

TESIS

**ANALISIS PENATAAN SISTEM DRAINASE
SEBAGAI PENGEMBANGAN *EDU-TOURISM KHAIRA UMMAH*
DI KAMPUS UNISSULA SEMARANG**

**Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)**



Oleh : MOCHAMAD HISAM ASHARI

NIM : 20202000037

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

2023

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**ANALISIS PENATAAN SISTEM DRAINASE
SEBAGAI PENGEMBANGAN *EDU-TOURISM KHAIRA UMMAH*
DI KAMPUS UNISSULA SEMARANG**

Diajukan oleh :

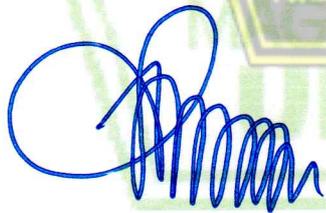
MOCHAMAD HISAM ASHARI

NIM : 20202000037

Telah disetujui oleh :

Tanggal : 23 Januari 2023
Pembimbing I

Tanggal : 23 Januari 2023
Pembimbing II



Ir.H. Rachmat Mudyono, MT.,Ph.D



Dr.Ir.H. Soedarsono, M.Si.

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ANALISIS PENATAAN SISTEM DRAINASE SEBAGAI PENGEMBANGAN *EDU-TOURISM KHAIRA UMMAH* DI KAMPUS UNISSULA SEMARANG

Disusun Oleh :

MOCHAMAD HISAM ASHARI

NIM : 20202000037

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal : 10 Februari 2023

Tim Penguji :

1. Ketua



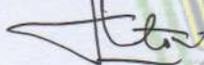
(Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph.D)

2. Anggota



(Dr. Ir. Soedarsono, M.Si)

3. Anggota



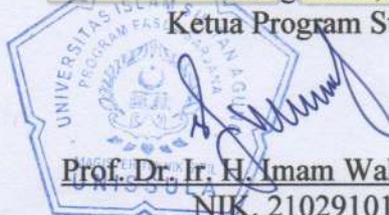
(Prof. Dr. Ir. Antonius, M.T.)

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)

Semarang, 10 Februari 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Prof. Dr. Ir. H. Imam Wahyudi, DEA

NIK. 210291014

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik



Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph.D

NIK. 210293018

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

📖 Surat Ali 'Imran Ayat 110

كُتِبَٰلَٰهُلَّ ءَٰمَنٌ وَّلَوْ ۖ بِاللَّهِ وَتُؤْمِنُونَ الْمُنْكَرَ عَن وَتَنْهَوْنَ بِالْمَعْرُوفِ تَأْمُرُونَ لِلنَّاسِ أٰخَرَجْتَ اُمَّةٍ خَيْرٍ كُنْتُمْ
الْفٰسِقُونَ وَاكْثَرُهُمُ الْمُؤْمِنُونَ مِنْهُمْ ۗ لَّهُمْ خَيْرًا لِّكَانَ

Artinya: Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik

📖 Surat Al-A'raf Ayat 96

كَانُوا اٰيْمَةً فَاخَذْنَاهُمْ كَذٰبًا وَّلٰكِن وَالْاَرْضِ السَّمٰوٰتِ مِّنْ بَرَكٰتِ عَلَيٰهِمْ لَفَتَحْنَا وَاَنْقَوٰ اٰمَنُوْا الْفَرٰى اَهْلًا اَنَّ وَّلُو
يَكْسِبُوْنَ

Artinya: Jikalau sekiranya penduduk negeri-negeri beriman dan bertakwa, pastilah Kami akan melimpahkan kepada mereka berkah dari langit dan bumi, tetapi mereka mendustakan (ayat-ayat Kami) itu, maka Kami siksa mereka disebabkan perbuatannya.

📖 Surat Al-Baqarah Ayat 164

الِنَّاسَ نَفْعٍ بِمَا اَلْبَحْرِ فِي تَجْرِى اَلْتى وَاَلْفَلَكِ وَاَلنَّهَارِ اَللَّيْلِ وَاَخْتَلَفِ وَاَلْاَرْضِ اَلسَّمُوٰتِ خَلْقِ فِي اِنَّ
فَوَتَصْرِيدِ دَابَّةٍ كُلِّ مِنْ فِيهَا وَبَتَّ مَوْتَهَا بَعْدَ الْاَرْضِ بِهٖ فَاَحْيَا مَآءٍ مِنْ السَّمٰوٰتِ مِنْ اَللّٰهِ اَنْزَلَ وَمَا
يَعْقِلُوْنَ لِقَوْمٍ لَّءَايٰتِ وَاَلْاَرْضِ السَّمٰوٰتِ بَيْنَ الْمُسْحَرِ وَاَلسَّحَابِ الرِّيحِ

Artinya: Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan

📖 Surat Al-Waqi'ah Ayat 68-70

وَنَشْرَبُ الَّذِى الْمَآءِ اَفْرَءَيْتُمْ
الْمُنزَلُوْنَ نَحْنُ اَمْ الْمُرْنِ مِنْ اَنْزَلْنٰهُ اَنْتُمْ
تَشْكُرُوْنَ فَلَوْلَا اُجَابًا جَعَلْنٰهُ نَسَاءً لَّو

Artinya:

Maka terangkanlah kepadaku tentang air yang kamu minum

Kamukah yang menurunkannya atau Kamukah yang menurunkannya?

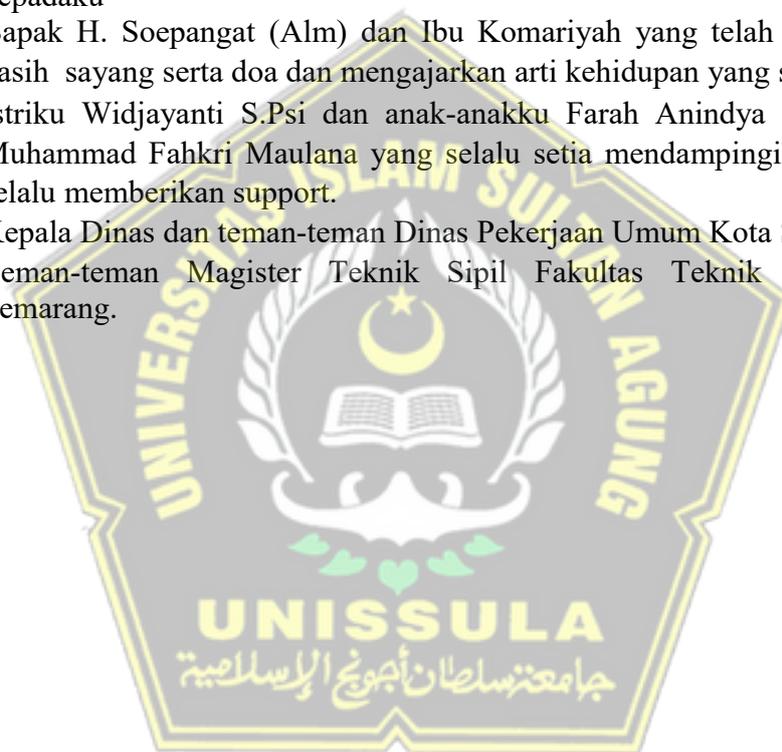
Kalau Kami kehendaki, niscaya Kami jadikan dia asin, maka mengapakah kamu tidak bersyukur?

- 📖 Jangan berhenti ketika kita merasa capek, tapi berhentilah ketika kerja kita sudah dinyatakan selesai.
- 📖 Kamu tidak harus menjadi hebat dulu untuk memulai, tapi kamu perlu memulai untuk menjadi hebat.

PERSEMBAHAN

Tesis ini penulis persembahkan untuk :

- ♥ Allah, SWT sebagai wujud rasa syukur atas ilmuyang Allah SWT berikan kepadaku
- ♥ Bapak H. Soepangat (Alm) dan Ibu Komariyah yang telah memberikan kasih sayang serta doa dan mengajarkan arti kehidupan yang sebenarnya.
- ♥ Istriku Widjayanti S.Psi dan anak-anakku Farah Anindya Rashida dan Muhammad Fahkri Maulana yang selalu setia mendampingiku dan yang selalu memberikan support.
- ♥ Kepala Dinas dan teman-teman Dinas Pekerjaan Umum Kota Semarang.
- ♥ Teman-teman Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik UNISSULA Semarang.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbilalamiin, puji syukur kehadirat sang Maha Suci dan Maha Agung Allah SWT atas segala karunia dan kasih sayang terhadap hambanya sehingga dapat menyelesaikan proposal pengajuan tesis yang berjudul, “**Analisis Penataan Sistem Drainase Sebagai Pengembangan *Edu-tourism Khairu Ummah* di Kampus Universitas Sultan Agung**”. Sebagai tugas akhir dalam menyelesaikan studi pada Program Magister (S.2) Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Dalam penyelesaian Tesis ini, Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan Tesis banyak mengalami kendala, namun berkat bantuan, bimbingan, kerjasama dari berbagai pihak dan berkah dari Allah SWT sehingga kendala-kendala yang dihadapi tersebut dapat diatasi. Untuk itu pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang penulis hormati:

1. Bapak Ir. H.Rachmat Mudiyo, MT,Ph.D, selaku pembimbing I yang telah memberikan waktu dan bimbingannya dalam penyelesaian tesis ini.
2. Bapak Dr.Ir.H.Soedarsono,M.Si, selaku pembimbing II yang juga memberikan waktu dan saran untuk menyelesaikan tesis ini.
3. Bapak, Ibu Dosen / Guru Besar pada Program Magister (S2) Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
4. Bapak H. Soepangat (Alm) dan Ibu Komariyah, yang selalu memberikan doa dan restunya untuk kelancaran penyelesaian tesis ini.
5. Istriku tersayang Widjayanti S.Psi atas cinta dan kesabarannya mendampingi hari-hari sibuk ku.
6. Anak-anakku Farah Anindya Rashida dan Muhammad Fahkri Maulana yang merelakan waktunya tersita disaat bapaknya sibuk menyelesaikan tugas-tugas dan tesis.
7. Bapak Kepala Dinas Pekerjaan Umum Kota Semarang.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Program Magister (S2) Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang, terimakasih atas canda gurau, kebersamaan

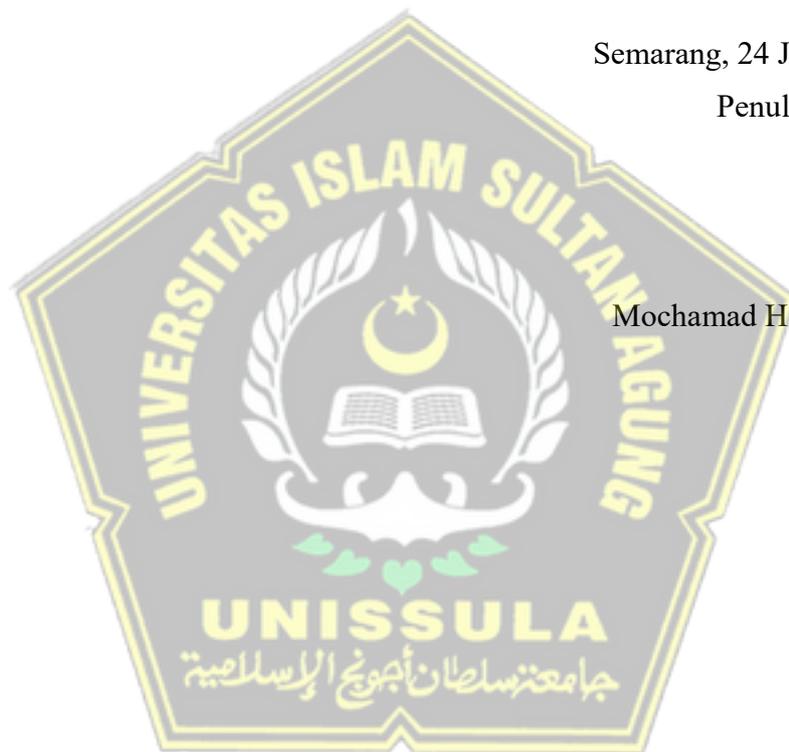
dan semangat nya.

9. Teman-teman yang telah mendukung dan mendoakan saya dalam penyelesaian tesis

Penulis merasa bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu dengan senang hati dan penuh keterbukaan, penulis mengharapkan saran dan masukan untuk perbaikan tesis ini. Atas perhatian, bantuan, doa serta bimbingannya, penulis mengucapkan terima kasih.

Semarang, 24 Januari 2023

Penulis



Mochamad Hisam Ashari

ABSTRAK

Banjir dan Rob merupakan bencana alam yang kerap terjadi di Indonesia. Kawasan kampus UNISSULA berada di kawasan jalan Pantura. UNISSULA salah satu kampus yang terdampak oleh banjir dan rob. Kondisi cuaca ekstrim dan naiknya permukaan air laut memper parah kondisi jalan Pantura. Sehingga menyebabkan kemacetan dan aktifitas masyarakat sekitar tersendat.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis system drainase kawasan kampus UNISSULA dengan memanfaatkan potensi kolam tampungan dengan membuang air langsung ke muara. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai data dan bahan pertimbangan untuk pengembangan sistem drainase pada kawasan kampus dan menjadi kampus percontohan dalam upaya mengendalikan banjir. Metode yang digunakan adalah simulasi model *rainfall-runoff* menggunakan EPA SWMM Versi 5.1.

Pada kondisi simulasi eksisting, polder saluran terbagi menjadi 2 yaitu polder timur dan polder barat. Air yang tertampung pada kolam tersebut dibuang ke saluran Pantura sepanjang 1,88 kilometer,

Penelitian ini melakukan dua skenario dalam melakukan upaya pengendalian banjir yaitu skenario pertama kolam retensi eksisting barat dan timur akan terkoneksi ke kolam 1, untuk kolam yang ada di utara akan dikoneksikan dari kolam 4 menuju kolam teknik disalurkan ke kolam 3, sampai ke kolam 2 dan dikoneksikan dengan kolam 1 dilengkapi dengan pompa dengan kapasitas 1 m³/dt dengan tambahan *longstorage* dari kolam 2 menuju kolam 1 sepanjang 184 meter. Skenario kedua adalah memecah arah aliran drainase depan dan belakang. Untuk drainase akan di tarik ke kolam 4 lalu kolam teknik sampai terkoneksi ke kolam 2 dan langsung di buang ke laut dengan pompa banjir kapasitas 0,5 m³/dt. Hal ini menjadikan waktu tempuh banjir akan pendek dan diharapkan dapat mengurangi genangan. Dengan skenario tersebut maka dapat dikembangkan juga sebagai *Edu-tourism Khaira Ummah* di kawasan kampus.

Kata Kunci : Polder, Kolam Retensi, SWMM, edu tourism, pompa

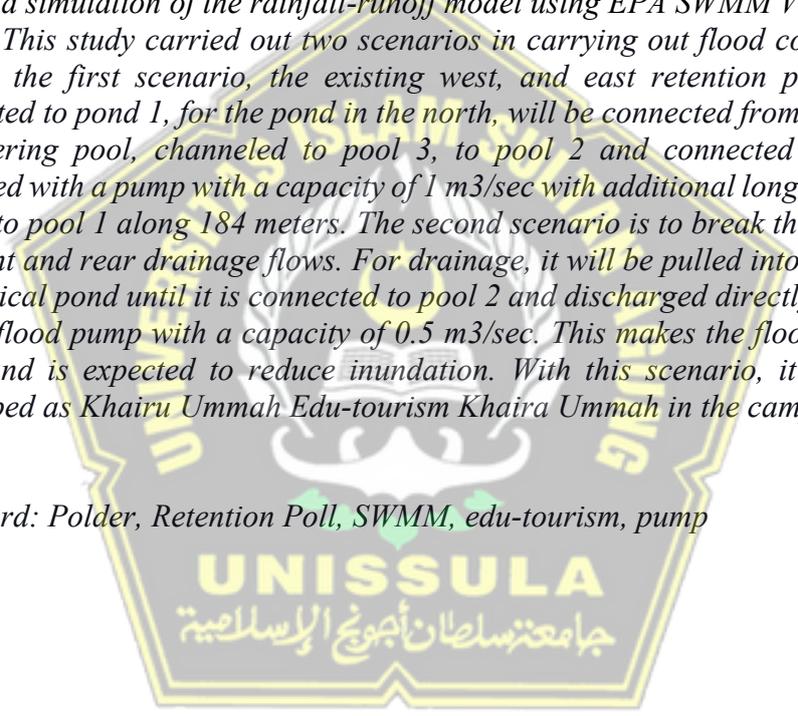
ABSTRAK

Floods and Rob floods are natural disasters that often occur in Indonesia. The UNISSULA campus area is in the Pantura road area. UNISSULA is one of the campuses affected by floods and robs. Extreme weather conditions and rising sea levels have exacerbated the condition of the north coast road. Thus causing traffic jams and activities of the surrounding community to falter.

The purpose of this study was to analyze the drainage system of the UNISSULA campus area by utilizing the potential of a storage pond by disposing of water directly into the estuary. With this research, it is hoped that it can be used as data and material for consideration for the development of a drainage system in the campus area and to become a pilot campus to control flooding. The method used is a simulation of the rainfall-runoff model using EPA SWMM Version 5.1.

This study carried out two scenarios in carrying out flood control efforts, namely the first scenario, the existing west, and east retention ponds will be connected to pond 1, for the pond in the north, will be connected from pool 4 to the engineering pool, channeled to pool 3, to pool 2 and connected with pool 1 equipped with a pump with a capacity of 1 m³/sec with additional long storage from pool 2 to pool 1 along 184 meters. The second scenario is to break the direction of the front and rear drainage flows. For drainage, it will be pulled into pond 4, then a technical pond until it is connected to pool 2 and discharged directly into the sea with a flood pump with a capacity of 0.5 m³/sec. This makes the flood travel time short and is expected to reduce inundation. With this scenario, it can also be developed as Khairu Ummah Edu-tourism Khaira Ummah in the campus area.

Key word: Polder, Retention Poll, SWMM, edu-tourism, pump



DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
1.6 Lokasi Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kriteria Layout Jaringan Drainase.....	7
2.1.1 Drainase Primer.....	7
2.1.2 Drainase Sekunder	8
2.2 Kriteria Analisis Hidrologi	9
2.2.1 Perhitungan Curah Hujan Rencana.....	9
2.3 Sistem Polder.....	17
2.3.1 Perencanaan Sistem Polder	18
2.3.2 Penggunaan Sistem Polder.....	19
2.3.3 Cara Kerja Sistem Polder.....	19
2.3.4 Tujuan, Sifat dan Prinsip Sistem Polder	20
2.4 Perencanaan Tanggul.....	21

2.5	Kolam Retensi.....	22
2.5.1	Pengertian Kolam Retensi.....	22
2.5.2	Fungsi kolam retensi	22
2.5.3	Tipe-Tipe Kolam Retensi.....	23
2.6	Kriteria Perencanaan Saluran Drainase.....	24
2.6.1	Kriteria Perencanaan Hidrolis	24
2.7	SWMM (<i>Storm Water Management Model</i>).....	31
2.8	Pompa	34
2.9	Pariwisata Berbasis <i>Edu- Tourism Khaira Ummah</i>	42
2.10	Penelitian Terdahulu	44
2.11	Perbedaan Penelitian terdahulu dengan saat ini	49
BAB III METODE PENELITIAN		50
3.1	Gambaran Umum Lokasi Studi	50
3.2	Tahapan Penelitian	50
3.3	Metode Pengumpulan Data.....	52
3.3.1	Data Primer	52
3.3.2	Data Sekunder	52
3.4	Teknik Analisis Data	53
3.4.1	Analisis Data Hidrologi.....	53
3.4.2	Perhitungan Curah Hujan Rata – Rata Daerah.....	53
3.4.3	Perhitungan Distribusi.....	54
3.4.4	Uji Keselarasan	54
3.5	Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	54
3.6	Pengembangan Kawasan <i>Edu-tourism Khaira Ummah</i>	55
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		56
4.1	Analisis Hidrologi	56
4.1.1	Pengumpulan Data Hidrologi.....	56
4.1.2	Distribusi Curah Hujan Wilayah (Area DAS)	57
4.1.3	Analisa Curah Hujan DAS UNISSULA	58
4.1.4	Analisis Frekuensi.....	61
4.1.5	Analisis Intensitas Curah hujan.....	64
4.2	Analisis Kapasitas Kolam Retensi Eksisting	65

4.2.1 Kolam Retensi Barat	66
4.2.2 Kolam Retensi Timur	67
4.2.3 Potensi Kolam 1	69
4.2.4 Potensi Kolam 2	71
4.2.5 Potensi Kolam 3 / Danau	72
4.2.6 Kolam 4 / Kolam Teknik.....	73
4.2.7 Kolam 5	75
4.3 Pemodelan Debit Banjir	77
4.3.1 Pemodelan SWMM.....	77
4.3.2 Kondisi Eksisting.....	78
4.3.3 Skenario Perencanaan Sitem Drainase	81
4.3.4. Skenario 1	81
4.3.5 Skenario 2.....	91
4.4 Pengembangan drainase sebagai <i>Edu – tourism Khaira Ummah</i> 98	
4.4.1 Area Wisata Air.....	98
4.4.2 Area Ruang Terbuka untuk <i>Outdoor Learning Activity</i>	103
4.4.3 Area Ruang Terbuka untuk Olahraga	104
4.4.4 Pengelolaan Sampah pada Kawasan <i>Edu-tourism Khaira Ummah</i>	104
BAB V PENUTUP.....	108
5.1 Kesimpulan	108
5.2 Saran dan Rekomendasi	108
DAFTAR PUSTAKA.....	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1. Peta Subsistem Sringin	2
Gambar 1-2. Lokasi Penelitian.....	5
Gambar 2-1. Sketsa tipikal sistem polder	17
Gambar 2-2. Tipikal Sistem Polder.....	21
Gambar 2-3. Profil saluran drainase berbentuk trapesium.....	24
Gambar 2-4. Profil Saluran Drainase Berbentuk Segitiga	25
Gambar 2-5. Profil Basah Berbentuk Segi Empat	25
Gambar 2-6. Profil basah berbentuk lingkaran	26
Gambar 2-7. Penampang Profil Basah Majemuk.....	29
Gambar 2-8. Contoh Penggunaan Model SWMM.....	34
Gambar 2-9. Pompa archemedian screw.....	37
Gambar 2-10. Pompa centrifugal	38
Gambar 2-11. Pompa axial.....	38
Gambar 2-12. Pompa Aliran campuran	39
Gambar 2-13. Kurva Karakteristik Pompa Sulzer SJP	40
Gambar 2-14. Kurva Karakteristik Pompa PNW.....	40
Gambar 2-15. Pengaliran Air dengan Pompa	41
Gambar 3-1. Bagan Alir (<i>Flowchart</i>) Penelitian.....	51
Gambar 4-1. <i>Poligon Thiessen</i> Kawasan Kampus UNISSULA	59
Gambar 4-1. Plotting Log Pearson III Probability Paper.....	63
Gambar 4-2. Hyetograph Hujan Jam-Jaman DAS Kawasan UNISSULA	65
Gambar 4-3. Situasi Kolam Eksisting.....	66
Gambar 4-4. Kurva Tampungan Kolam Barat.....	67
Gambar 4-5. Dokumentasi Kolam Barat.....	67
Gambar 4-6. Kurva Tampungan Kolam Timur.....	68
Gambar 4-7. Dokumentasi Kolam Timur	69
Gambar 4-8. Kurva Tampungan Kolam 1.....	70
Gambar 4-9. Dokumentasi Kolam 1	70
Gambar 4-10. Kurva Tampungan Kolam 2.....	71
Gambar 4-11. Kurva Tampungan Kolam 2.....	72
Gambar 4-12. Kurva Tampungan Kolam 3.....	73
Gambar 4-13. Dokumentasi Potensi Kolam 3/ Danau	73
Gambar 4-14. Kurva Tampungan Kolam Teknik	74
Gambar 4-15. Dokumentasi Kolam 4	75
Gambar 4-16. Kurva Tampungan Kolam 5.....	76
Gambar 4-17. Dokumentasi Kolam 5	76
Gambar 4-18. Skema Saluran Kawasan Kampus UNISSULA & RSI	77
Gambar 4-19. Pemodelan SWMM Kampus UNISSULA	78

Gambar 4-20. Debit Output Pompa Kolam Timur.....	80
Gambar 4-21. Debit Output Pompa Kolam Barat.....	80
Gambar 4-22. SWMM dengan Skenario 1.....	81
Gambar 4-23. Kondisi Kolam 1 pompa off	85
Gambar 4-24. Operasi pompa on	85
Gambar 4-25. Kondisi Kolam 1 pompa on	86
Gambar 4-27. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi.....	86
Gambar 4-28. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam 1	87
Gambar 4-29. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi.....	87
Gambar 4-30. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam 2.....	88
Gambar 4-31. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi Kolam 3	88
Gambar 4-32. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam 3.....	89
Gambar 4-33. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi Kolam Kolam Teknik	89
Gambar 4-34. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam Teknik	90
Gambar 4-35. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi Kolam Kolam Teknik	90
Gambar 4-36. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam 4.....	91
Gambar 4-26. Inflow kolam 2 pompa off	91
Gambar 4-27. Inflow kolam 2 pompa on.....	92
Gambar 4-28. Inflow kolam 1 pompa on.....	92
Gambar 4-40. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi Kolam 1	93
Gambar 4-41. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam Kolam 1	93
Gambar 4-42. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi Kolam 2	94
Gambar 4-43. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam Kolam 2	94
Gambar 4-44. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi Kolam 3	95
Gambar 4-45. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam Kolam 3	95
Gambar 4-46. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi.....	96
Gambar 4-47. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam Kolam Teknik.....	96
Gambar 4-48. Kurva Hubungan Volume tampungan dan Elevasi Kolam 4.....	97
Gambar 4-49. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam Kolam 4.....	97
Gambar 4-50. Perencanaan Pengembangan Konsep <i>Edu-tourism</i> <i>Khaira Ummah</i> Kampus UNISSULA Semarang.....	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Harga Kritis Chi-Square	13
Tabel 2-2 Nilai Kritis (Do) dari Smirnov-Kolmogorov.....	15
Tabel 2-3 Koefisien Pengaliran (C)	16
Tabel 2-4 Koefisien Retensi (Cs)	16
Tabel 2-5. Koefisien Kekasaran Bazin.....	17
Tabel 2-6 Koefisien Kekasaran Bazin.....	27
Tabel 2-7 Koefisien Kekasaran Manning	28
Tabel 2-8 Kala Ulang Debit Banjir Berdasarkan Tipologi Kota.....	31
Tabel 2-9 Klasifikasi Jenis Pompa (Sosrodarsono & Tominaga, 1985).....	36
Tabel 2-10 Tabel Penelitian terdahulu	44
Tabel 4.1 Luas pengaruh stasiun hujan terhadap Sub DAS.....	58
Tabel 4-2 Curah Hujan Maksimum Tahunan pada Stasiun Hujan Maritim	59
Tabel 4-3 Curah Hujan Maksimum Tahunan pada Stasiun Hujan Karangroto	60
Tabel 4-4 Curah Hujan Maksimal Tahunan Rata-Rata Stasiun Maritim dan Karangroto	60
Tabel 4-5 Hujan DAS UNISSULA.....	61
Tabel 4-6 Statistika Data Normal.....	62
Tabel 4-7 Statistika Data Logaritmik.....	62
Tabel 4-8 Uji Kecocokan Data.....	62
Tabel 4-9 Kala Ulang Hujan DAS UNISSULA	64
Tabel 4-10. Hasil Perhitungan Intensitas Hujan	65
Tabel 4-11. Kurva Tampungan Kolam Barat.....	66
Tabel 4-12. Kurva Tampungan Kolam Timur	68
Tabel 4-13. Kurva Tampungan Potensi Kolam 1.....	69
Tabel 4-14. Kurva Tampungan Kolam 2	71
Tabel 4-15. Kurva Tampungan Kolam 3	72
Tabel 4-16. Kurva Tampungan Kolam 4/ Kolam Teknik	74
Tabel 4-17. Kurva Tampungan Kolam 5	75
Tabel 4-18. Rekapitulasi Kapasitas Saluran kawasan kampus UNISSULA.....	79
Tabel 4-19. Input data model SWMM	82
Tabel 4-20. Input data model SWMM	83
Tabel 4-21 Jenis-jenis yang Cocok untuk Area Outdoor Learning Activity	103

BAB I

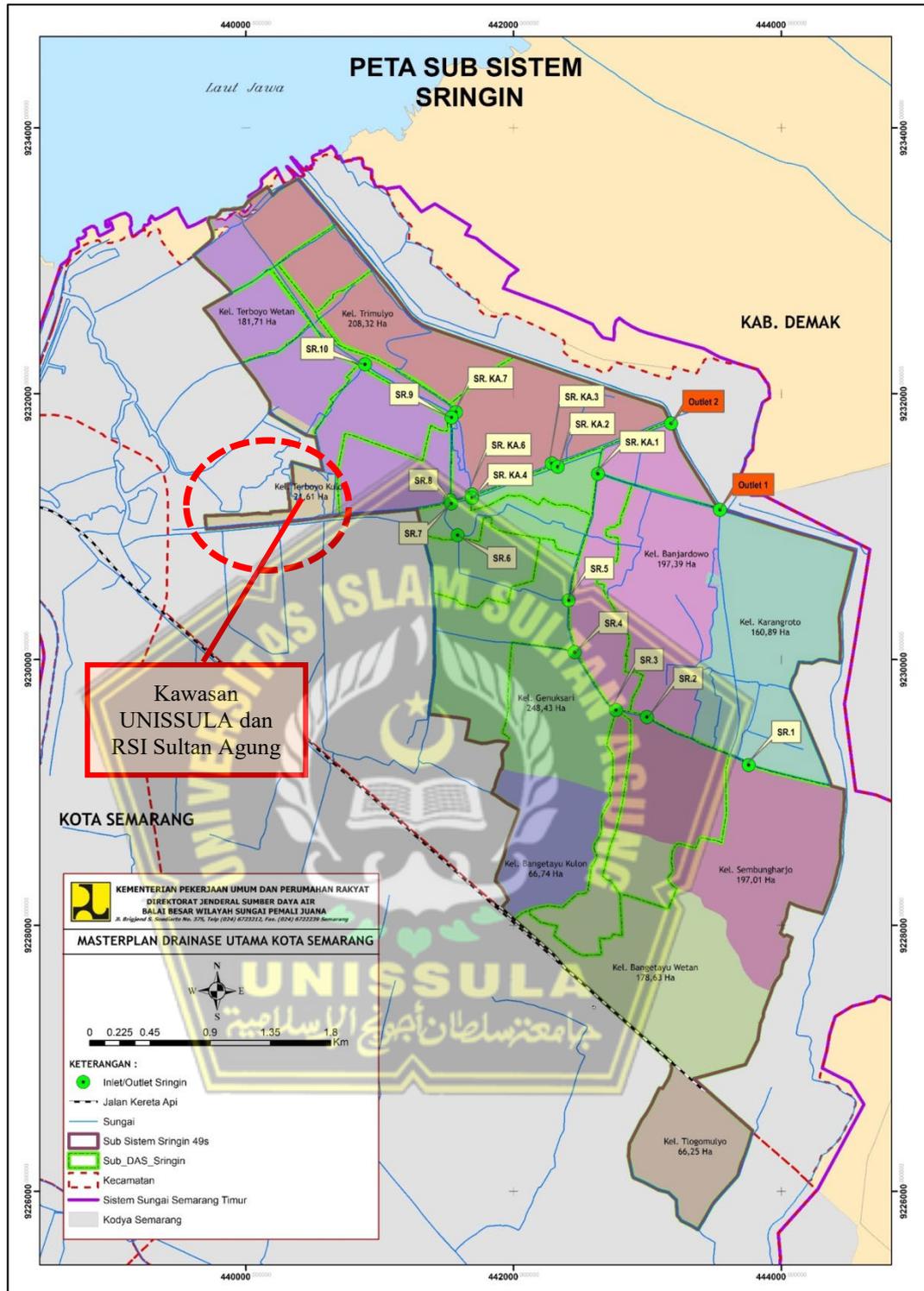
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu dari sekian banyak sarana dan prasarana yang ada di kampus adalah drainase kampus. Sistem drainase kampus yang baik sangat penting untuk menjamin keamanan dan kenyamanan penggunaannya, karena tidak sedikit komplek kampus yang tergenang air saat musim penghujan bahkan sampai mengalami banjir karena sistem drainase yang kurang baik. Hujan yang terjadi saat musim penghujan dapat menimbulkan permasalahan tersendiri bagi lingkungan kampus. Dalam kondisi normal air hujan sebagian besar masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*), sebagian lainnya dialirkan, dan sebagian lainnya menguap. Permasalahan muncul ketika air tersebut tidak masuk ke dalam tanah, tidak dialirkan dan mengakibatkan timbulnya genangan atau dalam kapasitas besarnya biasa disebut banjir. Permasalahan lain juga muncul dari air limbah sisa penggunaan penghuni kampus. Sistem drainase kampus merupakan sarana untuk mengalirkan air hujan dan air limbah ke tempat pembuangan seperti saluran utama, polder, sungai, danau, laut, dan lain-lain.

Sistem Drainase eksisting di Kota Semarang saat ini telah mengalami banyak peningkatan umumnya pada sistem drainase Semarang Timur. Terdapat sub sistem UNISSULA dan Sringin yang menjadi tulang punggung dalam pengendalian banjir di wilayah Semarang Timur yang sudah di terapkan menjadi sistem polder.

Kawasan Universitas Islam Sultan Agung dan RSI Sultan Agung merupakan satu kesatuan suatu kawasan yang sudah memiliki sistem polder. Kawasan ini merupakan sub sistem Sungai Sringin, dimana merupakan salah satu sungai yang sudah menggunakan sistem polder dengan dilengkapi pompa. Sebagai gambaran subsistem drainase Kali Sringin maka penulis menyajikan pada gambar 1.1 berikut ini.



Sumber : BBWS Pemali Juana, 2020

Gambar 1-1. Peta Subsistem Sringin

Permasalahan genangan terjadi di kompleks kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang terletak di Jalan Raya Kaligawe Kota Semarang

yang sering tergenang oleh air ketika musim penghujan. Bahkan apabila hujan tidak berhenti selama 1 (satu) hari bisa berdampak banjir. Hal ini menimbulkan ketidaknyamanan bagi penghuni kampus. Kampus UNISSULA Semarang menggunakan sistem drainase terbuka dengan polder sebagai tempat pembuangan akhir. Terdapat 4 (empat) potensi kolam tampungan dan 2 kolam tampungan eksisting yang terletak di bagian depan kampus. Kondisi dari saluran drainase sebagian sudah tidak memenuhi syarat akibat kurang adanya perhatian dan perawatan.

Kondisi banjir menjadi sangat buruk jika terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi bersamaan dengan pasang air laut (pasang purnama). Bahkan tidak ada hujan sekalipun, pada saat pasang tinggi sering terjadi genangan di beberapa daerah yang rendah.

Perlu adanya penelitian yang menjadi pemecahan solusi genangan pada kawasan kampus dengan peninjauan system drainase yang ada dengan memanfaatkan potensi kolam tampungan sehingga dalam penanganan masalah genangan dapat teratasi dengan optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas dapat diketahui bahwa permasalahan yang perlu diketahui dan dicari pemecahannya adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah sistem polder di kampus UNISSULA ?
2. Bagaimanakah mengembangkan system drainase sebagai *Edu-tourism Khaira Ummah* di kampus UNISSULA ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis system drainase kawasan kampus dengan memanfaatkan potensi kolam tampungan
2. Menganalisis sistem drainase dengan skenario membuang air langsung ke muara.
3. Mengembangkan sistem drainase untuk mendukung kawasan *Edu-tourism Khaira Ummah*.

1.4 Manfaat Penelitian

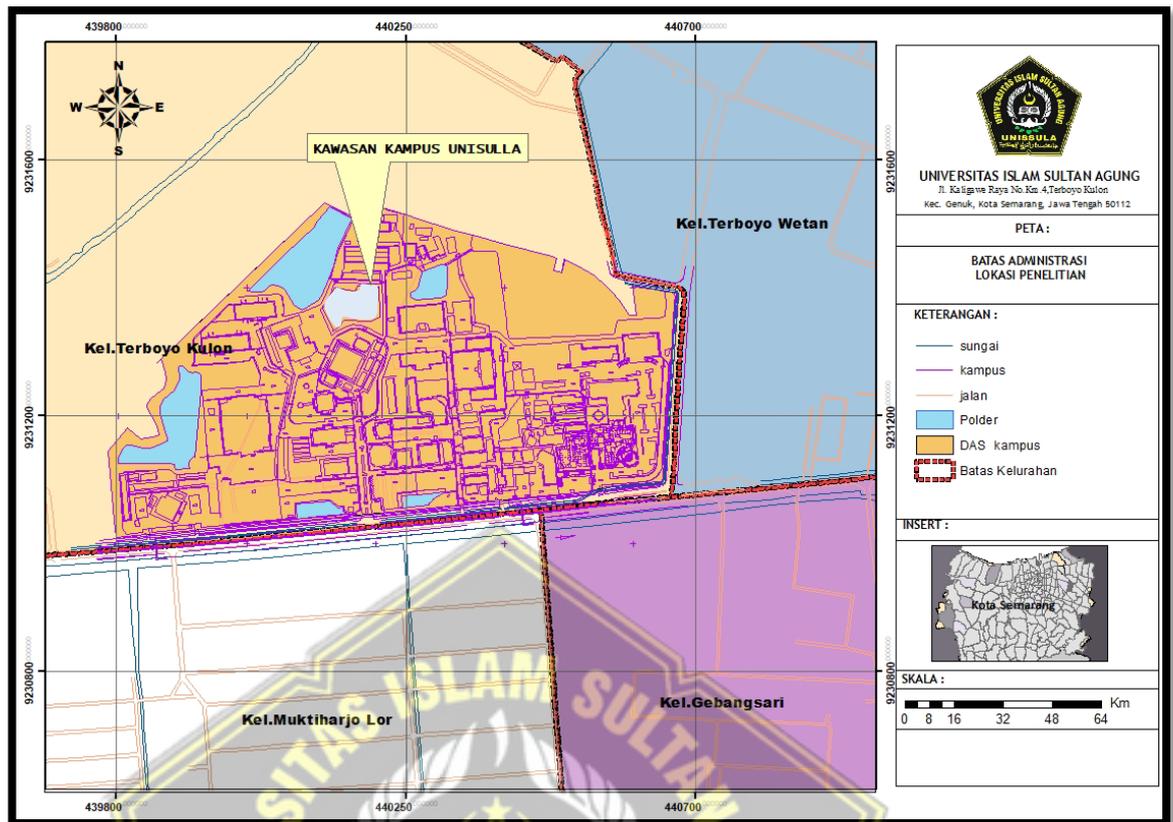
1. Secara akademis, penelitian ini dijadikan syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang
2. Meminimalkan atau menghilangkan banjir yang selama ini melanda kampus UNISSULA saat terjadi hujan lebat
3. Mengurangi volume air dari kampus UNISSULA yang masuk ke saluran Jalan Kaligawe Raya sehingga genangan yang terjadi di Jalan Kaligawe Raya dapat diminimalkan
4. Mewujudkan wisata air di wilayah kampus UNISSULA dengan menghubungkan danau-danau yang ada sehingga konsep *Edu-tourism Khaira Ummah* di kampus UNISSULA sebagai kampus generasi *Khaira Ummah* dapat terwujud.

1.5 Batasan Penelitian

Agar tidak menyimpang dari tujuan, maka penulis membatasi lingkup penelitian pada perhitungan hidrologi dimana *output* nya diharapkan dapat menghasilkan sistem polder yang efektif dan efisien dalam mengatasi genangan banjir di Kawasan Kampus UNISSULA.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian adalah di Kawasan Kampus UNISSULA kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah.



Gambar 1-2. Lokasi Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini bertujuan agar pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan dapat memahami isi laporan dengan mudah. Adapun sistematika penulisan laporan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat dan tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam tinjauan pustaka memuat studi literatur dan berbagai penelitian yang terkait dengan permasalahan yang di teliti. Hasil studi ini kemudian di kembangkan lebih lanjut menjadi landasan teori yang akan menjadi dasar untuk menjawab permasalahan penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian memuat uraian rinci mengenai bentuk penelitian, populasi, dan sampel, teknik pengambilan data, variabel penelitian dan cara pengukurannya serta analisis data.

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

Bab ini memuat karakteristik dan data yang terkumpul, hasil penelitian serta pembahasannya yang bersifat terpadu.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat di ambil dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah di lakukan, serta saran-saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kriteria Layout Jaringan Drainase

Jaringan (*system*) drainase Menurut Suripin (2004) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas.

Jaringan drainase biasanya terdiri dari rangkaian saluran pembuangan air (saluran drainase) primer, saluran drainase sekunder, saluran drainase tersier (pengumpul), saluran drainase kwarter (saluran lingkungan).

Penanganan sistem drainase ditangani oleh beberapa institusi antara lain:

- a. Saluran drainase primer ditangani oleh institusi yang menangani tentang sungai
- b. Saluran drainase sekunder, tersier dan drainase lingkungan ditangani oleh institusi yang menangani masalah lingkungan perumahan dan atau institusi yang kompeten di lingkungan pemerintah daerah, kota atau kabupaten.

Pada penelitian ini hanya menangani saluran drainase primer dan drainase saluran sekunder.

2.1.1 Drainase Primer

Kriteria pembuatan tata letak (*lay out*) saluran drainase primer pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Drainase primer bermuara langsung ke laut/polder
2. Memaksimalkan alur saluran yang sudah ada (*existing*), sehingga tidak terlalu banyak pembebasan lahan

3. Terdapat lahan yang memadai untuk jalan inspeksi disalah satu sisi saluran drainase
4. Drainase primer menjangkau lokasi-lokasi yang memerlukan drainase setelah disambung dengan saluran drainase sekunder, tersier dan kwarter
5. Sebaran tata letak drainase primer merata, sehingga luas area yang dilayani dan debit banjir dapat dikondisikan (tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil)
6. Diprioritaskan lokasi yang dampak banjirnya besar (kerugian sosial, ekonomi dan lain sebagainya)

2.1.2 Drainase Sekunder

Kriteria pembuatan tata letak (*lay out*) saluran drainase primer pada pekerjaan ini adalah sebagai berikut:

1. Drainase sekunder bermuara ke drainase primer atau ke polder
2. Sedapat mungkin menggunakan saluran yang sudah ada (*existing*), sehingga tidak terlalu banyak pembebasan lahan disekitarnya
3. Terdapat lahan di sisi kiri ataupun kanan saluran yang cukup memadai untuk jalur inspeksi
4. Drainase sekunder menjangkau lokasi-lokasi yang perlu drainase setelah disambung dengan drainase tersier dan kwarter.
5. Sebaran drainase sekunder di seluruh wilayah sehingga drainase tersier tidak terlalu panjang dan debit banjir dapat terbagi dengan saluran drainase sekunder lainnya.
6. Diprioritaskan agar dapat melayani wilayah yang dampak banjirnya besar (kerugian sosial, ekonomi, psikologis dan lain sebagainya)
7. Lebih baik drainase sekunder dapat berfungsi pula sebagai batas wilayah.

2.2 Kriteria Analisis Hidrologi

2.2.1 Perhitungan Curah Hujan Rencana

2.2.1.1 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu. Perhitungan analisis frekuensi dalam pekerjaan ini ditujukan untuk menghitung curah hujan rencana yang nantinya digunakan untuk menghitung debit rencana saluran.

2.2.1.2 Analisis Distribusi Frekuensi

Tujuan dari analisis frekuensi curah hujan ini adalah untuk memperoleh curah hujan dengan beberapa periode ulang. Pada analisis ini digunakan beberapa metoda untuk memperkirakan curah hujan dengan periode ulang tertentu, yaitu:

- Metoda Distribusi Gumbel
- Metoda Distribusi Log Pearson Type III
- Metoda Distribusi Normal
- Metoda Distribusi Log Normal 2 Parameter

Metoda yang dipakai nantinya harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi hujan daerah setempat. Periode ulang yang akan dihitung pada masing-masing metode adalah untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

a. Perhitungan Hujan Rancangan dengan Metoda Distribusi Gumbel

Dalam Suripin (2004:50), dijelaskan persamaan yang digunakan untuk mendapatkan hujan rancangan yaitu :

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \text{ (cara deviasi kuadrat) } \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\sigma_x = \frac{\sum (x_i)^2 - (x \cdot \sum x_i)}{\sqrt{(n-1)}} \text{ (cara lain) } \dots\dots\dots(2.3)$$

$$R_{\text{rancangan}} = x + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \times S_x \dots\dots\dots(2.4)$$

b. Perhitungan Hujan Rancangan dengan Metode Log Pearson Type III

Dijelaskan dalam Suripin (2004), menurut Pearson distribusi probabilitas digunakan karena fleksibilitasnya, penggunaan metode ini memakai persamaan sebagai berikut :

$$\text{Harga rata-rata } \ln x = \frac{\sum \ln x}{n} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum (\ln x - \ln \bar{x})^2}{(n-1)}} \text{ (Harga deviasi) } \dots\dots\dots(2.6)$$

$$C_s = \frac{n \sum (\ln x - \ln \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) \cdot (S_i)^3} \text{ (Harga koefisien Skewness) } \dots\dots\dots(2.7)$$

$$R_{\text{rancangan}} = e^{(\ln \bar{x} + (G \cdot S_i))} \text{ (Hujan rancangan). } \dots\dots\dots(2.8)$$

c. Perhitungan Hujan Rancangan dengan Metode Distribusi Normal

Distribusi Normal disebut juga distribusi Gauss (Suripin, 2004:35). PDF (*probability density function*) distribusi Normal dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan baku. Metode ini dipakai untuk menghitung hujan rancangan yang persamaan-persamaannya dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Harga rata-rata } \bar{X} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum (x - x_r)^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Menggunakan faktor frekuensi (kT) yang ditetapkan untuk distribusi hujan metode Normal maka hujan rancangan (Rt) dapat dicari dengan persamaan :

$$R_{\text{rancangan}} = X_r + (kT \cdot S_i). \dots\dots\dots(2.11)$$

d. Perhitungan Hujan Rancangan dengan Metode Distribusi Log Normal 2 Parameter

Fungsi kerapatan probabilitas Log Normal adalah sebagai berikut :

$$f(x) = \frac{1}{\xi \cdot x \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\ln x - \lambda}{\xi} \right)^2 \right] \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

$$\lambda = E \ln x$$

$$\xi = \sqrt{\text{Var.} \ln(x)}$$

Persamaan : $\log X_{TR} = \log \bar{x} + k \cdot S_{\log x}$

$$C_v = \frac{S_{\log x}}{\log \bar{x}} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$S_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum (\log \bar{x} - \log x_i)^2}{(n - 1)}} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\log \bar{x} = \frac{\sum \log x_i}{n} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

- XTR = Besarnya curah hujan dengan periode ulang t
- n = Jumlah data
- Log \bar{x} = Curah hujan harian maksimum rata-rata dalam harga logaritmik
- k = Faktor frekuensi dari Log Normal 2 parameter, sebagai fungsi dari koefisien variasi, Cv dan periode ulang t
- $\sigma_{\log x}$ = Standard deviasi dari rangkaian data dalam harga logaritmiknya
- Cv = Koefisien variasi dari log normal w parameter

2.2.1.3 Uji Kesesuaian Pemilihan Distribusi (*Goodness of Fit*)

Dari perhitungan distribusi-distribusi di atas akan diperoleh hasil yang berbeda-beda, oleh karena itu perlu dilakukan test untuk menentukan hasil yang terbaik, yaitu yang memiliki penyimpangan terkecil. Ada dua metode pemeriksaan kesesuaian yang lazim di pakai yaitu metode *chi-square test* (X^2

test) dan metode smirnov-kolmogorof. Hasil perhitungan dari kedua metode tersebut selanjutnya dibandingkan dan dipilih yang memiliki penyimpangan terkecil.

a. Chi Square Test

Metode ini hanya cocok digunakan untuk memeriksa data pengamatan yang banyak, Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$X^2 = \sum \frac{(Ef - Of)^2}{Ef} \dots\dots\dots(2.16)$$

dimana :

- X² = harga Chi –kuadrat
- Ef = Frekuensi (banyaknya pengamatan yang diharapkan, sesuai pembagian kelasnya)
- Of = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama
- X² = harga Chi –kuadrat

Nilai X² yang terdapat ini harus lebih kecil dari nilai X² Cr (Chi-kuadrat kritik) yang didapat dari tabel, untuk suatu derajat nyata tertentu (*level of significance*), yang sering diambil sebesar 5%. Derajat kebebasan ini secara umum dapat dihitung dengan :

$$DK = k-1-m \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

- DK = derajat kebebasan (*number of degree of freedom*)
- K = banyaknya kelas (*grup*)
- m = banyaknya keterikatan (*constrain*) atau sama dengan parameter, yang untuk distribusi Chi-kuadrat = 3

Urutan Pemeriksaan kesesuaian distribusi adalah sebagai berikut :

- a. Urutkan data pengamatan dari kecil ke besar atau sebaliknya.
- b. Kelompokkan data pengamatan menjadi beberapa “k” kelas interval (nilai k cukup diambil = 6)
- c. Catat frekwensi data pengamatan pada setiap kelas interval (Of)

- d. Hitung frekwensi kejadian yang diharapkan, sesuai pembagian kelasnya.
(Ef)
- e. Hitung nilai X^2
- f. Tetapkan nilai derajat kebebasan DK
- g. Tetapkan tingkat kepercayaan (confidence level, misal 95%)
- h. Cari X^2 kritis pada tabel harga kritis Chi-Square
- i. Bandingkan X^2 hitungan dengan X^2 kritis, bila X^2 hitungan $<$ X^2 kritis, berarti metode distribusi yang diperiksa dapat diterima.

Tabel 2-1 Harga Kritis Chi-Square

Derajat Kebebasan	<i>Coefficien significant</i>			
	a = 0,95	a = 0,90	a = 0,10	a = 0,05
1	0,02	2,71	3,84
2	0,1	0,21	4,61	5,99
3	0,35	0,58	6,25	7,81
4	0,71	1,06	7,78	9,49
5	1,15	1,61	9,24	11,07
6	1,64	2,2	10,64	12,59
7	2,17	2,83	12,02	14,07
8	2,73	3,49	13,36	15,51
9	3,33	4,17	14,68	16,92
10	3,94	4,87	15,99	18,31
12	5,23	6,3	18,55	21,03
14	6,57	7,79	21,06	23,68
16	7,26	9,31	23,54	26,3
18	9,39	10,86	25,99	28,87
20	10,85	12,44	28,41	31,41
25	14,61	16,47	34,38	37,65
30	18,49	20,6	40,26	43,77
40	26,51	29,05	51,8	55,76
50	34,76	37,69	63,17	67,5
60	43,19	46,46	74,4	79,08
70	51,74	55,33	85,53	90,53
80	60,39	64,28	96,58	101,88
90	69,13	73,29	107,56	113,14
100	77,93	82,36	118,5	124,34

Sumber : MMA. Shahin, Statistical Analysis in Hydrology, 1976

b. Smirnov-Kolmogorov Method

Untuk menghindari hilangnya informasi data pada *Chi-Square Test* akibat pengelompokan data dalam kelas-kelas interval, ada beberapa metode lain yang telah dikembangkan. Salah satu metode yang sering digunakan adalah *Kolmogorov- Smirnov Test* (1933).

Pengujian kecocokan distribusi dapat dilakukan lebih sederhana dengan membandingkan probabilitas untuk semua varian, dari ditribusi empiris dan teoritisnya akan terdapat perbedaan (α) tertentu. Berdasarkan persamaan Smirnov dan Kolmogorov :

$$a = P \{ \max |P(X) - P(X_i)| \} \Delta_{cr} \dots\dots\dots(2.18)$$

Apabila nilai Δ max yang terbaca pada kertas kemungkinan (Δ cr yang didapat dari tabel Δ kritis untuk Tes Smirnov Kolmogorov) Untuk derajat nyata (*level of significance*) dan banyaknya varian yang tertentu, maka dapat disimpulkan bahwa penyimpangan yang terjadi hanya karena kesalahan-kesalahan yang terjadi secara kebetulan (*by chance*). Urutan test ini adalah sebagai berikut :

1. Susun data curah hujan harian rerata tiap tahun dari kecil ke besar atau sebaliknya
2. Hitung probabilitas untuk masing-masing data hujan dengan persamaan Weibull sebagai berikut :

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.19)$$

dimana :

P = Probabilitas (%)

m = nomor urut data dari seri data yang telah disusun

n = banyak data

3. Gambarkan (plot) distribusi empiris maupun distribusi teoritis pada kertas grafik probabilitas yang sesuai
4. Kemudian cari harga mutlak perbedaan maksimum antara distribusi empiris (P empiris) dengan distribusi teoritis (P teoritis), Δ = maksimum | P teoritis – P empiris|

5. Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan nilai Δ kritis (lihat tabel)
6. Apabila $\Delta \leq \Delta$ kritis , maka distirbusi teoritisnya dapat diterima dan bila terjadi sebaliknya maka distribusi teoritisnya tidak dapat diterima.

Tabel 2-2 Nilai Kritis (Do) dari Smirnov-Kolmogorov

N	A			
	20%	10%	5%	1%
5	0,479	0,546	0,608	0,729
10	0,338	0,386	0,430	0,515
15	0,276	0,315	0,351	0,421
20	0,239	0,273	0,304	0,364
25	0,214	0,244	0,272	0,326
30	0,195	0,223	0,248	0,298
35	0,181	0,206	0,230	0,276
40	0,169	0,193	0,215	0,258
45	0,160	0,182	0,203	0,243
50	0,151	0,173	0,192	0,231

Sumber : CD. Soemarto, 1999

a. Perhitungan Debit Rencana Drainase

Mengacu pada Buku Sistem Drainase Perkotaan dari Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Cipta Karya, Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Tahun 2012 dalam lampiran contoh perhitungan disebutkan bahwa debit rencana drainase perkotaan di hitung dengan metode Rational atau Rasional yang telah dimodifikasi. Perhitungan debit rencana drainase dengan metode Rational adalah sebagai berikut :

$$Q = C \cdot C_s \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.20)$$

dimana :

- Q = debit banjir puncak pada Perioda Ulang T tahun (lt/detik), yang terjadi pada muara DAS
- I = intensitas hujan (l/detik.ha)
- A = luas DAS (ha)
- C = koefisien Pengaliran
- Cs = koefisien Retensi

Tabel 2-3 Koefisien Pengaliran (C)

Karakter Permukaan	C
Perkotaan	0,70-0,95
Pinggiran	0,50-0,70
Perumahan rumah tinggal	0,30-0,50
Perumahan multiunit, terpisah	0,40-0,60
Perumahan multiunit, tergabung	0,60-0,75
Perkampungan	0,25-0,40
Apartemen	0,50-0,70
Industri ringan	0,50-0,80
Industri berat	0,60-0,90

Sumber : Suripin, 2004

Tabel 2-4 Koefisien Retensi (Cs)

t_e/t_c	C_s
> 2	< 1
2,25	0,89
2,50	0,80
3,00	0,67
3,50	0,57
4,00	0,50
4,50	0,44

Sumber : Suripin, 2004

Dari analisis besarnya curah hujan rencana dan parameter-parameter mencari debit dihitung dengan kala ulang tertentu. Besarnya debit saluran drainase dengan kala ulang n tahun sama dengan luas layanan dikalikan dengan intensitas hujan dikalikan koefisien ketetapan dengan kala ulang n tahun. Untuk menghitung debit drainase kota digunakan kala ulang (n) 10 tahun sehingga didapatkan debit dengan kala ulang 10 tahun (Q10).

a) Rumus Bazin

Bazin mengusulkan rumus berikut ini :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{qB}{\sqrt{R}}} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dengan gB adalah koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding. Nilai gB untuk beberapa jenis dinding saluran dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.

Tabel 2-5. Koefisien Kekasaran Bazin

Jenis Dinding	gB
Dinding sangat halus (semen)	0,06
Dinding halus (papan, batu, bata)	0,16
Dinding batu pecah	0,46
Dinding dinding sangat teratur	0,85
Saluran tanah dengan kondisi biasa	1,30
Saluran tanah dengan dasar batu pecah dan tebing rumput	1,75

Sumber : “Standar SK SNI M-18-1989-f, Metode Perhitungan Debit Banjir

2.3 Sistem Polder

Sistem polder adalah suatu cara penanganan banjir dengan kelengkapan bangunan sarana fisik, yang meliputi saluran drainase, kolam retensi, tanggul yang mengelilingi kawasan serta pompa/ pintu air, yang dikendalikan sebagai satu kesatuan pengolahan tata air yang tak terpisahkan. (Wahyudi, 2010).

Sistem ini dipakai untuk daerah-daerah rendah dan daerah yang berupa cekungan, ketika air tidak dapat mengalir secara gravitasi. Agar daerah ini tidak tergenang, maka dibuat saluran yang mengelilingi cekungan Air yang tertangkap dalam daerah cekungan itu sendiri di tampung didalam suatu waduk, dan selanjutnya di pompa ke kolam tampungan. sketsa tipikal sistem polder dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Sumber : laporan Akhir Pengendalian Polder Pantai Indah Kapuk, Puslibang SDA 2005

Gambar 2-1. Sketsa tipikal sistem polder

2.3.1 Perencanaan Sistem Polder

Polder didefinisikan sebagai suatu kawasan atau lahan reklamasi, dengan kondisi awal mempunyai muka air tanah tinggi, yang diisolasi secara hidrologis dari daerah di sekitarnya dan kondisi muka air (air permukaan dan air tanah) dapat dikendalikan. Kondisi lahanya sendiri dibiarkan pada elevasi asalnya atau sedikit ditinggikan.

Pengisolasian dapat dilakukan dengan penanggulangan atau dengan mengelakan air yang berasal dari luar kawasan polder. Air dalam polder dikendalikan dengan sistem drainase, atau kadang-kadang dikombinasikan dengan system irigasi.

Dengan demikian, polder mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (Suripin, 2004):

Polder adalah daerah yang dibatasi dengan baik, dimana air yang berasal dari luar kawasan tidak boleh masuk, hanya air hujan (dan kadang-kadang air rembesan) pada kawasan itu sendiri yang dikumpulkan.

Dalam polder tidak ada aliran permukaan bebas seperti pada daerah tangkapan air alamiah, tetapi dilengkapi dengan bangunan pengendali pada pembuanganya (dengan penguras atau pompa) untuk mengendalikan aliran keluar.

Muka air didalam polder (air permukaan maupun air bawah permukaan) tidak bergantung pada permukaan air di daerah sekitarnya dan dinilai berdasarkan elevasi lahan, sifat-sifat tanah, iklim dan tanaman.

Komponen-komponen yang ada pada sistem polder meliputi (Suripin, 2004) :

- a) Taggul keliling dan/atau pertahanan laut (*sea defense*) atau konstruksi isolasi lainnya.
- b) Sistem drainase lapangan (*field drainage system*).
- c) Sistem pembawa (*conveyor system*).
- d) Kolam penampung dan stasiun pompa (*outfall system*).
- e) Badan air penerima (*recipient waters*).

Kelima komponen sistem polder harus direncanakan secara integral, sehingga sistem dapat bekerja secara optimal. Pembangunan drainase lapangan dan *outfall* yang sempurna dengan kapasitas tinggi tidak akan berarti jika saluran

pembawa tidak cukup mengalirkan air dari lapangan ke *outfall*, dan demikian juga sebaliknya (Suripin, 2004).

2.3.2 Penggunaan Sistem Polder

Sistem polder berasal dari Negeri Belanda dan telah memiliki riwayat panjang. Keberhasilan juga sudah teruji; saat ini sekitar 65% dari Negeri Belanda akan banjir jika tidak ada sistem polder. Semakin lama sistem polder semakin diakui sebagai suatu solusi untuk menghindari satu kawasan rendah dari bencana banjir. Pengalaman pengembangan polder yang diperoleh dari Negeri Belanda mulai dimanfaatkan oleh negara-negara lain yang memiliki fitur lahan yang sama (Sawarendro, 2010).

Secara umum, drainase sistem polder dapat digunakan pada kondisi sebagai berikut;

1. Elevasi muka tanah lebih rendah dibanding dengan elevasi muka air laut pasang, sehingga pada daerah tersebut akan sering terjadi genangan akibat air laut pasang yang masuk ke daratan (*rob*).
2. Elevasi muka tanah lebih rendah daripada muka air banjir di sungai (pengendali banjir) yang merupakan outlet dari saluran drainase kota.
3. Daerah yang mengalami penurunan (*land subsidence*), sehingga daerah yang semula lebih tinggi dari muka air laut pasang maupun muka air banjir di sungai pengendali banjir diprediksikan akan tergenang akibat air laut pasang maupun backwater dari sungai pengendali.

2.3.3 Cara Kerja Sistem Polder

Sistem polder dapat dibuat untuk suatu kawasan dengan luas bervariasi dari puluhan hingga ribuan hektar. Kawasan yang berpotensi banjir tersebut diberi batas keliling yang merupakan batas hidrologi. Kawasan tersebut dilindungi sehingga tidak akan terpengaruh oleh air dari area sekitarnya. Namun tidak semuanya dapat tertampung karena di kawasan tersebut terdapat air yang berasal dari saluran drainase dan air yang masuk ke kawasan tersebut melalui hujan. Badan-badan air ini harus dikelola dengan baik agar tidak menimbulkan banjir di wilayah itu sendiri. Badan air baik berupa sungai maupun saluran drainase harus dikelola dengan baik agar tidak menimbulkan banjir di wilayah itu sendiri (Sawarendro, 2010).

Dalam suatu polder muka air terbuka dikendalikan sesuai dengan keinginan dan tinggi muka air di dalam polder tidak sama dengan muka air regional yang ada, seperti muka air laut atau muka air sungai. Bila muka air sebelah luar secara permanen berada di atas level polder sebelah dalam, genangan hanya dapat dihindarkan dengan memompakan air yang berlebih keluar dari polder.

2.3.4 Tujuan, Sifat dan Prinsip Sistem Polder

Secara sederhana, pembuatan sistem polder bertujuan untuk pengendalian banjir. Akan tetapi, dalam mendesain sistem polder sasaran yang ingin dicapai tidak hanya sebatas itu. Ada tiga tujuan utama yang mendasari pembuatan desain dari sistem polder yaitu (Sawarendro, 2010):

1. Untuk menciptakan suatu kawasan rendah yang rawan banjir menjadi daerah yang relatif terkontrol dari banjir dan genangan, yang akan memberikan kenyamanan dalam mempergunakan lahan sesuai peruntukannya.
2. Lebih menjamin keberlanjutan (*sustainability*) sistem pengelolaan tata air dengan peran yang lebih besar diberikan pada partisipasi masyarakat.
3. Untuk menciptakan kondisi lingkungan yang lebih baik, terutama peningkatan kualitas air.

Drainase sistem polder juga mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (Suripin, 2004):

1. Polder adalah daerah yang dibatasi dengan baik, dimana air yang berasal dari luar kawasan tidak diperbolehkan masuk, hanya air hujan dan kadang-kadang air rembesan pada kawasan itu sendiri yang dikumpulkan.
2. Dalam polder tidak aliran permukaan bebas seperti pada daerah tangkapan air alamiah, tetapi dilengkapi dengan bangunan pengendali pada pembuangannya (dengan penguras atau pompa) untuk mengendalikan aliran air ke luar.
3. Muka air di dalam polder (air permukaan dan air bawah permukaan) tidak bergantung pada permukaan air di daerah sekitarnya dan dinilai berdasarkan elevasi lahan, sifat tanah, iklim dan tanaman.

prinsip-prinsip penggunaan drainase sistem polder diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Prinsip dari sistem polder adalah kapasitas atau debit pompa tidak harus sama besar dengan kapasitas debit masuk atau aliran limpasan.

2. Debit pompa direncanakan lebih kecil dari debit aliran ke dalam kolam.
3. Karena debit masuk aliran ke dalam kolam lebih besar dari aliran keluar oleh pompa, sisa air di dalam kolam tertahan di dalam kolam dalam beberapa waktu.

Berdasarkan lokasi penggunaan sistem polder, terdapat 2 tipikal sistem polder yaitu berada di tepi laut dan di tepi sungai atau danau. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



Sumber: Sawarendro, 2010

Gambar 2-2. Tipikal Sistem Polder

Kolam penampung direncanakan pada sisi tepi laut, danau, atau sungai dengan dimensi berdasarkan dari debit area polder. Pompa berfungsi untuk mengalirkan air yang ada di lokasi polder ke laut, danau, atau sungai. Jika muka air pada kolam tando di dalam area terletak di sisi tepi laut, danau, sungai, sampai pada elevasi batas yang mengakibatkan akan terjadi genangan di lokasi, maka pompa akan berfungsi.

2.4 Perencanaan Tanggul

Tanggul laut dalam perencanaan sistem polder ini sangat lah penting, karena tanggul laut disini berfungsi sebagai pembatas hodrologi yang melindungi daerah didalam sistem polder dari pengaruh air laut (pasang surut dan gelombang). Elevasi tanggul laut dalam perencanaan ini merupakan hasil penjumlahan dari beberapa parameter yang telah dijelaskan di depan, antara lain :

- Pasang Surut
- Penurunan Tanah (*Land Subsidence*)
- Tinggi Jagaan

Pasang surut air laut mempunyai periode 12 atau 24 jam, yang berarti dalam satu hari bisa terjadi satu atau dua kali air pasang. Kemungkinan kejadian air pasang dan gelombang besar (*wave set up*) dalam satu waktu adalah sangat besar. Dengan

demikian pasang surut serta gelombang merupakan faktor terpenting didalam menentukan elevasi tanggul laut ini.

Selain itu, penurunan tanah (*land subsidence*) juga sangat penting karena daerah pesisir mempunyai jenis tanah yang lunak. Sehingga penurunan tanah jangka panjang sangat berpengaruh terhadap elevasi tanggul laut.

2.5 Kolam Retensi

2.5.1 Pengertian Kolam Retensi

Kolam retensi adalah suatu bak atau kolam yang dapat menampung atau meresapkan air sementara yang terdapat di dalamnya. Kolam retensi dibagi menjadi 2 macam tergantung dari bahan pelapis dinding dan dasar kolam, yaitu kolam alami dan kolam buatan.

Kolam alami adalah kolam retensi berbentuk cekungan atau bak resapan yang sudah terbentuk secara alami dan dapat dimanfaatkan baik pada kondisi aslinya atau dilakukan penyesuaian.

Kolam buatan atau kolam non alami adalah kolam retensi yang dibuat sengaja didesain dengan bentuk dan kapasitas tertentu pada lokasi yang telah direncanakan sebelumnya dengan lapisan material yang kaku, seperti beton.

Untuk merencanakan pembangunan kolam retensi diperlukan analisis hidrologi untuk menentukan besarnya debit banjir rencana akan berpengaruh terhadap besarnya debit maksimum maupun kestabilan konstruksi yang akan dibangun. Kemudian diperlukan data curah hujan untuk rancangan pemanfaatan air dan rancangan bangunan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu (Sosrodarsono, 1993).

2.5.2 Fungsi kolam retensi

Fungsi dari Kolam rentensi adalah untuk menampung dan menampung sementara air dari saluran pembuangan sebelum dialirkan ke sungai, sehingga puncak banjir dapat dikurangi. Tingkat mitigasi banjir tergantung pada karakteristik hidrografi banjir, volume kolam, dan dinamika beberapa outlet. Area yang digunakan untuk penyimpanan biasanya berada di area rendah. Dengan perencanaan dan pelaksanaan penggunaan lahan yang tepat, kolam

retensi dapat digunakan sebagai penampungan air hujan sementara dan distribusi air.

2.5.3 Tipe-Tipe Kolam Retensi

- a. Kolam retensi tipe di samping badan sungai. Tipe ini memiliki bagian-bagian berupa kolam retensi, pintu inlet, bangunan pelimpah samping, pintu outlet, jalan akses menuju kolam retensi, ambang rendah di depan pintu outlet, saringan sampah dan kolam penangkap sedimen. Kolam retensi jenis ini cocok diterapkan apabila tersedia lahan yang luas untuk kolam retensi sehingga kapasitasnya bisa optimal. Keunggulan dari tipe ini adalah tidak mengganggu sistem aliran yang ada, mudah dalam pelaksanaan dan pemeliharaan.
- b. Kolam retensi di dalam badan sungai. Kolam retensi jenis ini memiliki bagian-bagian berupa tanggul keliling, pintu outlet, bendung, saringan sampah dan kolam sedimen. Tipe ini diterapkan bila lahan untuk kolam retensi sulit didapat. Kelemahan dari tipe ini adalah kapasitas kolam yang terbatas, harus menunggu aliran air dari hulu, pelaksanaan sulit dan pemeliharaan yang mahal.
- c. Kolam retensi tipe storage memanjang. Kelengkapan sistem dari kolam retensi tipe ini adalah saluran yang lebar dan dalam serta cek dam atau bendung setempat. Tipe ini digunakan apabila lahan tidak tersedia sehingga harus mengoptimalkan saluran drainase yang ada. Kelemahan dari tipe ini adalah kapasitasnya terbatas, menunggu aliran air yang ada dan pelaksanaannya lebih sulit. Ukuran ideal suatu kolam retensi adalah dengan perbandingan panjang/lebar lebih besar dari 2:1. Sedang dua kutub aliran masuk (*inlet*) dan keluar (*outlet*) terletak kira-kira di ujung kolam berbentuk bulat telur itulah terdapat kedua "mulut" masuk dan keluarnya (aliran) air. Keuntungan yang diperoleh adalah bahwa dengan bentuk kolam yang memanjang semacam itu, ternyata sedimen relatif lebih cepat mengendap dan interaksi antar kehidupan (proses aktivitas biologis) di dalamnya juga menjadi lebih aktif karena terbentuknya air yang terus bergerak, namun tetap dalam kondisi tenang, pada saatnya

tanaman dapat pula menstabilkan dinding kolam dan mendapat makanan (*nutrient*) yang larut dalam air.

2.6 Kriteria Perencanaan Saluran Drainase

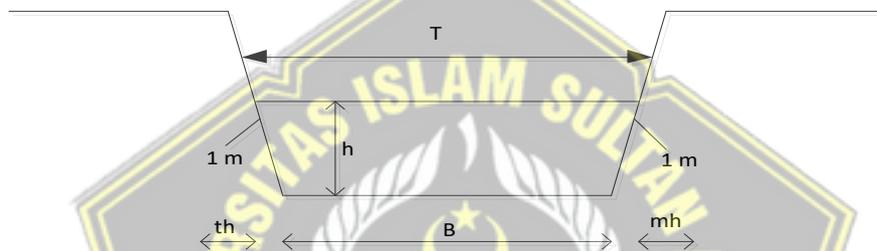
2.6.1 Kriteria Perencanaan Hidrolis

Kriteria perencanaan hidrolika ditentukan sebagai berikut :

2.6.1.1 Bentuk Saluran Drainase

Bentuk saluran drainase umumnya : trapesium, segi empat, bulat, setengah lingkaran, dan segitiga atau kombinasi dari masing-masing bentuk.

a) Luas profil basah berbentuk trapesium



Gambar 2-3. Profil saluran drainase berbentuk trapesium

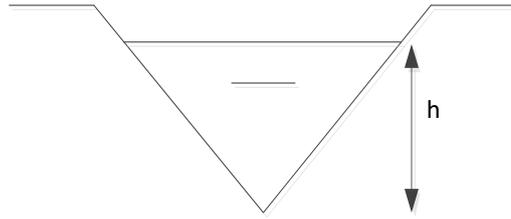
Luas profil basah berbentuk trapesium dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$A = \frac{(B+T)}{2} \times h \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana :

- A = luas profil basah (m²)
- B = lebar dasar saluran (m)
- h = tinggi air di dalam saluran (m)
- T = (B + m h + t h) = lebar atas muka air
- m = kemiringan talud kanan
- t = kemiringan talud kiri

b) Luas profil basah berbentuk segitiga



Gambar 2-4. Profil Saluran Drainase Berbentuk Segitiga

Luas profil basah berbentuk segitiga dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$A = \frac{1}{2} \times T \times h \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana :

A = luas profil basah (m²)

B = 0 (nol)

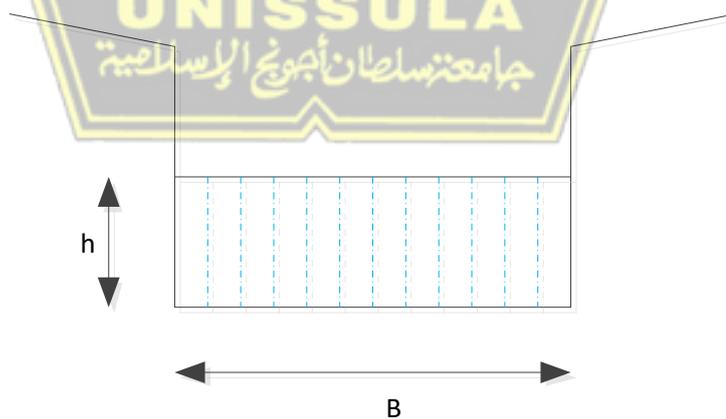
h = tinggi air dalam saluran (m)

T = (B + m h + t h)

m = kemiringan talud kanan

t = kemiringan talud kiri

c) Luas profil basah berbentuk segiempat



Gambar 2-5. Profil Basah Berbentuk Segi Empat

Luas profil basah berbentuk segiempat dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$A = B \times h \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana :

- A = luas profil basah (m²)
- B = lebar dasar saluran (m)
- h = tinggi air di dalam saluran (m)
- T = B
- m = 0 (nol)
- t = 0 (nol)

d) Luas profil basah berbentuk lingkaran



Gambar 2-6. Profil basah berbentuk lingkaran

$$a = r \sin \left(\frac{\phi - 180^\circ}{2} \right) \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana :

- a = tinggi air (dalam m)
- φ = sudut ketinggian air (dalam radial)= y
- r = jari-jari lingkaran (dalam m)
- A = luas profil basah (dalam m²) = $1/2 r^2 \left(\frac{\phi P}{180} - \sin \phi \right)$
- P = keliling basah (dalam m)= $r \phi = r \cdot \frac{\phi P}{180}$

2.6.1.2 Kecepatan Saluran

Kecepatan saluran dihitung dengan:

- Rumus *Chezy*
- Rumus *Manning*
- Rumus *Stickler*
-

b) Rumus Bazin

Bazin mengusulkan rumus berikut ini :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{gB}{\sqrt{R}}} \dots\dots\dots(2.26)$$

Dengan *gB* adalah koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding. Nilai *gB* untuk beberapa jenis dinding saluran dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.

Tabel 2-6 Koefisien Kekasaran Bazin

Jenis Dinding	<i>gB</i>
Dinding sangat halus (semen)	0,06
Dinding halus (papan, batu, bata)	0,16
Dinding batu pecah	0,46
Dinding dinding sangat teratur	0,85
Saluran tanah dengan kondisi biasa	1,30
Saluran tanah dengan dasar batu pecah dan tebing rumput	1,75

Sumber : “Standar SK SNI M-18-1989-f, Metode Perhitungan Debit Banjir

c) Rumus Chezy

$$V = C \sqrt{RI} \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana :

- V = kecepatan aliran dalam, m/dt
- C = koefisien Chezy
- R = jari-jari hidrolis dalam, m
- A = profil basah saluran dalam, m²
- P = keliling basah dalam, m
- I = kemiringan dasar saluran

d) Rumus Manning

Seorang ahli dari Islandia, Robert Manning mengusulkan rumus berikut :

$$C = \frac{i}{n} R^{2/3} \dots\dots\dots(2.28)$$

Dengan koefisien tersebut maka rumus kecepatan aliran menjadi :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana :

n = koefisien Manning dapat dilihat dalam tabel 3-2.

R = jari-jari hidrolis dalam m

A = Profil basah saluran dalam m²

P = keliling basah dalam m

l = kemiringan dasar saluran

Tabel 2-7 Koefisien Kekasaran Manning

Bahan	Koefisien Manning (n)
Besi tuang lapis	0,01
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber : Standar SK SNI M-18-1989-f, Metode Perhitungan Debit Banjir, 1989

e) Rumus Strickler

Strickler mencari hubungan antara nilai koefisien n dari rumus Manning sebagai fungsi dari dimensi material yang membentuk dinding saluran. Untuk dinding saluran dari material yang tidak koheren, koefisien *Strickler*, ks diberikan oleh rumus :

$$ks = \frac{1}{n} ks = \frac{1}{n}, \dots\dots\dots(2.30)$$

sehingga rumus kecepatan aliran menjadi :

$$V = k_s R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots(2.31)$$

2.6.1.3 Penampang Majemuk (Ganda)

Apabila di dalam satu penampang saluran *existing* terdapat nilai kekasaran dinding atau koefisien Manning yang berbeda satu dengan lainnya, maka dicari nilai kekasaran equivalen (n_{eq}).

- a) Rumus Kekasaran Dinding Equivalen (n)

Bentuk profil saluran seperti dalam gambar 2-5, maka untuk mencari nilai kekasaran dinding equivalen digunakan rumus :

$$n = \frac{(\sum n_i^{2/3})^{2/3}}{p^{2/3}} \dots\dots\dots(2.32)$$

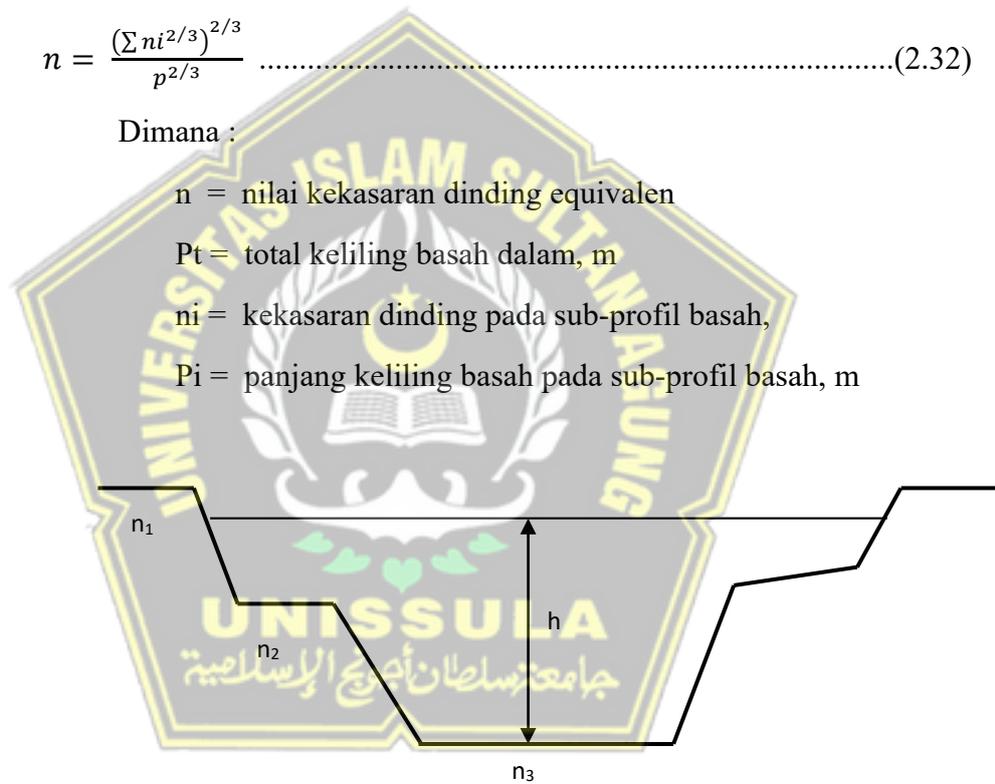
Dimana :

n = nilai kekasaran dinding equivalen

P_t = total keliling basah dalam, m

n_i = kekasaran dinding pada sub-profil basah,

P_i = panjang keliling basah pada sub-profil basah, m



Gambar 2-7. Penampang Profil Basah Majemuk

- b) Rumus Aliran (Q)

Untuk menghitung debit profil majemuk *existing* pada saluran drainase perkotaan digunakan rumus kontinuitas dengan mengalikan luas profil

basah dengan kecepatan rata-rata menggunakan rumus Manning dan koefisien kekasaran equivalen (n_{eq}). Rumus alirannya adalah sebagai berikut

$$Q_t = A_t \frac{1}{n_{eq}} R t^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(2.33)$$

Di mana:

- Q_t = total dalam m^3/dt
- A_t = luas profil basah total dari masing-masing sub-profil basah dalam m^2
- R_t = total jari-jari hidraulic dari masing-masing sub-profil basah dalam m
- S = kemiringan rata-rata dasar saluran
- N_{eq} = kekasaran dinding equivalen yang nilainya dinyatakan dalam persamaan :

$$n_{eq} = \frac{A_t (R_t)^{2/3}}{\sum_{i=1}^{n_t} \frac{1}{n_i} A_i R_i^{2/3}} \dots\dots\dots(2.34)$$

2.6.1.4 Tipe Aliran

Aliran kritis, sub-kritis dan super-kritis dinyatakan dengan bilangan Froude. Aliran kritis apabila Froude number, $Fr = 1$; aliran sub-kritis apabila Froude number, $Fr < 1$ dan aliran super kritis apabila Froude Number, $Fr > 1$.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gD}} \dots\dots\dots(2.35)$$

Froude number, $Fr = \frac{V}{\sqrt{gD}}$

Dimana :

- V = kecepatan aliran dalam m/dt
- \sqrt{gD} = cepat rambat gelombang dalam m/dt
- $D = \frac{A}{T}$ = kedalaman hidroulis dalam m
- A = luas profil basah dalam m^3
- T = lebar muka air dari tampang saluran

2.6.1.5 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana dengan kala ulang tertentu harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- a. Kala ulang yang dipakai berdasarkan luas daerah pengaliran saluran dan jenis kota yang akan direncanakan sistem drainasenya, seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 2-8 Kala Ulang Debit Banjir Berdasarkan Tipologi Kota

TIPOLOGI KOTA	DAERAH TANGKAPAN AIR (Ha)			
	< 10	10 -100	100 - 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	5 – 20 Th
Kota Sedang	2 Th	2 – 5 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2. – 5 Th

Sumber : PERMEN PUPR No. 12, 2014

- b. Untuk bangunan pelengkap dipakai kala ulang yang sama dengan sistem saluran dimana bangunan pelengkap ini berada ditambah 10 debit saluran.
- c. Perhitungan curah hujan berdasarkan data hidrologi minimal 10 tahun terakhir (mengacu pada tata cara analisis curah hujan drainase perkotaan).

2.7 SWMM (*Storm Water Management Model*)

Storm Water Management dikembangkan oleh EPA (*Environmental Protection Agency – US*), sejak 1971 oleh Huber dan Dickinson. SWMM tergolong model hujan aliran dinamis yang digunakan untuk simulasi dengan rentang waktu yang menerus atau kejadian banjir sesaat. Model ini paling banyak dikembangkan untuk simulasi proses hidrologi dan hidrolika di wilayah perkotaan.

SWMM telah diaplikasikan secara luas untuk pemodelan kuantitas dan kualitas air di wilayah perkotaan Amerika Serikat, Kanada, Eropa dan Australia. Model ini telah digunakan untuk analisa hidrolika yang kompleks dalam masalah saluran pembuangan (*sewer*), manajemen jaringan drainase dan studi berbagai permasalahan polusi. Pada perkembangannya SWMM telah dilengkapi dengan fasilitas WASP untuk pemodelan kualitas air lebih detail. Penggabungan dengan program Arcview juga dilakukan melalui *extention*

gisswmm. Gisswmm dapat mengolah data geografis (spasial) sebagai input untuk SWMM atau PCSWMM. Model ini juga terus dikembangkan agar dapat terhubung dengan salah satu program EPA yang paling populer yaitu BASIN 3.1.

Dalam studi ini program SWMM dipilih karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan program lain yang sejenis. Dengan menggunakan SWMM, kondisi yang terjadi di lapangan dapat dimodelkan dengan memasukkan parameter-parameter yang tercatat pada kondisi sesungguhnya. Hal ini menjadikan program SWMM dapat secara akurat memberikan hasil simulasi relatif sama dengan keadaan di lapangan. Selain itu program SWMM dapat juga digunakan untuk menganalisa masalah kualitas air dalam suatu basin. Dengan berbagai keunggulan dan belum banyak dikembangkan di Indonesia maka penulis memilih program SWMM untuk di uji keandalannya di DAS Kawasan Kampus UNISSULA.

Beberapa Konsep yang dikembangkan oleh Model SWMM

Konsep model dan *logic* dari SWMM adalah sebagai berikut :

1. Tinggi genangan atau limpasan hujan pada masing-masing sub das adalah sebagai berikut :

$$D_1 = D_t + R_{t_t} \dots\dots\dots(2.36)$$

dimana :

D_1 : kedalaman air setelah terjadi hujan hujan (mm)

D_t : kedalaman air pada sub das pada saat waktu t (mm)

R_t : intensitas hujan pada interval waktu t (mm/jam)

2. Infiltrasi (I_t) dianalisa dengan menggunakan persamaan Horton :

$$I_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \dots\dots\dots(2.37)$$

$$D_2 = D_1 - I_{t_t} \dots\dots\dots(2.38)$$

dimana :

D_2 : kedalaman air setelah terjadi infiltrasi (mm)

f_0, f_c, k : koefisien dari persamaan Horton

3. Debit *outflow* dari limpasan sub das dihitung dengan persamaan Manning :

$$v = 1/n D_2^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(2.39)$$

$$Q = vBD_2 \dots\dots\dots(2.40)$$

dimana :

v : kecepatan (m/s)

n : koefisien Manning

S : kemiringan lahan

B : lebar lahan/panjang pengaliran (m)

Q : debit (m³/s)

4. Ketinggian air sub das dari hujan, infiltrasi dan *outflow* didapatkan melalui persamaan sebagai berikut :

$$D_{t+\Delta t} = D_2 - (Q/A) + \Delta t \dots\dots\dots(2.41)$$

5. Proses no 1 sampai 4 diulang hingga semua perhitungan sub das selesai.

6. Debit yang masuk ke dalam saluran dihitung dengan menambahkan debit dari lahan (Q_{oi}) dengan debit dari hulu saluran (Q_{gi}).

$$Q_{in} = \Sigma Q_{oi} + \Sigma Q_{gi} \dots\dots\dots(2.42)$$

7. Perubahan tinggi muka air akibat bertambahnya debit pada suatu saluran adalah :

$$Y_1 = Y_t + (Q_{in}/A_g) \Delta t \dots\dots\dots(2.43)$$

dimana :

Y₁ dan Y_t : kedalaman air pada saluran (m)

A_g : luas rata-rata permukaan air antara Y₁ dan Y_t (m²)

8. Persamaan Manning digunakan untuk menghitung debit *outflow* saluran.

$$v = 1/n R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(2.44)$$

$$Q_g = vA_c$$

dimana :

R : jari-jari hidrolis saluran (m)

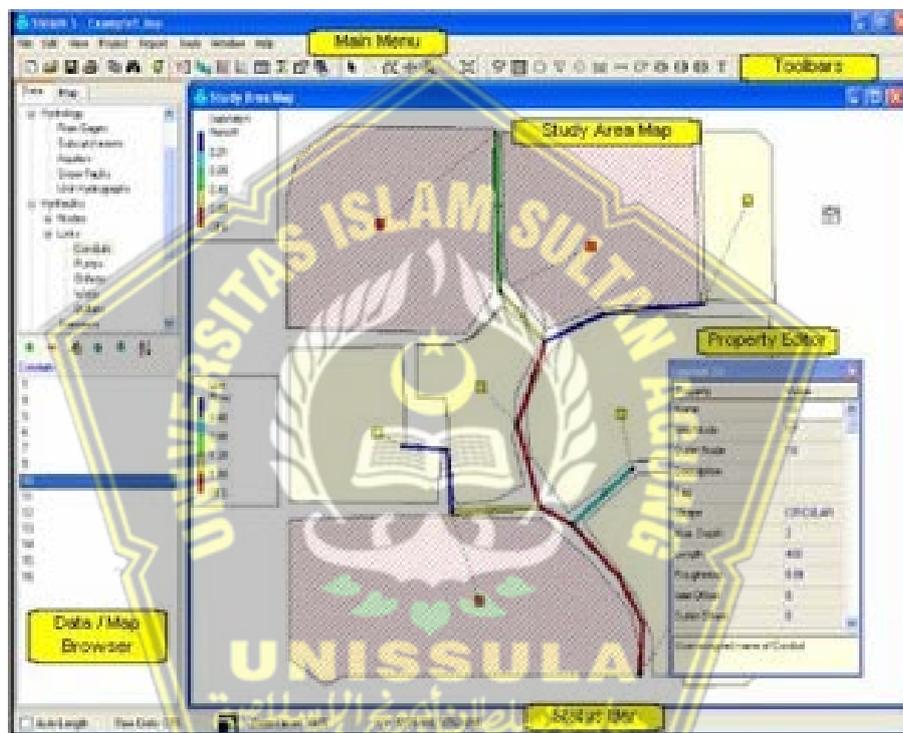
S : kemiringan saluran

A_c : luas penampang saluran pada Y_1

9. Hasil kedalaman air pada saluran dari *inflow* dan *outflow* dihitung dengan persamaan kontinuitas sebagai berikut :

$$Y_{t+\Delta t} = Y_1 + (Q_{in} - Q_g) \Delta t / A_g \dots\dots\dots(2.45)$$

10. Langkah 6 sampai 9 diulangi hingga semua saluran selesai dihitung.



Sumber : Modul Storm Water Management dikembangkan oleh EPA (Environmental Protection Agency – US)

Gambar 2-8. Contoh Penggunaan Model SWMM

2.8 Pompa

Bagian hilir DAS umumnya memiliki elevasi yang rendah dari muka air sungai dan permukaan air laut. Ini mencegah air mengalir dan menyebabkan genangan air di area tersebut. Oleh karena itu, untuk mengurangi genangan air dan mempercepat aliran air ke laut, maka dipasang pompa atau *pumping station* di kawasan tersebut. Dalam hal perlindungan banjir dan drainase, pompa ini

dibangun bersama dengan rumah pompa. Untuk melindungi pompa dari kerusakan, maka diperlukan kemudahan dalam perawatan untuk memperpanjang umur pompa. Karena membangun stasiun pompa membutuhkan biaya yang cukup besar.

Melihat hal ini maka dalam pembangunan dan pemilihan pompa harus diperhitungkan *cost* dan *benefit*-nya. Biaya didefinisikan sebagai harga pompa, sedangkan manfaat adalah jumlah pengendalian banjir yang dapat diberikan oleh pompa. Analisis biaya-manfaat (*cost and benefit*) harus memperhitungkan biaya pengembangan, biaya operasional dan pemeliharaan serta keuntungan dari pengurangan potensi kerusakan. (Sosrodarsono & Tominaga, 1985).

a. Jenis dan Tipe Pompa

Terdapat berbagai macam jenis pompa, tergantung pada kebutuhan pompa tersebut digunakan. Kebutuhan dan konstruksi pompa akan sangat menentukan penggunaan pompa. Hal ini dikarenakan keduanya akan berpengaruh pada karakteristik pompa. Terdapat tiga kelas pompa yang saat ini digunakan yaitu sentrifugal, rotary dan torak (Hicks & Edwards, 1996).

Namun pompa juga dapat diklasifikasikan menjadi lebih umum dan cakupan yang lebih besar yaitu pompa turbo, volumetrik dan khusus. Pompa-pompa ini diklasifikasikan menurut jumlah hisap, tingkatan dan kapasitas pompa. Pada pompa drainase pada umumnya digunakan pompa turbin seperti pompa aliran aksial (*axial flow*) atau pompa aliran semi aksial (*mix-flow*) untuk tinggi tekan yang rendah dan sedang dengan kapasitas yang besar dan pompa volut (*volute pump*) untuk tinggi tekanan yang tinggi (Sosrodarsono & Tominaga, 1985).

Pompa turbo berdasarkan aliran fluida yang melewati roda putar atau sudu-sudu dapat dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu (Suripin, 2004):

- a. Pompa sentrifugal
- b. Pompa aliran campuran atau pompa ulir
- c. Pompa aksial atau pompa propeler
- b. namun pada literatur lainnya pompa dibagi menjadi tiga klasifikasi yaitu pompa turbo, pompa volumetrik dan pompa khusus. Berikut ini adalah Tabel 2.1 yang menjelaskan klasifikasi pompa (Sosrodarsono & Tominaga, 1985).

Tabel 2-9 Klasifikasi Jenis Pompa (Sosrodarsono & Tominaga, 1985)

Klasifikasi	Jenis	Tipe		Catatan
Pompa turbo	Pompa Sentrifugal	Turbin	Sumbu horisontal	Terdapat hisapan tunggal, hisapan ganda satu tingkat dan beberapa tingkat, yang sesuai untuk kapasitas kecil dengan beda tinggi-tekan besar.
			Sumbu vertikal	
		Volut	Sumbu horisontal	
			Sumbu Vertikal	
	Pompa aliran semi-aksial	Sumbu horisontal		Terdapat satu tingkat dan beberapa tingkat, yang sesuai untuk kapasitas besar dengan beda tinggi-tekan sedang.
		Sumbu vertikal		
Pompa aliran aksial	Sumbu Horisontal		Terdapat satu tingkat dan beberapa tingkat, yang sesuai untuk kapasitas besar dengan beda tinggi-tekan kecil	
	Sumbu Vertikal			
Pompa Volumetrik	Pompa Torak			Sesuai untuk kapasitas kecil dengan beda tinggi-tekan besar seperti pompa sayap dan pompa injeksi bahan bakar untuk mesin diesel.
	Pompa putar			Sesuai untuk kapasitas kecil dengan beda tinggi-tekan besar seperti pompa gigi dan pompa sekrup
Pompa Khusus	Pompa Jet			Sesuai untuk kapasitas kecil dengan beda tinggi-tekan besar seperti pompa sumur dalam
	Pomp Jet udara			Sesuai untuk kapasitas kecil dengan beda tinggi-tekan besar seperti pompa sumut dalam

Klasifikasi	Jenis	Tipe	Catatan
	Pompa Gesek		Sesuai untuk kapasitas kecil dengan beda tinggi-tekan besar seperti pompa rumah tangga

Tipe-tipe pompa yang digunakan untuk kolam retensi berdasarkan Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi, Dit. PLP, Ditjen Cipta Karya yaitu:

- Pompa Archemedian Screw

Pompa archemedian screw digunakan untuk kondisi elevasi muka air yang dipompa relatif aman, tidak sesuai untuk elevasi muka air yang perubahannya relatif besar. Pompa ini tidak terganggu dengan adanya tumbuhan air dan sampah, oleh sebab itu pompa ini mampu beroperasi tanpa dijaga dalam jangka waktu yang lama. Pada Gambar 2.4 dapat dilihat contoh pompa Archemedian Screw.



Sumber : Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi, Dit. PLP, Ditjen Cipta Karya, 2011

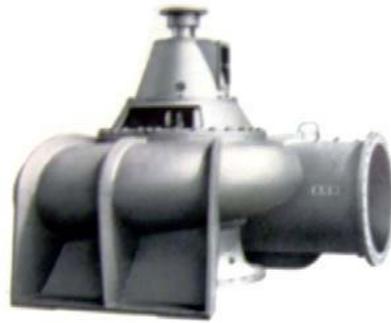
Gambar 2-9. Pompa archemedian screw

- Pompa Rotodynamic

Pompa rotodynamic dipilih sesuai dengan keperluan perencanaan, Pompa ini terdiri atas:

- Pompa Centrifugal (aliran radial)

Dipergunakan untuk memompa air dengan ketinggian yang besar dan aliran sedang. Pada Gambar 2.10 dapat dilihat contoh pompa centrifugal.



Type Horizontal

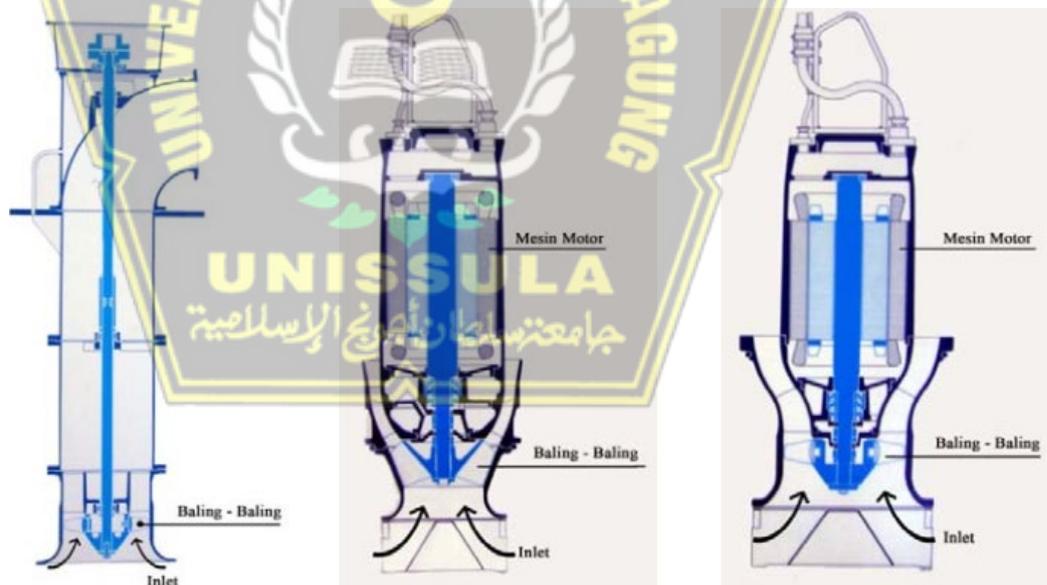


Type Vertikal

Sumber : Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi, Dit. PLP, Ditjen Cipta Karya, 2011

Gambar 2-10. Pompa centrifugal

- Pompa axial (baling-baling)
Dipergunakan untuk memompa air dengan ketinggian yang rendah sampai aliran besar. Pada Gambar 2.11 dapat dilihat contoh pompa axial.

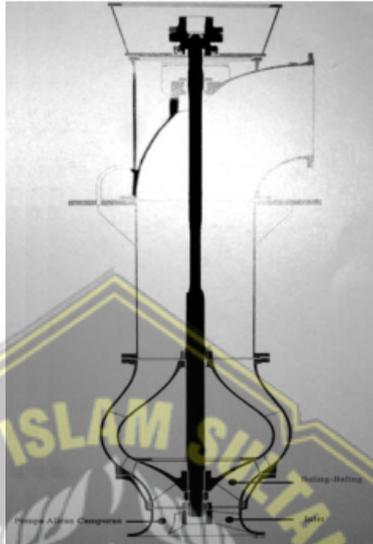


Sumber : Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi, Dit. PLP, Ditjen Cipta Karya, 2011

Gambar 2-11. Pompa axial

- Pompa Aliran Campuran

Digunakan dengan karakteristik tengah-tengah antara pompa centrifugal dan pompa axial. Pada **Gambar 2.12.** dapat dilihat contoh pompa aliran campuran.



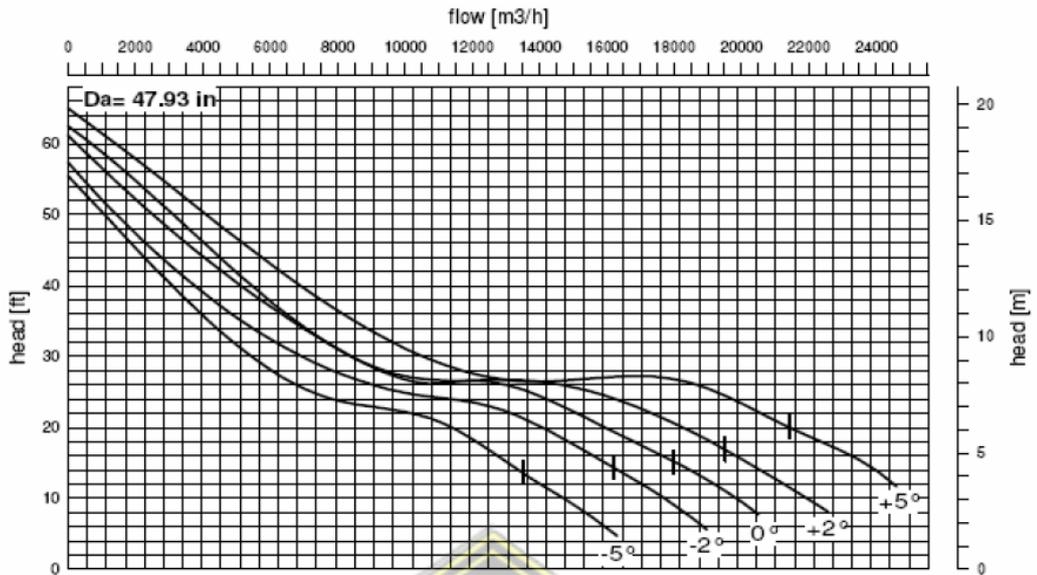
Sumber : Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi, Dit. PLP, Ditjen Cipta Karya, 2011

Gambar 2-12. Pompa Aliran campuran

Sedangkan untuk melindungi pompa dari pengaruh cuaca dan hal lain yang tidak diinginkan maka diperlukan sebuah rumah untuk melindungi pompa tersebut. Untuk perencanaan rumah pompa sendiri ada beberapa aturan yang dipergunakan diantaranya adalah SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI 1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non Gedung, Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 dan peraturan lain yang terkait.

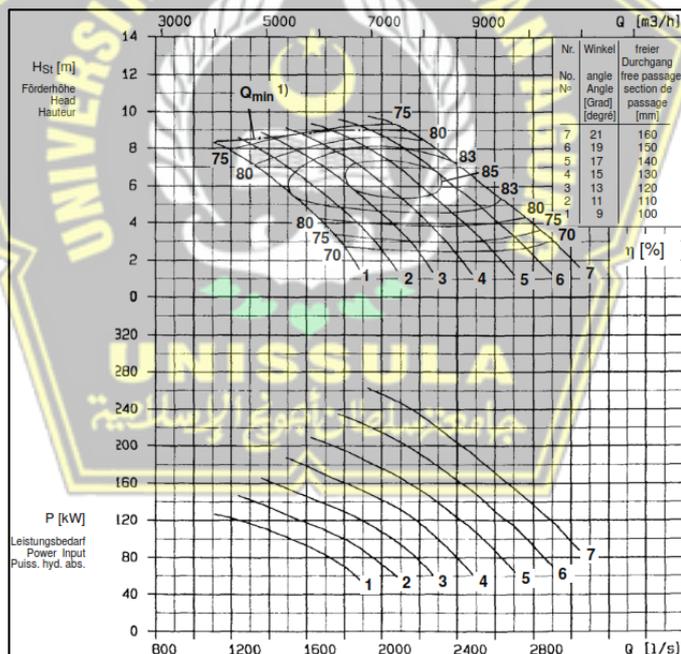
c. Karakteristik Pompa

Karakteristik pompa merupakan keterangan yang menunjukkan kapasitas pompa, tinggi tekan maksimum pompa, tinggi hisap pompa dan efisiensi pompa. Dengan diketahuinya besar debit dan tinggi tekan rencana, maka pemilihan pompa dapat dilakukan dengan menggunakan kurva karakteristik pompa. Kurva karakteristik pompa dapat dilihat pada **Gambar 2.13** dan **Gambar 2.14** berikut:



Sumber : Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi, Dit. PLP, Ditjen Cipta Karya, 2011

Gambar 2-13. Kurva Karakteristik Pompa Sulzer SJP



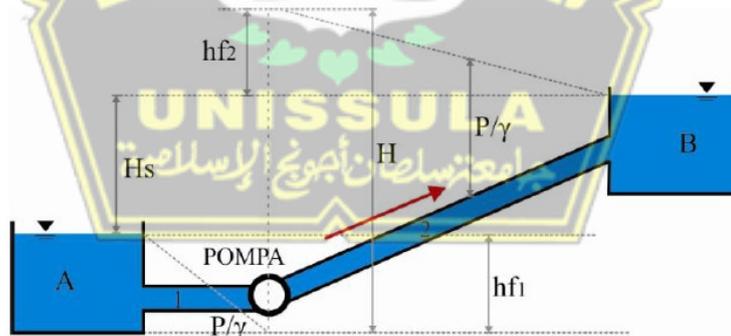
Sumber : Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi, Dit. PLP, Ditjen Cipta Karya, 2011

Gambar 2-14. Kurva Karakteristik Pompa PNW

d. Pemilihan Tipe Pompa

Pemilihan pompa pada dasarnya ditentukan oleh kebutuhan pengguna pompa. Pada dasarnya ada lima hal yang dapat dilakukan dalam memilih pompa, baik itu kecil atau besar. Langkah-langkah yang dimaksud adalah (1) membuat sketsa pompa dan layout pemipaan, (2) menentukan kapasitas, (3) menentukan tinggi-tekan total, (4) mengkaji kondisi cairan, dan (5) memilih kelas dan jenis pompa (Hicks & Edwards, 1996). Secara garis besar dapat kita sederhanakan menjadi fungsi pompa, jenis cairan, kapasitas dan tinggi-tekan total. Selain itu kita juga patut memperhitungkan kemungkinan terjadinya kavitasi, kondisi lapangan dan harganya. Kavitasi adalah suatu gejala yang penting untuk dipertimbangkan, karena dapat mempercepat kerusakan pompa (Sosrodarsono & Tominaga, 1985).

Jika pompa difungsikan untuk menaikkan air dari storage ke laut dengan selisih elevasi H_s , maka daya yang digunakan oleh pompa untuk menaikkan air setinggi H_s adalah sama dengan tinggi H_s ditambah dengan kehilangan energi selama pengaliran. Kehilangan energi adalah sebanding dengan penambahan tinggi elevasi, sehingga efeknya sama dengan jika pompa menaikkan air setinggi $H = H_s + \sum hf$. Dalam tinggi kecepatan diabaikan sehingga garis energi berimpit dengan garis tekanan.



Sumber: Triatmojo, 2008

Gambar 2-15. Pengaliran Air dengan Pompa

Daya yang digunakan untuk menaikkan air dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$D = \frac{QH\gamma}{\eta} \text{ (kgf m/d)} \dots\dots\dots(2.46)$$

atau

$$D = \frac{QH\gamma}{75\eta} \text{ (HP)} \dots\dots\dots(2.47)$$

$$H = H_s + \Sigma h_f \text{ (m)} \dots\dots\dots(2.48)$$

dimana:

D : daya pompa (1 Nm/d = 1 watt = 75 HP)

Q : debit banjir (m³/s)

H_s : tinggi hisap statik (m)

Σh_f : kehilangan energi (m)

γ : berat jenis air (1000 kgf/m³)

η : efisiensi pompa (%)

Sedangkan untuk melindungi pompa dari pengaruh cuaca dan hal lain yang tidak diinginkan maka diperlukan sebuah rumah untuk melindungi pompa tersebut. Untuk perencanaan rumah pompa sendiri ada beberapa aturan yang dipergunakan diantaranya adalah SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI 1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non Gedung, Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 dan peraturan lain yang terkait.

2.9 Pariwisata Berbasis *Edu- Tourism Khaira Ummah*

Kepariwisataan merupakan bagian dari pembangunan nasional yang dilakukan secara sistematis, terencana, terpadu dan berkelanjutan, dengan memberikan perlindungan terhadap nilai-nilai agama, budaya yang hidup dalam masyarakat, kelestarian dan mutu lingkungan hidup serta kepentingan nasional.

Edu- Tourism atau pariwisata pendidikan dimaksudkan sebagai suatu program di mana peserta kegiatan wisata melakukan perjalanan wisata pada suatu tempat tertentu dalam suatu kelompok dengan tujuan utama mendapatkan pengalaman belajar secara langsung terkait dengan lokasi yang dikunjungi (Rodger, 1998, hal 28.). Kawasan wisata merupakan suatu bentuk integrasi antara atraksi, akomodasi dan fasilitas pendukung yang disajikan dalam suatu struktur kehidupan masyarakat yang menyatu dengan tata cara dan tradisi yang berlaku. (Nuryanti, Wiendu. 1993.)

Pengertian pariwisata modern oleh Freuler dalam bukunya yang berjudul *Handbuch des Schwizerichen Volkswirtschaft* (dalam Pendit, 1999) merumuskan

bahwa pariwisata dalam arti modern adalah merupakan gejala jaman sekarang yang didasarkan atas kebutuhan akan kesehatan dan pergantian suasana, penilaian yang sadar terhadap keindahan alam, kesenangan dan kenikmatan alam semesta, dan pada kekhususannya disebabkan oleh bertambahnya pergaulan antar bangsa dan kelas dalam masyarakat manusia sebagai hasil perkembangan perniagaan, serta penyempurnaan alat-alat pengangkutan.

Untuk mencapai *Edu-tourism Khaira Ummah* pengembangan potensi harus mencakup 3 (tiga) fokus utama yang merepresentasikan *Edu-tourism Khaira Ummah*, yaitu olahraga, gerakan shalat berjamaah dan *tharah*. Rasulullah SAW bersabda “*Ajarilah anak-anak kalian berkuda, berenang dan memanah*” (HR Bukhari Muslim). Hadist ini mendasari pengembangan potensi *Edu-tourism Khaira Ummah* yang berfokus pada area olahraga. Olahraga yang dipilih adalah wisata air dengan perahu/kano sebagai pengganti berenang, berkuda dan panahan.



2.10 Penelitian Terdahulu

Beberapa kajian yang pernah di lakukan di lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 2-10 Tabel Penelitian terdahulu

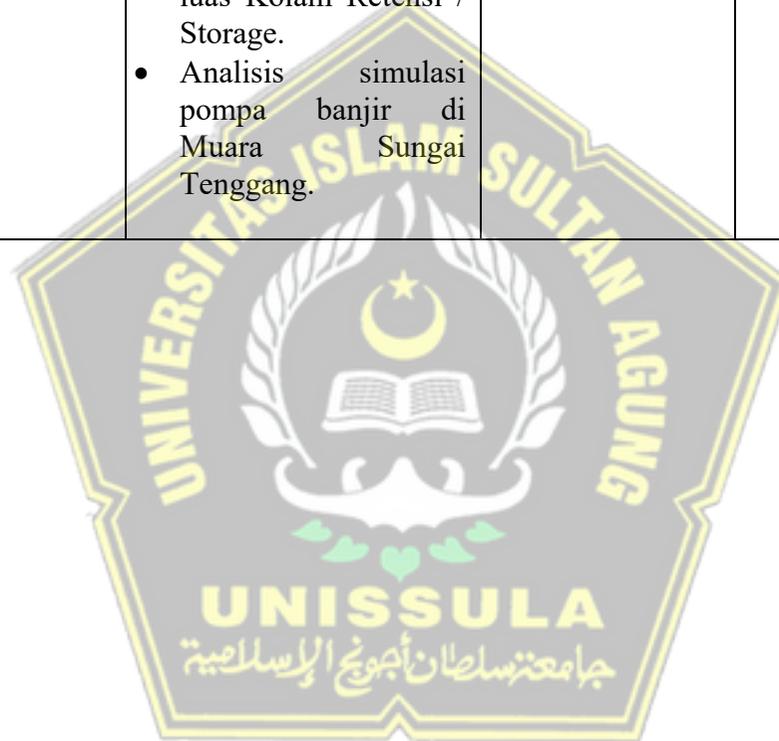
No	Judul Penelitian	Nama	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Kajian Penataan Drainase Kawasan Kampus UNISSULA	M. Fadhli, Syaiful Anwar, 2018	mengevaluasi saluran drainase di kawasan Kampus UNISSULA	Metode Kualitatif	Saluran drainase eksisting Kampus UNISSULA sudah tidak layak digunakan hanya 9% dari seluruh saluran yang kondisinya masih layak dan prima. 91% dari seluruh saluran mengarah pada 2 polder yang ada di depan kampus, terdapat 2 saluran yang saling memotong satu sama lain, terdapat saluran di tengah-tengah jalan dan adanya saluran baru yang penempatannya tidak tepat menunjukkan skema saluran eksisting tidak terstruktur dan tidak terintegrasi dengan baik.
2.	Pengamatan Otomatis “Diver” Dan Simulasi Pompa Sub Sistem Polder Universitas Islam Sultan Agung-Terminal Terboyo Semarang	Iwan Surirwan , 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Mensimulasikan Sistem polder yang efektif dan efisien 	Metode Kualitatif	Simulasi pompa dilakukan disaluran Depan UNISSULA-menuju sungai sringin dengan panjang saluran 2553 m. Debit banjir menggunakan metode nakayasu dengan periode ulang 10 tahun yaitu 7,255 m ³ / jam. Elevasi air yang dijaga agar tidak melewati elevasi jalan + 1.00.

No	Judul Penelitian	Nama	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
3	Pengembangan Kawasan Kampus UMS Sebagai Destinasi Wisata Kreatif Berbasis Edukasi	Bawono Gumilar	<ul style="list-style-type: none"> Menata dan mengembangkan kawasan UMS sebagai destinasi wisata kreatif yang berbasis edukasi. Membuat konsep pengembangan perencanaan kawasan wisata edukasi UMS yang berkelanjutan 	1. Deskriptif	Munculnya potensi dalam bidang ekonomi dan industri kreatif dari dampak perkembangan di kawasan tersebut dapat di jadikan sebuah ide atau gagasan untuk menata dan mengembangka kawasan kampus UMS sebagai destinasi wisata edukasi yang melibatkan seluruh kegiatan di kawasan tersebut
4	Strategi Kolaborasi Pengembangan Wisata Berbasis Edukasi di <i>Clungup Mangrove Conservation</i> Desa Tambakrejo Kabupaten Malang	Muhamad Imron dan M. Saiful Anwar	<ul style="list-style-type: none"> untuk mencari strategi yang ideal bagi kolaborasi pengembangan wisata berbasis edukasi. 	deskriptif kualitatif	berupa konsep strategi kolaborasi yang ideal untuk pengembangan wisata berbasis edukasi dengan model Quintuple Helix. Melalui model ini dapat memberikan modal tambahan berupa manajemen berbasis kualitas pembangunan yang efektif, keseimbangan alam yang terjamin, serta garansi terhadap generasi mendatang agar tetap dapat merasakan keberlanjutan lingkungan.
5	Kajian Potensi Fasilitas Pendidikan Sebagai Obyek Wisata Pendidikan Pertanian Di Kampus Institut Pertanian Bogor Darmaga	Evia Riyanti, 2010	<ul style="list-style-type: none"> Menginventarisasi dan mengkaji fasilitas pendidikan yang berpotensi sebagai obyek wisata pendidikan pertanian di kawasan Kampus IPB Darmaga serta 	Deskriptif	Rencana pengembangan Kampus IPB Darmaga diarahkan pada konsep wisata pendidikan pertanian. Dari beragam potensi fasilitas pendidikan dan sumberdaya alam yang ada di Kampus IPB Darmaga dapat disuguhkan beberapa alternatif jenis kegiatan WPP, antara lain kunjungan laboratorium, demonstrasi proses/ alat pertanian, pemutaran video/ slide, aktivitas tani atau agrowisata, outbond, praktik

No	Judul Penelitian	Nama	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			keterkaitannya dalam konsep 'Wisata Pendidikan Pertanian		langsung. Penyusunan paket wisata dapat didasari beberapa pertimbangan antara lain jenis kegiatan/atraksi, obyek, jenis ruang, dan waktu kunjungan.
6	Konsep Rancangan Floating Education Craft Sebagai Alternatif Pendidikan Karakter Bahari Berbasis Pariwisata	Muhammad Rudy Herliansyah,2012	<ul style="list-style-type: none"> Menjabarkan gambaran umum alternatif-alternatif dalam perancangan Floating Education Craft 	Deskriptif	<ol style="list-style-type: none"> <i>Floating Education Craft</i> memiliki arti sebagai pendidikan yang melalui kendaraan terapung. Merancang konsep <i>Floating Education Craft</i>
7	Pengembangan Eduwisata Di Kampus Universitas Winaya Mukti, Sumedang	Sigit Wisnuadji , Achmad Saeful Fasa	<ul style="list-style-type: none"> agar terjadi kedekatan antara masyarakat dengan dunia perguruan tinggi sehingga kegiatan perguruan tinggi memiliki orientasi kebermanfaatan langsung kepada masyarakat. 	Deskriptif	<ol style="list-style-type: none"> Kampus Unwim Tanjungsari, Sumedang sangat potensial untuk dikembangkan sebagai salah satu obyek dan daya tarik wisata berbasis edukasi dan berorientasi lingkungan Pertanian dan kehutanan, teknologi ramah lingkungan menjadi salah satu obyek unggulan yang dapat diangkat sebagai atraksi dalam eduwisata kampus ini Kekhasan kondisi alam dan potensi dari keberadaan kampus ini dapat diekspose sehingga dapat menjadi diferensiasi dalam menyuguhkan atraksi eduwisata. Sebagai contoh pengembangan ubi cilembu yang merupakan tanaman khas di wilayah sekitar kampus.
8.	Kajian Penataan Sistem Drainase Perkotaan	Rahmat Irawan, 2021	<ul style="list-style-type: none"> Mengevaluasi sistem drainase Kota Praya 	Kualitatif	<ol style="list-style-type: none"> Penanganan genangan lainnya dilakukan dengan cara pembangunan sumur resapan air pada area permukiman

No	Judul Penelitian	Nama	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
	Berdasarkan Rencana Pola Ruang (Studi Kasus : Kecamatan Praya – Kabupaten Lombok Tengah)		<p>dengan menganalisa kondisi</p> <ul style="list-style-type: none"> • hidrologi, debit hujan rancangan, dan melakukan kajian penataan • jaringan drainase kota yang disesuaikan dengan arahan kebijakan pola ruang. • 2. Mengevaluasi aspek lingkungan yaitu menentukan jumlah sumur • resapan air sebagai upaya pemanfaatan sistem drainase berwawasan lingkungan. 		2. Nilai koefisien C tahun rencana 2034 pada tiap-tiap catchment
9.	Analisis Hubungan Penambahan Luasan Kolam Retensi Dengan Variasi Kapasitas Pompa Banjir Study Kasus Pengendalian Banjir Dan Rob Sungai	Fitra Suhartanto, 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Menentukan Catchment Area Sungai Tenggang • Menganalisa Hidrologi Sungai Tenggang • Menganalisis Luasan Kolam Retensi / 	Kuantitatif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dengan skenario pengalihan aliran, dan konfigurasi kolam dan pompa pada DAS Tenggang dapat mereduksi debit yang ada pada Longstorage Sungai Tenggang. 2. Pengoptimalan sistem konektivitas 3 kolam kolam-kolam retensi tersebut untuk lebih meringankan beban operasional pompa banjir yang sudah ada.

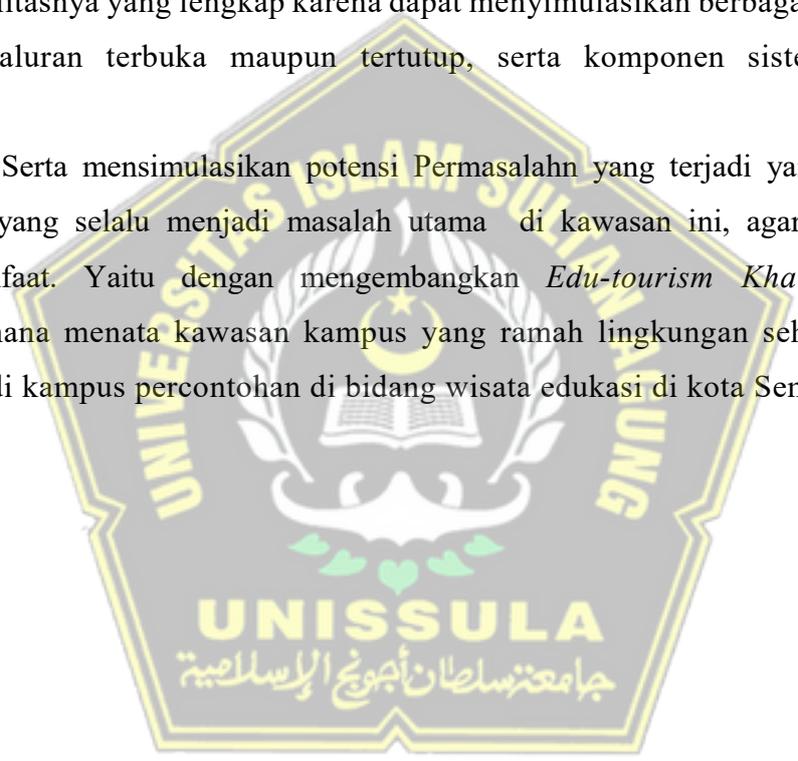
No	Judul Penelitian	Nama	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
	Tenggang Kota Semarang		<p>Storage dari kondisi eksisting di muara dan kondisi ideal termasuk alternatif penambahan luas Kolam Retensi / Storage.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analisis simulasi pompa banjir di Muara Sungai Tenggang. 		3. Diperlukan pengerukan saluran sedalam 30 cm untuk dapat mengalirkan air buangan dari LS Tenggang.



2.11 Perbedaan Penelitian terdahulu dengan saat ini

Pada Penelitian yang telah lalu diketahui berdasarkan jurnal penelitian, publikasi dan laporan kajian yang telah ada terdapat beberapa perbedaan dengan yang dilakukan pada penelitian di tahun 2022 saat ini diperlukan adanya kajian efektivitas untuk mengetahui kemampuan kolam retensi yang dibangun dalam menampung limpasan dan mereduksi banjir yang terjadi. *Software* EPA SWMM (*Storm Water Management Model*) 5.1 digunakan pada kajian ini untuk permodelan kemampuan saluran dan tampungan dalam menampung limpasan yang terjadi. Pemilihan SWMM juga didasari oleh kapabilitasnya yang lengkap karena dapat menyimulasikan berbagai jenis aliran baik saluran terbuka maupun tertutup, serta komponen sistem drainase lain.

Serta mensimulasikan potensi Permasalahn yang terjadi yaitu genangan banjir yang selalu menjadi masalah utama di kawasan ini, agar dapat lebih bermanfaat. Yaitu dengan mengembangkan *Edu-tourism Khaira Ummah* bagaimana menata kawasan kampus yang ramah lingkungan sehingga dapat menjadi kampus percontohan di bidang wisata edukasi di kota Semarang.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Lokasi Studi

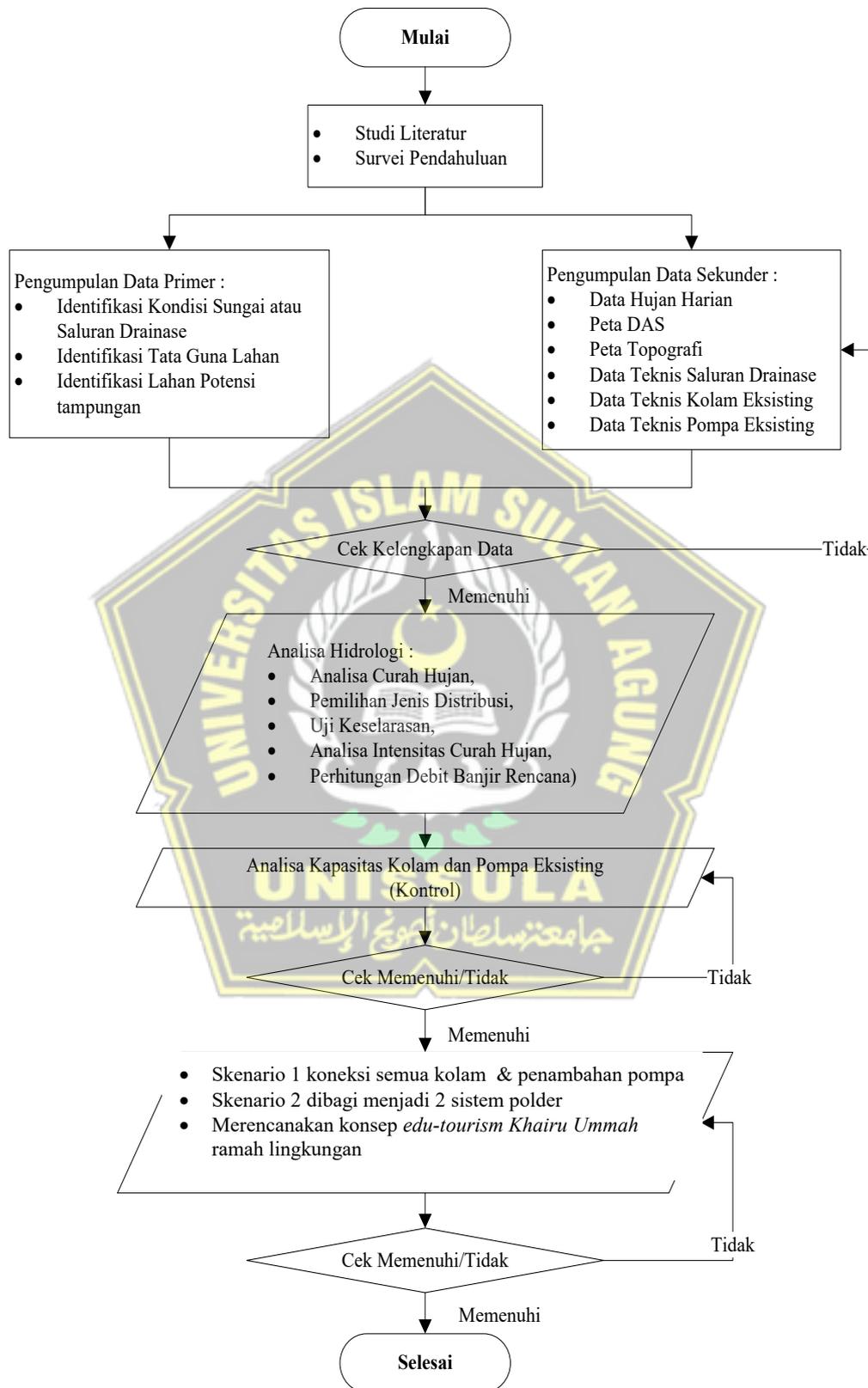
Kawasan Universitas Islam Sultan Agung berada pada di daerah pesisir pantai, sehingga sering mendapatkan pengaruh dari Pasang air laut. Kondisi saat ini kampus UNISSULA sudah memiliki system polder. Dengan membuang aliran air menuju ke system Kali Sringin melalui Saluran utama di Ruas Jalan Raya terboyo secara umum kondisi fisik bangunan baik, namun secara fungsi belum optimal karena adanya sedimentasi yang cukup tinggi dan kondisi saluran yang terdapat beberapa utilitas seperti pipa gas pipa kabel optic yang menjadi satu dalam saluran tersebut mempengaruhi kapasitas saluran kurang optimal. Faktor kedua adalah jalur menuju muara kali Sringin relative jauh sehingga memang mengalami antrian air menuju ke Kali Sringin.

Lokasi penelitian yaitu pada kampus Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) berada di Jalan Raya Kaligawe Km.4 Semarang. Secara rinci letak kampus dibatasi oleh :

Sebelah Timur	: Rumah Sakit Islam Sultan Agung
Sebelah Selatan	: Jalan Raya Kaligawe
Sebelah Barat	: SMA Islam Sultan Agung
Sebelah Utara	: Terminal Terboyo Semarang

3.2 Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan adalah penelitian kualitatif dengan fokus penelitian sesuai dengan keadaan di lapangan. Dalam melakukan proses pengumpulan data, peneliti akan menggunakan data primer dan data sekunder sebagai data penelitian. Untuk melaksanakan kegiatan penelitian Analisis Penataan Sistem Drainase Sebagai Pengembangan *Edu Tourism Khaira Ummah* di Kampus UNISSULA Semarang” secara keseluruhan dijabarkan dalam metodologi pelaksanaan penelitian sesuai dengan *Flowchart*/Bagan Alir pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3-1. Bagan Alir (Flowchart) Penelitian

3.3 Metode Pengumpulan Data

3.3.1 Data Primer

Dengan survey lapangan dapat dikumpulkan data primer yang dibutuhkan. Data primer yaitu data yang didapatkan di wilayah studi dari hasil pengamatan dan wawancara secara langsung dengan pihak-pihak yang terkait. Data tersebut antara lain :

1. Identifikasi Kondisi Sungai atau Saluran Drainase
2. Identifikasi Tata Guna Lahan
3. Identifikasi Permasalahan lainnya.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari instansi - instansi yang memiliki data yang relevan. Data sekunder yang diperlukan antara lain meliputi :

1. Data Hujan Harian

Data hujan harian diperoleh dari instansi terkait yang berwenang di kota semarang, melalui Dinas PU SDATARU, BBWS Pemali Juana, BMKG Kota Semarang. Dari data yang diperoleh akan dilakukan seleksi stasiun hujan yang lengkap dan berpengaruh pada lokasi penelitian. Beberapa data hujan yang akan digunakan sebagai analisis tahapan berikutnya adalah Stasiun Hujan Maritim dan Stasiun Hujan Karangroto selama 10 tahun dari tahun 2008 s/d 2018.

2. Peta DAS

Peta das kali ini adalah khusus pada kawasan kampus UNISSULA dan RSI Sultan Agung

3. Peta Topografi

Peta topografi digunakan sebagai acuan dalam menganalisis arah saluran eksisting serta untuk mengetahui slope saluran drainase eksisting di lokasi penelitian.

4. Data Teknis Saluran Drainase

Data teknis disini yang di maksud adalah dimensi saluran eksisting yang ada pada lokasi penelitian.

5. Data Teknis Kolam Eksisting

Adapun data teknis kolam eksisting pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Data Teknis Polder barat

Luas Area = 1503,136 m²

2. Data Teknis Polder Timur

Luas Area = 955,877 m²

6. Data Teknis Pompa Eksisting

Pompa eksisting yang sudah ada pada Polder Barat dan Polder Timur

3.4 Teknik Analisis Data

Setelah data yang diperlukan didapat, maka selanjutnya data tersebut dianalisis untuk digunakan dalam perencanaan teknis.

3.4.1 Analisis Data Hidrologi

Sebelum melakukan analisis hidrologi, terlebih dahulu menentukan stasiun hujan, data hujan dan luas *catchment area*. Dalam analisis hidrologi akan membahas langkah – langkah untuk menentukan debit banjir rencana. Langkah – langkah untuk menentukan debit banjir rencana adalah menghitung curah hujan rata – rata daerah, curah hujan rencana, melakukan uji keselarasan untuk menentukan metode yang memenuhi uji sebaran, menghitung intensitas hujan dan debit banjir rencana.

3.4.2 Perhitungan Curah Hujan Rata – Rata Daerah

Analisa data hujan dilakukan dengan metode Poligon *Thiessen*. Cara poligon *thiessen* ini dipakai apabila daerah pengaruh dan curah hujan rata-rata tiap stasiun berbeda-beda, dipakai stasiun hujan minimum 3 buah dan tersebar tidak merata. Cara ini memperhitungkan luas daerah yang mewakili dari pos-pos hujan yang bersangkutan, untuk digunakan sebagai faktor bobot dalam perhitungan curah hujan rata-rata.

3.4.3 Perhitungan Distribusi

1. Metode Normal
2. Metode Log Normal
3. Metode Log Pearson III
4. Metode Gumbel

3.4.4 Uji Keselarasan

Metode Uji Keselarasan :

1. Uji kecocokan dengan Uji Sebaran Chi Kuadrat
2. Uji Smirnov – Kolmogorov

3.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Setelah dilakukan analisis hidrologi dengan mengolah data hujan rencana, tahap selanjutnya membuat model banjir pada Kawasan UNISSULA dengan menggunakan perangkat lunak EPA SWMM Versi 5.1.

EPA Storm Water Management Model (SWMM) adalah suatu model simulasi *Rainfall-Runoff* yang dinamis, digunakan untuk kejadian tunggal atau simulasi yang menerus untuk daerah perkotaan. Komponen SWMM *merouting runoff* dari sub-das melalui pipa, saluran, tampungan, pompa dan regulator, hasilnya berupa debit, kecepatan dan kedalaman aliran. Model EPA SWMM di berbagai belahan bumi digunakan untuk analisis perencanaan dan perancangan yang terkait dengan debit banjir di daerah perkotaan maupun non-perkotaan.

Pada permodelan yang digunakan saluran drainase eksisting memiliki parameter-parameter yang harus diisi dengan karakteristik yang berbeda. Untuk parameter bebas diantaranya, yaitu : *Raingage* (pengukur hujan), *subcatchment* (sub daerah tangkapan air), *junction* (percabangan) *conduit* (saluran), *Storage* (kolam / tampungan) dan *outfall* (titik keluaran / outlet). Setelah memasukkan parameter komponen utama SWMM 5.1 maka dapat dilakukan running simulation dan akan didapatkan suatu output berupa report status dari saluran drainase, dan data tampungan kapasitas kolam retensi dengan limpasan. Adapun parameter tetap adalah parameter yang tidak diubah dan data yang tersusun kemudian diolah dengan bantuan EPA SWMM 5.1 tentunya dengan variabel yang telah diketahui. Dari parameter- parameter yang ada akan dilakukan beberapa simulasi dengan kondisi

eksisting tanpa penambahan kolam retensi dan simulasi penambahan kolam retensi berdasarkan kala ulang 5 tahun. Penambahan kolam akan disimulasikan menggunakan tampungan kolam eksisting dan kolam alternatif menggunakan kolam yang dijadikan satu serta perubahan dimensi saluran drainase.

3.6 Pengembangan Kawasan *Edu-tourism Khaira Ummah*

Pada bab pembahasan ini akan digunakan pengambilan kebijakan, bagaimana jika pengembangan kawasan *edu-tourism khaira ummah* agar sesuai dengan kebutuhan dan potensi yang ada pada wilayah kampus UNISSULA.



BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hidrologi

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Pengertian yang terkandung di dalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya.

Analisis hidrologi diperlukan untuk perencanaan Pengendalian Banjir Sistikm Kawasan UNISSULA. Analisis hidrologi digunakan untuk mendapatkan besarnya debit banjir rencana pada suatu perencanaan Pengendalian Banjir.

Adapun langkah-langkah untuk mendapatkan debit rencana adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
2. Menentukan luas pengaruh daerah stasiun-stasiun hujan.
3. Menentukan curah hujan maksimum harian rata-rata DAS dari data curah hujan yang ada.
4. Menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
5. Menghitung debit banjir rencana berdasarkan curah hujan rencana diatas periode ulang T tahun.

4.1.1 Pengumpulan Data Hidrologi

Pengumpulan data hidrologi dimaksudkan untuk mendapatkan data-data hidrologi sebagai masukan di dalam menentukan besaran perencanaan seperti curah hujan maksimum dengan periode ulang tertentu, hidrograf banjir penentuan parameter-parameter lainnya yang dapat menunjang desain hidrolis.

Pengumpulan data hidrologi meliputi:

- 1) Pengumpulan data curah hujan diambil dari stasiun yang terdekat selama 10 tahun (2008 s/d 2010)

2) Pengumpulan data informasi banjir (tinggi, lamanya dan luas genangan serta saat terjadinya) baik dengan pengamatan langsung ataupun memperhatikan bekas-bekas dan tanda-tanda banjir di bangunan maupun melalui wawancara dengan penduduk setempat.

Data hujan yang dikumpulkan berupa data hujan harian yang berasal dari stasiun curah hujan yang ada di sekitar Catchmentarea UNISSULA yaitu :

1. Stasiun Curah Hujan Maritim Tanjung Mas
2. Stasiun Curah Hujan Karangroto
3. Stasiun Hujan Pucanggading

4.1.2 Distribusi Curah Hujan Wilayah (Area DAS)

Untuk mendapatkan gambaran mengenai distribusi hujan di seluruh daerah aliran sungai, maka dipilih beberapa stasiun yang tersebar di seluruh DAS. Stasiun terpilih adalah stasiun yang berada terdekat dengan DAS dan memiliki data pengamatan hujan secara lengkap. Beberapa metode yang dapat dipakai untuk menentukan curah hujan rata-rata adalah metode Thiessen, Arithmetik dan Peta Isohyet. Dalam analisa hidrologi pekerjaan ini menggunakan Metode Thiessen. Metode Thiessen dipilih karena terdapat 3 buah stasiun hujan (Sta Maritim Tanjung Mas, Sta Karangroto, dan Sta Pucanggading) dengan data series pengamatan hujan lengkap 10 tahun (2008 s/d 2018) dan sebaran hujan yang tidak merata.

Pada metode Thiessen dianggap bahwa data curah hujan dari suatu tempat pengamatan dapat dipakai untuk daerah pengaliran di sekitar tempat itu. Metode perhitungan dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian tiap stasiun penakar R_n akan terletak pada suatu wilayah poligon tertutup A_n . Perbandingan luas poligon untuk setiap stasiun yang besarnya A_n/A . Thiessen memberi rumusan sebagai berikut :

$$R = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(3.1)$$

dimana :

- R : Curah hujan daerah rata-rata
- R1, R2, ..., Rn : Curah hujan ditiap titik pos Curah hujan
- A1, A2, ..., An : Luas daerah Thiessen yang mewakili titik pos curah hujan
- n : Jumlah pos curah hujan

4.1.3 Analisa Curah Hujan DAS UNISSULA

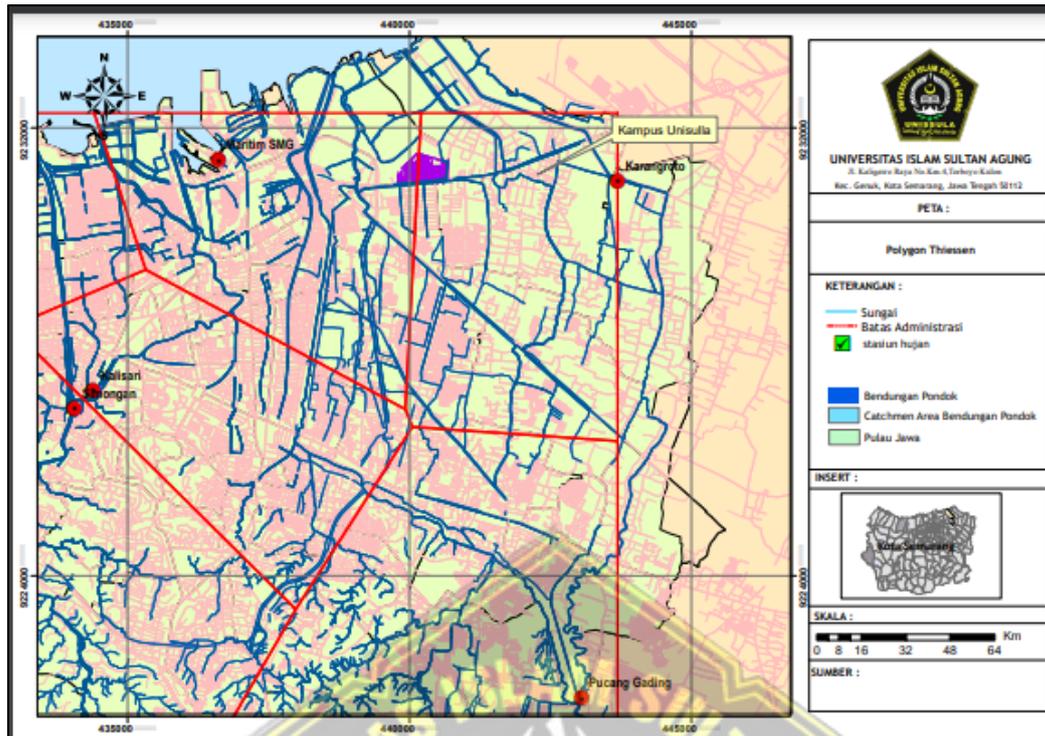
Perhitungan hujan untuk lokasi studi ini dalam bentuk curah hujan harian tahunan dengan panjang data selama 10 tahun, yaitu mulai tahun 2008 sampai 2018. Jumlah stasiun hujan yang digunakan ada 3 (tiga) stasiun hujan yang dekat dengan DAS yaitu stasiun curah hujan Maritim, Karangroto dan Pucanggading.. Dari data ini, untuk menganalisa hidrologi terutama perhitungan curah hujan rerata maksimum digunakan metode Thiessen. Sebaran stasiun hujan dan DAS diplotkan sehingga tampak stasiun hujan mana yang memiliki pengaruh pada kawasan kampus UNISSULA. Untuk lebih jelasnya *Polygon Thiessen* disajikan pada Gambar 4-1. Metode *Polygon Thiessen* ini didasarkan pada letak/titik-titik pengamatan di dalam daerah ini tidak tersebar merata. sehingga untuk mendapatkan curah hujan rata-rata itu di seluruh aliran dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Perhitungan *Catchment Area* (CA) dilakukan dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS versi 10.5, dimana program akan menghitung secara otomatis luasan CA sesuai luas DAS keseluruhan dan posisi koordinat stasiun-stasiun hujan. Pembagian luasan CA telah disajikan pada Tabel 4.1.

Berdasarkan metode *Polygon Thiessen* dari persamaannya dapat dihitung curah hujan rerata maksimum daerah untuk masing-masing pengamatan. Berikut pembagian Ruas dan luas pengaruh stasiun hujan terhadap masing-masing Ruas menggunakan metode *Thiessen* dan rekapitulasi luas CA dan *koefisien thiessen* masing-masing Stasiun Hujan.

Tabel 4.1 Luas pengaruh stasiun hujan terhadap Sub DAS

Catchment Area	Luas CA (m ²)	Luas CA (Ha)	Koef Thiessen
CA Maritim	124397.029	12.44	0.61
CA Karangroto	197416.668	19.74	0.39
Luas DAS Kawasan UNISSULA	321813.70	32.18	1,00

Sumber : Hasil Analisis, 2022



Gambar 4-1. Poligon Thiessen Kawasan Kampus UNISSULA

Berikut merupakan hujan maksimum tahunan pada masing-masing stasiun hujan sebelum mendapat pengaruh prosentase thiessen dengan wilayah berbeda yang ditampilkan pada Tabel 4.2, Tabel 4.3, dan Tabel 4.4.

Tabel 4-2 Curah Hujan Maksimum Tahunan pada Stasiun Hujan Maritim

No	Tahun	Tanggal	Curah Hujan Maksimum (mm)
1	2009	26-Des	13
2	2010	11-Des	168.6
3	2011	02-Jan	89
4	2012	04-Feb	96
5	2013	23-Feb	126.8
6	2014	23-Jan	120.5
7	2015	13-Feb	119
8	2016	10-Sep	74
9	2017	28-Okt	100
10	2018	17-Feb	139

Sumber : Stasiun Hujan BMKG Maritim Tanjung Mas, 2022

Tabel 4-3 Curah Hujan Maksimum Tahunan pada Stasiun Hujan Karangroto

No	Tahun	Tanggal	Curah Hujan Maksimum (mm)
1	2009	14-Jan	130
2	2010	12-Mar	125
3	2011	02-Jan	100
4	2012	04-Feb	182
5	2013	23-Feb	135
6	2014	23-Jan	135
7	2015	13-Feb	130
8	2016	27-Des	110
9	2017	20-Jan	110
10	2018	09-Mar	85

Sumber : BBWS Pemali Juana, 2019

Data hujan maksimum tahunan selanjutnya dianalisis bersama dengan koefisien Thiessen pada masing-masing CA dengan acuan salah satu stasiun hujan, sedangkan stasiun hujan lainnya mengikuti tanggal hujan maksimum pada stasiun hujan yang menjadi acuan. Pada Tabel 4.5 stasiun hujan acuan adalah Stasiun Hujan Maritim, Tabel 4.6 stasiun hujan acuan adalah Stasiun Hujan Karangroto.

Tabel 4-4 Curah Hujan Maksimal Tahunan Rata-Rata Stasiun Maritim dan Karangroto

No	Tahun	Tanggal	Stasiun Pencatat Hujan		Hujan harian rata-rata (mm)
			Maritim	Karangroto	
			0,39	0,61	
1	2009	26-Des	13	0	134,96
2	2010	11-Des	92.8	130	43,05
3	2011	02-Jan	168.6	105	90,67
4	2012	04-Feb	82	125	72,92
5	2013	23-Feb	89	100	99,95
6	2014	23-Jan	89	100	80,15
7	2015	13-Feb	96	182	110,86
8	2016	10-Sep	96	182	121,87

No	Tahun	Tanggal	Stasiun Pencatat Hujan		Hujan harian rata-rata (mm)
			Maritim	Karangroto	
			0,39	0,61	
9	2017	28-Okt	126.8	135	103,98
10	2018	17-Feb	126.8	135	119,83
11	2009	26-Des	120.5	135	37,8

Sumber : Hasil Analisis, 2022

4.1.4 Analisis Frekuensi

Pada pengukuran dispersi tidak semua nilai dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya akan tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar atau lebih kecil daripada nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran nilai di sekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau dispersi suatu data sembarang variabel hidrologi. Analisis frekuensi pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak A Prob 4.1. Pada **Tabel 4.15** ditampilkan data hujan DAS UNISSULA sebagai input model A Prob.

Tabel 4-5 Hujan DAS UNISSULA

No	Tahun	Hujan DAS (mm)
1	2009	115,49
2	2010	129,80
3	2011	95,71
4	2012	148,46
5	2013	131,80
6	2014	129,35
7	2015	125,71
8	2016	79,49
9	2017	67,10
10	2018	65,19

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Data hujan DAS tersebut kemudian oleh A Prob secara otomatis teridentifikasi data statistiknya berupa rata-rata (\bar{X}), Standar Deviasi (SD), Kurva kurtosis, dan Kurva Skewness. Tabel 4.10 merupakan statistika data normal, dan Tabel 4.11 merupakan statistika data logaritmik.

Tabel 4-6 Statistika Data Normal

No	Statisika Data
1	jumlah data : 10
2	minimum : 65,19
3	maximum : 148
4	rata-rata : 107,60
5	simpangan baku : 15,95
6	kurtosis : 3,205
7	excess kurtosis : 0,205
8	skewness : -0,304

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 4-7 Statistika Data Logaritmik

No	Statisika Data Logaritmik
1	jumlah data : 11
2	minimum : 1,904
3	maximum : 2,130
4	rata-rata : 2,027
5	simpangan baku : 0,067
6	kurtosis : 3,308
7	excess kurtosis : 0,308
8	skewness : -0,673

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Untuk menjamin bahwa pendekatan empiris benar-benar bisa diwakili oleh kurva teoritis, perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi, yang biasa dikenal sebagai *testing of goodness of fit*. Ada dua jenis uji keselarasan yaitu uji keselarasan chi-kuadrat dan Smirnov Kolmogorof. Pada tes ini yang diamati adalah hasil perhitungan yang diharapkan. A Prob telah mengakomodir uji keselarasan ini dengan tingkat keyakinannya 0,90. Data hasil uji keselarasan distribusi pada Gambar 4.3 diringkas lagi pada **Tabel 4.12**.

Tabel 4-8 Uji Kecocokan Data

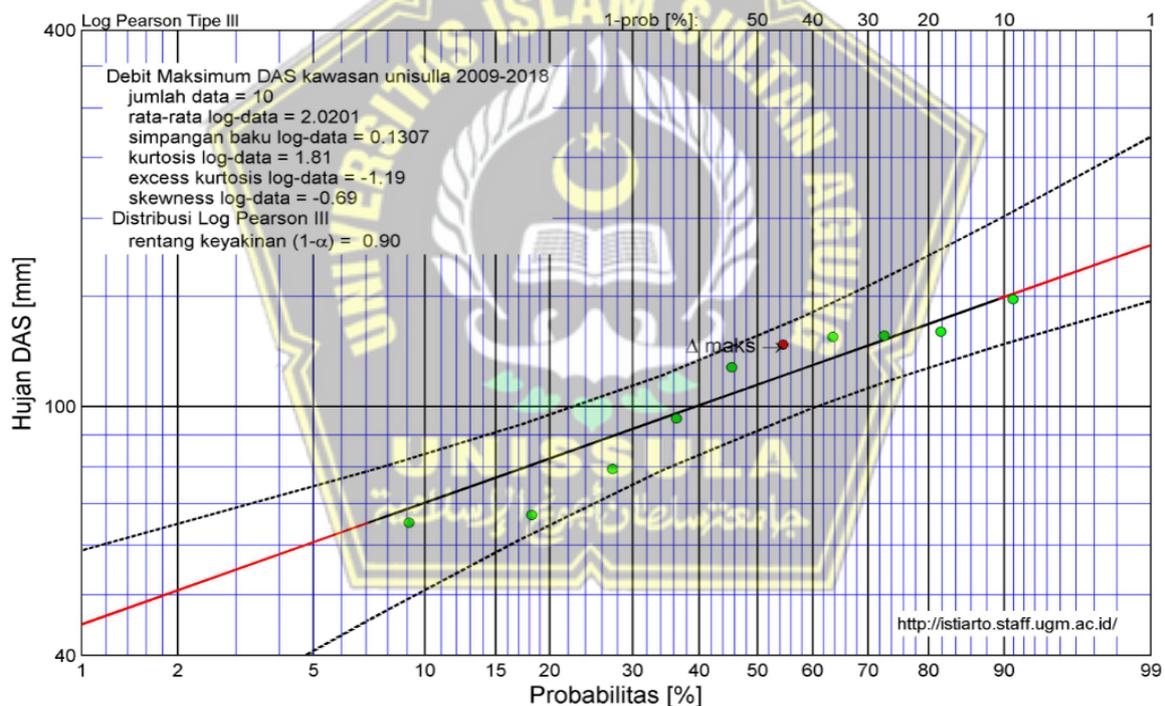
Uji Kecocokan Sebaran Data	Sebaran Data			
	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	Normal
Smirnov-Kolmogorov	lulus	lulus	lulus	lulus
Selisih maksimum	0,217	0,183	0,159	0,170

Uji Kecocokan Sebaran Data	Sebaran Data			
	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	Normal
Chi-kuadrat	lulus	lulus	lulus	lulus
Chi-2 maksimum	9,600	6,800	6,800	6,800

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Pada tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa uji keselarasan data hujan memenuhi persyaratan distribusi sebaran Log Pearson III dengan selisih maksimum yang terkecil yaitu 0,093. Dibuktikan pada uji Smirnov-Kolmogorof dan Chi-Kuadrat, sebaran data Log Pearson III dinyatakan lulus.

Selanjutnya data inflow dan hujan diplot pada *Probability Paper* untuk melihat data *outlayer* atau tidak. Berdasarkan output model A Prob tidak ditemukan data hujan DAS yang menyimpang. Gambar plotting data pada *Probability Paper* dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



Sumber : Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-2. Plotting Log Pearson III Probability Paper

Berdasarkan penentuan sebaran data di atas maka dapat diketahui besaran kala ulang hujan seperti pada **Tabel 4.13**. Dasar penentuan kala ulang 5 tahunan adalah bahwa dalam kurun waktu 5 tahun, probabilitas terjadi hujan dengan besaran lebih besar atau sama dengan 135 mm adalah satu kali, atau 2% akan terjadi setiap tahun. Selain itu penentuan kala ulang

5 tahun, bermaksud untuk meningkatkan angka keamanan/*safety factor* untuk permasalahan banjir dengan memperbesar volume-volume infrastruktur pengendali banjir.

Tabel 4-9 Kala Ulang Hujan DAS UNISSULA

Kala Ulang	Log Pearson III (mm)
2	108
5	135
10	150
20	161
50	173
100	181
200	188
500	196
1000	201

Sumber : Hasil Analisis, 2022

4.1.5 Analisis Intensitas Curah hujan

Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau. Analisis intensitas curah hujan berkaitan dengan waktu konsentrasi (t_c).

Rumus yang digunakan untuk mencari waktu konsentrasi menggunakan persamaan *Kirpich*, sebagai berikut :

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

dimana:

t_c : waktu konsentrasi (jam)

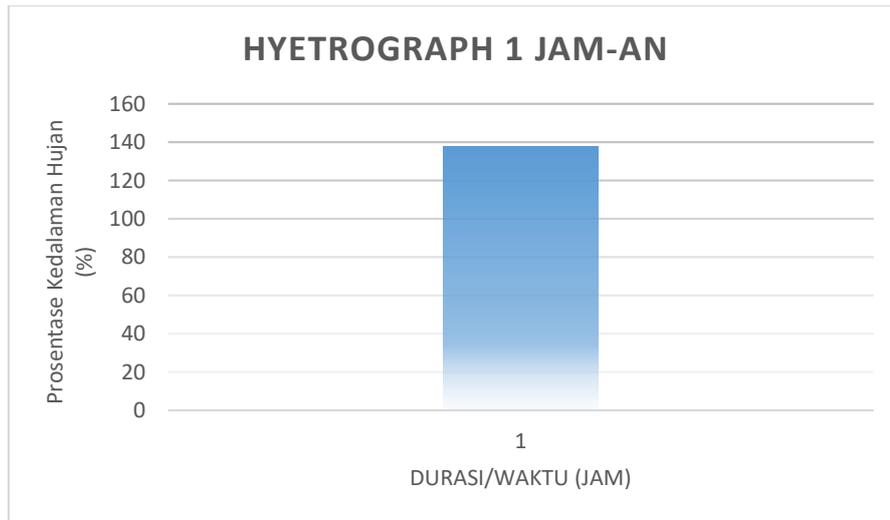
L : panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (km)

S : kemiringan rata-rata daerah lintasan air

Berikut perhitungan waktu konsentrasi saluran primer yang telah direncanakan.

Berdasarkan hasil analisis diperoleh waktu konsentrasi selama 1 jam, sehingga *hyetograph* yang digunakan adalah *hyetograph* hujan 1 jam-an.

Data curah hujan rencana digunakan sebagai dasar perhitungan untuk menentukan besarnya intensitas curah hujan. Hal ini dilakukan dengan cara melakukan pendekatan melalui diagram *hyetograph* hujan jam-jaman. Berikut *hyetograph* jam-jaman Hujan DAS Kawasan UNISSULA.



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-3. Hyetograph Hujan Jam-Jaman DAS Kawasan UNISSULA

Presentase yang ada pada hidrograf dikalikan dengan curah hujan rencana untuk mendapatkan besarnya intensitas hujan. Berikut perhitungan intensitas hujan untuk **periode ulang 10 tahun**.

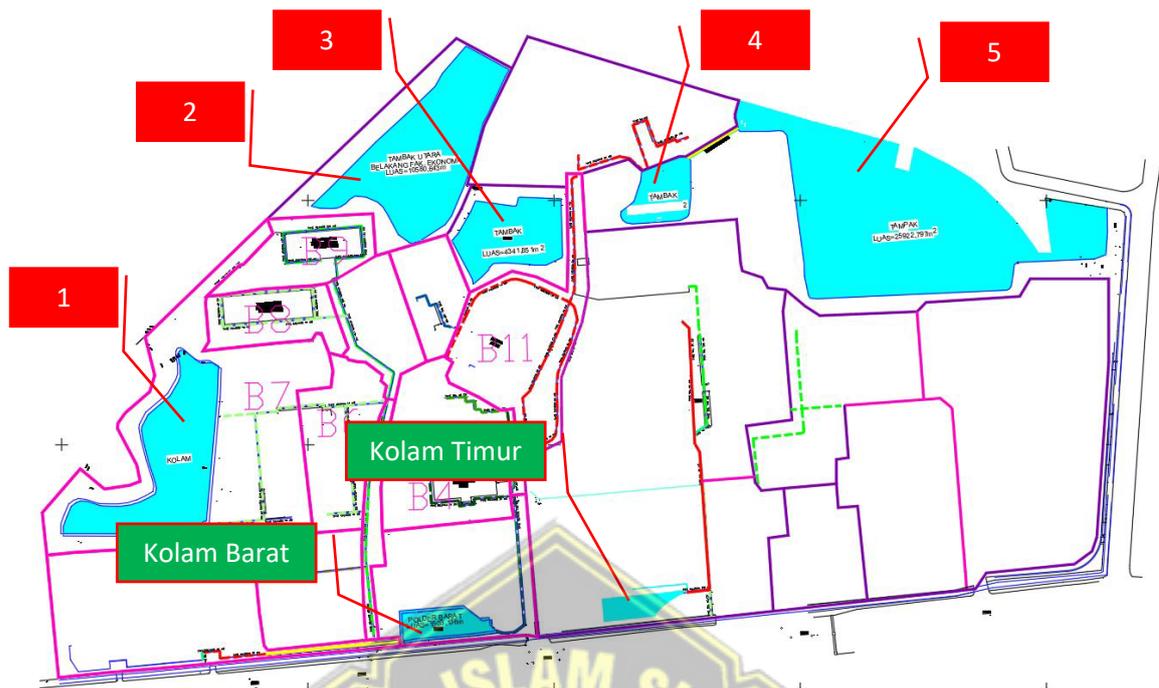
Tabel 4-10. Hasil Perhitungan Intensitas Hujan

Curah hujan rencana (10 th)	Hujan 1 jam-an (%)	Intensitas Hujan (mm)
150	100 %	150

Sumber: Hasil Analisis, 2022

4.2 Analisis Kapasitas Kolam Retensi Eksisting

Sesuai dengan kondisi topografi menurut peta RBI (Rupa Bumi Indonesia), bahwa elevasi rata-rata permukaan tanah di UNISSULA adalah -1,00 m. Sehingga berpengaruh ke karakteristik kolam-kolam tampungan. Elevasi dasar kolam ditentukan ulang pada analisis ini menjadi -3,22 m. Adapun situasi eksisting kolam dapat dilihat pada Gambar 4-4 dan kurva tampungan kolam-kolam retensi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4-16 sampai Tabel 4-18 dan Gambar 4-6 sampai dengan Tabel 4.8.



Gambar 4-4. Situasi Kolam Eksisting

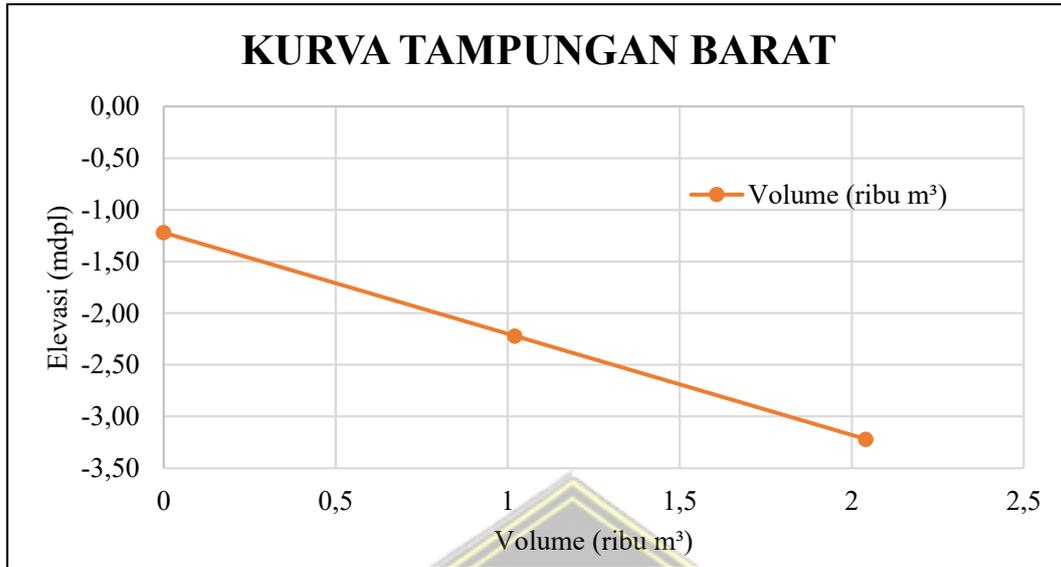
4.2.1 Kolam Retensi Barat

Kolam retensi Barat terletak pada koordinat $6^{\circ}57'21.90''S$ $110^{\circ}27'28.97''E$ memiliki luas 1.503,14 m² dengan volume tampungan sebesar 2,041 m³. Kolam tersebut berfungsi sebagai kolam tampungan dan menerima air buangan dari drainase sisi Barat, dilengkapi pompa banjir sebanyak 2 pompa dengan kapasitas 0,1 m³/dt dibuang menuju saluran Pantura. Untuk lebih jelasnya Tabel kurva tampungan barat, dokumentasi kolam disajikan pada Tabel 4-11 serta Gambar 4-4 dan Gambar 4-5.

Tabel 4-11. Kurva Tampungan Kolam Barat

NO	Elevasi	kedalaman	Luas		Volume		Kumulatif Volume
	(mdpl)		(m ²)	(ribu m ²)	(m ³)	(ribu m ³)	
1	-1.22		1503.14	1.50			0
		1			1020.370	1.020	
2	-2.22		1503.14	1.50			1.020
		1			1020.370	1.020	
3	-3.22		1503.14	1.50			2.041

Sumber : Hasil Analisis ,2022



Sumber : Hasil Analisis ,2022

Gambar 4-5. Kurva Tampungan Kolam Barat



Gambar 4-6. Dokumentasi Kolam Barat

4.2.2 Kolam Retensi Timur

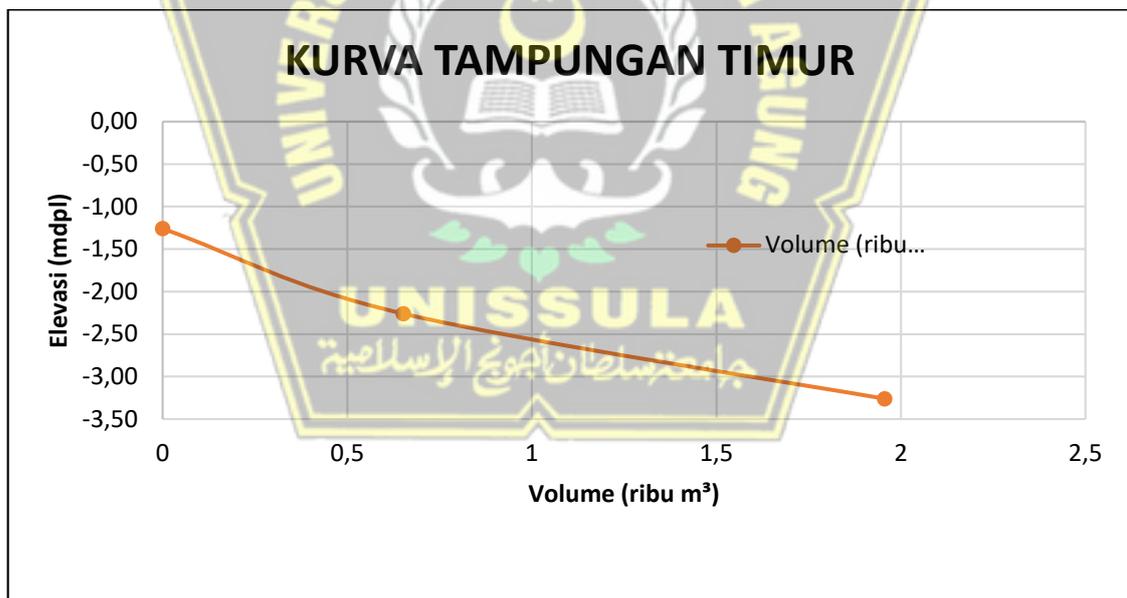
Kolam retensi Timur terletak pada koordinat $6^{\circ}57'22.02''\text{S}$ $110^{\circ}27'33.64''$ memiliki luas $955,8 \text{ m}^2$ dengan volume tampungan sebesar $1,955 \text{ m}^3$. Kolam tersebut

Berfungsi sebagai kolam tampungan dan menerima air buangan dari drainase sisi Timur, dilengkapi pompa banjir sebanyak 3 pompa dengan kapasitas 0,1 m³/dt dibuang menuju saluran Pantura. Untuk lebih jelasnya Tabel kurva tampungan Timur, dokumentasi kolam disajikan pada Tabel 4-11 serta Gambar 4-4 dan Gambar 4-5.

Tabel 4-12. Kurva Tampungan Kolam Timur

NO	Elevasi	kedalaman	Luas		Volume		Kumulatif Volume
	(mdpl)		(m)	(m ²)	(ribu m ²)	(m ³)	
1	-1.26		955.88	0.96			0
		1			651.828	0.652	
2	-2.26		955.88	0.96			0.652
		2			1303.656	1.304	
3	-3.26		955.88	0.96			1.955

Sumber : Hasil Analisis ,2022



Sumber : Hasil Analisis ,2022

Gambar 4-7. Kurva Tampungan Kolam Timur



Gambar 4-8. Dokumentasi Kolam Timur

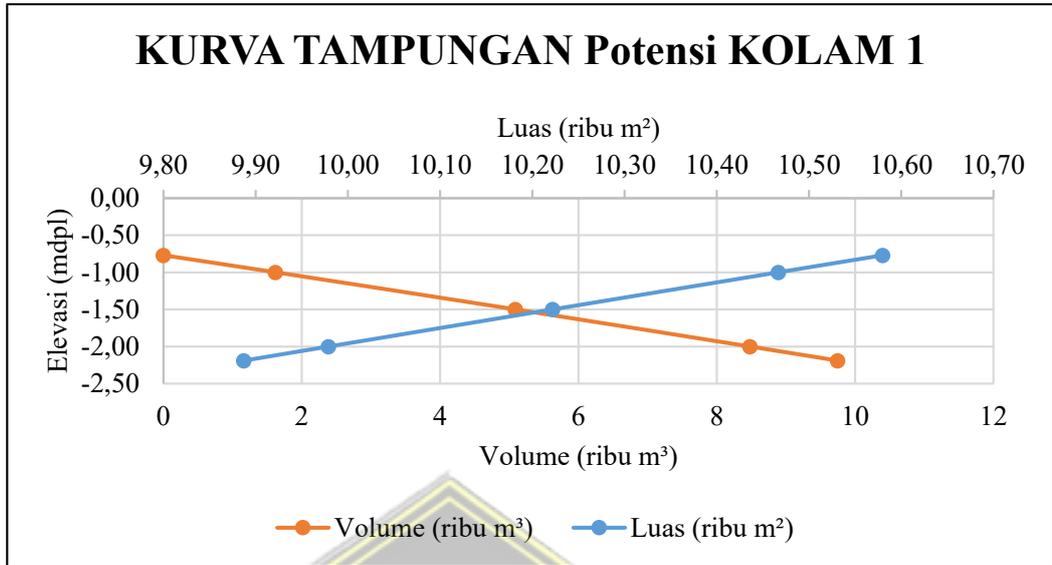
4.2.3 Potensi Kolam 1

Kolam retensi Potensi Kolam 1 terletak pada koordinat $6^{\circ}57'18.35''S$ $110^{\circ}27'21.28'' E$ memiliki luas $9.887,172 \text{ m}^2$ dengan volume tampungan sebesar 9.747 m^3 . Kolam tersebut Berfungsi sebagai kolam tampungan menerima air buangan dari drainase Auditorium UNISSULA. Untuk lebih jelasnya Tabel kurva tampungan Potensi Kolam 1, dokumentasi kolam disajikan pada Tabel 4-13 serta Gambar 4-8 dan Gambar 4-9.

Tabel 4-13. Kurva Tampungan Potensi Kolam 1

NO	Elevasi	kedalaman	Luas		Volume		Kumulatif Volume
	(mdpl)	(m)	(m^2)	(ribu m^2)	(m^3)	(ribu m^3)	(ribu m^3)
1	-0.771		10580	10.58			0
		0.229			1617.662	1.618	
2	-1		10467	10.47			1.618
		0.5			3472.139	3.472	
3	-1.5		10222	10.22			5.090
		0.5			3390.527	3.391	
4	-2		9979.03	9.98			8.480
		0.19			1267.119	1.267	
5	-2.19		9887.172	9.89			9.747

Sumber : Hasil Analisis ,2022



Sumber : Hasil Analisis ,2022

Gambar 4-9. Kurva Tampungan Kolam 1



Gambar 4-10. Dokumentasi Kolam 1

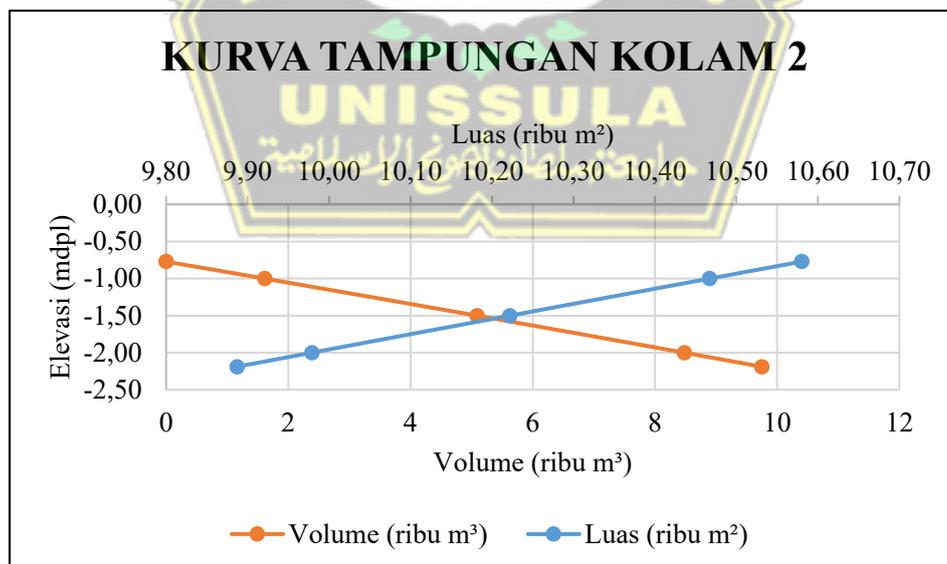
4.2.4 Potensi Kolam 2

Kolam retensi Potensi Kolam 2 terletak pada koordinat $6^{\circ}57'10.13''S$ $110^{\circ}27'28.31''E$. Terletak di Kawasan Gedung PUPR Lama, memiliki luas 4.038,87 m^2 dengan volume tampungan sebesar 3.083 m^3 . Kolam tersebut belum berfungsi secara optimal hanya menampung air saat hujan saja dan belum dimanfaatkan sebagaikolam retensi. Untuk lebih jelasnya Tabel kurva tampungan Potensi Kolam 2, dokumentasi kolam disajikan pada Tabel 4-13 serta Gambar 4-10 dan Gambar 4-11.

Tabel 4-14. Kurva Tampungan Kolam 2

NO	Elevasi	kedalaman (m)	Luas		Volume		Kumulatif Volume (ribu m^3)
	(mdpl)		(m^2)	(ribu m^2)	(m^3)	(ribu m^3)	
1	-1.021		4341.851	4.34			0
		0.479			1379.838	1.380	
2	-1.5		4207.68	4.21			1.380
		0.5			1394.734	1.395	
3	-2		4069.745	4.07			2.775
		0.113			308.816	0.309	
4	-2.113		4038.872	4.04			3.083

Sumber : Hasil Analisis ,2022



Sumber : Hasil Analisis ,2022

Gambar 4-11. Kurva Tampungan Kolam 2



Gambar 4-12. Kurva Tampungan Kolam 2

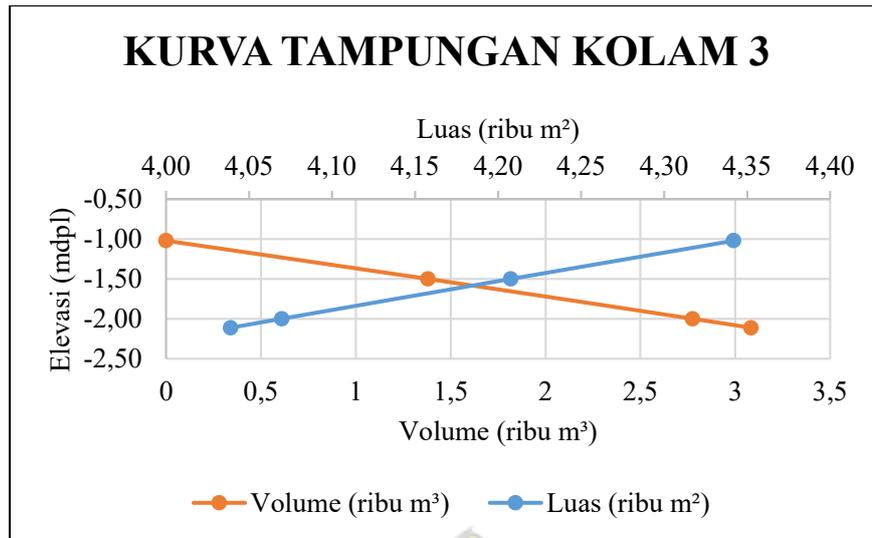
4.2.5 Potensi Kolam 3 / Danau

Kolam retensi Potensi Kolam 3 / Danau terletak pada koordinat $6^{\circ}57'11.94''S$ $110^{\circ}27'30.19''E$ terletak di Kawasan Fakultas Ekonomi, memiliki luas $22.852,495m^2$ dengan volume tampungan sebesar $3,083 m^3$. Kolam tersebut belum berfungsi secara optimal hanya menampung air saat hujan saja dan belum dimanfaatkan sebagai kolam retensi. Untuk lebih jelasnya Tabel kurva tampungan Potensi Kolam 3, dokumentasi kolam disajikan pada Tabel 4-15 serta Gambar 4-12 dan Gambar 4-13.

Tabel 4-15. Kurva Tampungan Kolam 3

NO	Elevasi	kedalaman	Luas		Volume		Kumulatif Volume
	(mdpl)		(m ²)	(ribu m ²)	(m ³)	(ribu m ³)	
1	-0.892		23998.684	24.00			0
		0.108			1732.165	1.732	
2	-1		23898.149	23.90			1.732
		0.5			7924.929	7.925	
3	-1.5		23433.863	23.43			9.657
		0.5			7750.250	7.750	
3	-2		22971.481	22.97			17.407
		0.129			994.291	0.994	
5	-2.129		22852.495	22.85			18.402

Sumber : Hasil Analisis ,2022



Sumber : Hasil Analisis ,2022

Gambar 4-13. Kurva Tampungan Kolam 3



Gambar 4-14. Dokumentasi Potensi Kolam 3/ Danau

4.2.6 Kolam 4 / Kolam Teknik

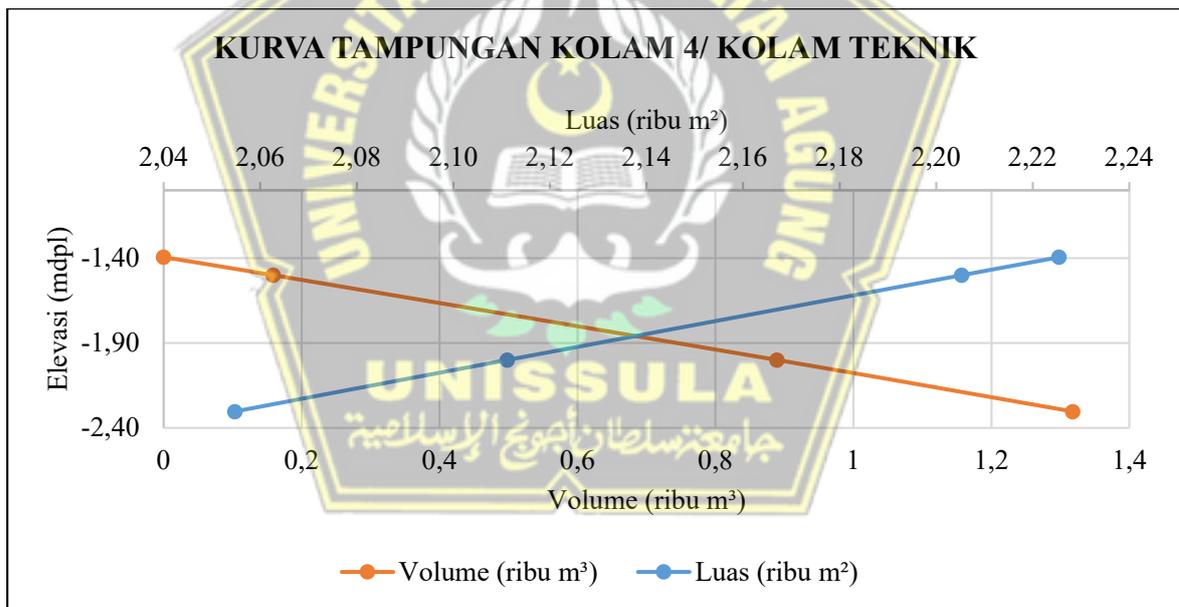
Kolam retensi Potensi Kolam 4 terletak pada koordinat $6^{\circ}57'10.86''S$ $110^{\circ}27'34.18''E$. Terletak di belakang Kampus Fakultas Teknik memiliki luas $2054,74 \text{ m}^2$ dengan volume tampungan sebesar $1,31 \text{ m}^3$. Kolam tersebut dimanfaatkan sebagai kolam tampungan sementara. Saluran yang masuk kedalam kolam tersebut berasal dari gedung daycare, asrama, dan sebagainya dari kampus planologi terdapat saluran sudetan

dengan dimensi saluran 3 meter, yang mengalirkan ke kolam Potensi 5. Untuk lebih jelasnya Tabel kurva tampungan Potensi Kolam 4, dokumentasi kolam disajikan pada Tabel 4-1 serta Gambar 4-14 dan Gambar 4-15.

Tabel 4-16. Kurva Tampungan Kolam 4/ Kolam Teknik

NO	Elevasi	kedalaman	Luas		Volume		Kumulatif Volume
	(mdpl)		(m)	(m ²)	(ribu m ²)	(m ³)	
1	-1.394		2225.46	2.23			0
		0.106			158.905	0.159	
2	-1.5		2205.296	2.21			0.159
		0.5			730.361	0.730	
3	-2		2111.171	2.11			0.889
		0.304			428.686	0.429	
3	-2.304		2054.742	2.05			1.318

Sumber : Hasil Analisis ,2022



Sumber : Hasil Analisis ,2022

Gambar 4-15. Kurva Tampungan Kolam Teknik



Gambar 4-16. Dokumentasi Kolam 4

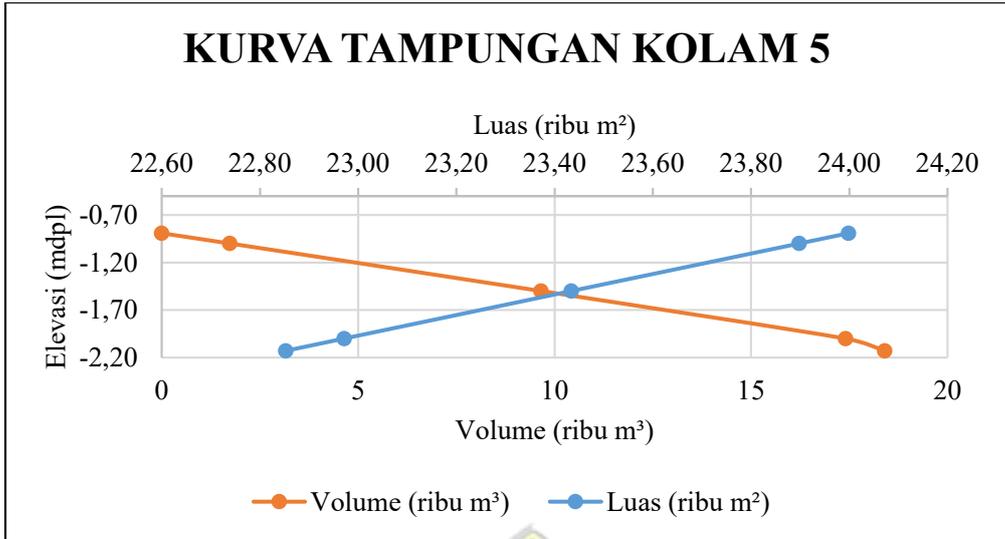
4.2.7 Kolam 5

Kolam retensi Kolam 5 terletak pada koordinat $6^{\circ}57'11.61''S$ $110^{\circ}27'40.22''E$. Terletak di belakang RSI memiliki luas $22.852,495m^2$ dengan volume tampungan sebesar $18,40 m^3$. Kolam tersebut dimanfaatkan sebagai kolam tampungan sementara. Saluran yang masuk kedalam kolam tersebut berasal dari kolam 4 melalui sudetan dengan dimensi saluran 3 meter secara aliran bebas. Untuk lebih jelasnya Tabel kurva tampungan Potensi Kolam 5, dokumentasi kolam disajikan pada Tabel 4-18 serta Gambar 4-15 dan Gambar 4-16.

Tabel 4-17. Kurva Tampungan Kolam 5

No.	Elevasi	kedalaman	Luas		Volume		Kumulatif Volume
	(mdpl)	(m)	(m^2)	(ribu m^2)	(m^3)	(ribu m^3)	(ribu m^3)
1	-0.892		23998.684	24.00			0
		0.108			1732.165	1.732	
2	-1		23898.149	23.90			1.732
		0.5			7924.929	7.925	
3	-1.5		23433.863	23.43			9.657
		0.5			7750.250	7.750	
3	-2		22971.481	22.97			17.407
		0.129			994.291	0.994	
5	-2.129		22852.495	22.85			18.402

Sumber : Hasil Analisis ,2022



Sumber : Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-17. Kurva Tampungan Kolam 5



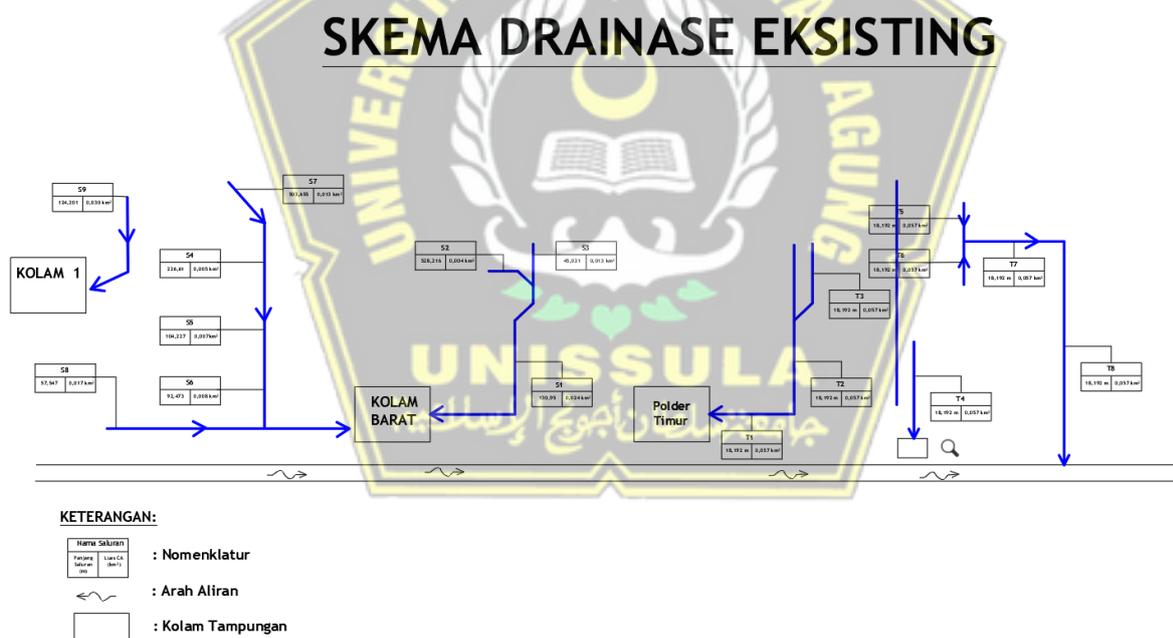
Gambar 4-18. Dokumentasi Kolam 5

Berdasarkan kurva tampungan kolam eksisting dan potensi kolam sebagai tampungan air yaitu di lokasi kolam 1,2,3,4, dan 5 . maka selanjutnya adalah pemodelan debit banjir dengan menggunakan software SWMM.

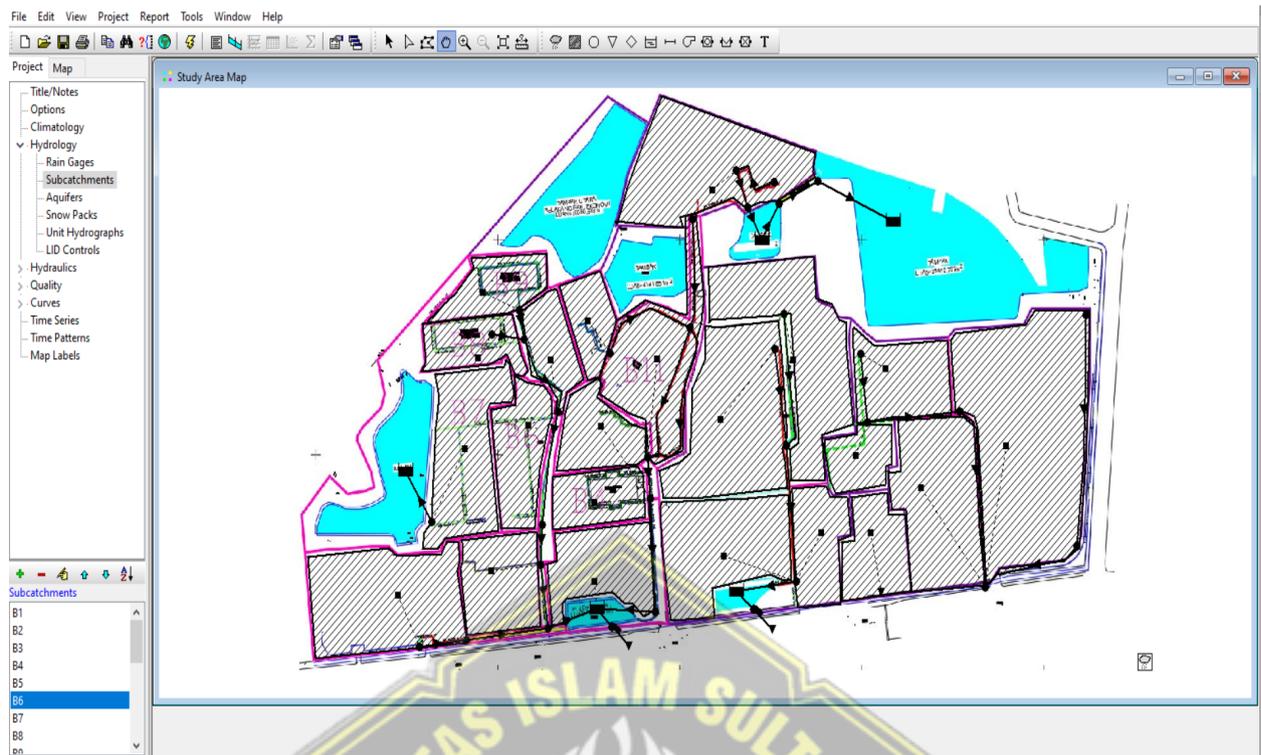
4.3 Pemodelan Debit Banjir

4.3.1 Pemodelan SWMM

DAS yang ditinjau pada perhitungan adalah kawasan kampus UNISSULA dampak RSI Sultan Agung. Penggambaran Sub DAS dilakukan dengan cara melakukan pembagian daerah kompleks kampus dan jalan yang disesuaikan dengan saluran drainase pada kondisi eksisting. Selain itu, penggambaran sub DAS juga ditentukan berdasarkan arah aliran dan elevasi pada kondisi eksisting. Berdasarkan Skema saluran drainase kawasan kampus UNISSULA gambar 4-12, maka selanjutnya Sistem tata air dan kolam-kolam kompleks kampus UNISSULA akan dimodelkan pada model SWMM dapat dilihat pada Gambar 4-13 di bawah ini.



Gambar 4-19. Skema Saluran Kawasan Kampus UNISSULA & RSI



Gambar 4-20. Pemodelan SWMM Kampus UNISSULA

4.3.2 Kondisi Eksisting

Sistem polder pada Kampus UNISSULA adalah dengan menganalisis kapasitas kolam retensi dengan pompa eksisting yang telah ada di lokasi studi. Prinsip analisis bahwa kolam retensi merupakan fungsi dari kapasitas pompa. Semakin besar tampungan kolam retensi, maka semakin kecil kapasitas pompa yang dibutuhkan, begitu pula sebaliknya.

Berdasarkan perhitungan kapasitas saluran sekunder pada kondisi eksisting telah dilakukan analisis dan diperoleh hasil untuk kapasitas saluran pada masing-masing ruas, terdapat beberapa saluran yang tidak dapat menampung debit eksisting. Rekapitulasi hasil perhitungan kapasitas saluran eksisting disajikan pada **Tabel 4-18**

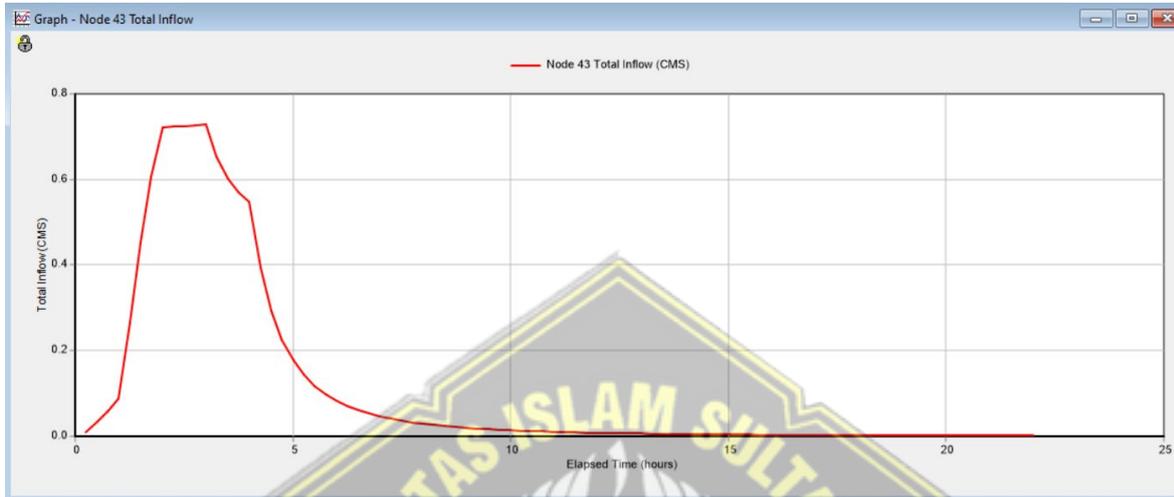
Tabel 4-18. Rekapitulasi Kapasitas Saluran kawasan kampus UNISSULA

No.	Lokasi	Type	Elevasi (mdpl)		L m	Slope Saluran	Dimensi Saluran						n	V m/s	Kontrol V	Q Sal. m ³ /s	Q Renc. m ³ /s	Kontrol	
			Hulu	Hilir			BA (m)	BB (m)	H (m)	m	A (m ²)	P							R
1	T1	TYPE 120	-2.56	-2.58	18.19	0.001	1.20	0.87	0.74	0.22	0.77	2.42	0.32	0.015	0.98	NO	0.75	6.82	NO
2	T2	TYPE 100	-2.06	-2.30	244.96	0.001	1.00	1.00	0.83	0.00	0.83	2.66	0.31	0.015	0.97	NO	0.80	1.30	NO
3	T3	TYPE 90	-2.05	-2.18	133.09	0.001	0.90	0.90	1.14	0.00	1.03	3.18	0.32	0.015	0.99	NO	1.02	0.73	OK
4	T4	TYPE 50	-2.30	-2.33	36.56	0.001	0.50	0.50	0.85	0.00	0.43	2.20	0.19	0.015	0.70	NO	0.30	0.54	NO
5	T5	TYPE 150	-0.50	-0.61	104.23	0.001	1.50	1.50	0.31	0.00	0.47	2.12	0.22	0.015	0.77	NO	0.36	0.40	NO
6	T6	TYPE 100	-0.53	-0.61	79.90	0.001	1.00	1.00	0.83	0.00	0.83	2.66	0.31	0.015	0.97	NO	0.80	0.23	OK
7	T7	TYPE 146	-0.61	-0.66	54.08	0.001	1.46	1.24	0.57	0.19	0.77	2.44	0.31	0.015	0.98	NO	0.75	0.85	NO
8	T8	TYPE 150	-0.66	-0.83	165.11	0.001	1.50	1.50	0.31	0.00	0.47	2.12	0.22	0.015	0.77	NO	0.36	2.17	NO
1	S1	TYPE 190	-2.04	-2.17	130.95	0.001	1.90	1.90	0.74	0.00	1.41	3.38	0.42	0.015	1.17	OK	1.65	1.04	OK
2	S2	TYPE 50	-0.71	-1.24	528.22	0.001	0.50	0.50	0.83	0.00	0.42	2.16	0.19	0.015	0.70	NO	0.29	0.09	OK
3	S3	TYPE 120	-1.14	-1.19	45.02	0.001	1.20	0.87	1.14	0.14	1.18	3.17	0.37	0.015	1.09	OK	1.29	0.95	OK
4	S4	TYPE 90	-0.84	-1.06	226.61	0.001	0.90	0.90	0.42	0.00	0.38	1.74	0.22	0.015	0.76	NO	0.29	0.16	OK
5	S5	TYPE 90	-1.54	-1.65	104.23	0.001	0.90	0.90	1.14	0.00	1.03	3.18	0.32	0.015	0.99	NO	1.02	0.35	OK
6	S6	TYPE 82	-2.01	-2.10	92.47	0.001	0.82	0.82	1.05	0.00	0.86	2.92	0.29	0.015	0.93	NO	0.80	0.40	OK
7	S7	TYPE 100	-0.57	-1.07	1.20	0.001	1.00	1.00	0.83	0.00	0.83	2.66	0.31	0.015	0.97	NO	0.80	0.28	OK
8	S8	TYPE 50	-1.70	-1.75	57.55	0.001	0.50	0.50	0.83	0.00	0.42	2.16	0.19	0.015	0.70	NO	0.29	1.12	NO
9	S9	TYPE 90	-0.70	-0.83	124.20	0.001	0.50	0.50	0.83	0.00	0.42	2.16	0.19	0.015	0.70	NO	0.29	2.73	NO

Sumber: Hasil Analisis, 2022

4.3.2.1. Kolam Retensi Timur

Kolam retensi Timur dengan kedalaman kolam 2 m dan volume tampungan 2.041 m³, difungsikan sebagai tampungan sementara/parkir air dari limpasan debit sisi Timur, dimana debit puncak sebesar 0,73 m³/dt. Seperti digambarkan pada grafik berikut ini. Deilengkapi dengan pompa banjir

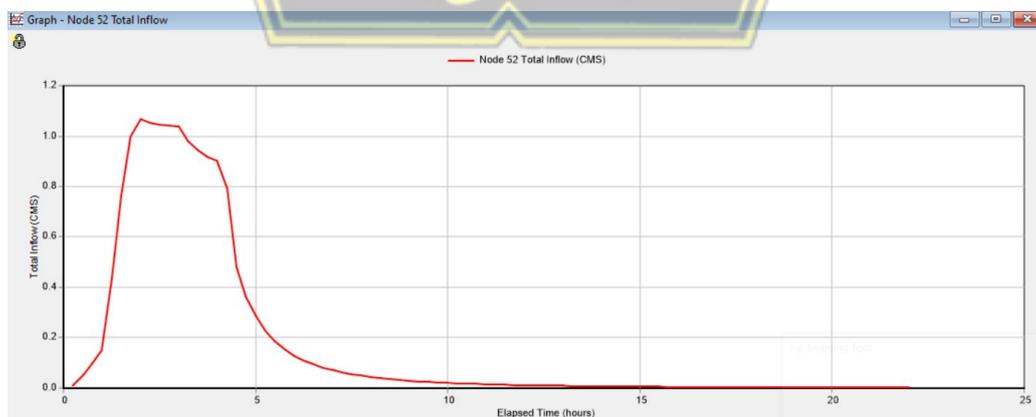


Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-21. Debit Output Pompa Kolam Timur

4.3.2.2. Kolam Retensi Barat

Kolam retensi Timur dengan kedalaman kolam 2 m dan volume tampungan 3.061 m³, difungsikan sebagai tampungan sementara/parkir air dari limpasan debit sisi Timur, dimana debit puncak sebesar 1,07 m³/dt. Seperti digambarkan pada grafik berikut ini. Dilengkapi dengan pompa banjir.



Sumber: Hasil Analisis, 2022

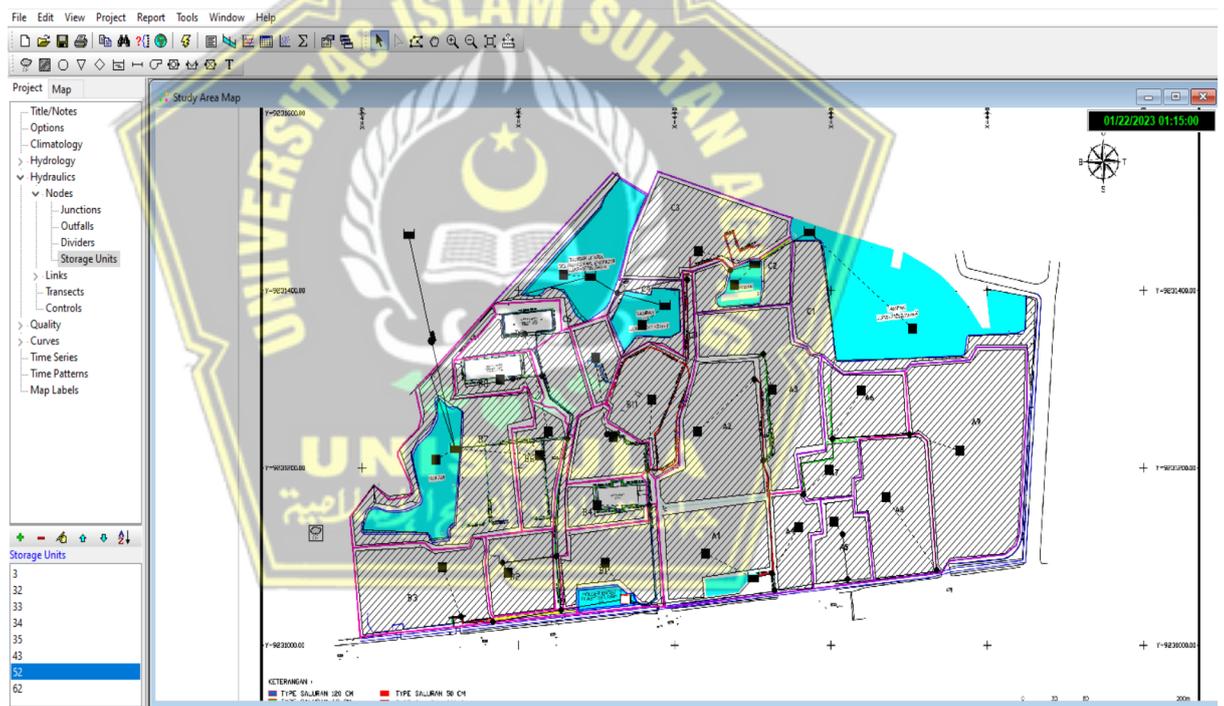
Gambar 4-22. Debit Output Pompa Kolam Barat

4.3.3 Skenario Perencanaan Sitem Drainase

Berdasarkan Analisis eksisting kapasitas saluran pada kawasan kampus terdapat beberapa saluran dengan kondisi yang melimpas. maka perlu adanya rekayasa teknik drainase dengan 2 skenario yaitu perunahan arah aliran.

4.3.4. Skenario 1

Skenario pertama dengan merubah aliran beberapa saluran eksisting. Mengkoneksikan semua kolam retensi berkumpul pada kolam 1 dan polder barat serta polder timur juga akan diarahkan menuju ke kolam 1, dilengkapi dengan pompa banjir yang akan membuang air tumpungan dari kolam retensi langsung menuju ke muara laut. Berikutini merupakan model swmm dari skenario 1, telah disajikan pada Gambar 4-23. Untuk inputan data pembuatan model swmm ini dapat dilihat pada Tabel 4-19 dan Tabel 4-20



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-23. SWMM dengan Skenario 1

Tabel 4-19. Input data model SWMM

Wilayah		Saluran	Shape	BA	BB	H	m	Max Depth	Length	Roughness	kemiringan	Elv. Hulu	KODE SWMM	Elv. Hilir	KODE SWMM
				(m)	(m)	(m)		(m)	(m)			(mdpl)		(mdpl)	
TIMUR	Menuju Kolam 4	T8	rectangle	1.50	1.50	0.50	0.00	0.50	165.105	0.013	0.001	-0.83	2.00	-0.99	5.00
		T7	rectangle	1.50	1.50	0.80	0.00	0.80	54.078	0.013	0.001	-0.99	5.00	-1.05	1.00
		T6	rectangle	0.50	0.50	0.50	0.00	0.50	79.898	0.013	0.001	-0.53	6.00	-1.05	1.00
		T5	rectangle	1.50	1.50	1.00	0.00	1.00	134.227	0.013	0.001	-0.53	1.00	-0.66	KOLAM 4
BARAT	Menuju Polder Timur	T4 A	rectangle	0.5	0.5	0.85	0.00	0.85	119.659	0.013	0.001	-2.30	37.00	-2.333	36
		T4 B	rectangle	1	1	1.00	0.00	1.00	89.849	0.013	0.001	-2.33	36.00	-2.42	38.00
		T3	rectangle	0.9	0.9	1.14	0.00	1.14	133.091	0.013	0.001	-2.05	42.00	-2.18	
		T2 A1	rectangle	1	1	1.00	0.00	1.00	94.18	0.013	0.001	-2.06	40.00	-2.18	41.00
		T2 A2	rectangle	1	1	1.00	0.00	1.00	129.104	0.013	0.001	-2.18	41.00	-2.44	39.00
		T2 B	rectangle	1	1	1.00	0.00	1.00	21.09	0.013	0.001	-2.42	38.00	-2.44	39.00
		T1	trapezoid	1.20	0.87	0.74	0.22	0.74	18.192	0.013	0.001	-2.44	39.00	-2.46	POLDER TIMUR
		S2	rectangle	0.5	0.5	1.00	0.00	1.00	90.642	0.013	0.001	-1.083	47	-1.31	49.00
		S3	trapezoid	1.2	0.87	1.14	0.14	1.14	234.166	0.013	0.001	-1.074	51	-1.31	49.00
		S1A	rectangle	1.9	1.9	0.74	0.00	0.74	39.578	0.013	0.001	-1.31	49.00	-1.35	50.00
		S1B	rectangle	1.9	1.9	0.74	0.00	0.74	130.946	0.013	0.001	-1.35	50.00	-1.48	POLDER BARAT
		S8A	rectangle	0.5	0.5	0.50	0.00	0.50	22.737	0.013	0.001	-1.85		-1.87	54.00
		S8B	rectangle	0.5	0.5	0.50	0.00	0.50	88.039	0.013	0.001	-1.75	53	-1.87	54.00
		S7A1	rectangle	1	1	0.80	0.00	0.80	61.914	0.013	0.001	-1.87	54.00	-2.10	55.00
		S7A2	rectangle	1	1	0.80	0.00	0.80	138.409	0.013	0.001	-2.10	55.00	-2.24	57.00
		S7B1	rectangle	1	1	0.80	0.00	0.80	217.026	0.013	0.001	-0.57	58	-1.06	59.00

Wilayah	Saluran	Shape	BA	BB	H	m	Max Depth	Length	Roughness	kemiringan	Elv. Hulu	KODE SWMM	Elv. Hilir	KODE SWMM
			(m)	(m)	(m)		(m)	(m)			(mdpl)		(mdpl)	
	S7B2	rectangle	1	1	0.80	0.00	0.80	86.496	0.013	0.001	-1.06	59.00	-2.24	57.00
	S5	rectangle	1.5	1.5	1.00	0.00	1.00	147.288	0.013	0.001	-2.24	57.00	-2.39	KOLAM 1
	S4	rectangle	0.5	0.5	0.50	0.00	0.50	226.61	0.013	0.001	-0.84	60	-1.06	59.00
	S6	rectangle	0.5	0.5	0.50	0.00	0.50	92.473	0.013	0.001	-2.01	61	-2.10	55.00
	S9	rectangle	0.5	0.5	0.50	0.00	0.50	57.547	0.013	0.001	-1.70	56	-1.75	53.00

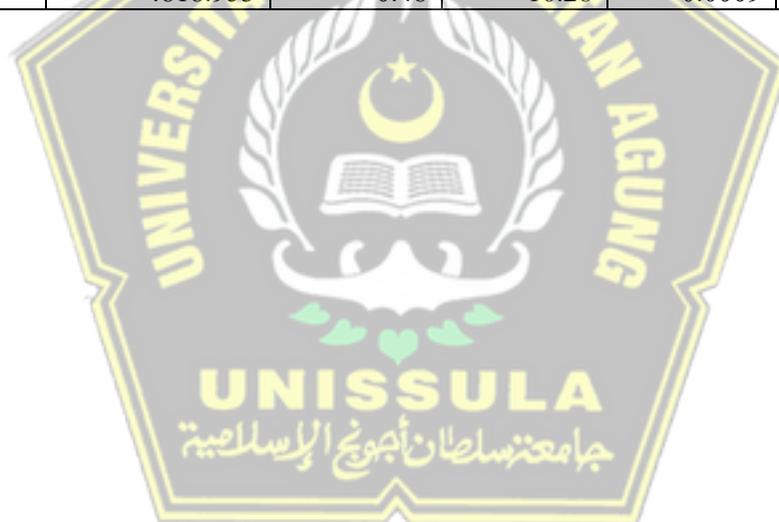
Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 4-20. Input data model SWMM

Wilayah	Subcatchment	Kode SWMM	Area		Width (m)	% slope	% imperv	N-imperv	N-perv
			(m ²)	(ha)					
Timur	A1	16	15673.123	1.57	111.78	0.0009	100	0.013	0.1
	A2	15	17915.302	1.79	111.99	0.0009	100	0.013	0.1
	A3	14	16994.323	1.70	74.61	0.0009	100	0.013	0.1
	A4	13	6487.005	0.65	65.99	0.0009	100	0.013	0.1
	A5	12	6483.61	0.65	75.02	0.0009	100	0.013	0.1
	A6	9	8253.752	0.83	73.50	0.0009	100	0.013	0.1
	A7	10	4188.623	0.42	55.26	0.0009	100	0.013	0.1
	A8	8	14359.859	1.44	98.67	0.0009	100	0.013	0.1
	A9	7	29564.22	2.96	119.39	0.0009	100	0.013	0.1
Barat	B1	20	12176.489	1.22	79.94	0.0009	100	0.013	0.1
	B2	27	7783.35	0.78	93.51	0.0009	100	0.013	0.1
	B3	28	16889.233	1.69	99.28	0.0009	100	0.013	0.1
	B4	21	5392.568	0.54	51.85	0.0009	100	0.013	0.1
	B5	22	6336.706	0.63	82.78	0.0009	100	0.013	0.1
	B6	26	7209.271	0.72	57.98	0.0009	100	0.013	0.1

Wilayah	Subcatchment	Kode SWMM	Area		Width (m)	% slope	% imperv	N-imperv	N-perv
			(m ²)	(ha)					
	B7	29	29803.677	2.98	70.95	0.0009	100	0.013	0.1
	B8	25	4857.254	0.49	43.19	0.0009	100	0.013	0.1
	B9	24	13021.02	1.30	56.65	0.0009	100	0.013	0.1
	B10	23	4047.423	0.40	50.25	0.0009	100	0.013	0.1
	B11	19	12689.702	1.27	93.82	0.0009	100	0.013	0.1
Belakang	C1	11	10357.585	1.04	49.20	0.0009	100	0.013	0.1
	C2	17	4913.968	0.49	51.41	0.0009	100	0.013	0.1
	C3	18	16639.492	1.66	113.00	0.0009	100	0.013	0.1
	C4	31	2598.572	0.26	15.36	0.0009	100	0.013	0.1
	C5	30	4818.953	0.48	16.28	0.0009	100	0.013	0.1

Sumber: Hasil Analisis, 2022

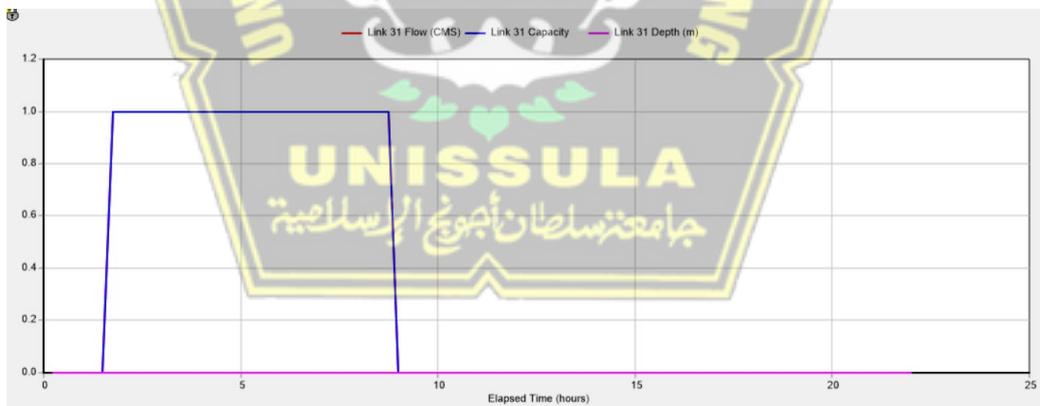


Inflow pada kolam retensi 1 sebesar 1,30 m³/dt masih dengan kedalaman lebih 2,2 m tersaji pada Gambar 4-17 kondisi kolam 1. Kondisi pompa off. Secara teknis pompa mulai dioperasikan pada muka air dielevasi 2 meter . sedangkan pada gambar 4-18. Kondisi kolam pada saat pompa dinyalakan dengan kapasitas pompa 1 m³/dt dengan jumlah 2 pompa. Diketahui pada gambar 4-19 muka air pada kolam dapat diturunkan sampai 1 meter.



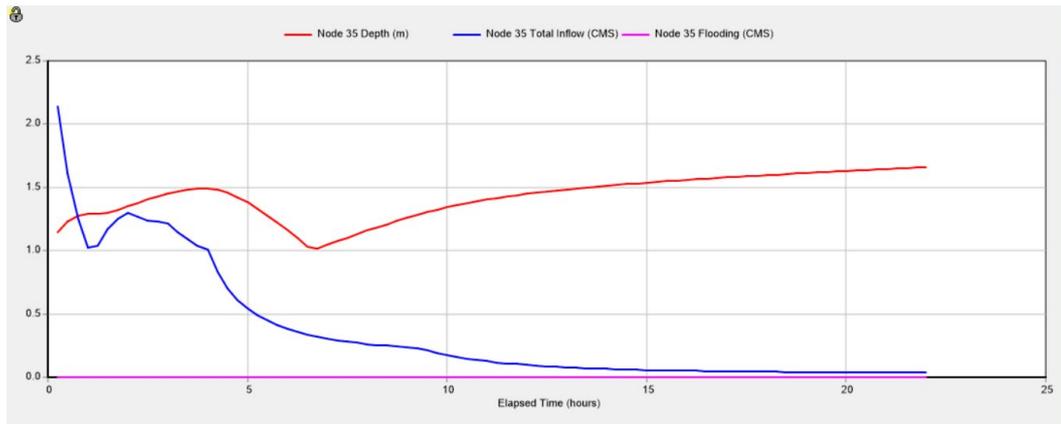
Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-24. Kondisi Kolam 1 pompa off



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-25. Operasi pompa on



Sumber: Hasil Analisis, 2022

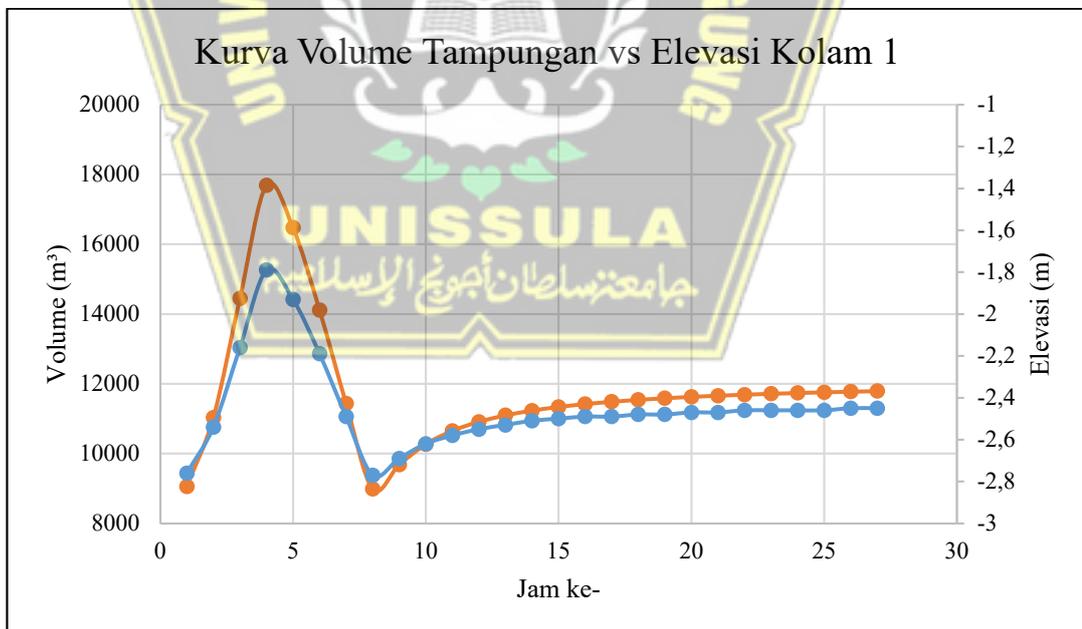
Gambar 4-26. Kondisi Kolam 1 pompa on

4.3.4.1. Verifikasi Kondisi Kolam Retensi Skenario 1

Berdasarkan skenario 1 maka dapat dilakukan pengecekan kondisi volume kolam retensi pada masing-masing kolam yang ada dalam skenario 1.

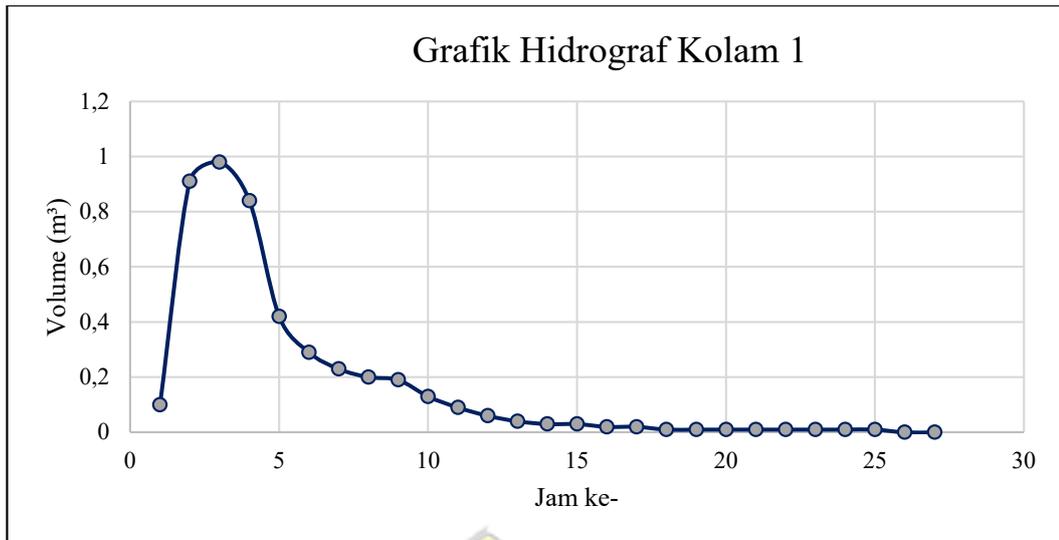
a. Kolam 1

Berdasarkan hasil simulasi skenario 1, debit puncak sebesar 0,92 m³/dt. Kondisi kolam 1 dapat dilihat pada gambar berikut.



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-27. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-28. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam 1

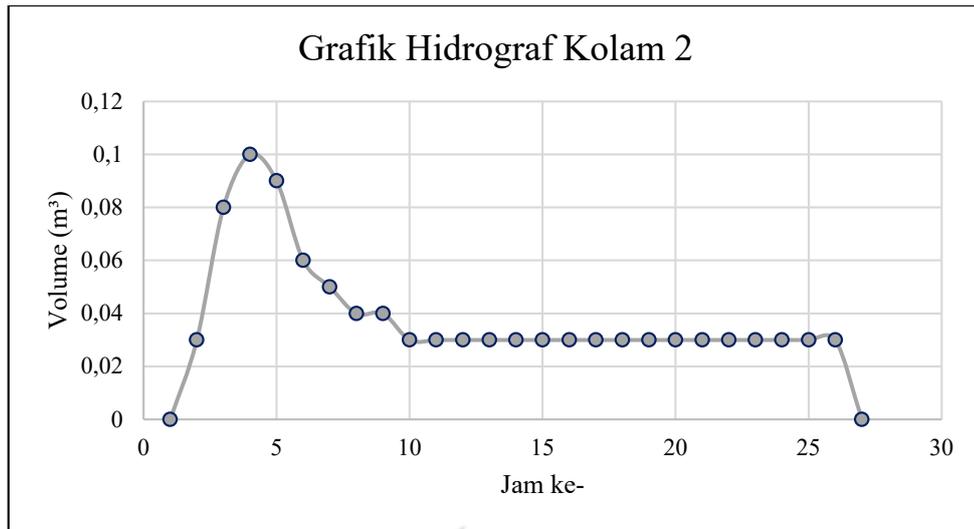
b. Kolam 2

Berdasarkan hasil simulasi skenario 1, debit puncak sebesar 0,1 m³/dt. Kondisi kolam 2 dapat dilihat pada gambar berikut.



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-29. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi

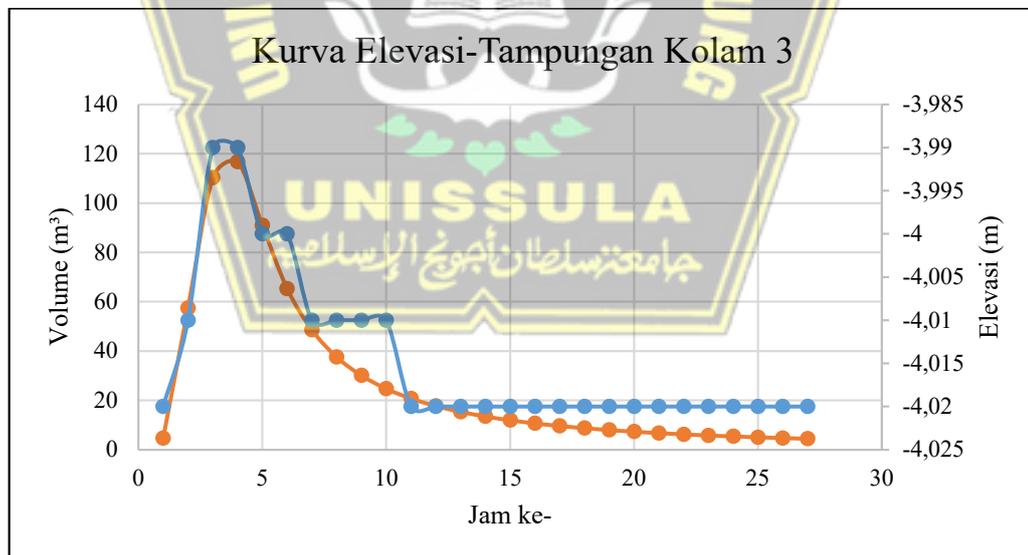


Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-30. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam 2

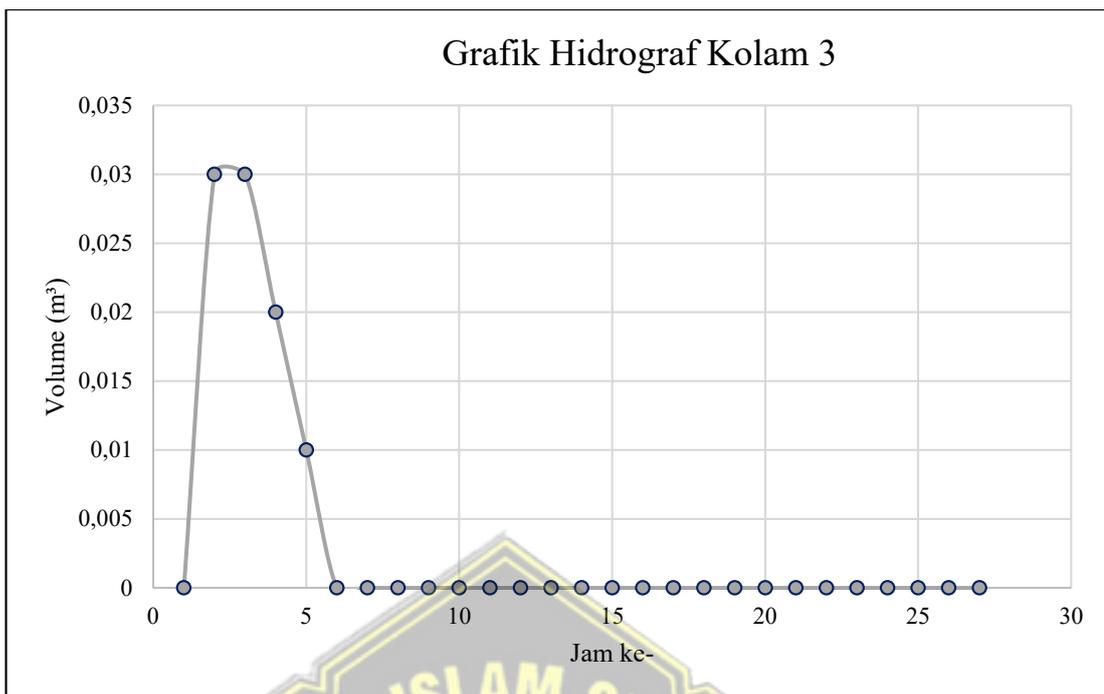
c. Kolam 3

Berdasarkan hasil simulasi skenario 1, debit puncak sebesar 0,04 m³/dt. Kondisi kolam 3 dapat dilihat pada gambar berikut.



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-31. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi Kolam 3

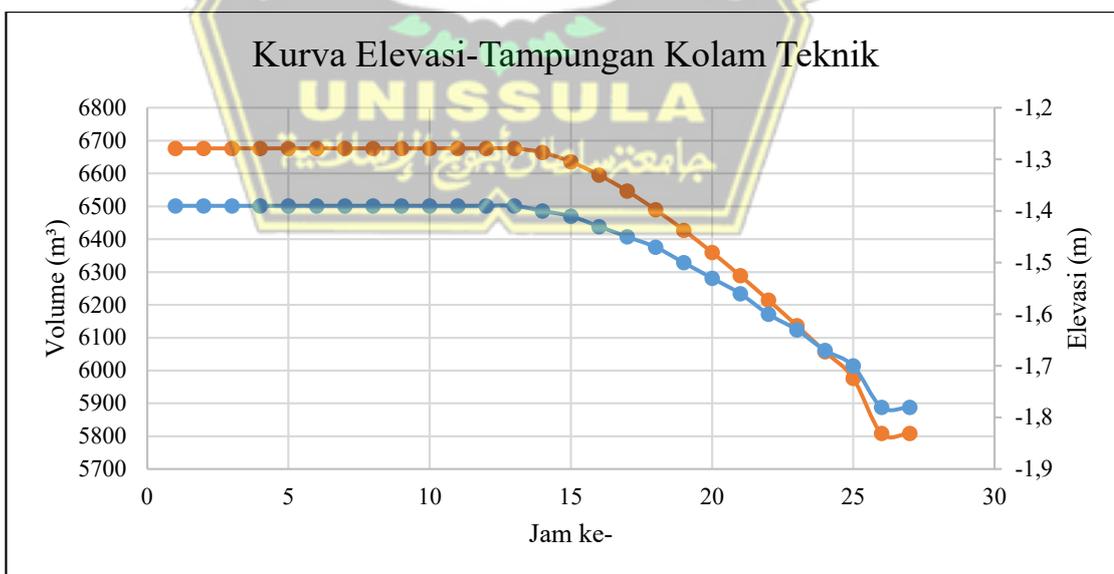


Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-32. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam 3

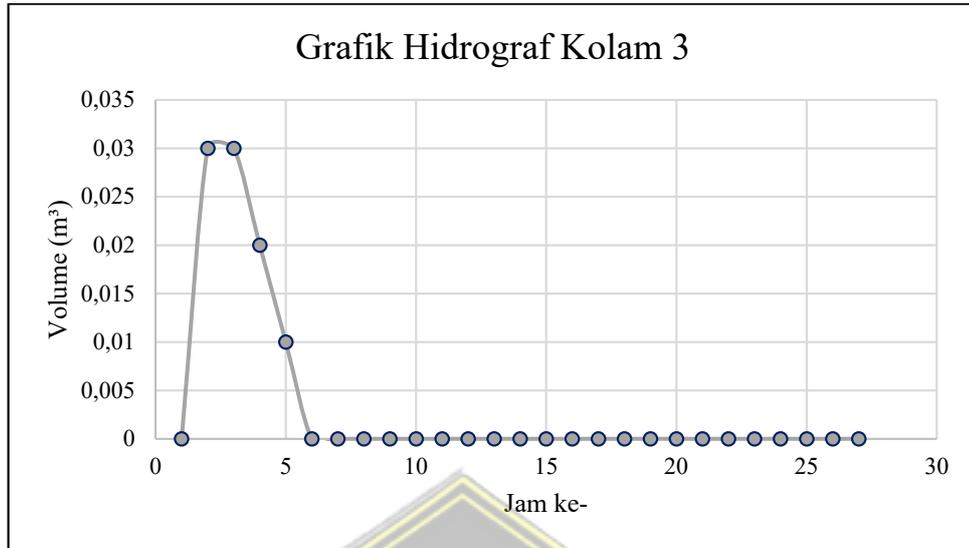
d. Kolam Teknik

Berdasarkan hasil simulasi skenario 1, debit puncak sebesar 0,04 m³/dt. Kondisi kolam 3 dapat dilihat pada gambar berikut.



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-33. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi Kolam Kolam Teknik

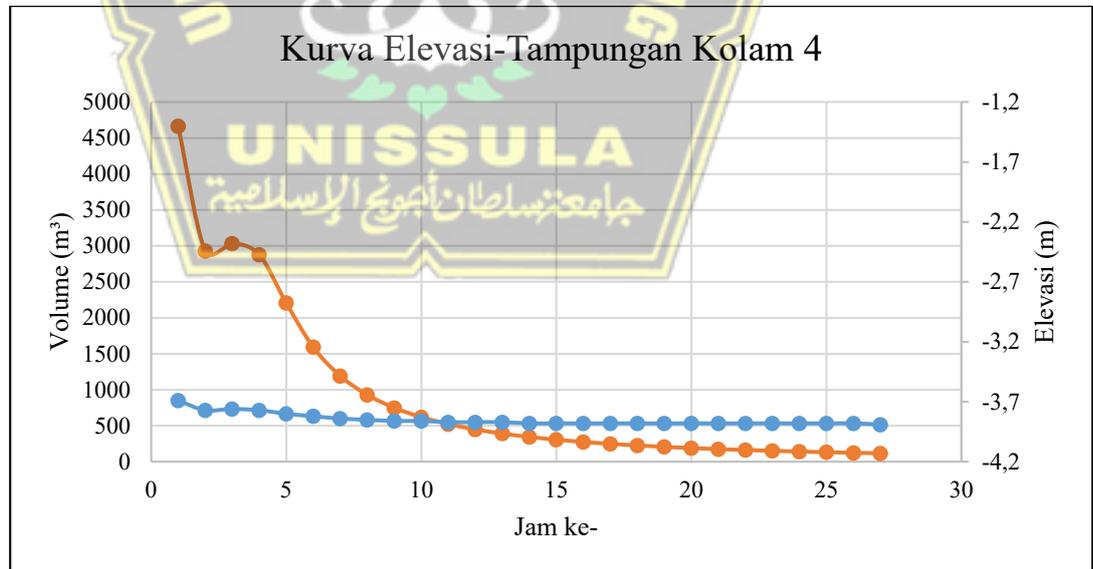


Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-34. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam Teknik

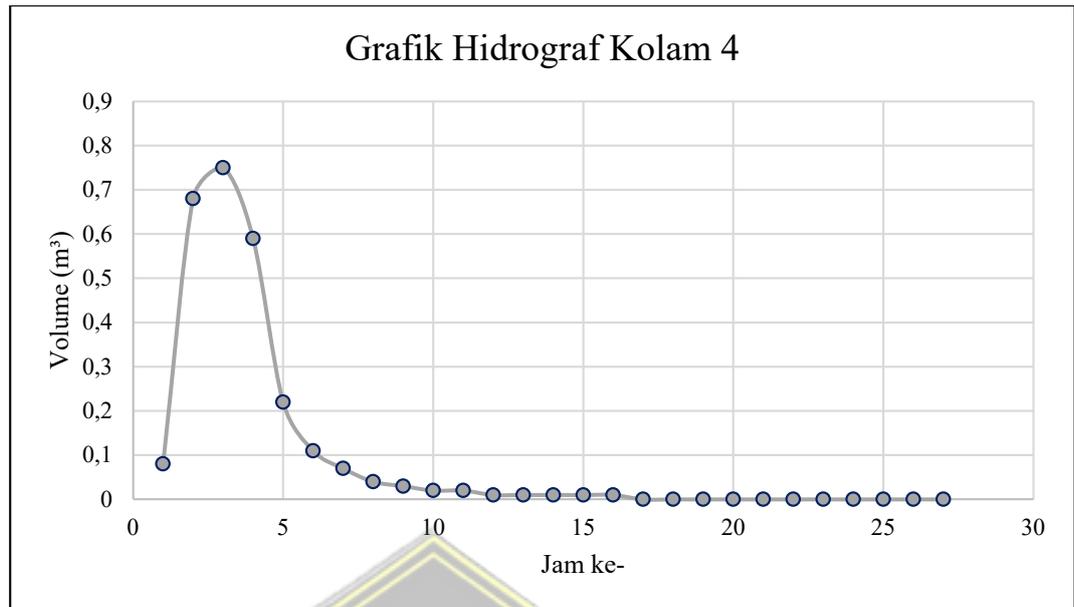
e. Kolam 4

Berdasarkan hasil simulasi skenario 1, debit puncak sebesar 0,75 m³/dt. Kondisi kolam 4 dapat dilihat pada gambar berikut.



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-35. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi Kolam Kolam Teknik

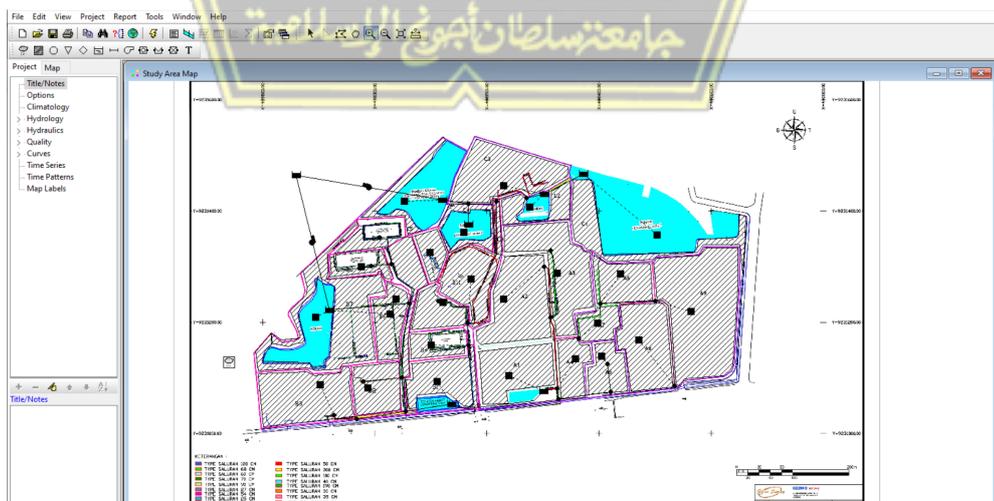


Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-36. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam 4

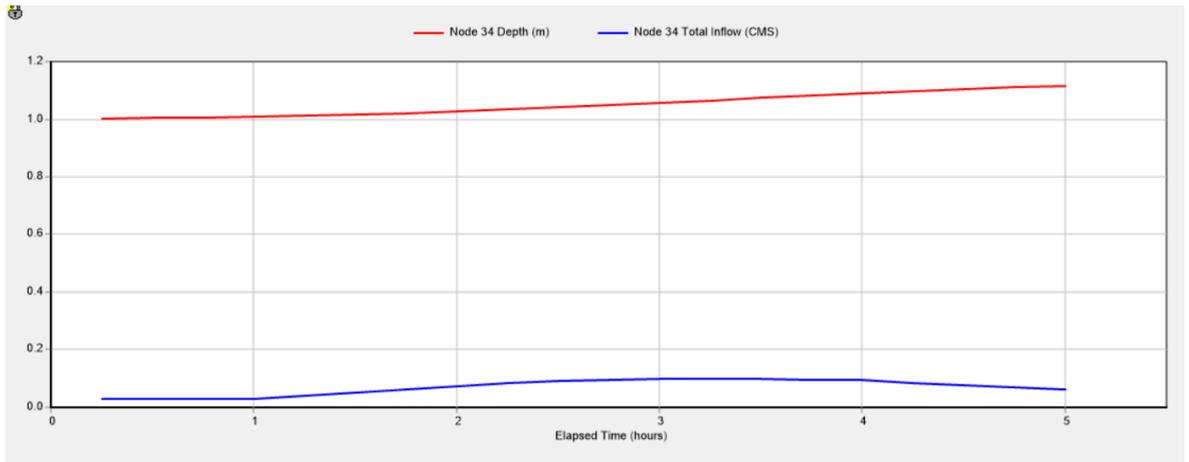
4.3.5 Skenario 2

Skenario ke 2 dengan memecah system drainase untuk drainase di area depan akan menuju ke kolam 1 sebagai muara . sedangkan untuk drainase bagian belakang akan ditarik dan menuju ke kolam 2 sebagai muara. Selanjutnya air akan di pompa menuju laut. Pada gambar 4-17 dan 4-18 merupakan grafik inflow di kolam 1 dan kolam 2 dengan kondisi pompa off. . Inflow pada kolam 2 ada di 1 m³/dt sedangkan inflow untuk kolam 1 menunjukkan 1.15 m³/dt .



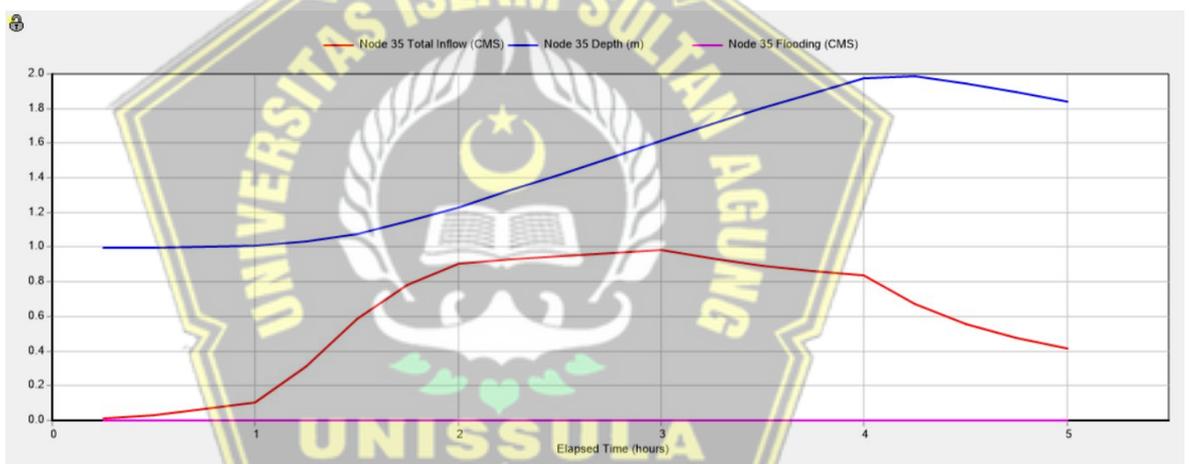
Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-37. Inflow kolam 2 pompa off



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-38. Inflow kolom 2 pompa on



Sumber: Hasil Analisis, 2022

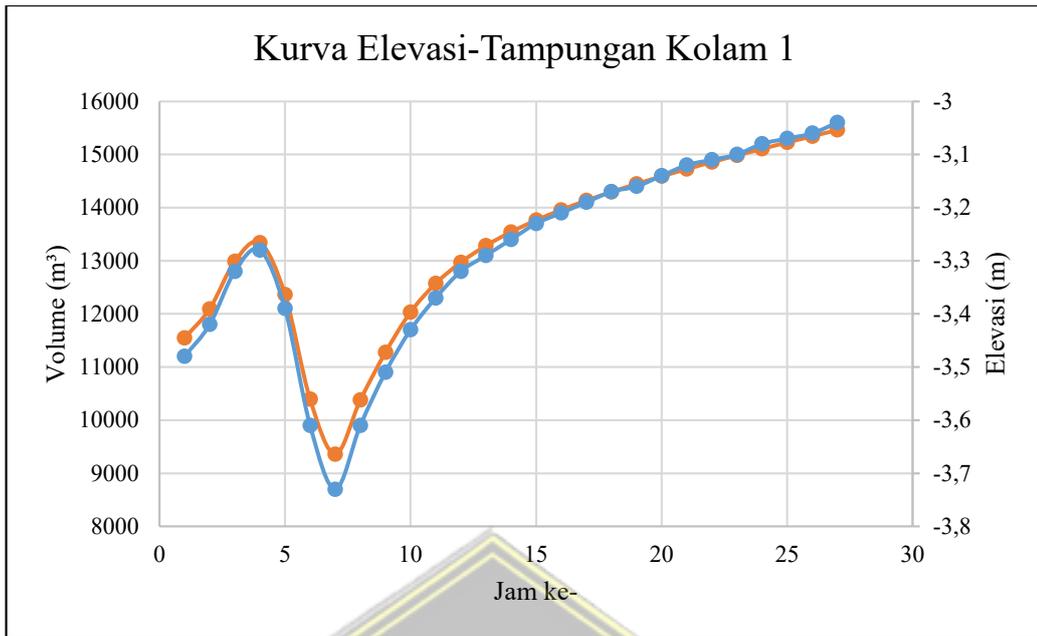
Gambar 4-39. Inflow kolom 1 pompa on

4.3.5.1. Verifikasi Kondisi Kolam Retensi Skenario 2

Berdasarkan skenario 1 maka dapat dilakukan pengecekan kondisi volume kolam retensi pada masing-masing kolam yang ada dalam skenario 1.

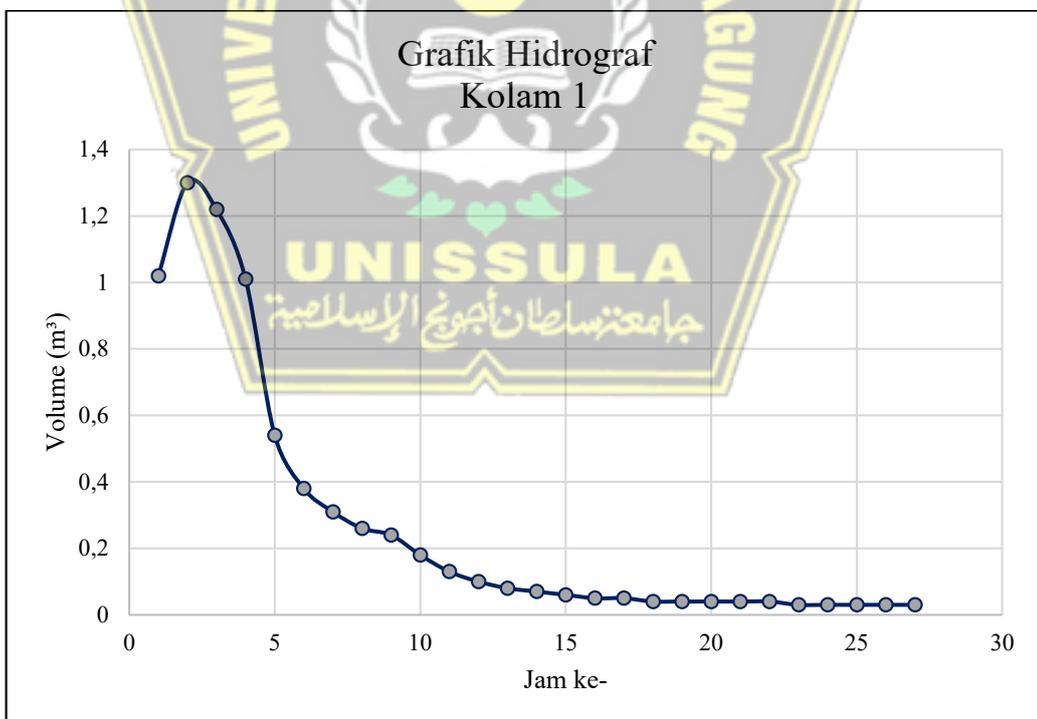
a. Kolam 1

Berdasarkan hasil simulasi skenario 2, debit puncak sebesar 1,3 m³/dt. Kondisi kolam 1 dapat dilihat pada gambar berikut.



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-40. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi Kolan 1

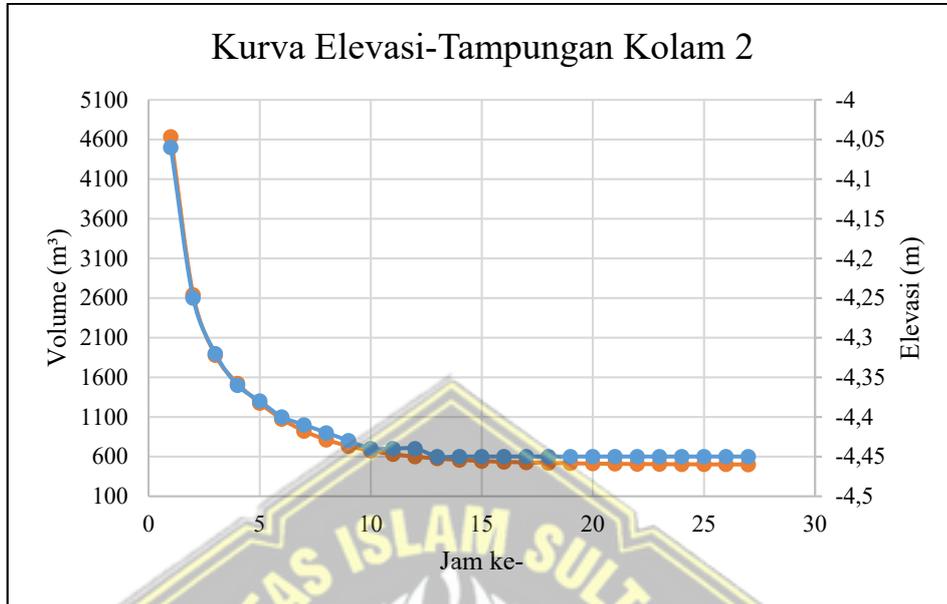


Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-41. Grafik Hidrograf Kondisi Kolan Kolan 1

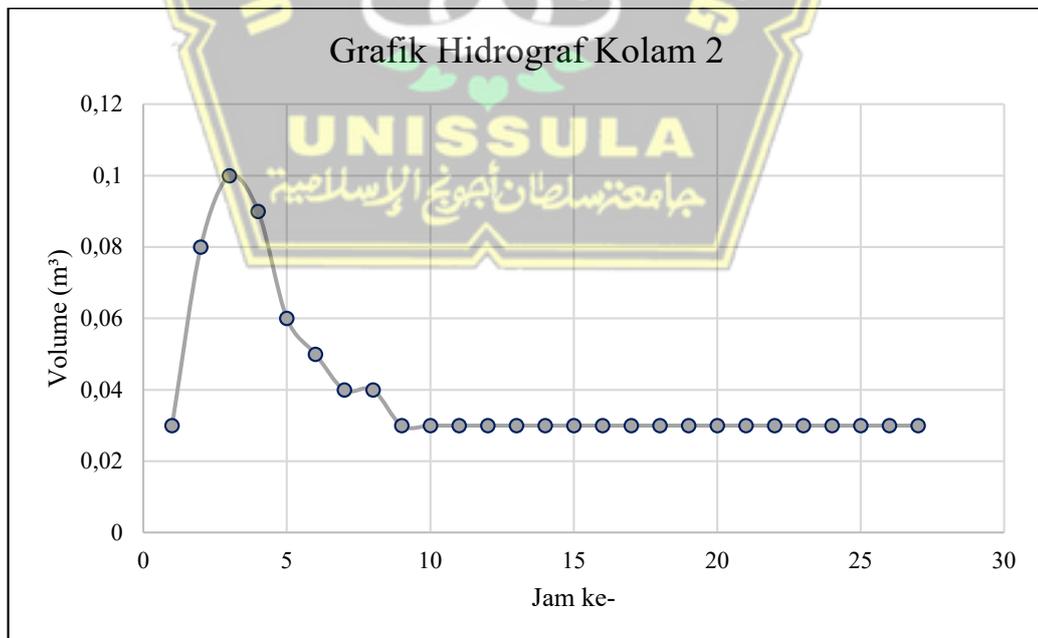
b. Kolam 2

Berdasarkan hasil simulasi skenario 2, Debit puncak sebesar 0,1 m³/dt. Kondisi kolam 2 dapat dilihat pada gambar berikut.



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-42. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi Kolam 2

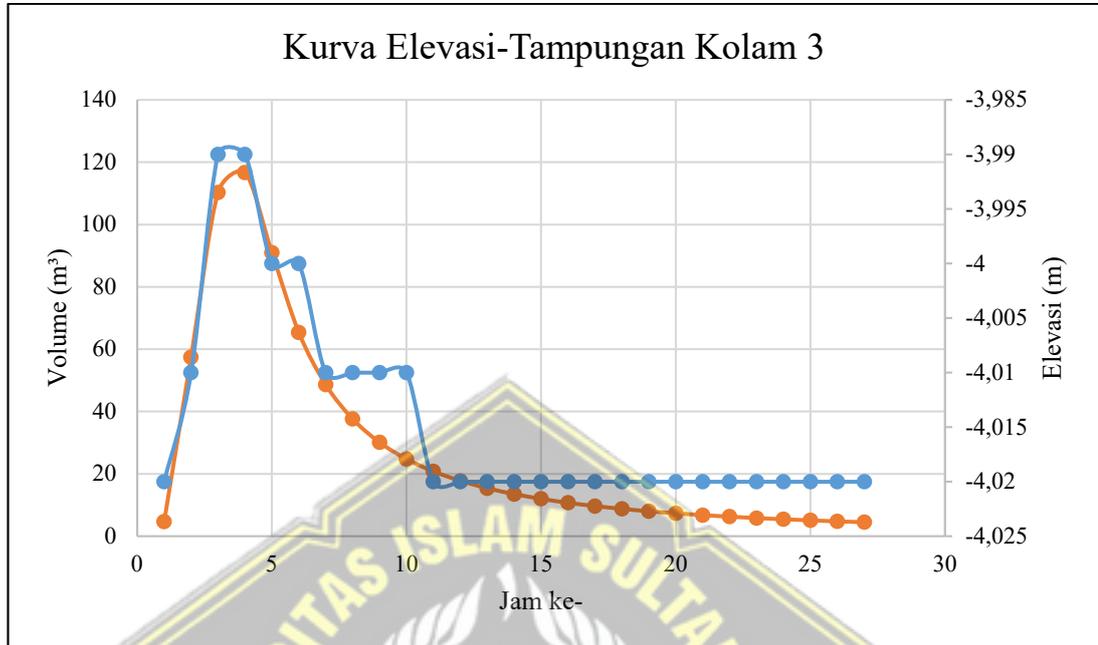


Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-43. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam Kolam 2

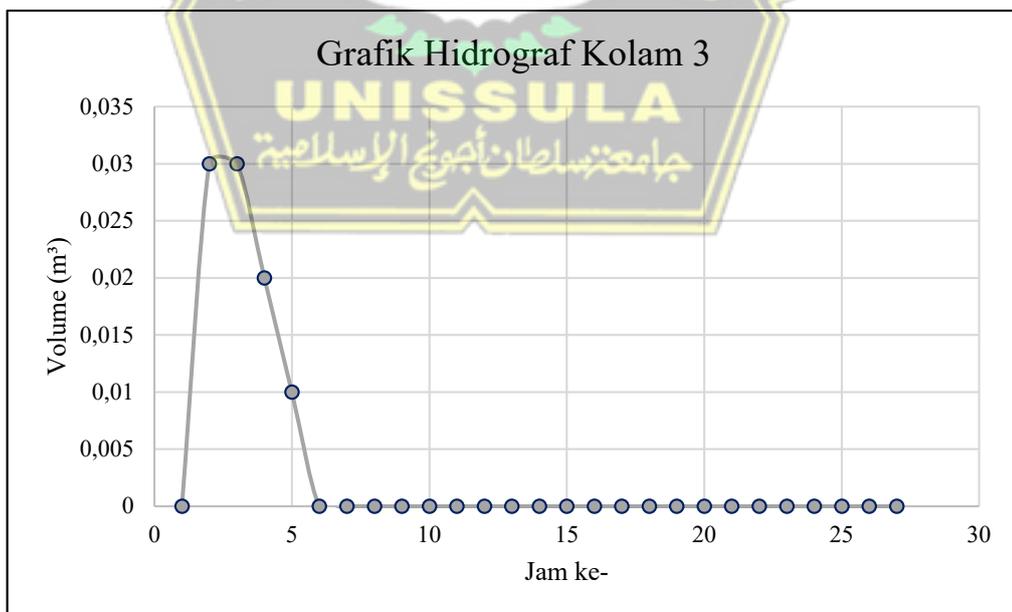
c. Kolam 3

Berdasarkan hasil simulasi skenario 2, debit puncak sebesar 0,1 m³/dt. Kondisi kolam 2 dapat dilihat pada grafik berikut.



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-44. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi Kolam 3

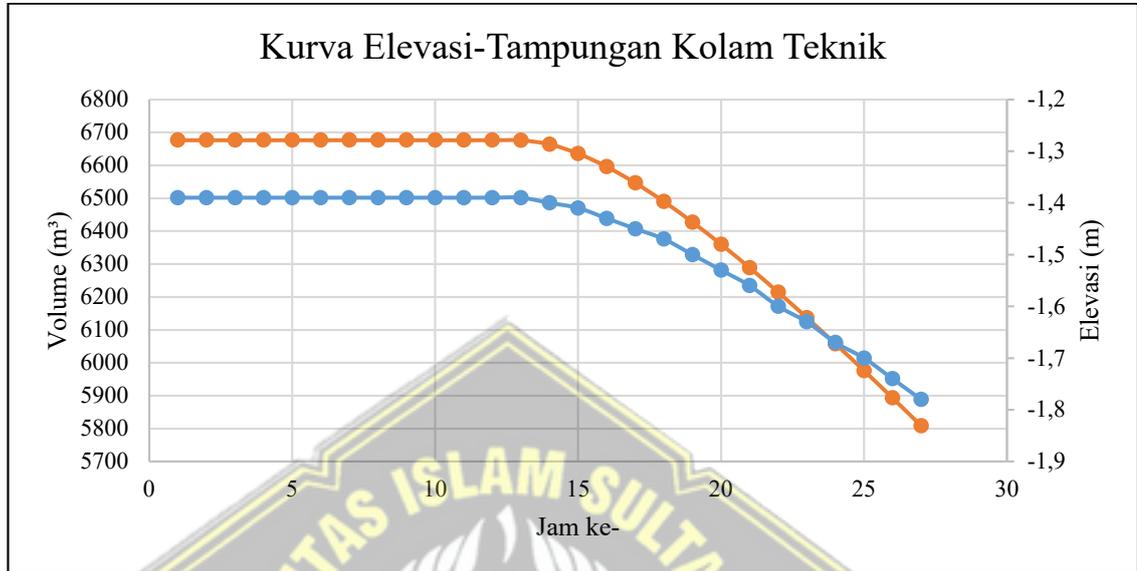


Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-45. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam Kolam 3

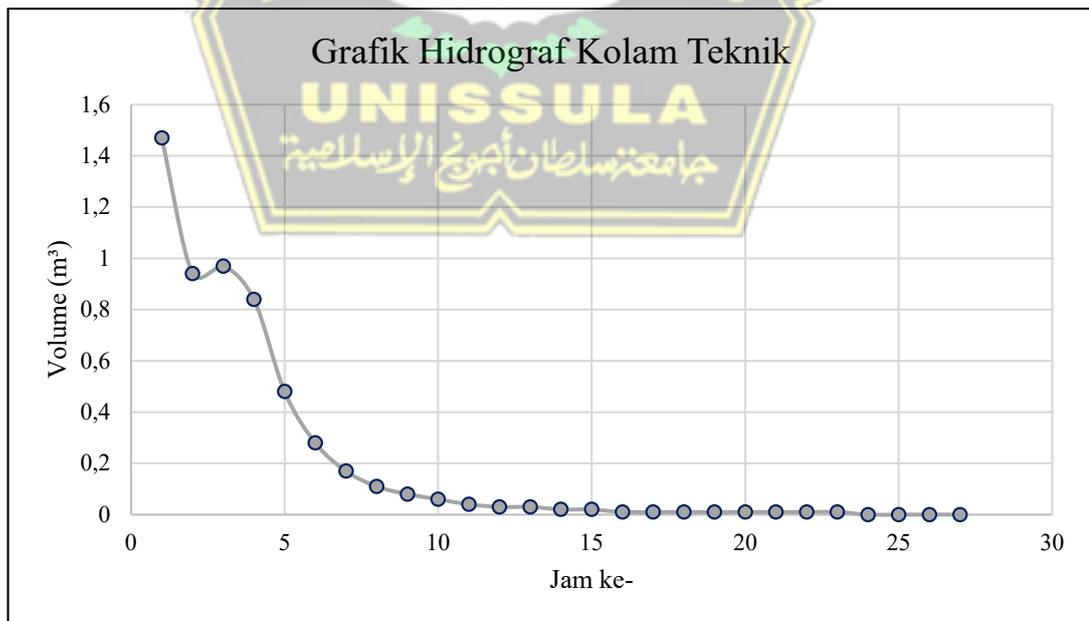
d. Kolam Teknik

Berdasarkan hasil simulasi skenario 2, debit puncak sebesar 1,54 m³/dt. Kondisi kolam Teknik dapat dilihat pada kurva berikut ini.



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-46. Kurva Hubungan antara Volume tampungan dan Elevasi Kolam Teknik

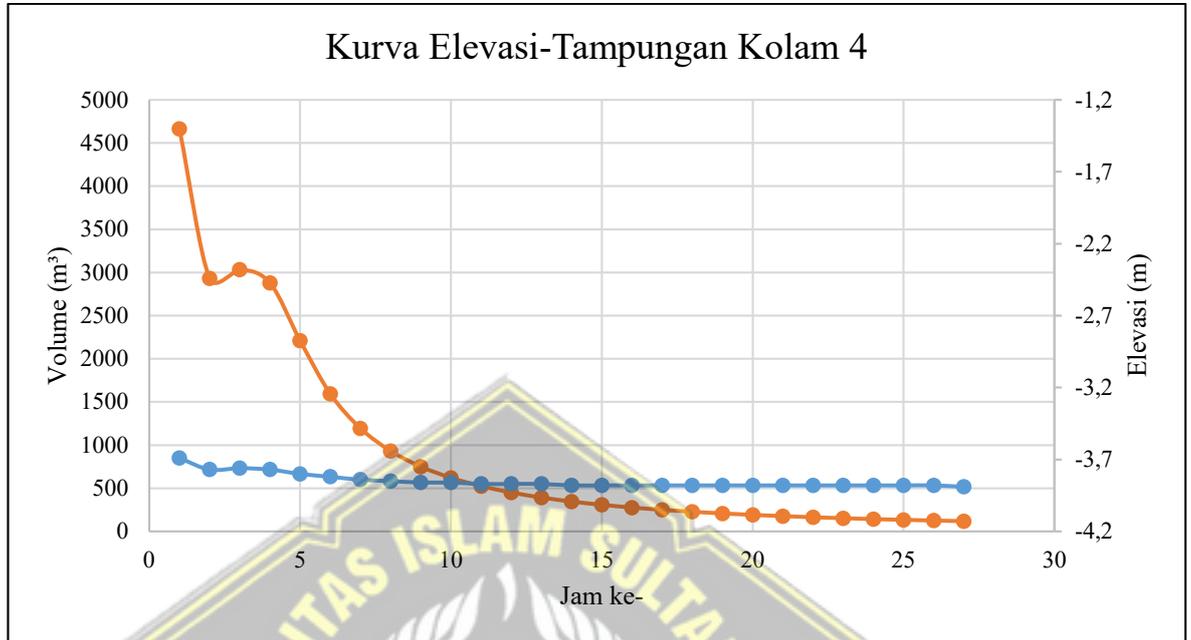


Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-47. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam Kolam Teknik

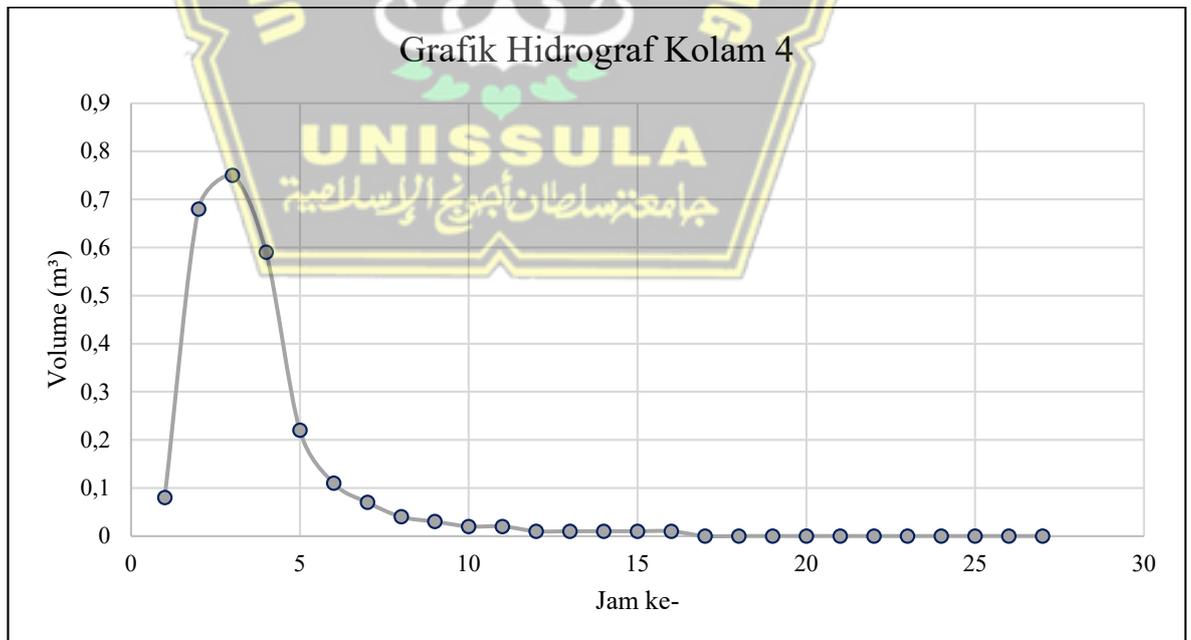
e. Kolam 4

Berdasarkan hasil simulasi skenario 2, debit puncak sebesar 0,78 m³/dt. Kondisi kolam 4 dapat dilihat pada kurva berikut ini.



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-48. Kurva Hubungan Volume tampungan dan Elevasi Kolam 4



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar 4-49. Grafik Hidrograf Kondisi Kolam Kolam 4

4.4 Pengembangan drainase sebagai *Edu – tourism Khaira Ummah*

Edu-tourism Khaira Ummah merupakan salah satu kegiatan yang memiliki dua hal yang dilaksanakan bersama, yaitu kegiatan pendidikan/pembelajaran dan kegiatan wisata. *World Tourism Organization* (2019) secara khusus mendefinisikan wisata Pendidikan ini sebagai salah satu tipe wisata dengan motivasi utamanya adalah keterlibatan dan pengalaman pembelajaran terkait studi akademis, liburan peningkatan keterampilan, latihan olahraga, kursus pengembangan karir dan juga kursus Bahasa, dan lain-lain. Dalam hal ini, Pendidikan dan wisata merupakan hal yang berbeda dimana terkadang kegiatan Pendidikan membutuhkan suasana yang hening penuh konsentrasi sedangkan wisata merupakan kegiatan yang cenderung ramai dan bebas. Dua hal ini dapat disatukan dengan sistem yang dirancang sedemikian rupa sehingga keduanya dapat dijalankan untuk mencapai tujuan. Ritchie (2003) dalam Filipe (2017) mengusulkan sebuah model keberlanjutan dari yang memilih motivasi utama adalah pendidikan (*education first*) dan yang memilih kegiatan wisata yang utama (*tourism first*). Kategori *education first* menyangkut pelajar atau mahasiswa yang memiliki motivasi utama adalah komponen pendidikan dan pembelajaran, sementara itu kategori mendahulukan wisata (*tourism first*) menyangkut pelajar/mahasiswa yang memiliki motivasi utama memang ingin berwisata. Melalui pendekatan ini, pendidikan menjadi kegiatan utama lalu wisata merupakan dampak ikutan.

UNISSULA memiliki visi Sebagai Universitas Islam terkemuka dalam membangun generasi *khaira ummah*, mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi atas dasar nilai-nilai Islam dan membangun peradaban Islam menuju masyarakat sejahtera yang dirahmati Allah SWT dalam kerangka *rahmatan lil'alam*. Berdasarkan visi tersebut, misi Universitas Islam Sultan Agung yaitu Menyelenggarakan pendidikan tinggi Islam dalam rangka dakwah Islamiyah yang berorientasi pada kualitas dan kesetaraan universal dengan:

1. Merekonstruksi dan mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) berdasarkan nilai-nilai Islam,
2. Mendidik dan mengembangkan sumber daya insani yang Islami pada semua strata pendidikan melalui berbagai bidang ilmu dalam rangka membangun generasi *khaira ummah* dan kader-kader ulama *tafaqquh fiddin*, dengan

mengutamakan kemuliaan akhlak, dengan kualitas kecendekiawanan dan kepakaran standar tertinggi, siap melaksanakan tugas kepemimpinan umat dan dakwah,

3. Mengembangkan pengabdian kepada masyarakat dalam membangun peradaban Islam menuju masyarakat sejahtera yang dirahmati Allah SWT. dalam kerangka *rahmatan lil' alamin*, dan
4. Mengembangkan gagasan dan kegiatan agar secara dinamik senantiasa siap melakukan perbaikan kelembagaan sesuai dengan hasil rekonstruksi dan pengembangan Iptek dan perkembangan masyarakat.

Sejalan dengan visi dan misi UNISSULA, dapat menjadi dasar untuk penerapan konsep *Edu-tourism Khaira Ummah* pada rencana penataan sistem drainase dengan tidak mengurangi fungsi utama dari sistem drainase tersebut.

Khaira Ummah menjadi pusat/ tema sentra gerakan Pendidikan di Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA). Untuk membangun generasi *Khaira Ummah* UNISSULA mendeklarasikan Budaya Akademik Islami (BudAI) sebagai strategi pendidikannya. Atas dasar tersebut konsep *Edu-tourism* yang dirancang adalah untuk membentuk generasi Islami yang cinta ilmu dan cinta profesi yang dilandasi nilai-nilai islam sehingga terbentuklah *Islamic Learning Society*.

Langkah yang dilakukan dalam penerapan konsep *Edu-tourism Khaira Ummah* setelah penataan sistem drainase adalah melakukan analisis terhadap data luas kolam retensi yang telah dihitung dan data luas ruang terbuka. Dari data-data tersebut dilakukan penelaahan sehingga akan didapatkan konsep desain yang berkesinambungan dengan kriteria konsep *Edu-tourism Khaira Ummah* yang ramah lingkungan. Dari hasil analisis ini, dilakukan perencanaan pemanfaatan ruang-ruang terbuka dan kolam retensi dari penataan sistem drainase yang sudah direncanakan.

Pengembangan konsep *Edu-tourism khaira ummah* pada penataan drainase di Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang dimaksudkan agar menjadi contoh implementasi berbagai pendekatan-pendekatan yang memiliki orientasi kepada pembangunan fisik yang ramah lingkungan, dan pendekatan Budaya Akademik Islami (BudAI). Inti dari pendekatan Pendidikan yang ber-BudAI adalah

penguatan *ruhiyah* dan penguatan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK). Penguatan karakter *ruhiyah* yang dimaksud adalah penguatan akidah, ibadah dan akhlak yang dikemas dalam gerakan peembudayaan gerakan shalat berjamaah, dan gerakan *thaharah*. Adapun penguatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi terdiri atas semangat *Iqra* untuk mengembangkan budaya literasi atas dasar nilai-nilai Islam. Hal ini bertujuan agar kampus menjadi etalase dari berbagai buah pemikiran yang dapat dirasakan langsung oleh civitas akademik sehingga dapat meningkatkan reputasinya dalam pencapaian visi misi yang telah dicanangkan.

Untuk mencapai *Edu-tourism Khaira Ummah* pengembangan potensi harus mencakup 3 (tiga) fokus utama yang merepresentasikan *Edu-tourism Khaira Ummah*, yaitu olahraga, gerakan shalat berjamaah dan *tharah*. Rasulullah SAW bersabda “*Ajarilah anak-anak kalian berkuda, berenang dan memanah*” (HR Bukhari Muslim). Hadist ini mendasari pengembangan potensi *Edu-tourism Khaira Ummah* yang berfokus pada area olahraga. Olahraga yang dipilih adalah wisata air, berkuda dan panahan. Juga terdapat area yang mendukung untuk gerakan shalat berjamaah termasuk area yang mempermudah akses menuju masjid. Serta seluruh kawasan yang menerapkan konsep *thaharah* dengan menciptakan lingkungan yang suci, bersih dan bebas dari sampah dan kotoran. Potensi area yang dapat dikembangkan diantaranya sebagai berikut:

1. Kolam retensi yang dapat dikembangkan untuk wisata air dengan menggunakan kapal dan kano.
2. Ruang terbuka di sekitar kolam retensi, dapat difungsikan sebagai area *Outdoor Learning activity*.
3. Ruang terbuka untuk olahraga yang dilengkapi dengan jogging track yang difungsikan sebagai tempat olahraga berkuda dan panahan.

Dengan adanya konsep *Edu-tourism Khaira Ummah* yang dikembangkan menjadi 3 (tiga) potensi tersebut diharapkan menjadi manfaat yang dapat diperoleh untuk kampus dan segenap civitas akademik Universitas Islam Sultan Agung Semarang, diantaranya:

1. Manfaat Kesehatan

Dengan adanya ruang terbuka yang dilengkapi dengan *jogging track*, segenap civitas akademik dapat memperoleh manfaat kesehatan dari olahraga berkuda, panahan maupun mendayung dengan kano. Untuk menciptakan menunjang kegiatan belajar mengajar dibutuhkan lingkungan yang sehat dan tubuh yang bugar.

2. Manfaat Perekonomian

Area *Outdoor Learning Activity* selain difungsikan sebagai tempat belajar di luar ruangan area ini dapat dimanfaatkan mahasiswa untuk berjualan makanan ataupun karya kreatif lainnya. Tujuannya agar mengasah mahasiswa dalam mengembangkan *softskill* yang dapat bermanfaat untuk masa depan dan koperasi kampus dapat memajukan perekonomian kampus.

3. Manfaat Pariwisata Kampus

Time break dari kegiatan pembelajaran dapat dimanfaatkan dengan menikmati wisata air maupun olahraga. Hal ini bertujuan untuk memberi suasana berbeda dan juga dapat memberikan inspirasi baru untuk segenap civitas akademik.



Gambar 4-50 Perencanaan Pengembangan Konsep *Edu-tourism Khaira* Ummah Kampus UNISSULA Semarang

4.4.1 Pengembangan Area Wisata Air

Desain kolam retensi dapat dimanfaatkan sebagai wisata air menggunakan perahu dan kano. Wisata air ini bertujuan untuk memberikan suasana berbeda pada proses belajar, dimana civitas akademik dapat memanfaatkan *time break* dari kegiatan pembelajaran dengan menumpang perahu mengelilingi area kampus UNISSULA Semarang dengan tidak mengganggu fungsi utama dari kolam retensi yang telah direncanakan. Dalam proses perancangan wisata air dengan perahu dan kano ini seyogyanya memiliki konsep strategi kreatif dan inovatif sejalan dengan visi dan misi Kampus UNISSULA Semarang. Strategi kreatif dan konsep kreatif diantaranya:

1. *Consumer Insight*

Civitas akademik cenderung melakukan kegiatan yang sama dan berulang-ulang sehingga dibutuhkan suasana baru untuk *refreshing* dari segala aktivitas yang dilakukan.

2. *Positioning*

Menempatkan wisata air dengan perahu sebagai sarana *Edu-tourism Khaira Ummah* untuk menikmati keindahan Kawasan Kampus UNISSULA Semarang

3. *Unique Selling Proposition*

Wisata air dengan perahu dapat menjadi suatu *highlight Edu-tourism Khaira Ummah* Kampus UNISSULA Semarang sebagai kampus yang memiliki keunikan tersendiri.

4. *What to Say*

Pesan yang ingin disampaikan adalah bahwa civitas akademik dapat memanfaatkan *time break* dari kegiatan pembelajaran dengan menikmati keindahan Kawasan Kampus UNISSULA Semarang menyusuri kolam retensi dengan perahu.

5. *How to Say*

Pendekatan yang dilakukan dengan menampilkan keindahan kawasan dengan penataan drainase yang dapat dimanfaatkan sebagai tempat *refreshing* bagi civitas akademik.

4.4.2 Pengembangan Area Ruang Terbuka untuk *Outdoor Learning Activity*

Ruang terbuka di sekeliling kolam retensi dapat dimanfaatkan sebagai tempat *Outdoor Learning Activity* bagi civitas akademik. Penataan bangku (*garden bench*) pada pinggir kolam retensi maupun gazebo yang dapat menunjang kegiatan belajar di luar ruangan. Selain itu ruang-ruang terbuka pada area ini dapat dimanfaatkan mahasiswa untuk berjualan karya-karya kreatif sebagai pengembangan *softskill* yang menunjang masa depan serta dapat meningkatkan perekonomian kampus.

Sebagai pengaplikasian Konsep *Edu-tourism Khaira Ummah* pada Area *Outdoor Learning Activity* ini, seyogyanya ditanami dengan jenis-jenis tanaman peneduh, tanaman penyerap CO₂ atau tanaman pemecah angin. Tanaman yang disarankan untuk diterapkan pada konsep *Edu-tourism Khaira Ummah* di Kampus UNISSULA Semarang ini adalah tanaman Tabebuia (*Tabebuia chrysantha*). Pohon Tabebuia tumbuh dengan ketinggian mulai dari 5-8 meter namun ada juga yang sampai mencapai ketinggian 20 meter (Soeyoko,2011). Selain memiliki fungsi utama sebagai tanaman peneduh tanaman ini juga memiliki nilai estetika yang sangat tinggi. Selain Tabebuia, tanaman lain yang dapat difungsikan antara lain tersaji pada tabel berikut.

Tabel 4-21 Jenis-jenis yang Cocok untuk Area Outdoor Learning Activity

Nama Lokal	Nama Latin
Trembesi	<i>Samanea saman</i>
Cassia	<i>Cassia sp</i>
Mahoni	<i>Swettiana mahogoni</i>
Flamboyan	<i>Delonix regia</i>
Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>
Asam	<i>Tamarindus indica</i>
Beringin	<i>Ficus benjamina</i>
Tanjung	<i>Mimosuos elengi</i>
Cempaka	<i>Michelia Champaca</i>
Bungur	<i>Lagestroemia floribunda</i>

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Untuk mendukung gerakan ber-BudAi, terutama pendekatan *ruhiyah* yakni pembudayaan gerakan shalat berjamaah perlu adanya koridor-koridor yang menyambung untuk mempermudah akses menuju masjid. Tentunya area-area ini harus menerapkan konsep *thaharah* agar terciptanya lingkungan yang suci dan bersih.

Di era teknologi informasi saat ini, menurut hasil survei di seluruh dunia yang dirilis Everbite-Harris Poll 2014, generasi millennial lebih memilih *experience* dibandingkan *material goods*. Pengalaman berwisata yang dibagikan dalam sebuah bingkai fotografi adalah pemicu bagi viralnya sebuah objek dalam konsep destinasi digital. Foto-foto destinasi digital yang viral sering juga disebut dengan istilah "*instagramable*". Dampak dramatis dari sebuah foto wisata tidak hanya ditimbulkan oleh pengalaman wisata yang ada dalam foto, namun juga pengalaman estetik yang terkandung di dalamnya. Kedua hal itu kemudian menjadi titik temu dalam strategi digital dan mempengaruhi psikis siapapun yang melihatnya melalui media sosial, Titik temu tersebut adalah bingkai estetika *instagramable* yang membuat viral yang dapat membantu mengenalkan kehidupan kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang memiliki *edu-tourism khaira ummah*. Konsep ini dapat diwujudkan dengan penambahan titik-titik lokasi yang *instagramable* pada area ini. Foto dibawah bunga tabebuia yang bermekaran ataupun titik foto yang memang ditambahkan properti kreatif hasil karya mahasiswa. Properti kreatif seperti *gardu action*, *frame* atau bingkai yang bernuansa *islamic*, ataupun *sign 3 dimensi*.

4.4.3 Pengembangan Area Ruang Terbuka untuk Olahraga

Ajaran Islam begitu lengkap dan sempurna, sehingga Rasulullah SAW juga menganjurkan umatnya untuk berolahraga. Dalam islam, sehat dipandang sebagai nikmat terbaik yang kedua setelah iman. Selain itu untuk menciptakan menunjang kegiatan belajar mengajar dibutuhkan lingkungan yang sehat dan tubuh yang bugar. Bahkan dalam sebuah hadits disebutkan bahwa seorang mukmin yang kuat lebih baik daripada mukmin yang lemah. Begitu juga halnya dalam pemilihan olahraga, hendaknya yang berdasarkan sunnah yang dianjurkan oleh Rasulullah SAW., Rasulullah bersabda "*Lemparkanlah (panah) dan tunggangilah*

(kuda)."(HR Muslim). Untuk itu perlu upaya untuk meningkatkan kebutuhan akan olahraga sunnah berupa area berkuda dan memanah yang merupakan olahraga yang dianjurkan oleh Rasulullah SAW, selaras dengan visi dan misi Kampus UNISSULA untuk membangun generasi *Khaira Ummah*, mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi atas dasar nilai-nilai Islam dan membangun peradaban Islam menuju masyarakat sejahtera yang dirahmati Allah SWT.

Panahan sebagai kegiatan yang dianjurkan oleh agama islam yang bersumber dari Al Qur'an dan hadist memberikan manfaat secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung panahan dapat meningkatkan kesehatan dan kebugaran tubuh, sedangkan secara tidak langsung dapat meningkatkan konsentrasi, kedisiplinan, dan kesabaran jika dilakukan secara konsisten. Pendidikan karakter juga dapat di ajarkan melalui olahraga dan kegiatan fisik memanah. Secara terperinci olahraga memanah tidak hanya dilihat dari sisi ibadah sunnah, tetapi juga dari sisi manfaatnya yaitu:

1. Meningkatkan koordinasi tangan dan mata, serta keseimbangan
2. Meningkatkan fleksibilitas tangan dan jari
3. Membangun kekuatan tubuh
4. Meningkatkan kesabaran
5. Meningkatkan fokus
6. Membangun kepercayaan diri

Hal ini menunjukkan adanya fasilitas olahraga memanah juga menunjukkan civitas akademik Kampus UNISSULA Semarang memiliki aktivitas olahraga sunnah dan memiliki sejumlah keunggulan terkait dengan keterampilan memanah.

Fasilitas olahraga berkuda di Kampus UNISSULA Semarang mengandung makna bahwa civitas akademik akan memiliki keterampilan berkuda dan memanah. Saat yang sama, fasilitas olahraga berkuda juga merepresentasikan civitas akademik sebagai yang taat menjalankan sunnah Nabi.

Peralatan untuk kuda pada dasarnya dapat dibagi menjadi peralatan punggung dan peralatan kepala, plus *martingale*. Peralatan Punggung Kuda secara keseluruhan disebut "pelana" atau "sadel", yang terdiri atas:

- a. Pelana Kuda atau disebut "*Saddle=English*"

- b. Alas *Saddle* atau dikenal dengan kata “*Lebrak=Jawa*”, atau “*Saddle Pad = English*”.
- c. Sanggurdi atau dikenal dengan kata “*Songgowedi=Jawa*” atau “*Stirrups = English*”
- d. Tali Sanggurdi atau dikenal dengan kata “Tali Ulur = Jawa” atau “*Adjustable Stirrup Straps=English*”.
- e. Amben atau dikenal dengan kata Tali Perut atau “*Girth = English*” terdiri atas Amben Luar dan Amben Dalam.

Sedangkan Peralatan Kepala terdiri atas:

- a. Sarungan Kepala atau “*Head Bridle=English*” dengan berbagai variasi seperti tali hidung (*Nose-band*), dll.
- b. Kendali besi atau dikenal dengan kata “Cakotan=Jawa” atau “*Bite=English*”
- c. Tali Kekang atau dikenal dengan kata “*Lis = Jawa*” atau “*Reins=English*”

Peralatan-peralatan kuda tersebut dibuat khusus untuk kuda yang bersangkutan dan disesuaikan dengan ukuran kuda: tinggi kuda, ukuran lingkaran kepala, lingkaran rahang, lingkaran perut, panjang leher dll. Peralatan Kuda juga dibuat tersendiri tergantung disiplin yang diambil seperti: Khusus untuk tunggang (*equestrian*), khusus pacuan (*race*) maupun untuk latihan (*training*) sehari-hari. Pelana Kuda atau *Saddle* adalah salah satu peralatan kuda yang paling banyak variasinya sesuai dengan disiplin olah raga berkuda yang ada. Ada Pelana Gaya Inggris atau disebut *English Saddle*. Pelana inilah yang paling sering dipakai untuk Tunggang, maupun Race. Ada juga Pelana Gaya *Western* atau dikenal dengan *Western Style Saddle* yang dipakai dalam olah raga berkuda gaya *Western Cowboy* atau *Rodeo*.

Selain olahraga berkuda dan panahan, di sekitar kolam juga dibangun *jogging track*. Lintasan *jogging track* dibangun mengelilingi kawasan terletak pada pinggir kolam retensi dan disamping lintasan lari telah ditanami pohon peneduh untuk menunjang kenyamanan civitas akademik yang memnfaatkan fasilitas tersebut.

4.4.4 Pengelolaan Sampah pada Kawasan *Edu-tourism Khaira Ummah*

Pengelolaan sampah sangat erat kaitannya dengan *thaharah* sejalan dengan konsep *Edu-tourism khaira ummah*, untuk menciptakan kawasan yang bersih dan suci pada lingkungan Kampus Universitas Sultan Agung Semarang. Rasulullah SAW bersabda bahwa *Sesungguhnya Allah SWT itu suci yang menyukai hal-hal yang suci, Dia Maha Bersih yang menyukai kebersihan, Dia Maha Mulia yang menyukai kemuliaan, Dia Maha Indah yang menyukai keindahan, karena itu bersihkanlah tempat-tempatmu.*" (HR Tirmidzi)

Pengelolaan sampah menjadi salah satu fokus yang diterapkan pada pengembangan konsep *Edu-tourism Khaira Ummah*. Sampah organik dan sampah anorganik merupakan sampah yang banyak terdapat pada lokasi pengembangan *Edu-tourism*. Sampah yang terdapat pada kolam retensi dapat mengganggu fungsi utama sistem drainase pada Kawasan Universitas Islam Sultan Agung Semarang dan dapat menyumbat aliran aliran pada saluran drainase. Penerapan pengelolaan sampah dengan konsep 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*) dapat dijadikan solusi untuk menjaga kelestarian lingkungan sekitar terutama Kawasan Kampus Universitas Sultan Agung Semarang. Meningkatkan kesadaran akan pentingnya tidak membuang sampah sembarangan tentu menjadi salah satu upaya untuk penerapan 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*), maka dari itu pada penataan Kawasan *edu – tourism Khaira Ummah* ini ditambahkan *sign- sign* 3 dimensi yang mengingatkan tentang kesadaran lingkungan. Selain itu tersedianya tempat sampah yang memadai, untuk menambah nilai estetika keindahan tempat sampah dapat terbuat dari sampah-sampah plastik yang bisa digunakan. Dengan penerapan konsep 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*) di Kawasan pengembangan *Edu-tourism Khaira Ummah* Kawasan Kampus Universitas Sultan Agung Semarang, diharapkan nantinya kebersihan lingkungan dapat terjaga, lingkungan yang suci, bersih dan sehat dapat menciptakan suasana belajar yang nyaman dan dapat mendukung dalam membangun generasi *Khaira Ummah*.

BAB V

PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis debit banjir kala ulang analisis drainase kawasan kampus sebagaipengembangan edu tourism adalah sebagai berikut :

1. Dengan skenario pengalihan aliran, perubahan arah drainase maka dapat menjadi solusi pengendalian banjir di kawasan kampus UNISSULA.
2. Analisis dari 2 skenario yang dilakukan diperoleh hasil bahwa :
 1. Skenario 1 dengan arah aliran tertuju pada kolam retensi 1 , hasil diperoleh perlu adanya pompa banjir dengan kapasitas 1 m³/dt.
 2. Skenario 2 dengan arah aliran terbagi menjadi 2 sistem menuju kolam 1 dan kolam 2, kolam 2 diperlukan pompa banjir dengan kapasitas 0,5 m³/dt. Untuk kolam 1 kapasitas pompa adalah 1 m³/dt.
3. Dengan adanya konsep *Edu-tourism Khaira Ummah* segenap civitas akademik Universitas Islam Sultan Agung Semarang mendapatkan beberapa manfaat, diantaranya:
 1. Manfaat Kesehatan yang dapat diperoleh dari olahraga berkuda, memanah dan *jogging*.
 2. Manfaat Perekonomian yang diperoleh dari pemanfaatan area ruang terbuka yang digunakan untuk mengasah mahasiswa dan koperasi kampus untuk mengembangkan perekonomian kampus.
 3. Manfaat pariwisata yang diperoleh dari pemanfaatan kolam retensi sebagai wisata air dengan menggunakan perahu dan kano.

2. Saran dan Rekomendasi

Pada kesempatan kali ini penulis juga memberikan bebeapa saran sebagai bahan pertimbangan dan kajian selanjutnya dalam rangka pengendalian banjir dan rob di semarang khususnya wilayah semarang timur sebagai berikut :

1. Diperlukan koordinasi, kajian dan evaluasi lebih detail terkait rencana penambahan kolam retensi yang telah direncanakan agar dalam pelaksanaannya tetap memperhatikan aspek teknis, sosial dan ekonomis.
2. Perlu adanya pembentukan pengelola polder dalam kawasan kampus UNISSULA agar system polder yang sudah ada dapat berfungsi secara optimal.
3. Terkait dengan rembesan air yang masuk ke area kampus perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi system kampus yang ada saat ini.
4. Terkait dengan pemanfaatan kolam retensi sebagai wisata air pada pengembangan *Edu-tourism Khaira Ummah* perlu perhatian lebih agar pemanfaatan tidak mengganggu fungsi utama yakni sebagai drainase kawasan kampus UNISSULA.
5. Perlu adanya kesadaran dalam diri masing-masing civitas akademik tentang pengaplikasian konsep *thaharah*, utamanya pada kesadaran menjaga kebersihan lingkungan dengan membuang sampah pada tempatnya.
6. Perlu adanya perawatan rutin dan berkala pada fasilitas yang terdapat pada *Edu-tourism Khaira Ummah* agar dapat tercipta suasana bersih dan nyaman pada kawasan kampus UNISSULA.



DAFTAR PUSTAKA

- Alifaldo, 2018 Paduan Zona Agro Edu Tourism (AET) dan Plant Factory with Artificial Lighting (PFAL) pada Vertical Urban Farming JURNAL SAINS DAN SENI POMITS Vol. 7, No. 1 (2018) 2337-3520
- Chow, Ven Te. 1992. Hidrolika Saluran Terbuka. Penerbit Erlangga.. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989, SK SNI M-18-1989-F Pengendalian Debit Banjir
- Direktorat Jenderal Pengairan,1986. Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bangunan Utama KP-01.Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Pengairan,1986. Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bangunan Utama KP-02.Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Pengairan,1986. Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bangunan Utama KP-03.Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Pengairan,1986. Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bangunan Utama KP-04.Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Pengairan,1986. Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bangunan Utama KP-07.Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Pengembangan Kesehatan Lingkungan Permukiman.2012. Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan.Penerbit Kementerian Pekerjaan Umum.Jakarta.

- Direktorat Pengembangan Kesehatan Lingkungan Permukiman.2013. Tata Cara Perencanaan, Pelaksanaan, Operasi dan Pemeliharaan Sistem Pompa.Penerbit Kementerian Pekerjaan Umum.Jakarta.
- Herliansyah, 2012. Konsep Rancangan Floating Education Craft Sebagai Alternatif Pendidikan Karakter Bahari Berbasis Pariwisata.FT.Perkapalan Universitas Indonesia. Depok.
- Hindarko. 2000. Drainase Perkotaan. Penerbit ESHA. Jakarta.
- Huber, L. 2001. Validation of Analytical Methods. www.labcompliance.com.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Dirjen Cipta Karya,2013. Tata Cara Perencanaan, Pelaksanaan, Operasi Dan Pemeliharaan Sistem Pompa. Jakarta : KemenPUPR.
- Khoiro AH et all,2022. Kajian Efektivitas Kolam Retensi Dalam Mereduksi Banjir Jalan Raya Porong Kabupaten Sidoarjo dengan *Storm Water Management Model*. Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air Vol. 2 No. 2 (2022) p. 142-155
- Kodoatie, R.J dan Sugiyanto.2002. Banjir: Beberapa Penyebab dan Metode Pengendalian Banjir dalam Perspektif Lingkungan. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- M. Baitullah Al Amin. Permodelan Sistem Drainase Perkotaan Menggunakan SWMM. DEEPPUBLISH, 2020.
- Pendit, Nyoman S. 2009. Ilmu Pariwisata Sebuah Pengantar Perdana. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia nomor 12/ PRT/ M/ 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.
- Pusair. 2007. “Sistem Polder untuk Perkotaan Rawan Air”. Makalah Semiloka Pusair.
- Shahin, M.M.A, Statistical Analysis in Hydrology, Volume 2, Edition II, Delf Netherlands, 1976.
- Soemarto, CD,1999. Hidrologi teknik. Edisi Dua. Penerbit Erlangga. Jakarta.

- Soewarno.1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid Satu. Penerbit Nova. Bandung.
- Sosrodarsono Suyono&Kensaku Takeda.1993.Hidrologi untuk Pengairan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Suripin.2004.Sistem Drainase yang Berkelanjutan. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Sri Harto, Br. 1993. Analisis Hidrologi. PT. Gramedia Pustaka Utama.Jakarta.
- Standar SK SNI M-18-1989-f, Metode Perhitungan Debit Banjir.
- Triatmodjo, Bambang .2008. Hidrologi Terapan. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang,2003. *Hidrologi II*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Wahyudi, S. Imam. 2010. “Pebandingan Penanganan Banjir Rob di La Briere (Perancis), Rotterdam (Belanda), dan Perspektif di Semarang (Indonesia)”. Riptek. Vol. 4, 117 No. II, Hal 29-35.
http://bappeda.semarangkota.go.id/v2/wpcontent/uploads/2013/12/4.rob_imam-wahyudi.pdf, 11 September 2016

