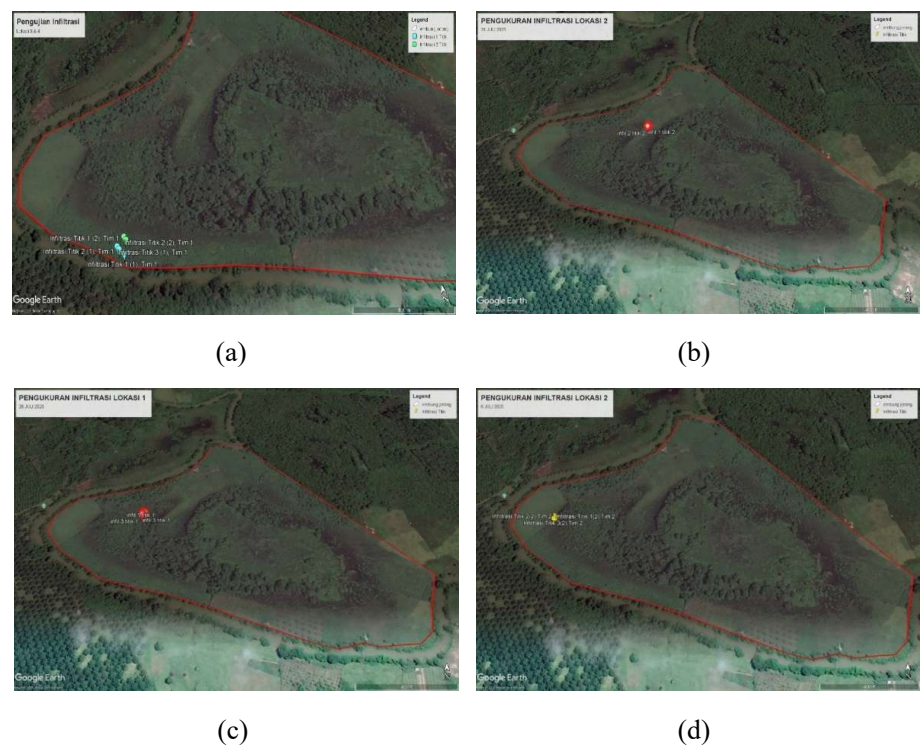
$$Q_{ijin} = \frac{18,13}{3} = 6,04 \text{ kN}$$

$Q_{ijin} < Q_{kerja}$, sehingga menggunakan tiang kelompok.

4.4 Pengujian Infiltrasi Tanah

Pengujian infiltrasi dilakukan sebanyak 2 kali. Pengujian yang pertama dilakukan pada tanggal 6 Juli 2025 dengan pengambilan data sebanyak 4 lokasi dan tanggal 26 Juli 2025 dengan pengambilan data sebanyak 2 lokasi. Masing-masing

lokasi diambil sebanyak 3 titik dengan jarak 0,5 meter antar titik. Gambar 4.19 merupakan peta lokasi pengujian infiltrasi tanah.



Gambar 4. 47 (a) Lokasi 3 dan 4 Pengujian Infiltrasi; (b) Lokasi 6 Pengujian Infiltrasi; (c) Lokasi 1 dan 5 Pengujian Infiltrasi; (d) Lokasi 2 Pengujian Infiltrasi

Total lokasi untuk pengujian infiltrasi adalah 6 lokasi 17 titik, dengan waktu pembacaan penurunan air adalah setiap 3 menit. Tabel 4.13 dan Tabel 4.14 menunjukkan hasil pengujian infiltrasi Lokasi 1 sampai dengan Lokasi 6.

Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Infiltrasi Lokasi 1 s/d 3

t (menit)	Penurunan Air (cm)								
	Lokasi 1			Lokasi 2			Lokasi 3		
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
3	0.90	4.50	0.90	1.50	2.30	5.00	2.10	3.50	1.20
3	0.85	4.10	0.90	1.10	1.50	4.60	1.90	2.80	1.10
3	0.75	4.10	0.80	0.90	1.30	4.10	1.70	2.80	1.10
3	0.60	4.10	0.80	0.70	1.20	4.10	1.70	2.80	1.10
3	0.50	-	0.80	0.70	1.20	4.10	1.70	-	-
3	0.50	-	-	0.70	1.20	-	-	-	-
3	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Infiltrasi Lokasi 4 s/d 6

t (menit)	Penurunan Air (cm)							
	Lokasi 4		Lokasi 5			Lokasi 6		
	Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
3	1.50	5.30	2.10	0.60	1.40	3.20	2.20	1.50
3	1.30	4.40	1.70	0.30	1.10	3.00	1.50	1.20
3	1.20	4.40	1.60	0.30	1.10	2.70	1.20	1.10
3	1.10	4.40	1.60	0.20	1.10	2.70	1.20	1.00
3	1.10	-	1.50	0.10	-	2.70	1.20	1.00
3	1.10	-	1.50	0.10	-	-	-	1.00
3	-	-	1.50	0.10	-	-	-	-

Tabel 4.13 dan Tabel 4.14 menunjukkan bahwa setiap lokasi memiliki penurunan air yang berbeda dan waktu konstan laju infiltrasi yang berbeda juga.

4.4.1 Laju Infiltrasi

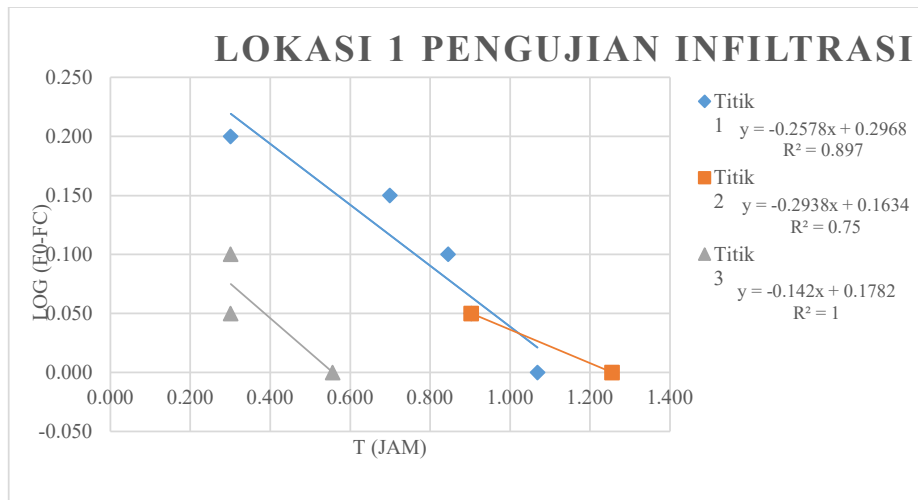
Perhitungan laju infiltrasi menggunakan Metode Horton dengan persamaan sebagai berikut.

$$f = f_c + (f_o - f_c) e^{-kt}$$

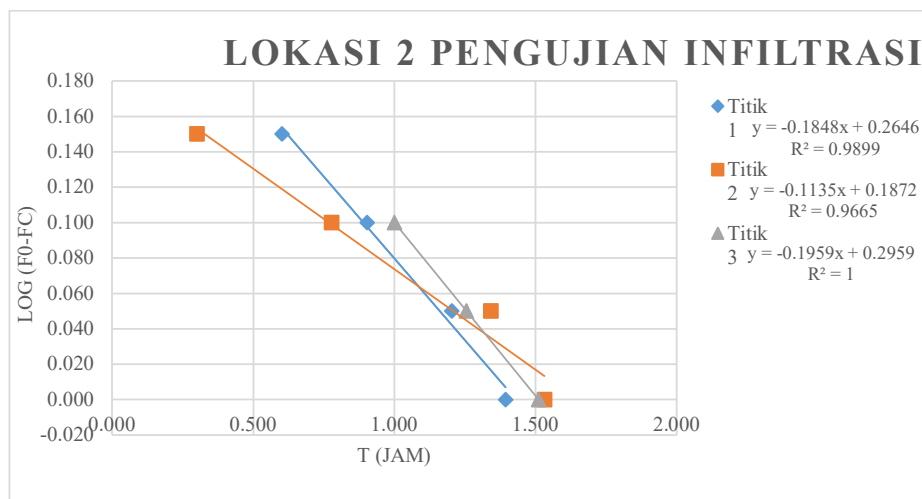
Dimana:

- f : Kapasitas infiltrasi atau laju infiltrasi maksimum (cm/jam)
- f_o : Kapasitas infiltrasi pada awal proses infiltrasi (cm/jam)
- f_c : Tetapan kapasitas infiltrasi (saat t mendekati nilai tak terhingga) (cm/jam)
- e : 2,71828 (bilangan dasar logaritma Naperian)
- k : Konstanta untuk jenis tanah
- t : Waktu yang dihitung dari mulainya hujan (jam)

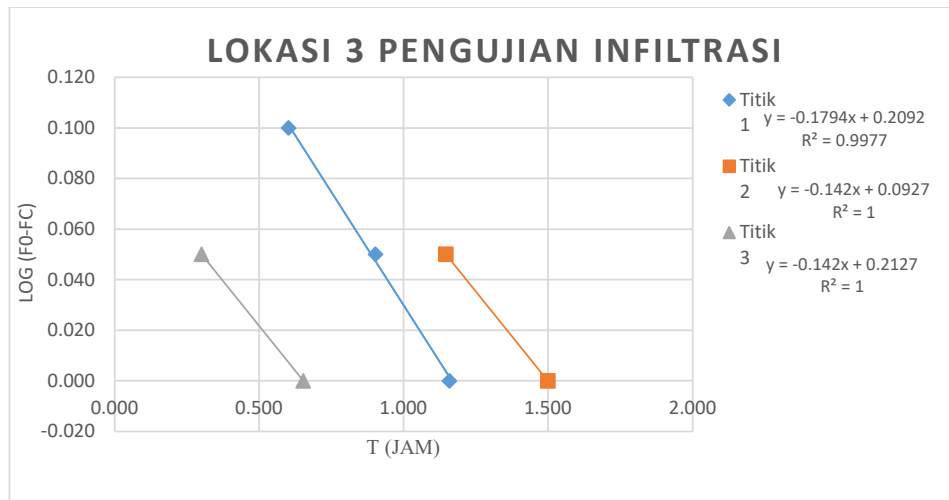
Analisis laju infiltrasi metode Horton diperlukan nilai konstanta k, dimana dalam mencari nilai konstanta k diperlukan nilai m yang didapatkan dari kurva.



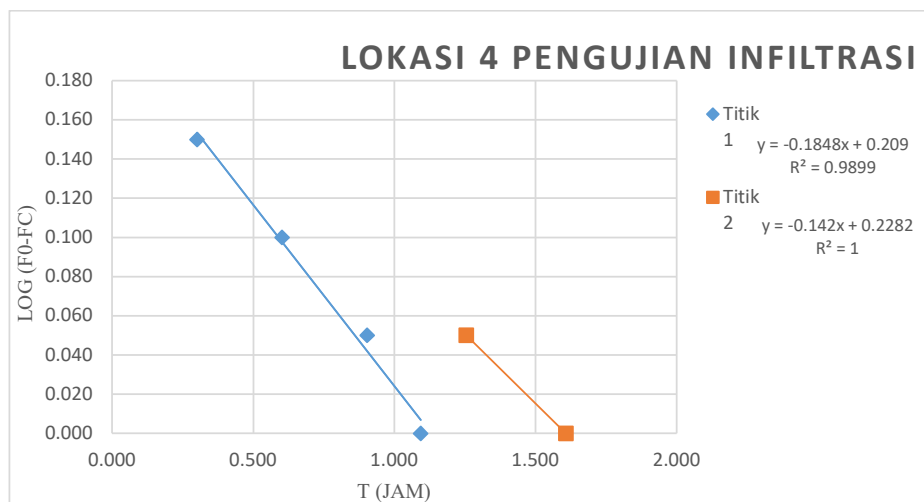
Gambar 4. 48 Kurva Pengujian Infiltrasi Lokasi 1



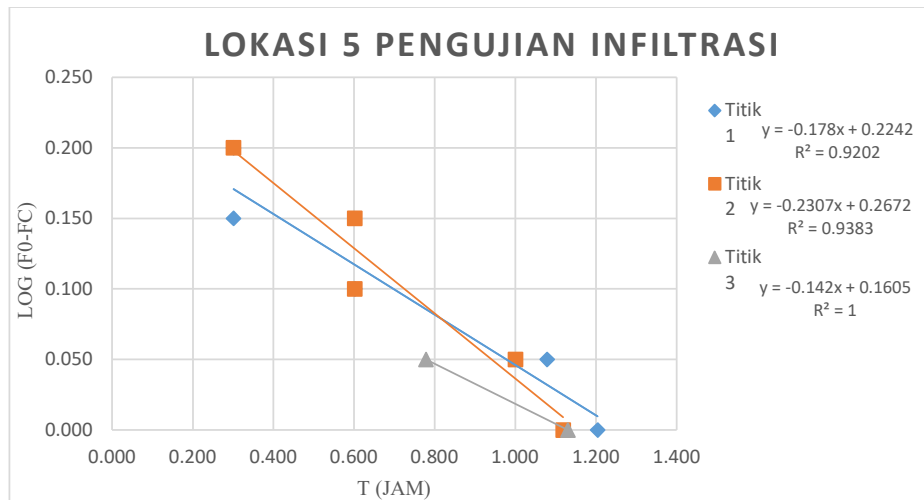
Gambar 4. 49 Kurva Pengujian Infiltrasi Lokasi 2



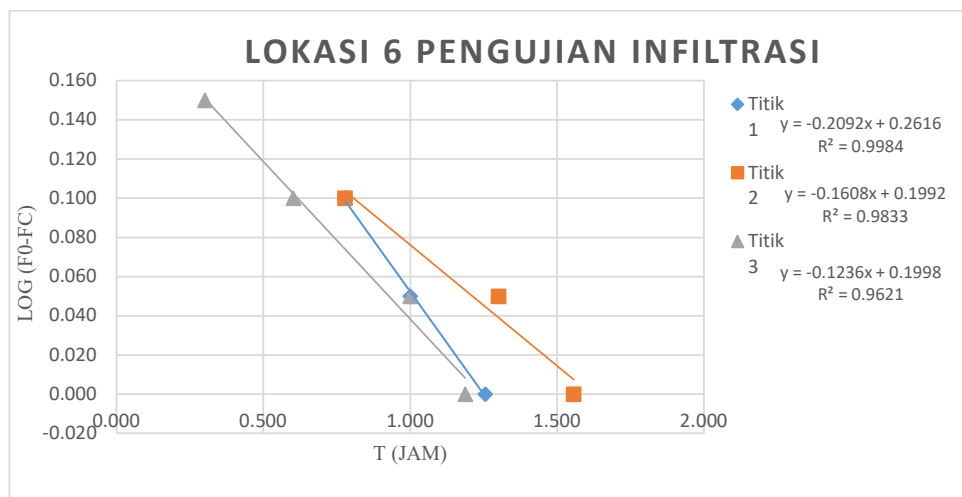
Gambar 4. 50 Kurva Pengujian Infiltrasi Lokasi 3



Gambar 4. 51 Kurva Pengujian Infiltrasi Lokasi 4



Gambar 4. 52 Kurva Pengujian Infiltrasi Lokasi 5



Gambar 4. 53 Kurva Pengujian Infiltrasi Lokasi 6

Dari Gambar 4.48 sampai Gambar 4.53 dapat diketahui nilai m dan k untuk semua lokasi, seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Nilai m dan k Pengujian Infiltrasi

No.	Nama Titik	m	k
Lokasi 1	Titik 1	1.069	-3.479
	Titik 2	1.255	-7.044
	Titik 3	0.556	-2.553
Lokasi 2	Titik 1	1.394	-5.356
	Titik 2	1.531	-8.511

No.	Nama Titik	m	k
	Titik 3	1.511	-5.106
Lokasi 3	Titik 1	1.158	-5.563
	Titik 2	1.498	-7.044
	Titik 3	0.653	-7.044
Lokasi 4	Titik 1	1.093	-5.356
	Titik 2	1.607	-7.044
Lokasi 5	Titik 1	1.204	-5.169
	Titik 2	1.119	-4.067
	Titik 3	1.130	-7.044
Lokasi 6	Titik 1	1.255	-4.771
	Titik 2	1.556	-7.782
	Titik 3	1.188	-6.115

Setelah penentuan nilai m dan k, selanjutnya dilakukan perhitungan laju infiltrasi dengan Metode Horton. Hasil perhitungan laju infiltrasi dapat dilihat dalam Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Klasifikasi Laju Infiltrasi (Salsabila & Nugraheni, 2020)

Kelas	Klasifikasi	Laju Infiltrasi (cm/jam)
1	Sangat Cepat	>25,4
2	Cepat	12,7 – 25,4
3	Agak Cepat	6,3 – 12,7
4	Sedang	2 – 6,3
5	Agak Lambat	0,5 – 2
6	Lambat	0,1 – 0,5
7	Sangat Lambat	<0,1

Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi Lokasi 1 sampai Lokasi 6

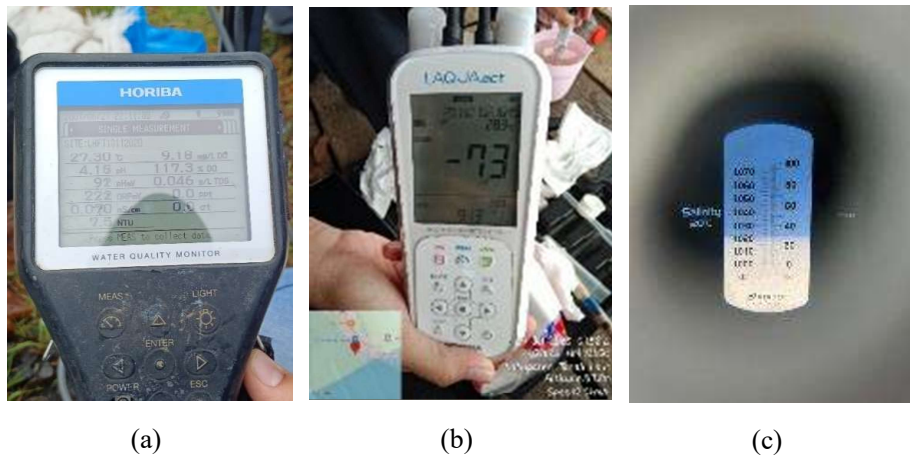
No.	Nama Titik	f (cm/jam)	Klasifikasi
Lokasi 1	Titik 1	19.926	Cepat
	Titik 2	99.421	Sangat Cepat
	Titik 3	19.144	Cepat
Lokasi 2	Titik 1	36.756	Sangat Cepat
	Titik 2	56.208	Sangat Cepat
	Titik 3	112.279	Sangat Cepat
Lokasi 3	Titik 1	47.533	Sangat Cepat

No.	Nama Titik	f (cm/jam)	Klasifikasi
	Titik 2	86.486	Sangat Cepat
	Titik 3	26.355	Sangat Cepat
Lokasi 4	Titik 1	33.378	Sangat Cepat
	Titik 2	127.197	Sangat Cepat
Lokasi 5	Titik 1	44.313	Sangat Cepat
	Titik 2	13.407	Cepat
	Titik 3	35.066	Sangat Cepat
Lokasi 6	Titik 1	70.742	Sangat Cepat
	Titik 2	58.436	Sangat Cepat
	Titik 3	34.282	Sangat Cepat

Berdasarkan Tabel 4.17 laju infiltrasi di setiap lokasi berada di rentang klasifikasi cepat sampai sangat cepat. Namun hampir semua lokasi didominasi klasifikasi sangat cepat. Hal ini disebabkan karena lokasi pengujian yang beragam, terdapat tanah yang gembur dikelilingi vegetasi sehingga penurunan air cenderung cepat. Laju infiltrasi dapat berkurang seiring dengan bertambahnya waktu, maka akan semakin rendah pula laju infiltrasi dan akhirnya konstan. Pengaruh waktu terhadap infiltrasi yaitu semakin lama waktu infiltrasi maka akan semakin kecil laju infiltrasi.

4.5 Survei Kualitas Air

Pengujian kualitas air dilakukan sebanyak 2 kali, yakni pengujian yang pertama pada tanggal 5-6 Juli 2025 di beberapa lokasi yaitu di intake PDAM, Desa Karang Rejo Trans 200 (sumur bor 70 meter), Sungai di RT 10, Sumur bor Desa Jorong RT 6 (sumur bor 50 meter), dan Intake IKK. Pengujian kedua di tanggal 26-27 Juli 2025 yang dilakukan dari Desa Swarangan sampai Desa Jorong. Pengujian dilakukan dengan 2 cara yakni secara *insitu* dengan melakukan pengujian langsung di lapangan menggunakan alat Horiba U52, Horiba Laqua Act, dan Salinometer. Sedangkan pengujian kedua dilakukan dengan mengambil sample air, kemudian dibawa ke Laboratorium Kualitas Air.



Gambar 4. 54 (a) Horiba U52; (b) Horiba Laqua Act; (c) Salinometer



Gambar 4. 55 Sampel Air Uji Laboratorium

4.5.1 Pengujian Kualitas Air *Insitu*

Pengujian kualitas air *insitu* adalah pengujian yang dilakukan langsung di lapangan dengan menggunakan alat Horiba Laqua Act dan Salinometer. Tabel 4.18 Menunjukkan lokasi pengujian kualitas air *insitu*.

Tabel 4. 18 Lokasi Pengujian Kualitas Air *Insitu*

Nama Titik	Koordinat	Keterangan
SS 01 (P/S)	-4.056470, 114.928278	Desa Swarangan; berbatasan langsung dengan laut

Nama Titik	Koordinat	Keterangan
SS 02 (P/S)	-4.055814, 114.926113	Desa Swarangan; pertemuan antara air sungai dan laut
SS 03 P	-4.014244, 114.931681	Desa Swarangan; aliran Sungai Sawarangan
SS 04 P	-3.982830, 114.933491	Desa Swarangan; aliran Sungai Sawarangan
SS 05 S	-3.980525, 114.935875	Desa Swarangan; aliran Sungai Sawarangan
SS 06 S	-3.966904, 114.940480	Desa Swarangan; aliran Sungai Sawarangan
SS 07 S	-3.965111, 114.933625	Desa Swarangan; aliran Sungai Sawarangan

Pada setiap titik lokasi pengujian diambil sampel air sebanyak dua botol. Pengambilan sampel ini digunakan untuk uji lebih lanjut di laboratorium. Tabel 4.19 dan 4.20 menunjukkan hasil pengujian.

Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Kualitas Air *Insitu*

No.	Titik Pengujian	Pengujian 1				Pengujian 2			
		CH1 (pH)	(CH1) mV	(CH2) Cond	Uji Salinitas	CH1 (pH)	(CH1) mV	(CH2) Cond	Uji Salinitas
1	SS 01 (P)	8,09	-73	35,4	30	8,14	-76	34,6	30
	SS 01 (S)	7,63	-42	28,6	25	7,59	-43	27,9	26
2	SS 02 (P)	7,88	-61	34,9	29	7,91	-62	33,7	28
	SS 02 (S)	7,48	-35	28,6	26	7,56	-39	43,4	26
3	SS 03 (P)	7,34	-24	5,36	3	7,31	-20	5,31	3
4	SS 04 (P)	6,76	8	76,8	1	6,78	7	76,8	1
5	SS 05 (S)	6,14	45	10,29	2	6,11	47	10,17	2
6	SS 06 (S)	6,58	21	107,6	2	6,49	25	107,9	3
7	SS 07 (S)	6,40	46	106,9	2	6,06	49	103,7	2

Tabel 4. 20 Lanjutan Hasil Pengujian Kualitas Air *Insitu*

No.	Titik Pengujian	Pengujian 3				Nilai Rata-Rata Pengujian			
		CH1 (pH)	(CH1) mV	(CH2) Cond	Uji Salinitas	CH1 (pH)	(CH1) mV	(CH2) Cond	Uji Salinitas
1	SS 01 (P)	8,16	-76	34,5	30	8,13	-75,00	34,83	30
	SS 01 (S)	7,63	-43	28,3	26	7,62	-42,67	28,27	25,67
2	SS 02 (P)	7,97	-66	34,8	28	7,92	-63,00	34,47	28,33
	SS 02 (S)	7,58	-41	43,8	26	7,54	-38,33	38,60	26

No.	Titik Pengujian	Pengujian 3				Nilai Rata-Rata Pengujian			
		CH1 (pH)	(CH1) mV	(CH2) Cond	Uji Salinitas	CH1 (pH)	(CH1) mV	(CH2) Cond	Uji Salinitas
3	SS 03 (P)	7,21	-21	5,13	2	7,29	-21,67	5,27	2,67
4	SS 04 (P)	6,776	7	77,4	1	6,77	7,33	77,00	1
5	SS 05 (S)	6,15	44	101,8	2	6,13	45,33	40,75	2
6	SS 06 (S)	6,33	35	107,6	3	6,47	27,00	107,70	2,67
7	SS 07 (S)	6,09	47	103,5	2	6,18	47,33	104,70	2

Setiap pengujian kualitas air, dilakukan sebanyak 3 kali pengujian sesuai dengan standar pengujian kualitas air yang berlaku. Pengujian pH, mV pH, dan Konduktivitas menggunakan alat Horiba Laqua Act. Sedangkan uji salinitas menggunakan alat salinometer.

4.5.2 Pengujian Kualitas Air di Laboratorium

Sampel air yang diambil kemudian dilakukan pengujian di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Banjarbaru, dimana pengujian ini dilakukan sebanyak 2 kali, yakni untuk sampel tanggal 5-6 Juli 2025 dan sampel tanggal 26-27 Juli 2025. Pengujian kualitas air di laboratorium ini mencakup parameter fisik, biologi, dan kimia.

1. Sampel Air Tanggal 5 – 6 Juli 2025

Terdapat 5 lokasi pengambilan sampel air yakni, Intake PDAM (Kode A), Desa Karang Rejo Trans 200 berupa sumur bor dengan kedalaman 70 m (Kode B), Sungai RT. 10 (Kode C), sumur bor dengan kedalaman 50 m di Desa Jorong RT. 6 (Kode D), dan intake IKK (Kode E).

Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Kualitas Air di Laboratorium

No	Parameter	Satuan	Kode Sampel					Kadar Maksimum
			Kode A	Kode B	Kode C	Kode D	Kode E	
1	<i>Total Caliform</i>	CFU/100mL	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	0
2	<i>E. Coli</i>	CFU/100mL	52	30	> 200	> 200	27	0
3	Suhu	°C	24,4	24,2	24,2	24,2	24,2	Suhu udara ± 3
4	TDS	mg/L	32	84	54	98	40	< 300
5	Kekeruhan	NTU	18,07	63,8	12,30	0,43	16,68	< 3
6	Warna	TCU	8,1	< 5 [#]	8,9	< 5 [#]	< 5 [#]	10
7	Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau

No	Parameter	Satuan	Kode Sampel					Kadar Maksimum
			Kode A	Kode B	Kode C	Kode D	Kode E	
8	pH	-	7,00	6,78	7,40	5,80	6,97	6,5 - 8,5
9	Nitrat (NO ₃ -)	mg/L	2,18	2,47	2,26	12,76	2,28	20
10	Nitrit (NO ₂ -)	mg/L	0,0211	0,0659	0,0224	<0,002 [#]	0,0238	3
11	Krom Valensi (VI)	mg/L	<0,0017 [#]	<0,0017 [#]	<0,0017 [#]	<0,0017 [#]	<0,0017 [#]	0,01
12	Besi (Fe)	mg/L	<0,138 [#]	<0,138 [#]	<0,138 [#]	<0,138 [#]	<0,138 [#]	0,2
13	Mangan (Mn)	mg/L	<0,046 [#]	0,06	<0,046 [#]	<0,046 [#]	<0,046 [#]	0,1

2. Sampel Air Tanggal 26 – 27 Juli 2025

Terdapat 7 lokasi pengambilan sampel air di sepanjang Sungai Sawarangan, dari Desa Swarangan sampai Desa Jorong. Dua lokasi diambil berdasarkan pasang surut air laut, yakni di muara sungai yang berbatasan langsung dengan laut dan pertemuan antara air sungai dan air laut.

Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Kualitas Air di Laboratorium (I)

No	Parameter	Satuan	Kode Sampel					Kadar Maksimum
			SS 01 (S)	SS 01 (P)	SS 01 (S)	SS 01 (P)	SS 03 (P)	
1	Suhu	C	25,5	25,3	25,2	25,1	25,2	Suhu udara ± 3
2	TDS	mg/L	25232	30624	27366	29796	4628	< 300
3	Kekeruhan	NTU	12,64	110	11,69	129	7,28	< 3
4	Warna	TCU	<5 [#]	<5 [#]	<5 [#]	<5 [#]	<5 [#]	10
5	Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
6	Nitrat (NO ₃ -)	mg/L	1,37	1,16	2,26	1,23	1,08	20
7	Nitrit (NO ₂ -)	mg/L	0,0149	0,0231	0,0224	0,0270	< 0,002 [#]	3
8	Krom Valensi (VI)	mg/L	<0,0017 [#]	<0,0017 [#]	<0,0017 [#]	<0,0017 [#]	<0,0017 [#]	0,01
9	Besi (Fe)	mg/L	0,20	0,26	<0,138 [#]	0,26	< 0,138 [#]	0,2
10	Mangan (Mn)	mg/L	<0,046 [#]	<0,046 [#]	<0,046 [#]	0,05	0,15	0,1

Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Kualitas Air di Laboratorium (II)

No	Parameter	Satuan	Kode Sampel				Kadar Maksimum
			SS 04 (P)	SS 05 (S)	SS 06 (S)	SS 07 (S)	
1	Suhu	C	25,3	25,2	25,3	25,2	Suhu udara ± 3
2	TDS	mg/L	112	78	58	64	< 300
3	Kekeruhan	NTU	19,08	6,39	6,46	7,40	< 3
4	Warna	TCU	< 5 [#]	13,0	13,3	15,4	10
5	Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
6	Nitrat (NO ₃ -)	mg/L	2,93	1,16	1,20	1,23	20
7	Nitrit (NO ₂ -)	mg/L	0,0446	0,0193	0,0136	0,0148	3

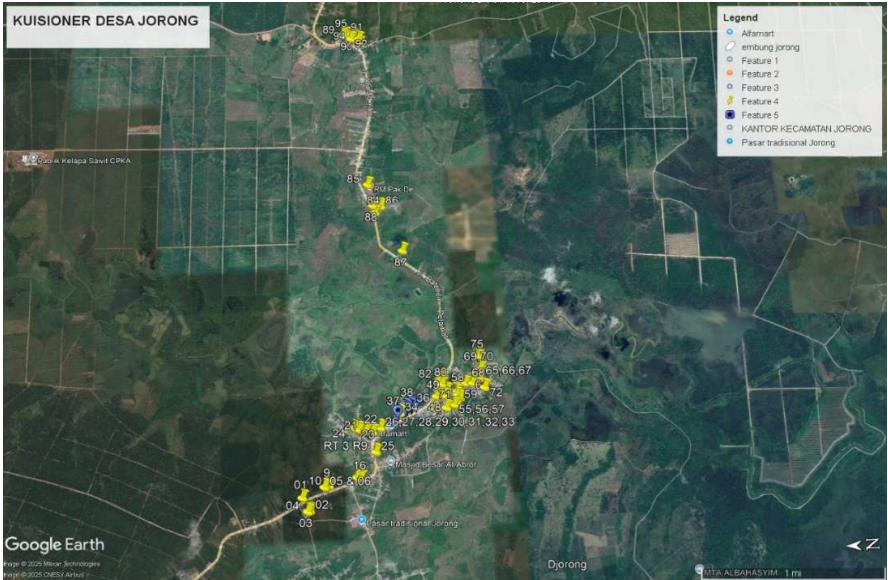
No	Parameter	Satuan	Kode Sampel				Kadar Maksimum
			SS 04 (P)	SS 05 (S)	SS 06 (S)	SS 07 (S)	
8	Krom Valensi (VI)	mg/L	< 0,0017#	< 0,0017#	< 0,0017#	< 0,0017#	0,01
9	Besi (Fe)	mg/L	0,20	0,30	0,33	0,37	0,2
10	Mangan (Mn)	mg/L	< 0,046#	< 0,046#	0,07	0,16	0,1

Tabel 4. 24 Hasil Pengujian Kualitas Air di Laboratorium (III)

No	Parameter	Satuan	Kode Sampel		Kadar Maksimum
			LE 01	LE 02	
1	Suhu	C	25,2	25,2	Suhu udara ± 3
2	TDS	mg/L	368	68	< 300
3	Kekeruhan	NTU	5,99	33,1	< 3
4	Warna	TCU	28,2	42,9	10
5	Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
6	Besi (Fe)	mg/L	0,40	1,13	0,2
7	Mangan (Mn)	mg/L	< 0,046#	< 0,046#	0,1

4.6 Survei Sosial dan Lingkungan

Kuesioner dilakukan pada tanggal 5 - 7 juli 2025 di Desa Jorong, Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut yang terdiri dari 13 RT, setiap RT diambil 6 - 9 responden. Gambar I.1 adalah peta sebaran responden Desa Jorong.



Gambar 4. 56 Peta Sebaran Kuesioner

Hasil kuesioner yang telah disebarkan di 13 RT Desa Jorong dapat disimpulkan sebagai berikut.

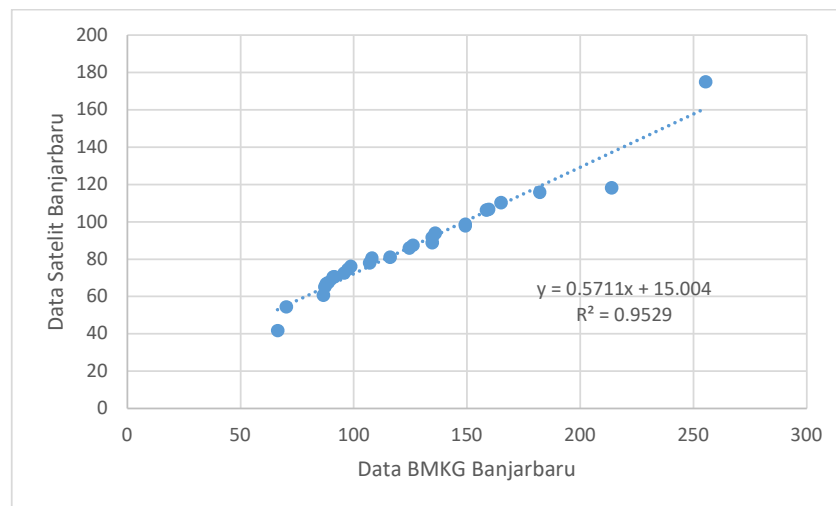
1. Semua responden rata-rata menggunakan Sumur galian atau sumur bor, namun ada beberapa juga yang menggunakan PDAM.
2. Air sumur tidak tersedia sepanjang tahun ketika musim kemarau namun pada sumur yang kedalamnya cukup dalam tersedia sepanjang tahun atau tidak terjadi kekeringan
3. Air PDAM tersedia sepanjang tahun tetapi pada musim kemarau air PDAM terasa asin dan tidak sederas saat musim penghujan.
4. Rata-rata jarak rumah dari sumber air tidak lebih dari 100 meter
5. Kondisi air sumur rata-rata jernih dan tidak berbau sedangkan kondisi air pada PDAM ketika musim kemarau terasa asin dan beberapa ada yang keruh namun tidak berbau
6. Rata-rata air tersebut digunakan untuk minum, memasak, mandi dan mencuci.
7. Beberapa responden mengeluhkan kualitas air sungai yang tercepai oleh pabrik sekitar.
8. Fasilitas air bersih rata-rata tersedia di setiap RT kecuali RT 12 dan RT 13
9. Responden rata-rata bersedia berkontribusi dalam pembangunan sarana air bersih baru dalam bentuk tenaga, iuran dan sumbangan.
10. Rata-rata responden tidak mengetahui adanya rencana pembangunan kawasan industri jorong, tetapi responden menyetujui pembangunan kawasan industri ini karena adanya harapan kerja baru, pertumbuhan ekonomi local, dan peningkatan infrastruktur.
11. Beberapa responden khawatir terhadap pembangunan ini karena dikhawatirkan dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan apabila limbah tidak dikelola dengan baik dan benar.
12. Responden tidak merasa dilibatkan dengan pembangunan ini.

BAB V

HASIL ANALISIS DAN INVESTIGASI

5.1 Analisis Hujan Rancangan

Hujan untuk daerah lokus dianalisis berdasarkan pendekatan analisis frekuensi dengan metode Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III. Data bersumber dari satelit Giovanni bulanan masing-masing untuk 27 tahun. Data hujan satelit Giovanni terlebih dahulu di bandingkan dengan data BMKG, agar terlihat nilai regresi yang diinginkan. Data BMKG Stasiun Klimatologi Klas I Kalimantan Selatan dibandingkan dengan data satelit Giovanni dengan titik koordinat yang sama, kemudian diregresi dan hasilnya ditampilkan dalam Gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Perbandingan Data BMKG Banjarbaru dan Data Satelit Banjarbaru

Berdasarkan Gambar 5.1 didapatkan nilai R^2 sebesar 0,9529, dimana nilai ini mendekati 1 yang artinya perbandingan kedua data tidak jauh berbeda atau baik sekali. Selanjutnya data Satelit Giovanni dengan Titik di Desa Jorong, di koreksi dengan menggunakan persamaan yang telah didapatkan. Hasil koreksi data disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Rekapitulasi Hujan Maksimum Tahun 1998 s/d 2024

No	Tahun	Rmax	Ri
		(mm)	(mm)
1	1998	97.95	118.08
2	1999	57.78	108.25

No	Tahun	Rmax	Ri
		(mm)	(mm)
3	2000	57.19	97.95
4	2001	74.84	97.58
5	2002	86.15	87.04
6	2003	80.42	86.15
7	2004	83.47	83.47
8	2005	97.58	80.42
9	2006	118.08	78.20
10	2007	108.25	74.84
11	2008	78.20	70.50
12	2009	47.15	69.89
13	2010	69.89	68.39
14	2011	65.85	68.20
15	2012	68.20	65.85
16	2013	87.04	65.29
17	2014	63.99	64.84
18	2015	70.50	63.99
19	2016	44.94	61.08
20	2017	57.30	57.78
21	2018	49.38	57.30
22	2019	53.66	57.19
23	2020	64.84	53.66
24	2021	68.39	49.38
25	2022	65.29	47.70
26	2023	47.70	47.15
27	2024	61.08	44.94
Jumlah		Σ	1925.12
Rata-Rata		R	71.30

5.1.1 Uji Sebaran Distribusi

Setelah rekapitulasi data hujan, kemudian menganalisis sebaran data hujan, apakah termasuk distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, atau Log Person Type III.

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Perhitungan untuk Uji Sebaran Normal dan Gumbel

No	Tahun	Rmax	Ri	m/(n-1)	Ri - Rt	(Ri - Rt)^2	(Ri - Rt)^3	(Ri - Rt)^4
		(mm)	(mm)					
1	1998	97.95	118.08	0.038	46.78	2188.47	102379.30	4789419.53
2	1999	57.78	108.25	0.077	36.95	1365.28	50446.48	1863979.70
3	2000	57.19	97.95	0.115	26.65	710.37	18933.20	504620.91
4	2001	74.84	97.58	0.154	26.28	690.42	18141.27	476676.23

No	Tahun	Rmax	Ri	m/(n-1)	Ri - Rt	(Ri - Rt)^2	(Ri - Rt)^3	(Ri - Rt)^4
		(mm)	(mm)					
5	2002	86.15	87.04	0.192	15.74	247.63	3896.67	61318.48
6	2003	80.42	86.15	0.231	14.85	220.55	3275.37	48642.34
7	2004	83.47	83.47	0.269	12.17	148.10	1802.31	21933.44
8	2005	97.58	80.42	0.308	9.12	83.12	757.82	6909.14
9	2006	118.08	78.20	0.346	6.90	47.67	329.09	2272.06
10	2007	108.25	74.84	0.385	3.53	12.49	44.16	156.08
11	2008	78.20	70.50	0.423	-0.80	0.64	-0.52	0.42
12	2009	47.15	69.89	0.462	-1.41	1.98	-2.79	3.93
13	2010	69.89	68.39	0.500	-2.91	8.49	-24.72	72.02
14	2011	65.85	68.20	0.538	-3.10	9.60	-29.75	92.20
15	2012	68.20	65.85	0.577	-5.45	29.75	-162.28	885.18
16	2013	87.04	65.29	0.615	-6.01	36.10	-216.92	1303.36
17	2014	63.99	64.84	0.654	-6.46	41.73	-269.55	1741.17
18	2015	70.50	63.99	0.692	-7.31	53.40	-390.26	2851.90
19	2016	44.94	61.08	0.731	-10.22	104.51	-1068.47	10923.23
20	2017	57.30	57.78	0.769	-13.52	182.83	-2472.05	33425.38
21	2018	49.38	57.30	0.808	-14.00	195.95	-2742.94	38396.16
22	2019	53.66	57.19	0.846	-14.11	199.00	-2807.22	39600.57
23	2020	64.84	53.66	0.885	-17.64	311.23	-5490.72	96866.33
24	2021	68.39	49.38	0.923	-21.92	480.46	-10531.33	230839.82
25	2022	65.29	47.70	0.962	-23.60	557.15	-13151.10	310419.97
26	2023	47.70	47.15	1.000	-24.15	583.06	-14078.94	339959.06
27	2024	61.08	44.94	1.038	-26.36	694.68	-18309.55	482580.92
Jumlah			1925.12	14.54	0.00	9204.67	128256.56	9365889.52
Rata-Rata			71.30					

Analisis Data

1. Rata-Rata

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n Ri}{n}$$

$$\bar{R} = \frac{1925.12}{27} = 71,30$$

2. Standar Deviasi

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Ri - \bar{R})^2}{n-1}}$$

$$S_R = \sqrt{\frac{9204,67}{27-1}} = 18,82$$

3. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^3}{(n-1)(n-2)(S_R^3)}$$

$$Cs = \frac{27 \times 128256.56}{(27-1)(27-2)(18,82^3)} = 0,800$$

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S_R^4)}$$

$$Ck = \frac{27^2 \times 9365889.52}{(27-1)(27-2)(27-3)(18,82^4)} = 3,492$$

5. Koefisien Varians (Cv)

$$Cv = \frac{S_R}{\bar{R}}$$

$$Cv = \frac{18,82}{71,30} = 0,264$$

Hasil perhitungan kemudian disesuaikan berdasarkan persyaratan nilai Cs, Ck, dan Cv sebaran distribusi (Bambang Triatmodjo, 2008).

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Uji Sebaran Distribusi Normal dan Gumbel

No	Nama Sebaran	Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Gumbel	Cs = 1,14	1.14	Cs 0.80 Tidak Memenuhi
		Ck = 5,4	5.4	Ck 3.49 Tidak Memenuhi
2	Normal	Cs ≈ 0	0	Cs 0.80 Tidak Memenuhi
		Ck = 3,0	3	Ck 3.49 Tidak Memenuhi
3	Log Pearson Type III	Cs ≠ 0	0	Cs 0.80 Memenuhi
4	Log Normal	Cs = Cv ³ + 3Cv	2	Cs 0.81 Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3	4	Ck 4.19 Tidak Memenuhi

Tabel 5. 4 Rekapitulasi Perhitungan untuk Uji Sebaran Log Normal dan Log Pearson Type III

No	Tahun	Rmax	Ri	Log Ri	Log (Ri-Rt)	Log (Ri-Rt) ²	Log (Ri-Rt) ³	Log (Ri-Rt) ⁴
1	1998	97.95	118.08	2.072	0.233	0.05425	0.01264	0.00294
2	1999	57.78	108.25	2.034	0.195	0.03809	0.00743	0.00145
3	2000	57.19	97.95	1.991	0.152	0.02303	0.00350	0.00053
4	2001	74.84	97.58	1.989	0.150	0.02253	0.00338	0.00051
5	2002	86.15	87.04	1.940	0.100	0.01009	0.00101	0.00010
6	2003	80.42	86.15	1.935	0.096	0.00922	0.00088	0.00008
7	2004	83.47	83.47	1.922	0.082	0.00677	0.00056	0.00005
8	2005	97.58	80.42	1.905	0.066	0.00437	0.00029	0.00002

No	Tahun	Rmax	Ri	Log Ri	Log (Ri-Rt)	Log (Ri-Rt)^2	Log (Ri-Rt)^3	Log (Ri-Rt)^4
9	2006	118.08	78.20	1.893	0.054	0.00291	0.00016	0.00001
10	2007	108.25	74.84	1.874	0.035	0.00121	0.00004	0.00000
11	2008	78.20	70.50	1.848	0.009	0.00008	0.00000	0.00000
12	2009	47.15	69.89	1.844	0.005	0.00003	0.00000	0.00000
13	2010	69.89	68.39	1.835	-0.004	0.00002	0.00000	0.00000
14	2011	65.85	68.20	1.834	-0.005	0.00003	0.00000	0.00000
15	2012	68.20	65.85	1.819	-0.021	0.00043	-0.00001	0.00000
16	2013	87.04	65.29	1.815	-0.024	0.00060	-0.00001	0.00000
17	2014	63.99	64.84	1.812	-0.027	0.00075	-0.00002	0.00000
18	2015	70.50	63.99	1.806	-0.033	0.00110	-0.00004	0.00000
19	2016	44.94	61.08	1.786	-0.053	0.00285	-0.00015	0.00001
20	2017	57.30	57.78	1.762	-0.077	0.00600	-0.00047	0.00004
21	2018	49.38	57.30	1.758	-0.081	0.00657	-0.00053	0.00004
22	2019	53.66	57.19	1.757	-0.082	0.00671	-0.00055	0.00005
23	2020	64.84	53.66	1.730	-0.110	0.01202	-0.00132	0.00014
24	2021	68.39	49.38	1.694	-0.146	0.02123	-0.00309	0.00045
25	2022	65.29	47.70	1.678	-0.161	0.02585	-0.00416	0.00067
26	2023	47.70	47.15	1.674	-0.166	0.02747	-0.00455	0.00075
27	2024	61.08	44.94	1.653	-0.187	0.03481	-0.00650	0.00121
Jumlah			1925.12	49.66	0.00	0.32	0.01	0.01
Rata-Rata			71.30	1.84				

Analisis Data

1. Rata-Rata

$$\log \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

$$\log \bar{R} = \log \left(\frac{1925,12}{27} \right) = 1,84$$

2. Standar Deviasi

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}}$$

$$S_R = \sqrt{\frac{0,32}{27-1}} = 0,111$$

3. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^3}{(n-1)(n-2)(S_R^3)}$$

$$Cs = \frac{27 \times 0,01}{(27-1)(27-2)(0,111^3)} = 0,260$$

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S_R^4)}$$

$$Ck = \frac{27^2 \times 0,01}{(27-1)(27-2)(27-3)(0,111^4)} = 2,812$$

5. Koefisien Varians (Cv)

$$Cv = \frac{S_R}{\bar{R}}$$

$$Cv = \frac{0,111}{1,84} = 0,060$$

Hasil perhitungan kemudian disesuaikan berdasarkan persyaratan nilai Cs, Ck, dan Cv sebaran distribusi (Bambang Triatmodjo, 2008).

Tabel 5. 5 Rekapitulasi Uji Sebaran Distribusi Log Normal dan Log Pearson Type III

No	Nama Sebaran	Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Gumbel	Cs = 1,14	1.14	Cs 0.26 Tidak Memenuhi
		Ck = 5,4	5.4	Ck 2.81 Tidak Memenuhi
2	Normal	Cs ≈ 0	0	Cs 0.26 Tidak Memenuhi
		Ck = 3,0	3	Ck 2.81 Tidak Memenuhi
3	Log Pearson Type III	Cs ≠ 0	0	Cs 0.26 Tidak Memenuhi
4	Log Normal	Cs = Cv ³ + 3Cv	2	Cs 0.18 Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3	4	Ck 3.06 Tidak Memenuhi

Setelah dilakukan uji sebaran distribusi berdasarkan nilai Cs, Ck, dan Cv, data hujan termasuk kedalam distribusi Log Pearson type III, namun perlu dilakukan uji Chi-Square dan uji Smirnov-Kolmogorov untuk memastikan sebaran distribusi yang sesuai dengan data hujan.

5.1.2 Uji Chi-Square

Sebelum melakukan uji, perlu diketahui jumlah kelas distribusi, derajat kebebasan, dan derajat kepercayaan.

Kelas Distribusi

$$K = 1 + (3,322 \log n)$$

$$K = 1 + (3,322 \log 27)$$

$$K = 5.75 \approx 6.00$$

Derajat Kebebasan (banyaknya parameter, untuk uji chi kuadrat adalah 2)

$$DK = K - (2 + 1)$$

$$DK = 3.00$$

Chi kritis (berdasarkan Tabel Derajat Kepercayaan *Chi-Square*), nilai derajat kebebasan sebesar 3.00 dan nilai α yang digunakan adalah 5%, maka nilai Chi Kritis adalah sebesar 7,815.

1. Distribusi Normal

Tabel 5. 6 Hasil Uji *Chi-Square* Distribusi Normal

Kelas	P	TR	KTR	RTR	Nilai Batas Tiap Kelas		Ei	Oi	(Ei-Oi)^2/Ei	
1	0.17	6	0.96	89.33		>	89.33	4.5	4	0.06
2	0.33	3	0.43	79.32	79.32	-	89.33	4.5	4	0.06
3	0.50	2	0.00	71.30	71.30	-	79.32	4.5	2	1.39
4	0.67	1.5	-0.44	63.11	63.11	-	71.30	4.5	8	2.72
5	0.83	1.2	-0.98	52.85	52.85	-	63.11	4.5	5	0.06
6	1.00	1				<	52.85	4.5	4	0.06
Jumlah								27	27	4.333

Berdasarkan Tabel 5.6 menunjukkan bahwa nilai Chi Hitung (4,333) < Chi Kritis (7,815) yang artinya data hujan yang digunakan **Mewakili distribusi Normal**.

2. Distribusi Log Normal

Tabel 5. 7 Hasil Uji *Chi-Square* Distribusi Log Normal

Kelas	P	TR	KTR	RTR	Nilai Batas Tiap Kelas		Ei	Oi	(Ei-Oi)^2/Ei	
1	0.17	6	0.96	1149.37		>	1149.37	4.5	0	4.50
2	0.33	3	0.43	241.39	241.39	-	1149.37	4.5	0	4.50
3	0.50	2	0.00	69.07	69.07	-	241.39	4.5	12	12.50
4	0.67	1.5	-0.44	19.24	19.24	-	69.07	4.5	15	24.50
5	0.83	1.2	-0.98	3.89	3.89	-	19.24	4.5	0	4.50
6	1.00	1				<	3.89	4.5	0	4.50
Jumlah								27	27	55.00

Berdasarkan Tabel 5.7 menunjukkan bahwa nilai Chi Hitung (55,000) > Chi Kritis (7,815) yang artinya data hujan yang digunakan **Tidak Mewakili distribusi Log Normal**.

3. Distribusi Gumbel

Tabel 5. 8 Hasil Uji *Chi-Square* Distribusi Gumbel

Kelas	P	TR	YTR	KTR	RTR	Nilai Batas Tiap Kelas			Ei	Oi	(Ei-Oi)^2/Ei
1	0.17	6	1.70	1.06	91.29		>	91.29	4.5	4	0.06
2	0.33	3	0.90	0.34	77.62	77.62	-	91.29	4.5	5	0.06
3	0.50	2	0.37	-0.15	68.45	68.45	-	77.62	4.5	3	0.50
4	0.67	1.5	-0.09	-0.57	60.58	60.58	-	68.45	4.5	7	1.39
5	0.83	1.2	-0.58	-1.01	52.21	52.21	-	60.58	4.5	4	0.06
6	1.00	1					<	52.21	4.5	4	0.06
Jumlah									27	27	2.11

Berdasarkan Tabel 5.8 menunjukkan bahwa nilai Chi Hitung (2,11) > Chi Kritis (7,815) yang artinya data hujan yang digunakan **Mewakili distribusi Gumbel**.

4. Distribusi Log Pearson Type III

Tabel 5. 9 Hasil Uji *Chi-Square* Distribusi Log Pearson Type III

Kelas	P	TR	KTR	RTR	Nilai Batas Tiap Kelas		Ei	Oi	(Ei-Oi)^2/Ei	
1	0.17	6	6	0.92	1034.51		>	1034.51	4.5	0
2	0.33	3	3	0.25	142.46	142.46	-	1034.51	4.5	0
3	0.5	2	2	-0.04	60.85	60.85	-	142.46	4.5	19
4	0.67	1.5	1.5	-1.08	2.93	2.93	-	60.85	4.5	8
5	0.83	1.2	1.2	-1.70	0.48	0.48	-	2.93	4.5	0
6	1	1	1	-2.09	0.15		<	0.15	4.5	0
					Jumlah			27	27	67,44

Berdasarkan Tabel 5.9 menunjukkan bahwa nilai Chi Hitung (67,44) > Chi Kritis (7,815) yang artinya data hujan yang digunakan **Tidak Mewakili distribusi Log Pearson Type III**.

5.1.3 Uji Smirnov-Kolmogorov

Sama seperti uji *Chi-Square*, sebelum melakukan uji Smirnov-Kolmogorov juga harus mengetahui nilai derajat kepercayaan dan DKritis yang akan digunakan. Berdasarkan Tabel Derajat Kepercayaan Smirnov-Kolmogorov, jumlah data sebanyak 27 dan α yang digunakan adalah 5%, maka nilai DKritis adalah sebesar 0.258.

1. Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel

Tabel 5. 10 Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel

No	Tahun	Rmax	Ri	P	f(t)	P'	ΔP
1	1998	97.95	118.08	0.04	2.49	0.01	0.03
2	1999	57.78	108.25	0.07	1.96	0.02	0.05
3	2000	57.19	97.95	0.11	1.42	0.04	0.07
4	2001	74.84	97.58	0.14	1.40	0.04	0.10
5	2002	86.15	87.04	0.18	0.84	0.19	-0.01
6	2003	80.42	86.15	0.21	0.79	0.20	0.01
7	2004	83.47	83.47	0.25	0.65	0.24	0.01
8	2005	97.58	80.42	0.29	0.48	0.30	-0.01
9	2006	118.08	78.20	0.32	0.37	0.34	-0.02
10	2007	108.25	74.84	0.36	0.19	0.41	-0.05
11	2008	78.20	70.50	0.39	-0.04	0.54	-0.14
12	2009	47.15	69.89	0.43	-0.07	0.55	-0.12
13	2010	69.89	68.39	0.46	-0.15	0.58	-0.12
14	2011	65.85	68.20	0.50	-0.16	0.58	-0.08
15	2012	68.20	65.85	0.54	-0.29	0.63	-0.10
16	2013	87.04	65.29	0.57	-0.32	0.64	-0.07
17	2014	63.99	64.84	0.61	-0.34	0.65	-0.05
18	2015	70.50	63.99	0.64	-0.39	0.67	-0.03
19	2016	44.94	61.08	0.68	-0.54	0.72	-0.04
20	2017	57.30	57.78	0.71	-0.72	0.78	-0.06
21	2018	49.38	57.30	0.75	-0.74	0.79	-0.04
22	2019	53.66	57.19	0.79	-0.75	0.79	0.00
23	2020	64.84	53.66	0.82	-0.94	0.84	-0.02
24	2021	68.39	49.38	0.86	-1.16	0.89	-0.03
25	2022	65.29	47.70	0.89	-1.25	0.90	-0.01
26	2023	47.70	47.15	0.93	-1.28	0.91	0.02
27	2024	61.08	44.94	0.96	-1.40	0.93	0.04

Berdasarkan Tabel 5.10 menunjukkan bahwa nilai D_{Hitung} (0.104) < D_{Kritis} (0.258) yang artinya data hujan yang digunakan **Mewakili distribusi Normal dan distribusi Gumbel**.

2. Distribusi Log Normal dan Distribusi Log Pearson Type III

Tabel 5. 11 Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Log Normal dan Log Pearson Type III

No	Tahun	Rmax	Ri	Log Ri	P	f(t)	P'	ΔP
1	1998	97.95	118.08	2.07	0.04	2.10	0.02	0.02
2	1999	57.78	108.25	2.03	0.07	1.76	0.03	0.04
3	2000	57.19	97.95	1.99	0.11	1.37	0.05	0.05
4	2001	74.84	97.58	1.99	0.14	1.35	0.06	0.08
5	2002	86.15	87.04	1.94	0.18	0.91	0.17	0.01
6	2003	80.42	86.15	1.94	0.21	0.87	0.18	0.03
7	2004	83.47	83.47	1.92	0.25	0.74	0.21	0.04
8	2005	97.58	80.42	1.91	0.29	0.60	0.26	0.03
9	2006	118.08	78.20	1.89	0.32	0.49	0.30	0.03
10	2007	108.25	74.84	1.87	0.36	0.31	0.36	0.00
11	2008	78.20	70.50	1.85	0.39	0.08	0.45	-0.06
12	2009	47.15	69.89	1.84	0.43	0.05	0.46	-0.03
13	2010	69.89	68.39	1.83	0.46	-0.04	0.54	-0.07
14	2011	65.85	68.20	1.83	0.50	-0.05	0.54	-0.04
15	2012	68.20	65.85	1.82	0.54	-0.19	0.59	-0.06
16	2013	87.04	65.29	1.81	0.57	-0.22	0.61	-0.04
17	2014	63.99	64.84	1.81	0.61	-0.25	0.62	-0.01
18	2015	70.50	63.99	1.81	0.64	-0.30	0.64	0.01
19	2016	44.94	61.08	1.79	0.68	-0.48	0.70	-0.02
20	2017	57.30	57.78	1.76	0.71	-0.70	0.77	-0.06
21	2018	49.38	57.30	1.76	0.75	-0.73	0.78	-0.03
22	2019	53.66	57.19	1.76	0.79	-0.74	0.78	0.00
23	2020	64.84	53.66	1.73	0.82	-0.99	0.85	-0.03
24	2021	68.39	49.38	1.69	0.86	-1.32	0.91	-0.06
25	2022	65.29	47.70	1.68	0.89	-1.45	0.93	-0.04
26	2023	47.70	47.15	1.67	0.93	-1.50	0.94	-0.01
27	2024	61.08	44.94	1.65	0.96	-1.68	0.96	0.01

Berdasarkan Tabel 5.11 menunjukkan bahwa nilai D_{Hitung} (0.082) < D_{Kritis} (0.258) yang artinya data hujan yang digunakan **Mewakili distribusi Log Normal dan distribusi Log Pearson Type III.**

5.1.4 Hujan Rancangan

Setelah dilakukan uji *Chi-Square* dan uji *Smirnov-Kolmogorov*, kemudian hitung hujan rancangan dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.

1. Distribusi Normal

$$R_{Tr} = \bar{X} + (K_{Tr} \times S_d)$$

Tabel 5. 12 Hujan Rancangan dengan Periode Ulang Distribusi Normal

Tr (Tahun)	KTr (m ³ /d)	RTr (mm)
100	2.326	115.07
50	2.05	109.87
25	1.724	103.73
10	1.282	95.42
5	0.842	87.14
2	0.000	71.30

2. Distribusi Gumbel

$$R_{Tr} = \bar{X} + (K_{Tr} \times S_d)$$

Tabel 5. 13 Hujan Rancangan dengan Periode Ulang Distribusi Gumbel

Tr (Tahun)	Ytr	KTr (m ³ /d)	RTr (mm)
100	4.600	3.696	140.841
50	3.902	3.061	128.902
25	3.199	2.422	116.875
10	2.250	1.560	100.662
5	1.500	0.879	87.831
2	0.367	-0.151	68.451

3. Distribusi Log Normal

$$\text{Log } R_{Tr} = \text{Log } R_t + K_{Tr} \times S_{\text{Log } r}$$

$$R_{Tr} = 10^{(\text{Log } R_t + K_{Tr} \times S_{\text{Log } r})}$$

Tabel 5. 14 Hujan Rancangan dengan Periode Ulang Distribusi Log Normal

Tr (Tahun)	KTr (m ³ /d)	RTr (mm)
100	2.326	125.0
50	2.050	116.5
25	1.724	107.2
10	1.282	95.8
5	0.842	85.6
2	0.000	69.1

4. Distribusi Log Pearson Type III

$$\text{Log } R_{Tr} = \text{Log } R_t + K_{Tr} \times S_{\text{Log } r}$$

$$R_{Tr} = 10^{(\text{Log } R_t + K_{Tr} \times S_{\text{Log } r})}$$

Tabel 5. 15 Hujan Rancangan dengan Periode Ulang Distribusi Log Pearson Type III

P	Tr (Tahun)	KTr (m ³ /d)	RTr (mm)
0.01	100	2.515	131.2
0.02	50	2.190	120.7
0.04	25	1.837	110.3
0.10	10	1.306	96.4
0.20	5	0.826	85.3
0.50	2	-0.043	68.3

Semua hasil perhitungan kemudian disimpulkan untuk memilih sebaran distribusi apa yang paling cocok untuk digunakan nilai curah hujan rencananya.

Tabel 5. 16 Kesimpulan Sebaran Distribusi

Curah Hujan Rancangan				
Analisis Distribusi Frekuensi				
Tr (Tahun)	Normal	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III
100	115.07	140.84	125.00	131.17
50	109.87	128.90	116.50	120.74
25	103.73	116.87	107.20	110.33
10	95.42	100.66	95.78	96.36
5	87.14	87.83	85.61	85.27
2	71.30	68.45	69.07	68.31
Uji Kesesuaian Distribusi				
Uji Chi Kuadrat				
X ² Hitung	4.333	2.111	55.000	67.444
X ² Kritis	7.815	7.815	7.815	7.815
Kesimpulan	MEWAKILI	MEWAKILI	TIDAK MEWAKILI	TIDAK MEWAKILI
Uji Smirnov Kolmogorof				
D Hitung	0.104	0.104	0.082	0.082
D kritis	0.258	0.258	0.258	0.258
Kesimpulan	MEWAKILI	MEWAKILI	MEWAKILI	MEWAKILI
Pemilihan Distribusi Berdasarkan Parameter Statistik				
Cs	0.800	0.800	0.2597	0.2597
	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI
Ck	3.492	3.492	2.8118	2.8118
	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI

Berdasarkan Tabel 5.16, Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel memenuhi untuk uji perhitungan *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorov*, kemudian semua

distribusi memenuhi uji Smirnov-Kolmogorov, dan distribusi Log Pearson type III hanya memenuhi untuk uji sebaran berdasarkan nilai Ck, Cs, dan Cv. Dari uji kesesuaian distribusi *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorov*, distribusi yang diterima adalah Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel, untuk perencanaan ambil curah hujan rencana terbesar, agar desain rencana dapat mengantisipasi hujan besar kedepannya dan mewakili statistik data yang dianalisis. Sehingga Distribusi yang digunakan adalah **Distribusi Gumbel**.

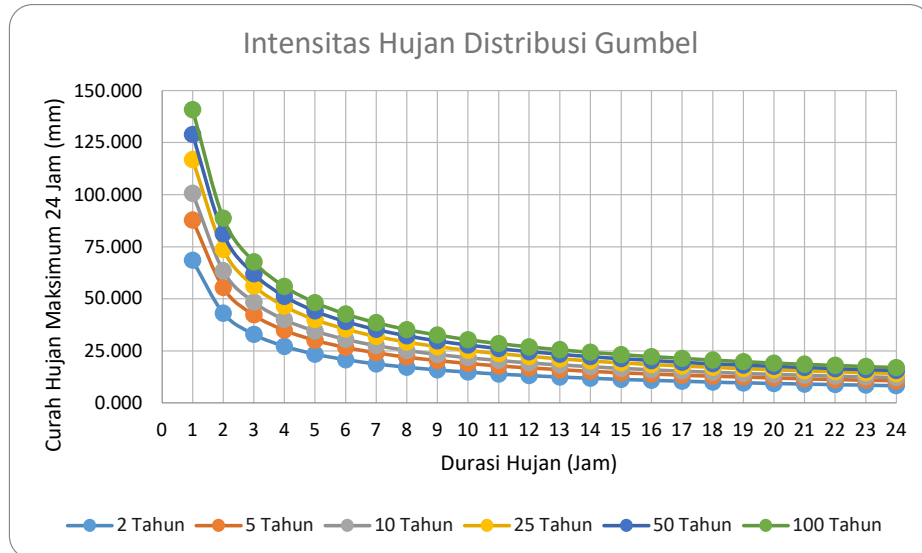
5.1.5 Intensitas Hujan

Selanjutnya melakukan perhitungan intensitas hujan untuk digunakan saat perhitungan debit rencana. Perhitungan intensitas hujan menggunakan Metode Lengkung Hujan (Mononobe).

Tabel 5. 17 Intensitas Hujan Mononobe Distribusi Gumbel

T (jam)	T (menit)	Curah Hujan Maksimum 24 Jam					
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	60	68.451	87.831	100.662	116.875	128.902	140.841
2	120	43.121	55.330	63.413	73.627	81.203	88.724
3	180	32.908	42.225	48.393	56.188	61.970	67.709
4	240	27.165	34.856	39.948	46.382	51.155	55.893
5	300	23.410	30.038	34.426	39.971	44.084	48.167
6	360	20.730	26.600	30.486	35.396	39.038	42.654
7	420	18.706	24.002	27.509	31.939	35.226	38.488
8	480	17.113	21.958	25.166	29.219	32.226	35.210
9	540	15.820	20.300	23.265	27.012	29.792	32.551
10	600	14.747	18.923	21.687	25.180	27.771	30.343
11	660	13.839	17.758	20.352	23.630	26.061	28.475
12	720	13.059	16.757	19.205	22.298	24.593	26.870
13	780	12.381	15.886	18.207	21.139	23.315	25.474
14	840	11.784	15.120	17.329	20.120	22.191	24.246
15	900	11.254	14.441	16.550	19.216	21.193	23.156
16	960	10.780	13.832	15.853	18.407	20.301	22.181
17	1020	10.353	13.285	15.225	17.678	19.497	21.302
18	1080	9.966	12.788	14.656	17.017	18.768	20.506
19	1140	9.613	12.335	14.137	16.414	18.103	19.780
20	1200	9.290	11.920	13.662	15.862	17.495	19.115
21	1260	8.993	11.539	13.225	15.355	16.935	18.503
22	1320	8.718	11.187	12.821	14.886	16.418	17.938
23	1380	8.464	10.860	12.447	14.451	15.938	17.414

T (jam)	T (menit)	Curah Hujan Maksimum 24 Jam					
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
24	1440	8.227	10.556	12.098	14.047	15.492	16.927



Gambar 5. 2 Intensitas Hujan Mononobe Distribusi Gumbel

5.1.6 Distribusi Hujan Jam-Jaman

Pola distribusi hujan jam-jaman merupakan suatu proses dimana pencatatan hujan dilakukan dengan suatu interval waktu tertentu. Interval waktu berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau, yakni dilakukan dalam satuan tahunan, bulanan, harian, jam-jaman, atau menit. Agar distribusi hujan selama terjadinya hujan dapat dilakukan pencatatan lebih baik, sebaiknya interval waktu yang digunakan adalah interval waktu yang singkat. Dalam penentuan rasio hujan jam-jaman digunakan persamaan Mononobe sebagai berikut.

$$R_T = \left[\frac{R_{24}}{t} \right] \cdot \left[\frac{t}{T} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Dimana:

R_T = intensitas hujan rata-rata dalam T jam (mm/jam)

R_{24} = curah hujan efektif dalam satu hari (mm)

T = waktu mulai hujan (jam)

t = waktu konsentrasi hujan (jam) (untuk Indonesia 6 jam)

$$R_T = \left[\frac{1}{6} \right] \cdot \left[\frac{6}{1} \right]^{\frac{2}{3}} = 0,5503$$

Tabel 5. 18 Intensitas Hujan Jam-Jaman

Jam ke- (t)	Distribusi Hujan (R _T)	
	1 jam-an	
1	0.5503	R ₂₄
2	0.3467	R ₂₄
3	0.2646	R ₂₄
4	0.2184	R ₂₄
5	0.1882	R ₂₄
6	0.1667	R ₂₄

Metode sebaran hujan-jaman ditampilkan pada persamaan berikut.

$$R_t = (t \times I) - [(t - 1) \times (I_{t-1})]$$

Dimana:

R_t = sebaran hujan jam-jaman (mm)

I = intensitas hujan rencana rata-rata dalam T jam (mm/jam)

t = jam ke- (jam)

Tabel 5. 19 Analisis Rasio Intensitas Hujan Jam-Jaman

Jam ke- (t)	Curah Hujan	Rasio	Kumulatif
	jam ke-	(%)	(%)
1	0.5503	R ₂₄	55.03
2	0.1430	R ₂₄	14.30
3	0.1003	R ₂₄	10.03
4	0.0799	R ₂₄	7.99
5	0.0675	R ₂₄	6.75
6	0.0590	R ₂₄	5.90
Jumlah	1.00		100

5.1.7 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif merupakan curah hujan yang berubah menjadi aliran permukaan, yaitu curah hujan rancangan dikurangi dengan kehilangan air (*losses*).

Persamaan curah hujan efektif ditunjukkan sebagai berikut.

$$R_e = R_t \times C$$

Dimana:

R_e = curah hujan efektif (mm)

R_t = curah hujan rencana

C = koefisien pengaliran

Nilai C yang digunakan sebesar 0,4 dengan asumsi kawasan adalah hutan dengan elevasi datar.

Tabel 5. 20 Analisis Hujan Efektif

Kala Ulang (tahun)	Curah Hujan Rancangan (mm)	Koefisien Pengaliran	Hujan Efektif (mm)
2	68.45	0.400	27.380
5	87.83	0.400	35.132
10	100.66	0.400	40.265
25	116.87	0.400	46.750
50	128.90	0.400	51.561
100	140.84	0.400	56.336

Tabel 5. 21 Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman

t (Jam)	Rasio	Hujan Netto Jam-jaman = Rn x Rt					
		2	5	10	25	50	100
1	0.550	15.07	19.33	22.16	25.73	28.38	31.00
2	0.143	3.92	5.03	5.76	6.69	7.38	8.06
3	0.100	2.75	3.53	4.04	4.69	5.17	5.65
4	0.080	2.19	2.81	3.22	3.73	4.12	4.50
5	0.067	1.85	2.37	2.72	3.15	3.48	3.80
6	0.059	1.61	2.07	2.37	2.76	3.04	3.32
Jumlah (mm)		37.43	27.38	35.13	40.26	46.75	51.56
Hujan Rancangan (mm)		93.59	68.45	87.83	100.66	116.87	128.90
Koefisien Pengaliran		0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Hujan Efektif (mm)		37.43	27.38	35.13	40.26	46.75	51.56

5.1.8 Debit Rancangan

Sebelum melakukan perhitungan debit rancangan, perlu diketahui terlebih dahulu waktu konsentrasi (tc). tc merupakan waktu terpanjang yang dibutuhkan untuk seluruh daerah layanan dalam menyalurkan aliran air secara simultan (*runoff*) setelah melewati titik titik tertentu. Dalam persamaan tc perlu diketahui panjang DAS dan kemiringan sungai.

$$L = 2,557 \text{ km}$$

$$\text{Elev1} = 8,6855 \text{ m}$$

$$\text{Elev2} = 0,3895 \text{ m}$$

$$S = \frac{\text{elev1} - \text{elev}}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{8,6855 - 0,3895}{2,557} \times 100\%$$

$$S = 0,32\% = 0,0032$$

$$t_c = 3,97L^{0,77}S^{-0,385}$$

$$t_c = 3,97 \times (2,557)^{0,77} \times (0,0032)^{-0,385}$$

$$t_c = 74,294 \text{ menit} = 1,238 \text{ jam}$$

Setelah diketahui nilai t_c , selanjutnya menghitung nilai debit rancangan kala ulang 25 tahun.

$$R_{24} = 116.87 \text{ mm}$$

$$C = 0,4 \text{ (hutan dengan lahan datar)}$$

$$A = 1,119 \text{ km}^2$$

$$I_t = \left[\frac{I_{24}}{24} \right] \cdot \left[\frac{24}{t_c} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I_t = \left[\frac{116,87}{24} \right] \cdot \left[\frac{24}{1,2448} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I_t = 35,138 \text{ mm/jam}$$

$$Qp = 0,278 C.I.A$$

$$Qp = 0,278 \times (0,4) \times (35,138) \times (1,119)$$

$$Qp = 4,37 \text{ m}^3/\text{det}$$

Berdasarkan analisis perhitungan diatas dapat diketahui bahwa debit rancangan 25 tahun adalah sebesar $4,37 \text{ m}^3/\text{det}$.

5.1.9 Hidrograf Banjir

Dalam analisis hidrograf banjir, perlu diketahui data untuk mendukung analisis tersebut yakni.

$$L = 2,557 \text{ km}$$

$$A = 1,119 \text{ km}^2$$

$$Re = 1 \text{ mm}$$

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \text{ (karena } L < 15 \text{ km)}$$

$$t_g = 0,21 (2,557)^{0,7}$$

$$t_g = 0,4052 \text{ jam}$$

$$t_r = 0,5t_g \text{ sampai } 1t_g$$

$$t_r = 1 * (0,4052)$$

$$t_r = 0,4052 \text{ jam}$$

$$T_p = t_g + 0,8T_r$$

$$T_p = 0,4052 + 0,8 (0,4052)$$

$$T_p = 0,7293 \text{ jam}$$

$$\alpha = \frac{[0,47 (A.L)^{0,25}]}{t_g}$$

$$\alpha = \frac{[0,47 (1,119,2,557)^{0,25}]}{0,4052}$$

$$\alpha = 1,5087 \text{ jam}$$

Ambil nilai $\alpha = 3$ untuk bagian naik hidrograf cepat, turun lambat.

$$T_{0,3} = \alpha t_g$$

$$T_{0,3} = 3 \times 0,4052$$

$$T_{0,3} = 1,2155 \text{ jam}$$

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{c A R e}{0,3T_p + T_{0,3}} \right)$$

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{0,4 \times 1,119 \times 1}{0,3(0,6452) + 1,2155} \right)$$

$$Q_p = 0,0867 m^3/det$$

$$D = \frac{L}{A}$$

$$D = \frac{2,557}{1,119} = 2,285 km/km^2$$

$$Q_{base} = 0,4751 A^{0,6444} D^{0,943}$$

$$Q_{base} = 0,4751 (1,119)^{0,6444} (2,285)^{0,943}$$

$$Q_{base} = 1,1135 m^3/det$$

Tabel 5. 22 Lengkung Hidrograf Nakayasu

Karakteristik	Notasi	Persamaan	Awal		Akhir	
			Notasi	Nilai	Notasi	Nilai
Lengkung Naik	Qa	$Q_p \cdot (t/T_p)^{2.4}$	0	0.0000	Tp	0.7293
Debit Puncak	Qp	Qp	Tp	0.7293	Tp	0.7293
Lengkung Turun Tahap 1	Qd1	$Q_p \cdot 0.3^{\wedge}[(t-T_p)/T_{0.3}]$	Tp	0.7293	Tp + T _{0.3}	1.9448
Lengkung Turun Tahap 2	Qd2	$Q_p \cdot 0.3^{\wedge}[(t-T_p+0.5T_{0.3})/1.5T_{0.3}]$	Tp + T _{0.3}	1.9448	Tp + T _{0.3} + 1.5T _{0.3}	3.7680
Lengkung Turun Tahap 3	Qd3	$Q_p \cdot 0.3^{\wedge}[(t-T_p+1.5T_{0.3})/2T_{0.3}]$	Tp + T _{0.3} + 1.5T _{0.3}	3.7680	-	-

Tabel 5. 23 Resume Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu

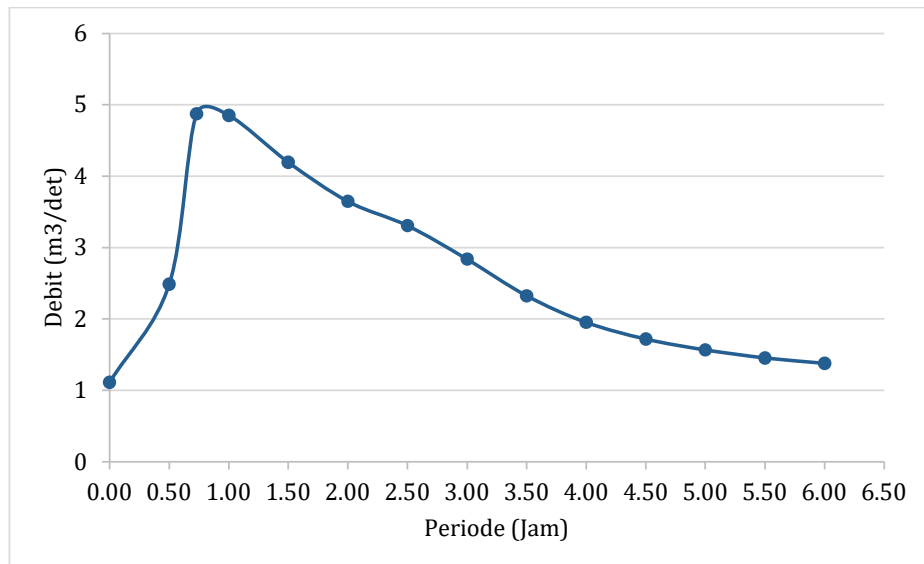
t (jam)	Q (m ³ /det)	Keterangan	
0	0.00	Qa	t < Tp
0.50	0.04		
0.73	0.09	Qp	Tp
1.00	0.07	Qd1	Tp < t < Tp+T _{0.3}
1.50	0.04		
2.00	0.03	Qd2	Tp+T _{0.3} < t < Tp+1.5T _{0.3}
2.50	0.02		
3.00	0.01	Qd3	t > Tp+1.5T _{0.3}
3.50	0.01		
4.00	0.01		
4.50	0.01		
5.00	0.00		
5.50	0.00		
6.00	0.00		

Hitung hidrograf satuan sintetis untuk kala ulang 25 tahun.

Tabel 5. 24 Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu Kala Ulang 25 Tahun

t (jam)	U (t,i) (m ³ /det)	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	Qbaseflow (m ³ /det)	Debit (m ³ /det)
		25.73	6.69	4.69	3.73	3.15	2.76		
0.00	0.00	0.00						1.11	1.11
0.50	0.04	0.90	0.00					1.11	2.01
0.73	0.09	2.23	0.23	0.00				1.11	3.58
1.00	0.07	1.71	0.58	0.16	0.00			1.11	3.56
1.50	0.04	1.04	0.44	0.41	0.13	0.00		1.11	3.13
2.00	0.03	0.65	0.27	0.31	0.32	0.11	0.00	1.11	2.77
2.50	0.02	0.46	0.17	0.19	0.25	0.27	0.10	1.11	2.55
3.00	0.01	0.29	0.12	0.12	0.15	0.21	0.24	1.11	2.24
3.50	0.01	0.23	0.08	0.08	0.09	0.13	0.18	1.11	1.91
4.00	0.01	0.18	0.06	0.05	0.07	0.08	0.11	1.11	1.66
4.50	0.01	0.14	0.05	0.04	0.04	0.06	0.07	1.11	1.51
5.00	0.00	0.11	0.04	0.03	0.03	0.04	0.05	1.11	1.41

t (jam)	U (t,i) (m ³ /det)	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	Qbaseflow (m ³ /det)	Debit (m ³ /det)
		25.73	6.69	4.69	3.73	3.15	2.76		
5.50	0.00	0.09	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.11	1.34
6.00	0.00	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	1.11	1.29



Gambar 5. 3 Hidrograf Banjir Rancangan Dengan Kala Ulang 25 Tahun

5.2 Analisis Evapotranspirasi Potensial

Analisis Evapotranspirasi Potensial menggunakan metode Modifikasi Penman-Monteith dengan data yang digunakan adalah data klimatologi yang didapat dari Stasiun Klimatologi Kalimantan Selatan. Analisis Evapotranspirasi Potensial hanya dilakukan satu kali dengan data dari BMKG. Berikut adalah analisis evapotranspirasi potensial.

- Rekapitulasi dilakukan terhadap temperature minimal, maksimal, dan rata-rata. Kemudian rekapitulasi kelembapan rata-rata, penyinaran matahari, dan kecepatan angin rata-rata.
- Data Bulan Desember tahun sebelumnya digunakan dalam analisis evapotranspirasi potensial dengan metode modifikasi penman-monteith.

Tabel 5. 25 Data Klimatologi Bulan Desember Tahun 2000 Stasiun Klimatologi Kalimantan Selatan

2000									
Bulan	Temperatur (C)			Humidity (%)			Wind (m/s)	Radiation (MJ/m2/d)	Eto (mm)
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean			Total
Desember	23.7	31.3	26.6			89.8	2.0	3.4	3.5

- c. Hasil rekapitulasi data klimatologi, kemudian dirata-ratakan dan direkapitulasi menjadi data tahun 2001.

Tabel 5. 26 Rerata Data Klimatologi Tahun 2001 Stasiun Klimatologi Kalimantan Selatan

2001									
Bulan	Temperatur (C)			Humidity (%)			Wind (m/s)	Radiation (MJ/m2/d)	Eto (mm)
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean			Total
Januari	23.5	31.1	26.2			90.1	1.8	2.9	3.4
Februari	23.5	31.7	26.6			89.1	1.7	3.0	3.6
Maret	23.5	32.1	26.8			88.6	1.7	4.4	3.7
April	23.9	32.7	27.0			88.6	1.7	4.2	3.8
Mei	23.4	33.7	27.3			86.6	1.6	5.3	4.1
Juni	22.6	32.7	26.5			86.7	1.6	4.3	4.0
Juli	22.1	33.7	26.7			82.9	1.7	5.8	4.3
Agustus	21.0	34.4	26.6			78.2	1.9	4.9	4.7
September	22.7	34.9	27.6			78.9	2.0	5.6	4.6
Oktober	22.2	33.6	27.2			86.0	1.9	4.6	4.3
November	23.4	31.6	26.5			89.1	1.8	3.5	3.6
Desember	23.5	31.9	26.4			89.4	1.7	3.8	3.6

- d. Rekapitulasi evapotranspirasi potensial tahun 2000 sampai dengan tahun 2024 ditampilkan pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 27 Rekapitulasi Evapotranspirasi Potensial Harian

Tahun	Evapotranspirasi Harian (mm/hari)												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	Rerata Et0
2000	3.6	3.7	3.8	3.7	4.0	3.9	4.1	4.3	4.5	4.0	3.8	3.5	3.9
2001	3.4	3.6	3.7	3.8	4.1	4.0	4.3	4.7	4.6	4.3	3.6	3.6	4.0
2002	3.9	3.7	3.7	3.8	4.3	3.9	4.7	4.8	4.8	5.3	4.1	3.9	4.2
2003	3.7	3.6	3.9	3.9	4.1	4.4	4.3	4.5	4.6	4.0	3.9	3.2	4.0
2004	3.6	3.5	3.6	3.9	4.1	4.3	4.0	4.8	4.8	5.0	4.1	3.5	4.1
2005	3.5	3.7	3.7	3.8	4.0	4.4	4.0	4.4	4.8	4.0	3.7	3.3	3.9
2006	3.3	3.4	3.6	3.6	3.9	3.1	4.1	4.5	4.9	5.3	4.5	4.0	4.0
2007	3.4	3.3	3.6	3.6	3.8	3.6	3.8	4.2	4.5	4.3	3.7	3.6	3.8

Tahun	Evapotranspirasi Harian (mm/hari)												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	Rerata Et0
2008	3.6	3.6	3.5	3.7	4.0	3.9	3.6	3.7	4.0	3.7	3.6	3.3	3.7
2009	3.4	3.5	3.8	3.9	4.0	4.2	4.2	4.6	4.9	4.3	3.9	3.4	4.0
2010	3.4	3.6	3.5	3.6	3.6	3.4	3.3	3.5	3.5	3.6	3.5	3.4	3.5
2011	3.4	3.5	3.4	3.5	3.8	4.1	4.2	4.6	4.1	4.1	3.7	3.2	3.8
2012	3.4	3.4	3.5	3.7	3.9	3.8	3.5	4.2	4.4	4.2	3.8	3.5	3.8
2013	3.4	3.5	3.7	3.7	3.6	3.8	3.5	3.9	4.0	4.4	3.7	3.3	3.7
2014	3.2	3.4	3.4	3.5	3.6	3.6	3.8	4.2	4.7	5.1	4.2	3.5	3.8
2015	3.2	3.3	3.4	3.7	4.0	3.9	4.3	4.7	4.8	5.0	4.1	3.6	4.0
2016	3.6	3.5	3.6	3.7	3.9	3.7	3.9	4.2	4.1	3.9	3.7	3.4	3.8
2017	3.4	3.5	3.5	3.6	3.7	3.6	3.7	3.9	4.2	4.1	3.6	3.3	3.7
2018	3.3	3.4	3.5	3.7	3.8	3.8	3.9	4.3	4.4	4.3	3.8	3.4	3.8
2019	3.5	3.7	3.5	3.6	4.0	3.7	4.1	4.6	4.9	4.6	4.3	3.6	4.0
2020	3.5	3.5	3.6	3.5	3.7	3.7	3.7	4.1	3.9	4.1	3.7	3.3	3.7
2021	3.2	3.4	3.5	3.9	3.7	3.8	3.7	3.7	3.6	3.8	3.4	3.2	3.6
2022	3.4	3.4	3.6	3.8	3.7	3.7	3.6	3.8	3.8	3.7	3.7	3.5	3.6
2023	3.3	3.5	3.5	3.6	4.1	4.1	4.1	4.6	4.8	5.2	4.5	3.9	4.1
2024	3.8	3.8	4.0	4.1	4.2	4.0	4.0	4.2	4.4	4.2	3.8	3.4	4.0
Rerata	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.8	3.8	4.2	4.3	4.3	3.8	3.4	3.8

Tabel 5. 28 Rekapitulasi Evapotranspirasi Potensial Tahunan

Tahun	Evapotranspirasi Tahunan												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	Et0
2000	110.6	104.5	116.5	111.1	125.5	117.8	125.8	134.4	134.0	122.8	113.0	107.5	1423.6
2001	106.8	99.9	114.0	113.0	126.8	119.9	134.3	146.8	139.4	132.4	108.2	112.2	1453.6
2002	119.6	102.3	114.4	114.4	133.0	116.7	145.9	147.9	145.2	163.6	123.4	119.7	1546.0
2003	113.4	100.7	119.8	118.1	128.4	131.5	132.5	140.4	138.4	122.6	115.7	97.9	1459.5
2004	110.5	97.5	111.3	118.4	125.8	127.5	124.1	147.9	144.7	154.5	121.7	109.1	1492.9
2005	108.0	103.0	114.6	112.5	122.6	132.0	123.3	136.7	144.2	124.0	110.9	102.7	1434.5
2006	103.5	96.2	111.2	107.2	119.6	93.2	128.1	139.2	147.3	164.0	134.5	123.5	1467.5
2007	104.2	93.6	112.7	106.5	118.5	106.5	117.5	128.8	135.5	134.5	111.4	110.3	1380.1
2008	110.4	101.8	109.4	111.3	124.6	118.2	112.6	114.9	119.8	116.0	107.2	101.7	1348.0
2009	104.1	98.2	117.7	118.2	123.8	125.1	131.0	141.5	145.6	134.7	116.4	106.4	1462.5
2010	104.9	99.8	109.0	107.9	112.6	102.7	100.9	107.2	104.0	112.0	105.2	104.4	1270.4
2011	106.1	97.7	106.1	103.9	116.4	122.0	130.4	142.5	123.2	127.2	112.3	97.8	1385.6
2012	106.7	98.4	108.9	111.2	120.1	113.1	109.9	130.0	132.5	131.4	114.1	107.5	1383.9
2013	104.8	97.2	114.0	111.5	110.8	113.8	109.3	119.8	120.9	135.7	112.4	100.9	1351.1
2014	99.0	96.0	106.4	104.6	111.8	106.5	118.7	128.9	142.4	158.3	125.6	107.7	1405.8
2015	100.4	91.4	106.2	111.5	122.6	115.7	132.6	146.3	143.0	155.1	123.2	112.1	1459.9
2016	110.2	101.1	111.5	110.5	121.7	112.0	121.3	130.8	122.3	120.8	112.1	104.1	1378.4

2017	106.2	98.6	108.4	108.4	115.4	107.0	113.3	120.5	126.1	125.6	108.9	103.6	1342.0
2018	103.8	96.1	108.4	110.3	116.7	114.5	120.2	132.4	133.4	132.4	113.8	106.3	1388.4
2019	107.0	102.3	108.8	108.3	122.9	110.4	127.8	141.6	146.1	144.0	127.9	113.1	1460.1
2020	108.7	101.7	111.6	106.4	114.0	110.7	114.2	127.8	117.2	126.3	110.5	103.5	1352.6
2021	98.0	96.0	108.5	115.7	114.9	113.8	113.7	113.2	108.6	117.0	103.2	100.6	1303.1
2022	104.8	94.6	111.3	112.9	115.9	110.7	112.2	117.4	115.4	115.3	110.4	109.7	1330.7
2023	103.4	97.5	109.8	109.1	127.0	123.9	125.9	141.9	142.6	159.7	136.2	122.3	1499.5
2024	116.3	111.4	124.4	122.2	130.7	119.8	122.9	131.7	132.5	131.5	115.3	106.6	1465.2
Rerata	105.3	98.6	110.7	110.8	118.6	113.9	119.0	129.6	128.5	132.9	115.5	106.7	1384.9

Berdasarkan Tabel 5.28, penguapan paling besar terjadi pada Bulan Oktober sebesar 132.9 mm/bulan dan penguapan paling kecil terjadi pada Bulan Februari sebesar 98,6 mm/bulan.

5.3 Analisis Ketersediaan Air

Analisis ketersediaan air merupakan suatu kajian untuk mengetahui jumlah, kualitas, dan kontinuitas air yang dapat dimanfaatkan pada suatu wilayah dalam periode tertentu. Analisis ketersediaan air untuk sumber air baku menggunakan persamaan F.J. Mock. Sebelum dilakukan analisis, perlu dilakukan kalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi dilakukan antara data hujan tahun 2001 yang didapat dari satelit Giovanni dengan debit Sungai Tabanio – Bajuin tahun 2001 untuk mendapatkan nilai $R < 0.9$ dan Nilai $VE < 0.05$.

Luas DAS (km ²)	: 184,1 km ²
Koefisien Infiltrasi Basah (Cws/WIC)	: 0,700
Koefisien Infiltrasi Kering (Cds/DIC)	: 0,999
<i>Initial Soil Moisture</i> (ISM)	: 359,192 mm/bulan
<i>Soil Moisture Capacity</i> (SMC)	: 100,010 mm/bulan
<i>Initial Groundwater Storage</i> (IGWS)	: 1800 mm/bulan
<i>Groundwater Recession</i> (k)	: 0,968
R	: 0,712
VE	: 0,011

Kalibrasi Model Mock memerlukan data debit, data hujan, dan data evapotranspirasi potensial. Semua data kemudian dimasukkan dalam perhitungan, dan selanjutnya akan didapatkan nilai *Q Reliable Operation* (QRO) atau yang dikenal dengan debit andalan

Tabel 5. 29 Simulasi Model Mock antara Hujan Tahun 2001 dengan Debit Sungai Tabanio Tahun 2001

Data	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
Debit (Qobs) m ³ /dt	19.85	15.68	11.94	11.08	5.05	10.62	5.53	5.24	5.19	5.60	11.22	26.13
P (mm)	245.45	150.51	188.91	109.74	119.54	236.30	179.15	101.89	81.88	90.71	167.80	199.53
PET (mm)	87.89	89.59	101.61	94.37	101.16	89.05	96.93	106.07	114.14	98.85	100.96	96.37
CF	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
AET (mm)	87.89	89.59	101.61	94.37	101.16	89.05	96.93	106.07	114.14	98.85	0.24	0.24
ER (mm)	157.56	60.92	87.30	15.36	18.38	147.25	82.22	0.00	0.00	0.00	167.56	199.29
ISM (mm)	359.19	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01
WS (mm)	416.74	320.10	346.48	274.54	277.56	406.43	341.40	259.18	259.18	259.18	426.74	458.47
I (mm)	291.72	224.07	242.54	192.18	194.29	406.02	341.06	258.92	258.92	258.92	298.72	320.93
GWS (mm)	2029.45	2184.99	2353.73	2467.52	2579.74	2896.72	3139.63	3293.94	3443.31	3587.91	3767.03	3962.28
BSF (mm)	62.27	68.53	73.80	78.39	82.07	89.05	98.15	104.61	109.55	114.33	119.59	125.68
DRO (mm)	125.02	96.03	103.94	82.36	83.27	0.41	0.34	0.26	0.26	0.26	128.02	137.54
TRO (mm)	187.29	164.56	177.75	160.76	165.34	89.45	98.49	104.87	109.81	114.59	247.62	263.22
Qcal (m ³ /dt)	12.87	12.09	12.22	11.42	11.36	6.35	6.77	7.21	7.80	7.88	17.59	18.09

Setelah didapatkan hasil kalibrasi, kemudian lakukan simulasi dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2024 dengan menggunakan luas DAS rencana wilayah yang akan dijadikan embung sebagai sumber air baku yakni 1,119 km².

Tabel 5. 30 Rekapitulasi Debit Andalan Q90

No	Probabilitas (%)	Debit Andalan (m ³ /det)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
1	4.00%	0.0858	0.0525	0.0560	0.0515	0.0490	0.0312	0.0321	0.0342	0.0365	0.0362	0.0547	0.0615
2	8.00%	0.0815	0.0507	0.0479	0.0461	0.0448	0.0300	0.0302	0.0301	0.0302	0.0284	0.0412	0.0558
3	12.00%	0.0794	0.0497	0.0446	0.0436	0.0425	0.0294	0.0292	0.0297	0.0301	0.0282	0.0404	0.0525
4	16.00%	0.0793	0.0494	0.0432	0.0409	0.0391	0.0289	0.0283	0.0292	0.0295	0.0278	0.0402	0.0520
5	20.00%	0.0782	0.0485	0.0421	0.0404	0.0389	0.0282	0.0276	0.0271	0.0271	0.0266	0.0401	0.0478
6	24.00%	0.0770	0.0470	0.0418	0.0396	0.0356	0.0282	0.0272	0.0267	0.0270	0.0265	0.0398	0.0451
7	28.00%	0.0761	0.0465	0.0392	0.0389	0.0341	0.0280	0.0271	0.0264	0.0268	0.0255	0.0364	0.0405
8	32.00%	0.0757	0.0463	0.0387	0.0373	0.0332	0.0276	0.0270	0.0263	0.0268	0.0251	0.0343	0.0400
9	36.00%	0.0744	0.0458	0.0382	0.0356	0.0332	0.0275	0.0270	0.0262	0.0264	0.0248	0.0313	0.0394
10	40.00%	0.0739	0.0444	0.0360	0.0349	0.0329	0.0273	0.0267	0.0262	0.0263	0.0247	0.0282	0.0371
11	44.00%	0.0734	0.0439	0.0360	0.0335	0.0312	0.0273	0.0264	0.0256	0.0262	0.0246	0.0281	0.0351
12	48.00%	0.0720	0.0433	0.0360	0.0329	0.0305	0.0271	0.0262	0.0256	0.0262	0.0245	0.0247	0.0338
13	52.00%	0.0717	0.0433	0.0357	0.0326	0.0300	0.0270	0.0255	0.0254	0.0262	0.0245	0.0245	0.0329
14	56.00%	0.0713	0.0427	0.0351	0.0321	0.0299	0.0265	0.0252	0.0253	0.0256	0.0240	0.0240	0.0306
15	60.00%	0.0703	0.0411	0.0335	0.0310	0.0288	0.0264	0.0252	0.0250	0.0254	0.0238	0.0238	0.0302
16	64.00%	0.0702	0.0401	0.0333	0.0298	0.0284	0.0263	0.0252	0.0247	0.0247	0.0231	0.0231	0.0293
17	68.00%	0.0684	0.0375	0.0333	0.0298	0.0284	0.0263	0.0248	0.0244	0.0244	0.0229	0.0229	0.0293
18	72.00%	0.0678	0.0373	0.0332	0.0297	0.0275	0.0262	0.0247	0.0244	0.0244	0.0228	0.0228	0.0291
19	76.00%	0.0672	0.0361	0.0330	0.0288	0.0265	0.0259	0.0247	0.0240	0.0240	0.0225	0.0225	0.0286
20	80.00%	0.0658	0.0357	0.0326	0.0285	0.0262	0.0258	0.0247	0.0239	0.0239	0.0224	0.0224	0.0278
21	84.00%	0.0642	0.0348	0.0312	0.0277	0.0257	0.0258	0.0246	0.0238	0.0238	0.0223	0.0223	0.0269
22	88.00%	0.0626	0.0347	0.0299	0.0268	0.0250	0.0252	0.0242	0.0235	0.0235	0.0220	0.0220	0.0255
23	92.00%	0.0625	0.0338	0.0273	0.0266	0.0249	0.0250	0.0234	0.0227	0.0227	0.0213	0.0213	0.0214
24	96.00%	0.0611	0.0316	0.0272	0.0265	0.0248	0.0250	0.0234	0.0227	0.0227	0.0213	0.0213	0.0206
25	100.00%	0.0596	0.0314	0.0263	0.0263	0.0248	0.0248	0.0233	0.0225	0.0225	0.0211	0.0211	0.0198
	Total	1.79	1.05	0.91	0.85	0.80	0.68	0.65	0.65	0.65	0.62	0.73	0.89
	Rerata	0.0716	0.0419	0.0365	0.0341	0.0318	0.0271	0.0262	0.0258	0.0261	0.0247	0.0293	0.0357
	Q90 (liter/detik)	62.52	34.25	28.62	26.71	24.97	25.12	23.84	23.08	23.08	21.63	21.63	23.44
	Q90 (liter/hari)	5401721.5	2958971.18	2472609.81	2307439.79	2157555.54	2170772.42	2059897.37	1993980.65	1994512.38	1868407.73	1868905.97	2025409.48

5.4 Analisis Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik

Analisis kebutuhan air diperlukan untuk memproyeksikan keperluan air di masa yang akan datang. Analisis kebutuhan air domestik merupakan kebutuhan air untuk rumah tangga (pemukiman) yang meliputi, minum, memasak, mandi, cuci, kakus, kebersihan rumah, penyiraman halaman, dan lainnya. Sedangkan kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air di luar rumah tangga seperti sekolah, rumah sakit, perkantoran, tempat ibadah, pasar restoran, dan sebagainya.

Dalam survei investigasi sumber air baku Desa Jorong, diperlukan analisis kebutuhan air domestik dan non domestik. Hal ini seiring dengan rencana Desa Jorong, Kecamatan Jorong yang akan dijadikan sebagai daerah industri Jorong. Hal pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan data penduduk dan fasilitas umum di Desa Jorong, Kecamatan Jorong, kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan.

5.4.1 Proyeksi Penduduk

Dalam memproyeksikan penduduk terdapat 3 metode yang dapat digunakan, yakni Metode Aritmatika, Metode Geometri, dan Metode *Least Square*. Pemilihan metode proyeksi berdasarkan nilai korelasi yang mendekati atau sama dengan 1 dan nilai standar deviasi yang paling kecil.

Tabel 5. 31 Jumlah Penduduk Desa Jorong Tahun 2010 s/d 2024

No	Tahun	Perempuan	Laki-Laki	Total
1	2010	1913	1980	3893
2	2011	2026	2039	4065
3	2012	2066	2072	4138
4	2013	2031	2252	4283
5	2014	2064	2128	4192
6	2015	2048	2143	4191
7	2016	2048	2143	4191
8	2017	2285	2464	4749
9	2018	2325	2409	4734
10	2019	2310	2411	4721
11	2020	2345	2427	4772
12	2021	2332	2408	4740
13	2022	2345	2426	4771
14	2023	2415	2494	4909
15	2024	2470	2518	4988

Sumber: BPS Kabupaten Tanah Laut

Berdasarkan Tabel 5.31 pertumbuhan penduduk semakin meningkat dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2024.

Tabel 5. 32 Hasil Perhitungan dengan 3 Metode Proyeksi

Tahun	Jumlah Penduduk	Arithmatika	Geometri	<i>Least Square</i>
2009	3893	3893	3940	3963
2010	4065	3971	4007	4038
2011	4138	4049	4075	4113
2012	4283	4128	4144	4188
2013	4192	4206	4215	4263
2014	4191	4284	4286	4339
2015	4191	4362	4359	4414
2016	4749	4441	4433	4489
2017	4734	4519	4509	4564
2018	4721	4597	4585	4640
2019	4772	4675	4663	4715
2020	4740	4753	4742	4790
2021	4771	4832	4823	4865
2022	4909	4910	4905	4941
2023	4988	4988	4988	5016
Koefisien Korelasi		1,00	1,00	1,00
Standar Deviasi		338	335	325

Berdasarkan Tabel 5.32, nilai koefisien korelasi memiliki kesamaan yakni 1,00 namun memiliki nilai standar deviasi yang beragam. Jadi, jika apabila dibandingkan nilai standar deviasi antar ketiga metode diatas, nilai standar deviasi yang terkecil pada metode *Least Square*. oleh karena itu, Metode *Least Square* dipakai untuk menghitung pada proyeksi maju.

Tabel 5. 33 Proyeksi Penduduk 25 Tahun yang akan datang

Tahun	Penduduk	Xi	Perhitungan Least Square (Yi)
2010	1	1	3963
2011	2	2	4038
2012	3	3	4113
2013	4	4	4188
2014	5	5	4263
2015	6	6	4339
2016	7	7	4414
2017	8	8	4489
2018	9	9	4564
2019	10	10	4640

Tahun	Penduduk	Xi	Perhitungan Least Square (Yi)
2020	11	11	4715
2021	12	12	4790
2022	13	13	4865
2023	14	14	4941
2024	15	15	5016
2025	16	16	5091
2026	17	17	5166
2027	18	18	5241
2028	19	19	5317
2029	20	20	5392
2030	21	21	5467
2031	22	22	5542
2032	23	23	5618
2033	24	24	5693
2034	25	25	5768
2035	26	26	5843
2036	27	27	5919
2037	28	28	5994
2038	29	29	6069
2039	30	30	6144
2040	31	31	6219
2041	32	32	6295
2042	33	33	6370
2043	34	34	6445
2044	35	35	6520
2045	36	36	6596
2046	37	37	6671
2047	38	38	6746
2048	39	39	6821
2049	40	40	6897

Tabel 5.33 menunjukkan proyeksi pertumbuhan penduduk 25 tahun yang akan datang, yang dimulai dari tahun 2025 sampai dengan tahun 2049.

5.4.2 Fasilitas Umum

Data fasilitas umum di Kecamatan Jorong didapatkan dari website Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Tanah Laut. Fasilitas umum yang tersedia adalah

fasilitas pendidikan, tempat ibadah, fasilitas kesehatan, serta fasilitas perniagaan dan jasa.

Tabel 5. 34 Fasilitas Umum Desa Jorong Tahun 2024 (Sumber: Website BPS Kabupaten Tanah Laut)

Jenis Fasilitas		Jumlah Fasilitas	Satuan	Jumlah Orang
Fasilitas Pendidikan				
1	TK	2	Unit	97
2	SD	3	Unit	176
3	SLTP	2	Unit	330
4	SLTA	1	Unit	737
5	Perguruan Tinggi		Unit	
Tempat Ibadah				
1	Masjid	3	Unit	
2	Musholla/Langgar	12	Unit	
3	Gereja		Unit	
4	Pura/Klenteng/Vihara		Unit	
Fasilitas Kesehatan				
1	Rumah Sakit Umum		Bed	
2	Rumah Sakit Bersalin		Unit	
3	Puskesmas	1	Unit	
4	Pustu/Klinik/Posyandu	3	Unit	
5	Apotek	1	Unit	
Fasilitas Perniagaan & Jasa				
1	Warung/toko/kios	5	Unit	
2	Pasar	2	Unit	
3	Restoran/Rumah makan	360	Kursi	
4	Terminal/stasiun		Unit	
Fasilitas Umum, Rekreasi & Olahraga				
1	Kantor Pemerintah			
	a. Kantor Desa	1	Unit	15
	b. Kantor Kecamatan	1	Unit	30
	c. Kantor Kabupaten		Unit	
4	Balai Pertemuan		Unit	
6	Gelanggang Olahraga		Unit	
Kegiatan Industri				
1	Industri Besar		Unit	
2	Industri Sedang		Unit	
3	Industri Kecil		Unit	

5.4.3 Kebutuhan Air Domestik

Untuk menghitung kebutuhan air domestik dapat dihitung berdasarkan SNI 19-6728.1-2002, dengan kebutuhan air perjiwa adalah 120 lt/org/hari.

Tabel 5. 35 Kebutuhan Air Domestik

No	Tahun	Proyeksi Penduduk (Pn)	Kebutuhan Air Domestik (lt/hari)	Kebutuhan Air Domestik (lt/det)
	2024	5016	601891.00	6.97
1	2025	5091	610918.86	7.07
2	2026	5166	619946.71	7.18
3	2027	5241	628974.57	7.28
4	2028	5317	638002.43	7.38
5	2029	5392	647030.29	7.49
6	2030	5467	656058.14	7.59
7	2031	5542	665086.00	7.70
8	2032	5618	674113.86	7.80
9	2033	5693	683141.71	7.91
10	2034	5768	692169.57	8.01
11	2035	5843	701197.43	8.12
12	2036	5919	710225.29	8.22
13	2037	5994	719253.14	8.32
14	2038	6069	728281.00	8.43
15	2039	6144	737308.86	8.53
16	2040	6219	746336.71	8.64
17	2041	6295	755364.57	8.74
18	2042	6370	764392.43	8.85
19	2043	6445	773420.29	8.95
20	2044	6520	782448.14	9.06
21	2045	6596	791476.00	9.16
22	2046	6671	800503.86	9.27
23	2047	6746	809531.71	9.37
24	2048	6821	818559.57	9.47
25	2049	6897	827587.43	9.58

Berdasarkan Tabel 5.35 menunjukkan bahwa kabutuhan air akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk. Jika direratakan, kebutuhan air yang diperlukan adalah 8,27 ltr/detik.

5.4.4 Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik dapat dihitung berdasarkan SNI 19-6728.1-2002, dengan standar penggunaan air tiap fasilitas umum yang telah ditentukan.

Tabel 5. 36 Kebutuhan Air Non Domestik Tahun 2024

2024						
No	Data	Jumlah	Satuan	Standar	Satuan	Jumlah Pemakaian (L/Hari)
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	$G = (C \times E)$
1	Sekolah	1340	Orang	20	Liter/Murid/Hari	26800
2	Masjid	3	Unit	1500	Liter/Hari	4500
3	Musholla/Langgar	12	Unit	750	Liter/Hari	9000
4	Gereja	0	Unit	400	Liter/Hari	0
5	Puskesmas	1	Unit	1000	Liter/Bed/Hari	1000
6	Pustu/Klinik/Posyandu	3	Unit	800	Liter/Hari	2400
7	Apotek	1	Unit	100	Liter/Hari	100
8	Warung/Toko/Kios	5	Unit	10	Liter/Hari	50
9	Pasar	2	Unit	3000	Liter/Hari	6000
10	Restoran/Rumah Makan	360	Kursi	40	Liter/Hari	14400
11	Kantor Desa	15	Orang	10	Liter/Kursi/Hari	150
12	Kantor Kecamatan	30	Orang	10	Liter/Orang/Hari	300
JUMLAH						337580

Tabel 5.36 menunjukkan bahwa fasilitas pendidikan berupa sekolah merupakan fasilitas yang paling banyak memerlukan air yakni sebanyak 26.800 ltr/hari dan apotek merupakan fasilitas yang paling sedikit memerlukan air yakni 100 ltr/hari.

Tabel 5. 37 Kebutuhan Air Non Domestik Jangka 5 Tahun

No.	Tahun	Kebutuhan Air Non Domestik (lt/hari)	Kebutuhan Air Non Domestik (lt/det)
1	2024	64700	0.749
2	2029	267200	3.093
3	2034	439700	5.089
4	2039	702200	8.127
5	2044	1253450	14.508
6	2049	2662100	30.811

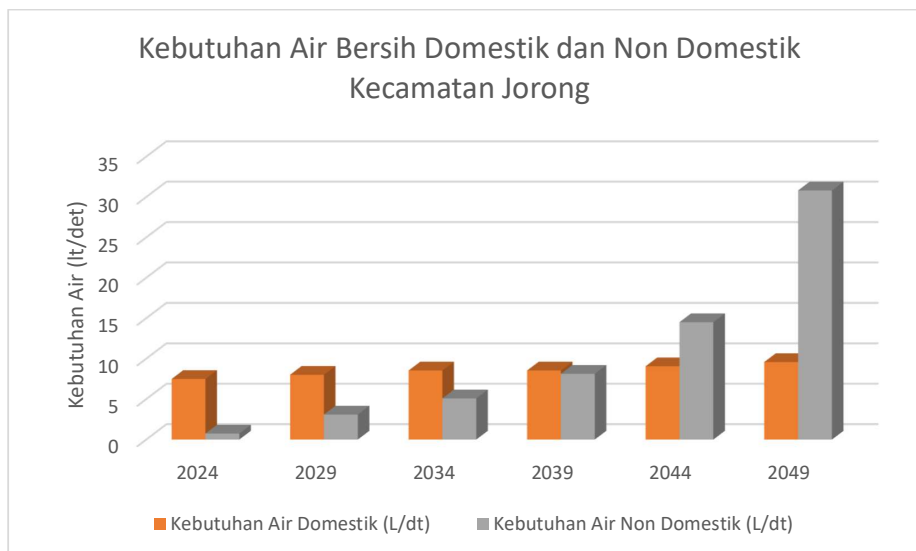
Berdasarkan Tabel 5.37 menunjukkan bahwa dalam jangka waktu 5 tahun, kebutuhan air non domestic akan terus meningkat seiring bertambahnya industri di Desa Jorong, Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan.

5.4.5 Air Domestik & Non Domestik

Jumlah air domestik dan air non domestik sudah didapatkan, kemudian jumlahkan kedua kebutuhan air tersebut.

Tabel 5. 38 Jumlah Kebutuhan Air Domestik & Non Domestik

Tahun	Kebutuhan Air Domestik (L/dt)	Kebutuhan Air Non Domestik (L/dt)	Jumlah Kebutuhan Air (L/dt)
2024	7.49	0.75	8.24
2029	8.01	3.09	11.10
2034	8.53	5.09	13.62
2039	8.53	8.13	16.66
2044	9.06	14.51	23.56
2049	9.58	30.81	40.39



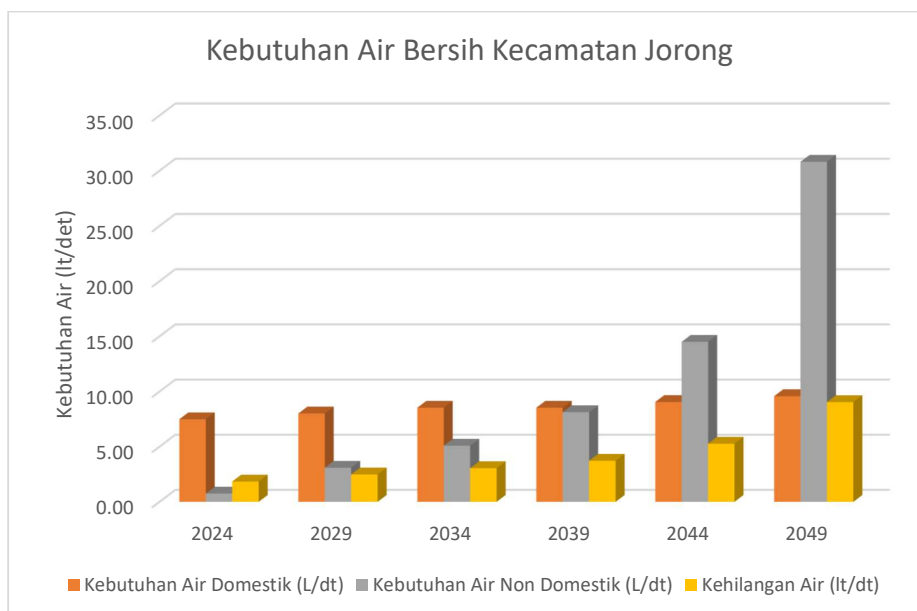
Gambar 5. 4 Kebutuhan Air Domestik & Non Domestik

Berdasarkan Tabel 5.37 dan Gambar 5.3 menunjukkan bahwa kebutuhan air domestik lebih besar dibandingkan dengan kebutuhan air non domestik. Total kebutuhan air Kecamatan Jorong pada tahun 2049 setelah dikurangi dengan kehilangan air adalah sebagai berikut.

Tabel 5. 39 Kebutuhan Air Tahun 2049 Desa Jorong

Tahun	Kebutuhan Air Domestik (L/dt)	Kebutuhan Air Non Domestik (L/dt)	Jumlah Kebutuhan Air (lt/dt)	Kehilangan Air (lt/dt)	Total Kebutuhan Air (lt/dt)
2024	7.49	0.75	8.24	1.84	10.08
2029	8.01	3.09	11.10	2.49	13.59
2034	8.53	5.09	13.62	3.05	16.67

Tahun	Kebutuhan Air Domestik (L/dt)	Kebutuhan Air Non Domestik (L/dt)	Jumlah Kebutuhan Air (lt/dt)	Kehilangan Air (lt/dt)	Total Kebutuhan Air (lt/dt)
2039	8.53	8.13	16.66	3.73	20.39
2044	9.06	14.51	23.56	5.28	28.84
2049	9.58	30.81	40.39	9.04	49.43



Gambar 5. 5 Kebutuhan Air Tahun 2049 Desa Jorong

Berdasarkan Tabel 5.38 dan Gambar 5.4, kebutuhan air non domestik memerlukan air yang lebih banyak dibandingkan kebutuhan air domestik.

5.5 Analisis Neraca Air

Kebutuhan air domestik tentu sangat berhubungan dengan ketersediaan air di suatu wilayah. Jika suatu wilayah memiliki ketersediaan air yang terbatas, maka akan terjadi defisit atau kekurangan air di suatu wilayah tersebut. Namun jika ketersediaan air lebih banyak daripada kebutuhan air atau disebut surplus, maka suatu wilayah tersebut dapat dikatakan memiliki sumber air yang cukup. Untuk mengetahui suatu wilayah memiliki ketersediaan air yang cukup atau kurang, maka perlu dilakukan analisis neraca air, yakni menghitung ketersediaan air dikurangi dengan kebutuhan air.

Tabel 5. 40 Neraca Air

No	Probabilitas (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
		62.52	34.25	28.62	26.71	24.97	25.12	23.84	23.08	23.08	21.63	21.63	23.44
Q90 (liter/detik)		5401721.55	2958971.18	2472609.81	2307439.79	2157555.54	2170772.42	2059897.37	1993980.65	1994512.38	1868407.73	1868905.97	2025409.48
Q90 (liter/hari)		167453368.2	82851193.12	76650904.04	69223193.61	66884221.7	65123172.5	63856818.5	61813400.3	59835371.5	57920639.6	56067179.1	62787693.9
Kebutuhan Air Domestik (liter/bulan)		18938484.57	17105728	18938484.57	18327565.71	18938484.6	18327565.7	18938484.6	18938484.6	18327565.7	18938484.6	18327565.7	18938484.6
Neraca Air (liter/bulan)		148514883.6	65745465.12	57712419.47	50895627.9	47945737.1	46795606.8	44918333.9	42874915.7	41507805.8	38982155	37739613.4	43849209.3

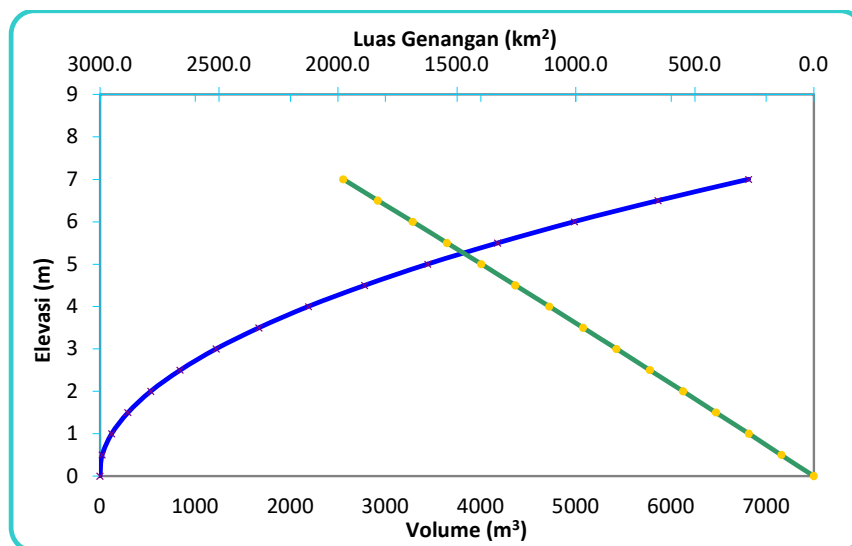
Berdasarkan Tabel 5. 39, pada Bulan Januari sampai dengan Bulan Desember Tahun 2025 ketersediaan air tercukupi, yang artinya masyarakat tidak perlu khawatir kekurangan air, dengan surplus air terbesar terjadi pada Bulan Januari sebesar 274.775.985,89 liter/bulan. Sedangkan Bulan Juni sampai dengan Bulan Desember mengalami defisit air yakni ketersediaan air tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat dengan defisit terbesar terjadi pada Bulan November sebesar -106.518.183,69 liter/bulan.

5.6 Kapasitas Tampung Embung

Lengkung kapasitas embung (*storage capacity curve of reservoir*) merupakan analisis guna menghasilkan kurva yang menggambarkan hubungan antara elevasi (*reservoir water level*), volume (*storage capacity*), dan juga luas genangan pada sekitar daerah perencanaan.

Tabel 5. 41 Kapasitas Tampung Embung pada Setiap Elevasi

No.	Elevasi	Tinggi	H	Luas	Luas Komulatif	Volume	Volume Komulatif
	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ³)	(m ³)
1	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.50	0.5	0.50	136.20	136.20	22.70	22.70
3	1.00	1.0	0.50	137.00	273.20	100.38	123.08
4	1.50	1.5	0.50	137.80	411.00	169.88	292.96
5	2.00	2.0	0.50	138.50	549.50	239.29	532.25
6	2.50	2.5	0.50	139.30	688.80	308.92	841.17
7	3.00	3.0	0.50	140.10	828.90	378.88	1220.06
8	3.50	3.5	0.50	140.90	969.80	449.21	1669.27
9	4.00	4.0	0.50	141.70	1111.50	519.92	2189.20
10	4.50	4.5	0.50	142.50	1254.00	591.02	2780.21
11	5.00	5.0	0.50	143.20	1397.20	662.48	3442.69
12	5.50	5.5	0.50	144.00	1541.20	734.31	4177.00
13	6.00	6.0	0.50	144.80	1686.00	806.53	4983.52
14	6.50	6.5	0.50	145.60	1831.60	879.15	5862.67
15	7.00	7.0	0.50	146.40	1978.00	952.17	6814.84



Gambar 5. 6 Kurva Kapasitas dan Luas Permukaan Embung

5.7 Erosi dan Sedimentasi

Analisis erosi dan sedimentasi untuk perencanaan sebuah embung adalah untuk mengetahui besarnya lereng tanah yang tergradasi akibat air hujan yang jatuh di sepanjang daerah pengaliran sampai daerah genangan waduk. Dengan mengetahui besarnya erosi yang terjadi pada sepanjang daerah pengaliran dan genangan waduk sebuah embung, maka dapat diketahui pula besarnya sedimentasi yang terjadi yang akan terjadi pada waduk. Pada akhirnya, analisis bertujuan untuk mengetahui besarnya ruang sedimen dan sebagai dasar untuk perencanaan umur embung. Dalam model ini terdapat enam parameter utama yang berpengaruh terhadap terjadinya erosi. Parameter-parameter tersebut adalah :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Dengan :

- R : Indeks erosivitas limpasan permukaan
- K : Indeks erodibilitas tanah
- LS : Faktor kemiringan lereng
- C : Faktor pengelolaan tanaman
- P : Faktor pengelolaan tanah

5.7.1 Erosivitas Hujan (R)

Dalam model ini erosivitas hujan yang digunakan adalah erosivitas hujan bulanan, yang dianalisis dari data curah hujan bulanan stasiun pencatat hujan yang berpengaruh. Persamaan erosivitas hujan bulanan dinyatakan (Bols, 1978) sebagai berikut.

$$Rm = 2,21 \times Pm^{1,36}$$

Dengan:

- Rm : Erosivitas hujan bulanan (ton-m ha⁻¹ cm jam⁻¹)
- Pm : Hujan bulanan dalam satuan cm

Tabel 5. 42 Erosivitas Hujan Bulanan Embung Jorong

No.	Bulan	Hujan Rerata Bulanan (Pm) (cm/bulan)	Erosivitas Hujan Bulanan (Rm) (ton-m ha-1 cm jam-1)
1	Jan	31.274	238.698
2	Feb	28.262	207.982

No.	Bulan	Hujan Rerata Bulanan (Pm) (cm/bulan)	Erosivitas Hujan Bulanan (Rm) (ton-m ha-1 cm jam-1)
3	Mar	26.528	190.825
4	Apr	21.821	146.309
5	Mei	21.549	143.827
6	Jun	24.630	172.496
7	Jul	17.777	110.716
8	Agu	12.571	69.107
9	Sep	11.202	59.083
10	Okt	13.494	76.099
11	Nov	23.637	163.109
12	Des	35.790	286.748
Jumlah		268.535	1865.000

5.7.2 Erodibilitas Jenis Tanah (K)

Faktor erodibilitas tanah (K) atau faktor kepekaan erosi tanah merupakan daya tahan tanah baik terhadap penglepasan maupun pengangkutan, terutama tergantung pada sifat-sifat tanah, seperti tekstur, stabilitas agregat, kekuatan geser, kapasitas infiltrasi, kandungan bahan organik dan kimiawi. Disamping itu juga tergantung pada posisi topografi, kemiringan lereng dan gangguan oleh manusia.

Mengacu pada tabel Faktor Erodibilitas Tanah (Puslitbang Pengairan, 1985), tanah dengan karakteristik lempung plastis tinggi dan permeabilitas sangat rendah seperti Grumusol Coklat Kekelabuan memiliki nilai K berkisar antara 0,176–0,186. Dengan demikian, kedua sampel dapat diidentifikasi sebagai berikut:

Tabel 5. 43 Jenis Tanah dan Faktor Erodibilitas

Sampel	Jenis Tanah (Perkiraan)	Nilai Permeabilitas (m/s)	Nilai K (Faktor Erodibilitas)	Klasifikasi Erodibilitas
HB-01/UDS	Grumusol Coklat Kekelabuan	$1,4 \times 10^{-7}$	$\approx 0,18$	Sangat rendah
HB-02/UDS	Grumusol Coklat Kekelabuan	$8,1 \times 10^{-8}$	$\approx 0,18$	Sangat rendah

Nilai erodibilitas ($K \approx 0,18$) menunjukkan bahwa kedua sampel tanah memiliki ketahanan yang tinggi terhadap erosi. Hal ini disebabkan oleh kandungan

lempung halus yang dominan ($> 45 \%$), sehingga partikel saling melekat kuat. Kemudian plastisitas tinggi ($PI > 35$), yang menambah kohesi antar butiran tanah. Nilai permeabilitas sangat rendah, menyebabkan air sulit meresap sehingga aliran permukaan (*run-off*) tidak langsung mengikis butiran tanah. Serta nilai kuat geser (S_u) juga relatif tinggi (62–114 kPa), memperkuat kestabilan tanah terhadap gaya erosi. Dengan demikian, tanah jenis ini tidak mudah tererosi oleh air, terutama bila kondisi tutupan lahan masih baik dan tidak ada gangguan mekanis seperti penggalian atau aliran deras.

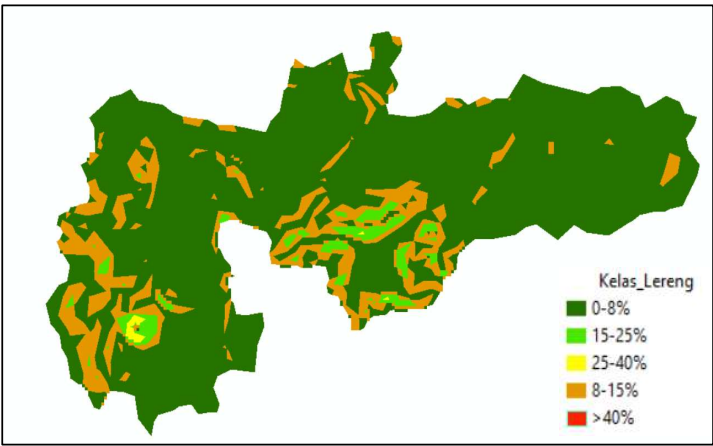
5.7.3 Penilaian Kelas Lereng dan Faktor LS

Dalam daerah ini panjang lereng dan kecuraman dihitung sekaligus berupa faktor LS. Penetapan nilai faktor kemiringan lereng yang ditetapkan berdasarkan kelas lereng dengan menggunakan Tabel 5.44 yang dikeluarkan Departemen Kehutanan sebagai berikut.

Tabel 5. 44 Nilai Faktor Kemiringan Lereng (LS)

No	Kelas Lereng	Kemiringan Lereng	Nilai LS
1	I	0 – 8%	0,4
2	II	8 – 15%	1,4
3	III	15 – 25%	3,1
4	IV	25 – 40%	6,8
5	V	>40%	9,5

Penilaian kelas lereng untuk Daerah Tangkapan Air (DTA) Desa Jorong didasarkan pada DEM Nasional yang diolah menggunakan *software* ArcGis, yang hasilnya sebagai berikut:



Gambar 5. 7 Peta Kemiringan Lereng

Tabel 5. 45 Nilai Faktor Kemiringan Lereng (LS)

Tabel Nilai Faktor Kemiringan Lereng (LS)						
No.	Kelas Lereng	Kemiringan Lereng	Nilai LS	Luas (Km²)	%	Ls
1	I	0 - 8%	0.4	92.601	82.754	0.331
2	II	8 - 15%	1.4	16.102	14.390	0.201
3	III	15 - 25%	3.1	2.932	2.620	0.081
4	IV	25 - 40%	6.8	0.265	0.237	0.016
5	V	>40%	9.5	0.000	0.000	0.000
Nilai LS				111.9	100	0.630

5.7.4 Faktor Pengolahan Tanaman dan Tindakan Konservasi (CP)

Faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi (CP) dalam persamaan USLE merupakan perbandingan antara besarnya erosi tanah yang bertanaman dengan pengelolaan tertentu, terhadap besarnya erosi tanah yang tidak ditanami dan tanpa pengelolaan. Faktor ini mengukur kombinasi pengaruh tanaman dan pengelolannya. Nilai faktor CP untuk berbagai pengelolaan tanaman disajikan dalam Tabel 5.46 berikut ini.

Tabel 5. 46 Faktor Pengolahan Tanaman dan Tindakan Konservasi (CP)

Tabel Faktor Pengelolaan Tanaman dan Tindakan Konservasi (CP)		
No.	Tata Guna Lahan	Koefisien (CP)
1	Hutan	0.02
2	Kebun	0.29
3	Lahan Terbuka	0.4
4	Padang Rumput	0.6
5	Permukiman	0.15
6	Sawah	0.2
7	Tegalan/Ladang	0.07
8	Badan Air	0.05

Sumber: (Abdurachman dkk, 1979)

Tabel 5. 47 Penentuan Faktor Pengelolaan Tanaman

Tabel Penentuan Faktor Pengelolaan Tanaman DTA Embung Jorong					
No.	Jenis Pengolahan	Luas (Ha)	%	Nilai C	Nilai C Total
1	Ladang	16.1	14.4	0.07	0.010
2	Perkebunan	37.3	33.3	0.29	0.097
3	Semak Belukar	55.0	49.2	0.6	0.295
4	Sungai	3.4	3.1	0	0.000
Jumlah		111.9	100.0		0.402

5.7.5 Perhitungan Erosi

Dari berbagai kondisi faktor yang mempengaruhi terjadinya erosi di atas, dapat dilakukan perhitungan besarnya erosi yang terjadi pada daerah tangkapan hujan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan USLE sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R &= 1865 \\ K &= 0,187 \\ LS &= 0,630 \\ C &= 0,402 \\ P &= 1 \\ \text{Luas DAS Embung Jorong} &= 111,9 \text{ ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= R \times K \times LS \times C \times P \\ A &= 1865 \times 0,187 \times 0,630 \times 0,402 \times 1 \\ A &= 88,240 \text{ ton/ha/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ea &= A \times \text{Luas DAS Embung Jorong} \\ Ea &= 88,240 \times 111,9 \\ Ea &= 9874,009 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Tabel 5. 48 Klasifikasi Kelas Bahaya Erosi

Kelas	Tanah Hilang (A) (ton/ha/tahun)	Keterangan
I	<15	Sangat Ringan
II	15 - 60	Ringan
III	60 - 180	Sedang
IV	180 - 480	Berat
V	>480	Sangat Berat

Berdasarkan besarnya erosi yang terjadi pada daerah tangkapan air Desa Jorong sebesar 88,240 ton/ha/tahun maka tingkat erosi yang terjadi digolongkan dalam kelas bahaya erosi III atau klasifikasi Sedang.

Selain itu, untuk menduga besarnya sedimen yang mengendap pada embung dilakukan analisis dengan menghitung besarnya nilai SDR. Analisis ini digunakan untuk menduga besarnya sedimen yang mengendap pada embung tiap tahunnya.

$$Ea = 9874.009 \text{ ton/tahun}$$

$$\begin{aligned}
L &= 2,557 \text{ km} \\
\text{Elevasi 1} &= 8,6855 \text{ m} \\
\text{Elevasi 2} &= 0,3895 \text{ m} \\
S \text{ (Landai Sungai)} &= 0,32 \% = 0,0032 \\
n &= 1 \\
\text{Luas DAS Embung Jorong (A)} &= 111,9 \text{ ha}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
SDR &= \frac{S(1-0,8683 \times A^{-0,2018})}{2(S+50 \times n)} + 0,0863 \times A^{-0,2018} \\
SDR &= \frac{0,0032(1-0,8683 \times (111,9)^{-0,2018})}{2(0,0032+50 \times 1)} + 0,0863 \times (111,9)^{-0,2018} \\
SDR &= 0,087 \\
SDR &= 8,7\%
\end{aligned}$$

Maka persamaan sedimentasi potensial,

$$\begin{aligned}
S_{pot} &= Ea \times SDR \\
S_{pot} &= 9874,009 \times 0,087 \\
S_{pot} &= 861,4089 \text{ m}^3/\text{tahun}
\end{aligned}$$

Dari perhitungan laju sedimentasi pada DTA Desa Jorong didapatkan nilai Sedimentasi Potensial sebesar 861,4089 m³/tahun. Angka ini merupakan dugaan sedimen yang akan mengendap dalam waduk tiap tahunnya.

BAB VI

DESAIN DAN PEMBAHASAN

6.1 Analisis Kualitas Air

Analisis kualitas air merupakan bagian penting dalam penyusunan Studi Identifikasi (SID) Embung Jorong, karena kualitas air yang tersedia akan berpengaruh terhadap desain teknis embung, strategi pengelolaan air, dan operasional jangka panjang. Bab ini menyajikan gambaran komprehensif mengenai kondisi kualitas air Sungai Swarangan berdasarkan hasil pengukuran insitu dan uji laboratorium, serta membandingkannya dengan regulasi kualitas air yang berlaku, yaitu Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Air Keperluan Higiene dan Sanitasi serta PP Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VI tentang Kelas Mutu Air Sungai. Analisis dilakukan secara deskriptif tanpa memberikan penilaian “layak atau tidak” terhadap penggunaan air sungai, melainkan untuk memberikan landasan teknis bagi perencanaan embung pada bab selanjutnya.

Pengambilan sampel dilakukan pada tujuh titik sepanjang aliran Sungai Swarangan, mulai dari muara (SS01 dan SS02), bagian transisi (SS03), hingga bagian hulu sungai (SS04–SS07). Pada titik SS01 dan SS02, sampling dilakukan pada kondisi pasang dan surut untuk menangkap pengaruh dinamika pasang-surut laut terhadap kualitas air muara. Selain itu, data kualitas air dari intake PDAM Jorong pada tanggal 5 Agustus 2025 dimasukkan sebagai informasi tambahan yang menggambarkan variasi temporal kualitas air sungai, mengingat intake PDAM berada di sungai yang sama.

Hasil pengujian menunjukkan adanya gradasi kualitas air yang mencolok secara longitudinal. Pada titik SS01 dan SS02 yang berada di muara, nilai Total Dissolved Solids (TDS) berada pada kisaran 25.000–30.000 mg/L, mencerminkan pengaruh kuat intrusi air laut. Hal ini sejalan dengan pengamatan pada Bab Kondisi Existing DAS yang menunjukkan bahwa kawasan muara dipengaruhi pasang-surut dan pencampuran air asin. Nilai TDS menurun pada titik SS03 menjadi 4.628 mg/L, namun masih termasuk air payau. Karakter air tawar mulai muncul jelas pada titik

SS04 hingga SS07 di bagian hulu, dengan nilai TDS 58–112 mg/L. Hal ini diperkuat oleh data intake PDAM 5 Agustus 2025 yang menunjukkan TDS 42,6 mg/L, mengonfirmasi bahwa bagian hulu memiliki karakter air tawar yang stabil meskipun dalam kondisi hidrologis berbeda.

Kekeruhan merupakan parameter yang menunjukkan konsistensi pola di seluruh titik sungai, yaitu berada pada kisaran 6–129 NTU. Tingginya nilai kekeruhan ini menunjukkan keberadaan partikel tersuspensi yang signifikan, baik akibat limpasan permukaan, erosi lokal, maupun karakter tanah gambut di hulu. Pola ini juga terlihat pada intake PDAM yang mencatat kekeruhan 10 NTU, menunjukkan bahwa kekeruhan tinggi merupakan karakter alami Sungai Swarangan.

Parameter pH menunjukkan pola yang dipengaruhi oleh kondisi ekologis DAS. Pada titik SS01 hingga SS04, nilai pH berkisar antara 6.7–8.1, masih dalam rentang netral hingga sedikit basa. Namun pada titik SS05 hingga SS07, nilai pH cenderung lebih rendah, yaitu 6.06–6.47. Kondisi ini sejalan dengan karakter rawa gambut yang melepaskan senyawa organik asam sehingga menurunkan pH air permukaan. Parameter logam terlarut menunjukkan bahwa kadar besi (Fe) relatif aman pada seluruh titik, namun kadar mangan (Mn) lebih bervariasi. Pada titik SS04–SS07, kadar Mn berada pada kisaran 0.20–0.37 mg/L, menunjukkan pengaruh geologi setempat dan kondisi reduktif sedimen. Nilai Mn pada intake PDAM lebih rendah yaitu 0.057 mg/L, mengindikasikan variasi spasial dan kemungkinan pengaruh kondisi mikro-lingkungan sungai.

Parameter nitrat, nitrit, dan warna berada dalam batas aman pada seluruh titik sungai dan intake PDAM, menunjukkan tidak adanya beban pencemaran anorganik berat maupun nutrisi berlebih dari aktivitas pertanian intensif. Sementara itu, parameter mikrobiologi menunjukkan keberadaan Total Coliform dan *Escherichia coli* pada titik-titik pengukuran, menggambarkan adanya masukan limbah domestik dari permukiman di sepanjang bantaran sungai. Penemuan ini selaras dengan kondisi sosial masyarakat yang telah dijelaskan dalam bab sebelumnya, di mana sistem sanitasi komunal belum sepenuhnya tersedia.

Secara temporal, data kualitas air intake PDAM memperlihatkan kecenderungan yang konsisten dengan pola hasil pengujian sungai, terutama dalam hal kekeruhan dan kontaminasi mikrobiologi. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air Sungai

Swarangan dipengaruhi oleh variabilitas musiman, namun beberapa parameter seperti kekeruhan dan mikrobiologi merupakan karakter yang relatif stabil.

Hasil analisis kualitas air tersebut memberikan implikasi terhadap sistem pengelolaan air embung. Kekeruhan yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan sedimentasi dan penurunan kapasitas tampung embung. Kandungan mangan serta nilai pH yang rendah dapat memengaruhi kestabilan kimia air dan struktur ekosistem embung. Selain itu, keberadaan kontaminan mikrobiologi juga memerlukan perhatian khusus jika embung direncanakan untuk mendukung aktivitas masyarakat.

Oleh karena itu, strategi pengelolaan kualitas air perlu dirumuskan secara komprehensif sejak tahap perencanaan hingga operasional embung. Dari aspek kebijakan, pemerintah daerah perlu memperkuat regulasi terkait perlindungan bantaran sungai, pengendalian aktivitas masyarakat di sepanjang aliran Sungai Swarangan, serta peningkatan fasilitas sanitasi di permukiman. Upaya edukasi masyarakat mengenai pengelolaan limbah domestik dan kesadaran akan sanitasi lingkungan juga merupakan bagian penting dari strategi jangka panjang.

Dari sisi teknis, pembangunan kolam pra-sedimentasi sebelum air dialirkan ke embung dapat mengurangi beban sedimen yang masuk, sedangkan vegetasi riparian dan sabuk hijau dapat berfungsi sebagai penyaring alami terhadap sedimen dan partikel halus. Sistem aerasi pada saluran masuk dapat membantu oksidasi mangan dan stabilisasi pH. Untuk kontaminasi mikrobiologi, pemanfaatan lahan basah buatan (*constructed wetland*) dapat berperan sebagai zona prapengolahan yang menurunkan bakteri secara alami sebelum air masuk ke embung.

Selain strategi teknis, embung dapat memanfaatkan pengendalian alami yang bekerja secara internal. Pengendalian alami mencakup mekanisme sedimentasi alami ketika air masuk ke badan embung dengan kecepatan lebih lambat sehingga partikel tersuspensi mengendap. Paparan sinar matahari pada zona air dangkal membantu proses fotodesinfeksi alami yang menurunkan populasi mikroorganisme seperti *E. coli*. Proses oksidasi alami yang terjadi akibat kontak air dengan udara dapat membantu menurunkan kadar mangan dan meningkatkan oksigen terlarut. Vegetasi air seperti kiambang atau makrofita lokal berperan sebagai biofilter alami yang menyerap nutrisi, menangkap partikel halus, dan menstabilkan ekosistem

perairan. Interaksi biologis melalui zooplankton, biofilm, dan mikroalga dalam embung juga mendukung proses pemurnian alami (self-purification).

Untuk menjaga keberlanjutan fungsi embung, kegiatan operasional dan pemeliharaan berkala perlu diterapkan. Pemantauan kualitas air secara rutin terutama untuk parameter kekeruhan, pH, mangan, Total Coliform, dan E. coli sangat penting, mengingat parameter-parameter ini menunjukkan variasi terbesar berdasarkan hasil analisis. Pengerukan sedimen, pengelolaan vegetasi air, dan pengaturan bukaan inlet–outlet merupakan bagian dari pemeliharaan embung yang harus dilakukan secara terencana.

Tabel 4.1 menyajikan Risiko dan Mitigasi Kualitas Air Embung, yang merangkum risiko utama berdasarkan karakteristik Sungai Swarangan serta strategi mitigasi teknis, ekologis, dan operasional yang relevan.

Tabel 6.1 Risiko dan Mitigasi Kualitas Air Embung Jorong

No	Risiko Kualitas Air	Penyebab Utama	Dampak Terhadap Embung	Strategi Mitigasi Teknis	Strategi Mitigasi Alami Ekologis /	Strategi Operasional
1	Kekeruhan tinggi & beban sedimen besar	Limpasan DAS, erosi tebing, partikel gambut	Pendangkalan, volume efektif turun	Kolam pra-sedimentasi, saringan inlet	Vegetasi riparian, buffer strip	Pengerukan berkala, monitoring TSS
2	pH rendah (tingkat keasaman meningkat)	Pengaruh gambut hulu	Gangguan ekosistem, korosi	Aerasi inlet, penyangga pH	Vegetasi air stabilisator pH	Monitoring pH, flushing air
3	Kadar Mangan (Mn) relatif tinggi	Kandungan mineral tanah	Endapan hitam di embung	Aerasi untuk oksidasi Mn	Wetland buatan, tanaman air	Monitoring Mn, pembersihan sedimen
4	Kontaminasi mikrobiologi (Coliform & E. coli)	Limbah domestik, aktivitas bantaran sungai	Risiko kesehatan, bau	Kolam pra-desinfeksi, UV alami	Fotodesinfeksi, constructed wetland	Monitoring bakteri, kontrol aktivitas
5	Variasi kualitas air musiman	Perubahan debit & curah hujan	Fluktuasi parameter air embung	Intake multi-level, bypass	Zona tampungan alami	SOP operasi musim hujan/kemarau
6	Masukan bahan organik & sampah	Permukiman bantaran sungai	Peningkatan organik, bau	Skimmer sampah, penahan sampah	Vegetasi penyangga	Pembersihan rutin
7	Potensi pertumbuhan alga	Nutrien berlebih, cahaya	Penurunan DO, bau	Aerasi dangkal, kontrol	Zona teduh, makrofita	Monitoring klorofil-a

		intens		nutrien		
8	Erosi tebing embung	Gelombang & aktivitas pengguna	Penambahan sedimen internal	Penguatan tebing, riprap	Tanaman vetiver	Inspeksi tebing reguler

Risiko kualitas air pada Embung Jorong sangat dipengaruhi oleh karakteristik dasar Sungai Swarangan dan kondisi ekologis DAS. Tingginya kekeruhan di sungai menyebabkan sedimen masuk ke embung dalam jumlah besar sehingga meningkatkan kebutuhan pemeliharaan berupa pengerukan berkala. Kolam pra-sedimentasi dan vegetasi riparian menjadi strategi penting untuk mengendalikan sedimen sebelum memasuki embung.

Nilai pH rendah pada bagian hulu dipengaruhi oleh ekosistem gambut. Tanpa penanganan, kondisi ini dapat memengaruhi ekosistem embung dan kemampuan perairan menopang biota. Aerasi pada saluran masuk serta vegetasi air yang memiliki kapasitas menstabilkan pH perlu dipertimbangkan.

Kandungan mangan yang ditemukan pada segmen hulu juga menjadi faktor penting. Melalui aerasi dan oksidasi alami, Mn dapat diendapkan dan dipisahkan sebelum memasuki badan embung utama. Tanaman air dan zona wetland buatan membantu mendukung proses ini.

Kontaminasi mikrobiologi seperti Total Coliform dan E. coli merupakan risiko yang umum pada sungai di daerah permukiman. Kombinasi constructed wetlands, zona perairan dangkal untuk fotodesinfeksi alami, serta pengendalian aktivitas masyarakat di bantaran sungai menjadi solusi multidimensi yang efektif.

Variasi musim menyebabkan fluktuasi kualitas air. Pada musim hujan terjadi peningkatan sedimen, sedangkan musim kemarau menyebabkan pemekatan parameter tertentu. Oleh karena itu, diperlukan SOP operasi yang fleksibel, termasuk pengaturan level intake dan bypass.

Pengendalian bahan organik, sampah, dan potensi algal bloom dilakukan melalui pembersihan rutin, aerasi dangkal, dan pemanfaatan vegetasi air. Erosi tebing embung diantisipasi melalui kombinasi penguatan struktur dan vegetasi penahan erosi seperti vetiver.

Dengan strategi teknis, ekologis, dan operasional yang terintegrasi, embung dapat mempertahankan kualitas air yang stabil dan berfungsi optimal dalam jangka panjang sesuai tujuan pembangunan embung di Kecamatan Jorong.

6.2 Kapasitas Embung Rencana

Hitung kapasitas tampungan embung untuk luasan 14,61 ha dengan pendekatan Debit Andalan 90% (Q90), kebutuhan air (domestik + non-domestik + kehilangan). Hasil Perhitungan Kapasitas Embung (berdasarkan Q90 bulanan)

1. Inti Metode
2. Inflow (Q90 bulanan)
Dari deret Debit Andalan, diambil persentil 10% per bulan (itu adalah Debit Andalan 90%/Q90), lalu ubah ke volume bulanan (m^3)
3. Demand (keluaran) per bulan
dari Total Kebutuhan Air (lt/dt) (sudah termasuk Kehilangan Air $\approx 22,39\%$)
Kapasitas “live storage” (metode sequent-peak/mass curve)
 - Hitung defisit kumulatif $\sum (V_{out} - V_{in})$ sepanjang 12 bulan Q90.
 - Live storage = selisih puncak-terendah dari defisit kumulatif (≥ 0).
4. Dead storage (sedimentasi)
 - Dari sheet Sedimentasi: 861,41 m^3 /tahun.
 - Asumsi umur rencana 20 tahun $\Rightarrow$ dead storage $\approx 17.228 m^3$ (bisa Anda ubah sesuai umur rencana).
5. Kapasitas total & kedalaman nominal
 $V_{total} = V_{live} + V_{dead}$, $h_{nominal} = V_{total} / A$,
 $A = 14,61 \text{ ha} = 146,100 m^2$
6. Hasil kunci (menggunakan Total Kebutuhan yang sudah termasuk kehilangan)
 - 2034
 - Live storage $\approx 492.481 m^3$
 - Dead storage (20 thn) $\approx 17.228 m^3$
 - Kapasitas total $\approx 509.709 m^3$
 - Kedalaman nominal $\approx 3,49 m$
 - 2039
 - Live $\approx 599.784 m^3 \rightarrow$ Total $\approx 617.012 m^3 \rightarrow h$ nominal $\approx 4,22 m$
 - 2044

- Live $\approx 843.571 \text{ m}^3 \rightarrow \text{Total} \approx 860.799 \text{ m}^3 \rightarrow h \text{ nominal} \approx 5,89 \text{ m}$
- 2049
 - Live $\approx 1.437.838 \text{ m}^3 \rightarrow \text{Total} \approx 1.455.066 \text{ m}^3 \rightarrow h \text{ nominal} \approx 9,96 \text{ m}$

Catatan: total inflow Q90 setahun $\approx 121.338 \text{ m}^3$; karena demand jauh lebih besar dari inflow Q90, *storage yang dibutuhkan menjadi signifikan*. Angka kedalaman di atas adalah rata-rata nominal (volume/Area) — kedalaman maksimum desain akan lebih besar (butuh penampang bathimetri, freeboard, elevasi muka air, dll).

Untuk efisiensi digunakan tahun 2034 dengan kapasitas total 500.000 m³, dengan kedalaman diambil 5 m.

7. Asumsi & yang bisa disesuaikan

- Umur rencana sedimentasi yang digunakan 20 tahun (ubah jika ingin 10/25/30 tahun).
- Kehilangan air mengikuti lembar Kebutuhan Air ($\approx 22,39\%$).
- Belum memasukkan evaporasi & perkolasi embung (bisa ditambahkan jika disediakan data klimatologi/koeffisien).
- Perhitungan memakai Q90 bulanan, untuk kebutuhan air baku.

6.3 Keandalan Embung dalam Mendukung Ketersediaan Air

Analisis kapasitas tampungan embung dikaitkan langsung dengan kondisi eksisting intake PDAM Jorong yang saat ini hanya mampu memanfaatkan debit sekitar **3 L/detik**, berdasarkan volume produksi tahunan sebesar 109.827 m³/tahun ($\approx 3,48 \text{ L/detik}$). Data PDAM juga menunjukkan bahwa pada musim kemarau, aliran Sungai Swarangan **rentan mengalami penurunan debit** bahkan mendekati **kekeringan**, sehingga embung dibutuhkan sebagai sumber air baku yang lebih stabil.

Dengan kapasitas tampungan **500.000 m³**, evaluasi keandalan embung dilakukan dengan menguji berbagai skenario debit pemanfaatan PDAM selama **periode kering 2 bulan (60 hari)** tanpa suplai inflow sungai. Perhitungan dilakukan menggunakan formula:

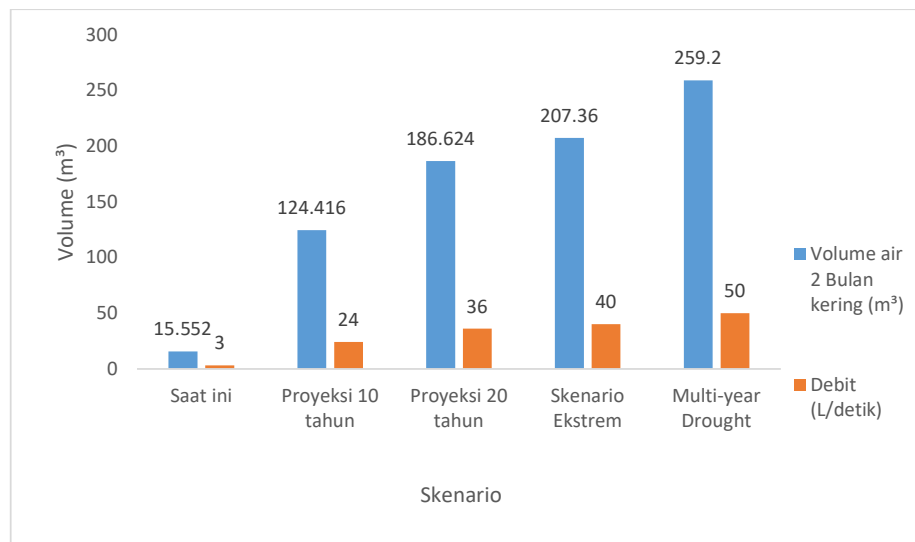
$$V = \frac{Q}{1000} \times 86.400 \times 60$$

Formula ini menghitung berapa banyak air yang harus disediakan embung selama dua bulan kering untuk memenuhi kebutuhan PDAM, berdasarkan debit harian yang diambil secara terus-menerus (L/detik → m³/hari → m³/60 hari). Dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 6.2 Skenario DebitPDAM

Skenario PDAM	Debit (L/detik)	Volume Kebutuhan 2 Bulan (m ³)	% dari Kapasitas Embung
Debit aktual PDAM	3	15.552	3,11%
Proyeksi 10 tahun	24	124.416	24,88%
Proyeksi 20 tahun	36	186.624	37,32%
Skenario ekstrem	40	207.360	41,47%
Multi-year drought (debit tinggi)	50	259.200	51,84%

Tabel diatas menunjukkan bahwa bahkan pada skenario proyeksi jangka panjang (20 tahun) maupun skenario ekstrem, embung **masih menyisakan 50–60% kapasitas tampungan**, sehingga tingkat keandalannya sangat tinggi untuk menopang kebutuhan air bersih masyarakat Jorong.



Gambar 6.1 Proyeksi Debit PDAM & Kecukupan Embung

Kondisi debit aktual PDAM (3 L/detik) hanya menghabiskan **3,1%** volume tampungan selama dua bulan kering, jauh di bawah kapasitas embung, yang menegaskan bahwa embung mampu menggantikan fungsi intake sungai yang saat ini rentan gagal saat kemarau.

6.4 Integrasi Inflow Sungai Swarangan dan Pola Curah Hujan

Pola curah hujan tahunan menunjukkan adanya dua bulan kering yang secara signifikan menurunkan debit Sungai Swarangan. Karena tidak tersedia data debit bulanan intake PDAM, analisis dilakukan menggunakan informasi operasional PDAM yang menyatakan bahwa intake sungai **sering mengalami penurunan debit** dan bahkan **hampir berhenti** saat puncak kemarau.

Namun demikian, pada musim hujan, debit Sungai Swarangan meningkat kembali dan menyediakan inflow **0,1–0,5 m³/detik**, cukup untuk melakukan *refill* embung secara optimal. Dengan kapasitas tampungan besar (500.000 m³), embung bekerja sebagai penyangga hidrologis yang efektif — menampung kelebihan air pada musim hujan dan menyediakan suplai stabil pada musim kering.

Pada skenario multi-year drought (kemarau panjang dua tahun berturut-turut), debit dasar (*baseflow*) Sungai Swarangan diperkirakan berada pada rentang **100–200 m³/hari**, masih memberikan suplai minimal kepada embung. Dengan pemakaian maksimal 50 L/detik (skenario ekstrem pelayanan penuh PDAM di masa depan), embung masih mampu mempertahankan **lebih dari 48% kapasitas tampungan** pada akhir periode dua bulan kering.

Hal ini menegaskan bahwa embung tidak hanya andal dalam kondisi normal, tetapi juga dalam kondisi hidrologis ekstrem sekalipun.

Proyeksi Kebutuhan Air dan Peningkatan Cakupan Layanan PDAM

Berdasarkan data PDAM dan proyeksi penduduk dalam laporan SID, pertumbuhan penduduk Jorong diperkirakan **1,8% per tahun**, sementara cakupan PDAM diproyeksikan meningkat dari 60% menjadi 80–100% dalam 10–20 tahun mendatang. Kebutuhan air domestik dengan asumsi **100 liter/kapita/hari** naik dari sekitar **14 L/detik** saat ini menjadi **17 L/detik** dalam 10 tahun, dan **20 L/detik** dalam 20 tahun.

Jika PDAM meningkatkan kapasitas layanan dan menekan NRW, debit operasional PDAM diperkirakan naik menjadi:

- **24 L/detik** (10 tahun)
- **36 L/detik** (20 tahun)
- **40–50 L/detik** (skenario layanan penuh + multi-year drought)

Embung 500.000 m³ tetap mampu memenuhi seluruh skenario tersebut secara aman. Bahkan pada debit 50 L/detik selama 2 bulan kering, embung hanya menghabiskan **259.200 m³** (51,84% kapasitas), sehingga **masih tersedia >48% cadangan tampungan**.

Dengan demikian, kapasitas embung jauh lebih besar daripada kebutuhan debit PDAM, baik saat ini maupun dalam proyeksi pertumbuhan jangka panjang.

Dengan mempertimbangkan kualitas air Sungai Swarangan, dinamika musiman, proyeksi kebutuhan air rumah tangga, peningkatan cakupan layanan PDAM, serta skenario debit ekstrem dan multi-year drought, Embung Jorong terbukti memiliki **keandalan yang sangat tinggi**. Kapasitas tampungan 500.000 m³:

1. mampu memenuhi kebutuhan air baku saat ini (3 L/detik) dengan margin sangat besar,
2. mampu menopang peningkatan kebutuhan PDAM hingga 20–30 tahun ke depan,
3. tetap aman bahkan pada debit ekstrem 40–50 L/detik,
4. menyediakan *buffer* hidrologis yang kuat selama dua bulan kering,
5. mengatasi kerentanan intake Sungai Swarangan yang sering menurun saat kemarau,
6. menjamin kontinuitas suplai air baku bagi masyarakat Jorong.

Dengan demikian, Embung Jorong dapat menjadi solusi strategis yang tidak hanya berfungsi sebagai tampungan air, tetapi juga sebagai penyangga sistem PDAM, pengendali risiko kekeringan, dan infrastruktur adaptif terhadap variabilitas iklim serta pertumbuhan permintaan air bersih jangka panjang.

6.5 RAB Tipikal Embung Rencana

Berdasarkan hasil analisis kecukupan kapasitas embung yang direncanakan mencakup kedalaman 5 meter untuk volume tampungan berkisar 500.000m³ maka Rencana Anggaran Biaya pembangunan embung tipikal adalah sebagai berikut ini.

BAB VIII

PENUTUP

7.1 Kegiatan-Kegiatan Yang Telah Dilaksanakan

SID Peningkatan Sumber Air Baku Desa Jorong Kecamatan Jorong telah memasuki minggu ke-14 setelah dilakukan penandatanganan PKS pada tanggal 01 Juli 2025. Adapun kegiatan-kegiatan yang telah terlaksana sampai minggu ke-14 ini, sebagai berikut:

1. Perijinan pelaksanaan Survei dan Surat Tugas dari Dekan Fakultas Teknik dan PUPR Tanah Laut.
2. Koordinasi pelaksanaan kegiatan bersama tim PUPR Tanah Laut.
3. Mengumpulkan data sekunder dari BMKG dan dinas terkait seperti PDAM Kabupaten Tanah Laut.
4. Survei Pendahuluan yang terdiri dari survei topografi, survei hidrologi, survei mekanika tanah, survei kualitas air dan survei sosial dan lingkungan.
5. Analisis hasil survei topografi dari drone, waterpass, dan *Global Positioning System (GPS) Real-Time Kinematic (RTK)*.
6. Analisis hasil survei hidrologi berupa kecepatan aliran menjadi debit air dan echo sounding.
7. Melakukan pengujian tanah di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat berupa indeks propertis dan pengujian mekanis. Analisis hasil pengujian untuk mendapatkan nilai porositas, rembesan, stabilitas tanggul, dan daya dukung pondasi.
8. Analisis pengujian infiltrasi di lapangan dan mendapatkan nilai laju infiltrasi.
9. Melakukan pengujian kualitas air di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Banjarbaru berupa parameter fisik, kimia, dan biologi
10. Analisis hidrologi berupa hujan rancangan dengan data hujan 27 tahun yang didapatkan dari Data Satelit Giovanni.
11. Analisis evapotranspirasi potensial dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2024 dengan data iklim dari Stasiun Klimatologi Kalimantan Selatan.

12. Analisis ketersediaan air dengan menggunakan Metode F.J. Mock untuk mendapatkan debit andalan Q50 dan Q90.
13. Analisis kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik untuk proyeksi kebutuhan air 25 tahun mendatang.
14. Desain dan RAB tipikal untuk embung rencana.
15. Analisis kualitas air yang telah dilakukan pengujian
16. Analisis lanjutan geoteknik
17. Analisis hidrologi lanjutan berupa lengkung kapasitas embung
18. Desain embung
19. Pembuatan laporan akhir

7.2 Jadwal Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan jasa konsultasi ini direncanakan akan berlangsung selama 180 (seratus delapan puluh) hari kalender, terhitung sejak tanggal efektif dimulainya kontrak. Dalam kurun waktu tersebut, seluruh tahapan kegiatan yang meliputi persiapan, survei, penyusunan laporan, akan dilaksanakan secara bertahap dan terencana. Rencana waktu pelaksanaan masing-masing kegiatan disusun untuk memastikan keterpaduan antara waktu, sumber daya, serta pencapaian output yang diharapkan. Jadwal pelaksanaan kegiatan secara rinci dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 6. 1 Rencana dan Realisasi Pelaksanaan Kegiatan

No	Kegiatan	Juli				Agustus				September				Oktober				November				Desember			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Persiapan Pelaksanaan Kegiatan																								
	- Koordinasi pelaksanaan kegiatan																								
	- Perijinan pelaksanaan survei																								
	- Mengumpulkan data sekunder.																								
2	Survei Lapangan																								
	Survei Tanah																								
	Survei Air																								
	Survei Drone																								
	Kuisisioner																								
	Laporan																								
	- Laporan Pendahuluan																								
3	- Laporan Antara																								
	- Laporan Akhir																								
	Ekspose Laporan																								
	- Laporan Pendahuluan																								

No	Kegiatan	Juli				Agustus				September				Oktober				November				Desember			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
	- Laporan Antara																								
	- Laporan Akhir																								

 Rencana kegiatan
 Realisasi Kegiatan

7.3 Kesimpulan

Pelaksanaan SID Peningkatan Sumber Air Baku Desa Jorong Kecamatan Jorong telah memasuki tahap akhir dengan dilaksanakannya expose laporan akhir pada tanggal 27 Nopember 2025 dengan beberapa perbaikan dari draft laporan yang sudah disesuaikan pada Laporan Akhir ini.