

**EVALUASI SISTEM DRAINASE
DI UNIVERSITAS MEDAN AREA
(Kampus 1)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

JOHAN IMMANUEL SIANIPAR
168110008



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 22/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)22/6/22



**EVALUASI SISTEM DRAINASE
DI UNIVERSITAS MEDAN AREA
(Kampus 1)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

JOHAN IMMANUEL SIANIPAR

168110008



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 22/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)22/6/22



EVALUASI SISTEM DRAINASE DI UNIVERSITAS MEDAN AREA

(Kampus 1)

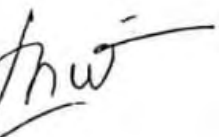
SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
Memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil
Universitas Medan Area

JOHAN IMMANUEL SIANIPAR
168110008

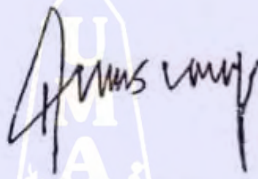
Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I



Ir. Mahda Rangkuti, MT
NIDN : 0030116401

Dosen Pembimbing II



(Ir. Amsuardiman, MT)
NIDN : 0031126097

Mengetahui :

Dekan Teknik



Hermansyah, S.Kom., M.Kom
105058804

Kaprodi Teknik Sipil



(Hermansyah, ST., MT)
NIDN : 0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 22/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)22/6/22

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI/ TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area ,saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Johan Immanuel Sianipar

NPM : 168110008

Program studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan , menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area, **Hak bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Evaluasi Sistem Drainase di Universitas Medan Area (Kampus 1), beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) . Dengan hak bebas royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan , merawat dan mempublikasikan tugas akhir skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis /pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Medan

Pada tanggal, 11 April 2022

Johan Immanuel Sianipar

NPM/16/8110008

SURAT PERNYATAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Johan Immanuel Sianipar

NPM : 168110008

Program studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Evaluasi Sistem Drainase di Universitas Medan Area
(Kampus 1)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi dan disebut dalam referensi Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman sanksi apapun sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan 11 April 2022



METERAI
TEMPEL
ID:98A17829861884
Johan Immanuel Sianipar
NPM. 168110008

KATA PENGANTAR

Damai sejahtera, Segala Puji dan Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat kasih karunia dan rahmat-Nya yang telah memberikan pengetahuan, pengalaman, kesehatan, dan kesempatan yang tidak terbalaskan. sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Evaluasi Sistem Drainase di Universitas Medan Area”.

Ucapan terimakasih patutlah penulis sampaikan kepada seluruh insan yang telah membantu, memberi saran, semangat dan masukan kepada penulis selama proses menyelesaikan skripsi ini. Selanjutnya penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah, ST, MT selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Medan Area yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan bagi penyusun dalam melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT dan Bapak Ir. Amsuardiman, MT yang telah banyak memberikan saran dan masukan yang bermanfaat bagi penulis.
5. Seluruh Dosen tanpa terkecuali, para Staff Fakultas dan petugas kebersihan yang telah memberikan kami kenyamanan dalam belajar.
6. Ucapan terimakasih paling spesial kepada kedua Orangtua saya , serta kakak tersayang Meitha Priscilla Sianipar , abang saya, juga kedua adik

tercinta saya, beserta keluarga lainnya yang selalu mendoakan dan memberi dorongan moril maupun materil kepada penulis.

7. Terimakasih kepada Sahabat Terbaik saya Teknik Sipil Beni Deni Sitompul, Vaustinus Hulu, Sebastian Situmorang, Faozatulo Harefa juga teman lainnya yang selalu menemani baik suka dan duka, yang selalu peduli dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Terimakasih penulis ucapkan kepada rekan – rekan mahasiswa stambuk 2016 dan Alumni Teknik Sipil Universitas Medan Area dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Kiranya skripsi ini dapat menambah ilmu dan wawasan yang ada dalam Jurusan Teknik Sipil dan menambah referensi dalam mata kuliah Teknik Irigasi Drainase pada jurusan Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan Tuhan selalu memberkati kita semua.

Medan, April 2022
Penulis,

Johan Immanuel Sianipar
168110008

ABSTRAK

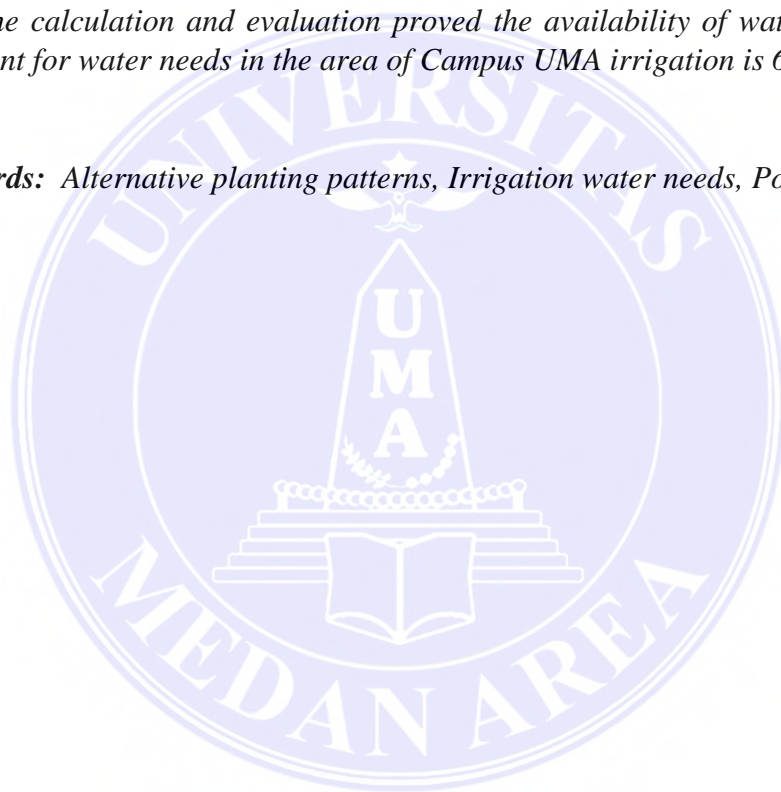
Drainase merupakan suatu sistem untuk menyalurkan air hujan. Sistem ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat, apalagi di daerah berpendudukan padat seperti perkotaan. Evaluasi saluran drainase diperlukan untuk mengetahui kapasitas penampang dengan menghitung debit banjir rencana menggunakan metode Rasional. Analisa debit banjir rencana dilakukan dengan menghitung curah hujan rencana dengan metode distribusi yang dipilih yaitu Log Pearson Tipe III. Dari hasil analisa debit banjir rancangan periode ulang di dapat Q2 sebesar 0,772 m³/dt, Q5 sebesar 0,9706 m³/dt dan Q10 sebesar 1,1051 m³/dt. Evaluasi saluran drainase pada kawasan kampus 1 UMA Kecamatan Percut Sei Tuan dilakukan dengan perhitungan hidrolika sederhana. Dari perhitungan kapasitas saluran eksisting di dapat Qkanan sebesar 0,4035 m³/dt dan Qkiri sebesar 0,3670 m³/dt. Hasil evaluasi menunjukkan saluran drainase pada kawasan Kampus 1 UMA Kecamatan Percut Sei Tuan tidak dapat menampung debit banjir rancangan Q2, Q5 dan Q10. Maka dilakukan evaluasi untuk saluran kiri dan kanan, sehingga di dapat debit saluran rancangan Qkiri sebesar 1,0274 m³/dt dan Qkanan sebesar 1,0295 m³/dt. Dimana Qkanan > Qrancangan 2 dan 5 tahun. Dan untuk Qkiri > Qrancangan 2 tahun.

Kata kunci: Saluran Drainase, Pengendalian Banjir, Metode Rasional.

ABSTRACT

Irrigation is very important for social life especially farmer in rice fields to fine and gives the water on they farm. Irrigation regions is a lend area need the water in fill by irrigation system. Usually a paddy fields that require a lot of water for the production of rice. As for component for the availability of water that is debit mainstay which on counting by using the Weibull method. For the irrigation water demand component includes the need for water for land preparation and an alternative cropping pattern. While for the potential area of irrigation covers the major discharge and large water discharge needs. While the main discharge is 67,26 m³/dt. And the maximum water demand is 2,12 lt/det/ha in alternative 11. And potential area is 31726,4 ha, while the area used at present is 25280 ha. So from the calculation and evaluation proved the availability of water that is still sufficient for water needs in the area of Campus UMA irrigation is 6446,4 ha.

Keywords: *Alternative planting patterns, Irrigation water needs, Potential area.*



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan	3
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Drainase.....	8
2.1.1.Sistem Jaringan Drainase	17
2.1.2.Drainase Perkotaan.....	21
2.2. Banjir Rencana	22
2.3. Analisa Hidrologi	6
2.4. Siklus Hidrologi	7
2.5. Hujan dan Limpasan.....	23
2.5.1.Tipe-Tipe Hujan	24
2.5.2.Intensitas Hujan.....	25
2.5.3.Koefisien Pengaliran	26
2.6. Analisa Hidrolika	28
2.6.1.Dimensi Penampang Saluran	30
2.6.2.Dimensi Saluran	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1. Lokasi penelitian	37

3.2. Teknik Pengumpulan Data	37
3.2.1. Data Primer	38
3.2.2. Data Sekunder	38
3.3 Alat dan Bahan.....	40
3.4. Metode Penelitian	40
3.5. Penyusunan Data dan Analisis Drainase.....	41
BAB IV ANALISA DATA.....	42
4.1. Analisa Curah Hujan Rencana.....	Error! Bookmark not defined.
4.2. Analisa Frekuensi	43
4.2.1. Distribusi Log Pearson Tipe III.....	43
4.3. Distribusi Gumbel	46
4.4. Pemilihan Jenis Sebaran	50
4.5. Penentuan Jenis Sebaran Secara Grafis (Ploting Data).....	51
4.6. Pengujian Keselarasan Sebaran.....	52
4.6.1. Uji Kecocokan Chi-Square.....	52
4.7. Pengukuran Curah Hujan Rencana.....	54
4.8. Analisa Debit Rencana	56
4.8.1. Metode Rasional.....	56
4.9. Intensitas Curah Hujan	57
4.10. Analisa Hidrolika	59
4.10.1. Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase.....	59
4.10.2. Perencanaan Ulang Sistem Drainase.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1. Kesimpulan.....	69
5.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004)...	22
Tabel 2. 2 Koefisien Pengaliran	28
Tabel 2. 3 Koefisien Kekasaran Manning.....	33
Tabel 3. 1 Nilai kemiringan dinding saluran.....	34
Tabel 4.1 Data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah	42
Tabel 4. 2 Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Log Pearson Tipe III. .	43
Tabel 4. 3 Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Gumbel.	46
Tabel 4. 4 Kombinasi periode ulang tahunan (mm).....	50
Tabel 4. 5 Parameter pemilihan distribusi curah hujan.....	50
Tabel 4. 6 Ploting data.	51
Tabel 4. 7 Perhitungan uji kecocokan Chi-Square dengan Log Pearson Tipe III.	53
Tabel 4. 8 Perhitungan uji kecocokan Chi-Square dengan Gumbel.	54
Tabel 4. 9 Analisa frekuensi distribusi Log Pearson Tipe III.	54
Tabel 4. 10 Perhitungan curah hujan rencana Metode Log Pearson Tipe III.	56
Tabel 4. 11 Perhitungan intensitas curah hujan.	58
Tabel 4. 12 Perhitungan Q rancangan pada kawasan Kampus 1 UMA.	59
Tabel 4. 13 Hasil survei drainase di Kawasan Kampus 1 UMA.....	60
Tabel 4.14 Perbandingan Q analisis tampungan penampung dan Q analisis rancangan debit banjir di Kawasan Kampus 1 UMA.....	63
Tabel 4. 15 Dimensi saluran drainase perencanaan.	64
Tabel 4.16 Perbandingan Q analisis tampungan penampang dan Q analisis rancangan debit banjir di Kawasan Kampus 1 UMA.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Hidrologi	7
Gambar 2. 2 Penampang saluran trapesium (Triatmodjo 1993).	30
Gambar 2. 3 Penampang saluran persegi (Triatmodjo 1993).	31
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	37
Gambar 4. 1 (a) Saluran sebelah kanan, (b) Saluran sebelah kiri.	60





BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air (suripin, 2014). Secara umum Drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Sebuah kompleks kampus merupakan kebutuhan dasar bagi para mahasiswa, para dosen, dan pegawainya. Menyadari akan pentingnya suatu kampus maka sudah sewajarnya kampus terencana dalam suatu sistem dan pola pengaturan yang tertata dengan baik. Pola pengaturan yang direncanakan meliputi tata letak baik geografis maupun topografis, kualitas dan kuantitas kampus yang dibutuhkan dan kebutuhan penyediaan sarana dan prasarana fisik dan non fisik.

Sistem drainase kawasan kampus atau universitas merupakan serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air ke daerah pembuangan seperti saluran utama, sungai, danau, laut dikawasan kampus tersebut sehingga tidak terjadi genangan ataupun banjir. Sistem saluran drainase kampus sangat penting untuk menjamin kenyamanan di area kampus tersebut, karena tidak sedikit kompleks kampus yang mengalami banjir karena sistem saluran drainase yang kurang baik dan memadai. Masalah tersebut juga terjadi di lingkungan kampus I Universitas Medan Area tepatnya pada dua tahun yang lalu terjadi genangan dan banjir di area kampus (*sumber: esralaurent.wordpress.com*).

Dampak dari hal tersebut yaitu terganggunya kegiatan, mobilitas dan kerusakan beberapa fasilitas di lingkungan kampus. Daerah tangkapan air (catchment area) di Lingkungan Universitas Medan Area yang menjadi perhatian, karena terdapat cukup banyak bangunan serta sarana lainnya yang berpengaruh terhadap limpasan yang terjadi saat hujan. Kinerja sistem drainase seperti pada saluran dari bangunan sampai ke jaringan utama serta daerah tampungan embung harus menjadi titik penting yang perlu diperhatikan agar di lingkungan Universitas Medan Area tetap menjadi tempat yang nyaman, aman dan bagi seluruh penghuninya. Sehingga hal tersebut membuat ketidaknyamanan dan menimbulkan citra buruk bagi kampus Universitas Medan Area.

Disamping hal itu juga, terdapat diluar kawasan kampus Universitas Medan Area yang system drainase nya masih kurang efektif karena kurangnya pemeliharaan oleh masyarakat sekitar seperti membuang sampah ke saluran drainase, kemudian penyalahgunaan bangunan terhadap saluran yang bertempat tinggal di area kampus UMA. Sehingga fungsi saluran tersebut berdampak buruk dan terganggu disaat terjadinya curah hujan yang tinggi yang menyebabkan penyumbatan saluran dan genangan air pada jalan dan juga lingkungan kampus di Universitas Medan Area tersebut.

Pada dasarnya sistem drainase dibagi menjadi dua macam yaitu sistem drainase tertutup dan sistem drainase terbuka. Sistem drainase tertutup jarang dipakai di kampus karena dibutuhkan biaya untuk pembuatannya, sedang untuk sistem drainase terbuka tidak membutuhkan bak resapan. Pada kompleks kampus Universitas Medan Area menggunakan system drainase terbuka, yaitu saluran drainase terdiri dari saluran sekunder yang mengalir ke saluran primer

kemudian diteruskan ke sungai sebagai tempat pembuangan akhir. Pada kompleks ini saluran sekunder mengelilingi tiap kompleks fakultas. Kondisi dari saluran drainase sebagian sudah tidak memenuhi syarat akibat kurang adanya perhatian dan perawatan. Daerah yang sering tergenang oleh air hujan terletak di kompleks Kampus Universitas Medan Area.

Dalam penelitian ini akan dievaluasi kembali sistem saluran drainase yang sudah ada atau yang sudah diterapkan, sehingga dapat diketahui apakah sistem saluran drainase tersebut layak atau tidak.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah mengevaluasi sistem saluran drainase pada kampus 1 UMA Sumatera Utara. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan dari sistem saluran drainase yang digunakan di lingkungan kampus 1 Universitas Medan Area. Juga mengetahui apakah yang menjadi permasalahan yang membuat genangan air di areal kampus UMA tidak sepenuhnya mengalir ketika mendapatkan debit air hujan yang cukup besar dan berdampak banjir.

1.3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang pokok dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah saluran drainase di kampus 1 Universitas Medan Area sudah sepenuhnya berjalan sesuai dengan fungsi utamanya.?

2. Apakah dimensi dan kapasitas saluran drainase kampus 1 Universitas Medan Area sudah sesuai.?
3. Apakah konsep dasar perencanaan system saluran drainase kampus 1 Universitas Medan Area sudah sesuai acuan ?

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penulisan Skripsi ini yaitu :

1. Data dimensi saluran yang digunakan dalam perhitungan mengacu data yang sudah ada dan diambil secara manual.
2. Perhitungan debit saluran didasarkan atas tinggi hujan di beberapa stasiun curah hujan di sekitar kompleks Kampus UMA dengan mengabaikan interaksi saluran di daerah sekitar Kampus UMA, hal ini disebabkan tidak diketahuinya mekanisme saluran drainase di daerah sekitar UMA.

1.5. Manfaat

Adapun Manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Meningkatkan kualitas hidup Mahasiswa/i UMA dan masyarakat sekitar agar kompleks tersebut aman dari genangan air hujan dan aktivitas masyarakat tidak terganggu atau tertunda, lingkungan akan menjadi bersih dan sehat, sehingga kesejahteraan dan kualitas hidup mahasiswa/i dan masyarakat meningkat.
2. Menambah pengetahuan yang dimiliki oleh penulis khususnya mengenai sistem saluran drainase pada kompleks kampus UMA.

3. Bagi masyarakat kampus UMA dapat mengetahui bahwa sistem saluran drainase tersebut sangatlah penting dalam kenyamanan, keamanan, dan sebagai acuan dalam perencanaan sistem saluran drainase yang akan datang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisa Hidrologi

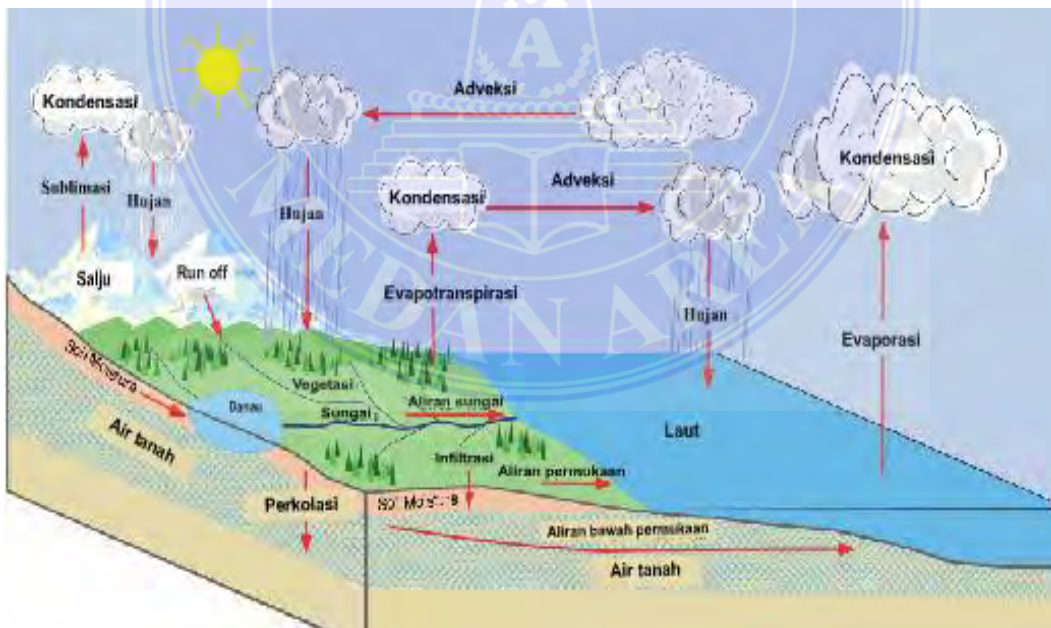
Analisa hidrologi tidak hanya diperlukan dalam perencanaan berbagai macam bangunan air seperti bendungan, bangunan pengendali banjir dan irigasi. Tetapi juga bangunan jalan raya, lapangan terbang dan bangunan lainnya. Analisa hidrologi diperlukan untuk perencanaan drainase, culvert, maupun jembatan yang melintasi sungai atau saluran. Drainase yang direncanakan dalam hal ini untuk dapat menampung air hujan atau air limbah daerah sekitar dan mengalirkannya ke sungai atau ke tempat-tempat pembuangan lainnya. Saluran drainase ini ukurannya direncanakan sedemikian rupa sehingga cukup untuk mengalirkan sejumlah volume air tertentu dalam suatu waktu yang lama atau yang disebut dengan debit (Q).

Pada perencanaan saluran drainase terdapat masalah yaitu berapakah besar debit air yang harus disalurkan melalui saluran tersebut. Karena debit air ini tergantung kepada curah hujan tidak tetap (berubah-ubah) maka debit air yang akan ditampung saluran juga pasti akan berubah-ubah. Dalam hal perencanaan saluran drainase kita harus menetapkan suatu besarnya debit rencana (debit banjir rencana) jika memilih atau membuat debit rencana tidak bisa kecil, maka nantinya dapat berakibat air didalam saluran akan meluap dan sebaliknya juga tidak boleh mengambilnya terlalu besar karena dapat juga berakibat saluran yang kita rencanakan tidak ekonomis. Kita harus dapat memperhitungkan besarnya debit didalam saluran drainase agar dapat memilih suatu debit rencana. Didalam

memilih debit rencana maka diambil debit banjir maximum pada daerah perencanaan.

2.2. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air dari laut. Uap yang dihasilkan dibawa oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap air tersebut terkondensasi membentuk awan, dan pada akhirnya dapat menghasilkan presipitasi. Presipitasi yang jatuh ke bumi menyebar dengan arah yang berbeda-beda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari presipitasi tersebut untuk sementara tertahan pada tanah di dekat tempat ia jatuh, dan akhirnya dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (evaporasi) dan pemeluhan (transpirasi) oleh tanaman terdapat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 2 ; Siklus Hidrologi
Sumber : drainaseskaga /2018/02/siklus-hidrologi.com

2.3. Drainase

Drainase adalah suatu proses alami, yang diadaptasikan manusia untuk tujuan mereka sendiri, mengarahkan air dalam ruang dan waktu dengan memanipulasi ketinggian muka air. Sedangkan menurut Suhardjono (2013) drainase adalah suatu tindakan untuk mengurangi air yang berlebih, baik itu air permukaan maupun air bawah permukaan. Air berlebih yang umumnya berupa genangan disebut dengan banjir.

Sistem drainase perkotaan merupakan salah satu komponen prasarana perkotaan yang sangat erat kaitannya dengan penataan ruang. Bencana banjir yang sering melanda sebagian besar wilayah dan kota di Indonesia disebabkan oleh kurangnya penataan ruang. Hampir semua daerah dipastikan mempunyai rencana tata ruang sebagai acuan atau arahan pengembangan wilayah. Sistem drainase selalu kalah cepat dalam mengikuti perubahan tersebut, sehingga banjir akan tetap hadir di lingkungan kita.

Persyaratan dalam perencanaan drainase adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan drainase harus sedemikian rupa sehingga fungsi fasilitas drainase sebagai penampung, pembagi dan pembuang air sepenuhnya berdaya guna dan hasil guna.
2. Pemilihan dimensi dari fasilitas drainase harus mempertimbangkan faktor ekonomi dan faktor keamanan.
3. Perencanaan drainase harus mempertimbangkan segi kemudahan dan nilai ekonomis terhadap pemeliharaan sistem drainase tersebut

Adapun permasalahan drainase perkotaan yang sering terjadi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Permasalahan drainase karena ulah manusia, seperti: Perubahan tata guna lahan di daerah aliran sungai (DAS). Perubahan fungsi saluran irigasi menjadi saluran drainase. Pembuangan sampah ke saluran drainase. Kawasan kumuh di sepanjang sungai atau saluran drainase. Infrastruktur drainase kurang berfungsi (bendungan dan bangunan air).
- b. Permasalahan drainase karena alam, seperti: Curah hujan. Kondisi fisiografi/geofisik sungai. Kapasitas sungai atau saluran drainase yang kurang memenuhi.
- c. Pengaruh pasang naik air laut (*back water*). Selain permasalahan di atas, salah satu permasalahan yang selalu timbul setiap tahun pada musim hujan adalah banjir dan genangan air. Banjir dan genangan air disebabkan oleh fungsi drainase yang belum tertangani secara menyeluruh, kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam memelihara saluran drainase yang ada di sekitarnya menyebabkan penyumbatan saluran drainase oleh sampah industri maupun sampah rumah tangga.

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari sistem pengalirannya, dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Drainase dengan sistem jaringan adalah suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui sistem tata saluran dengan bangunan-bangunan pelengkap.
- b. Drainase dengan sistem resapan adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah. Cara resapan

ini dapat dilakukan langsung terhadap genangan air di permukaan tanah ke dalam tanah atau melalui sumuran/saluran resapan.

2.4. Jenis jenis dan pola drainase

A. Menurut cara terbentuknya

1. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)

Terbentuk secara alami, tidak ada unsur campur tangan manusia serta tidak terdapat bangunan-bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong dan lain-lain.

2. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainasi, untuk menentukan debit akibat hujan, kecepatan resapan air dalam tanah dan dimensi saluran serta memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa dan sebagainya.

B. Menurut Letak Saluran

1. Drainase Muka Tanah (*Surface Drainage*) Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan.

2. Drainase Bawah Tanah (*Sub Surface Drainage*) Saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu. Alasan itu antara lain : tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan

adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepakbola, lapangan terbang, taman dan lain-lain

C. Menurut Fungsi

1. Single Purpose

Saluran berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja, misalnya air hujan atau jenis air buangan lain seperti air limbah domestik, air limbah industry dan lain-lain.

2. Multy Purpose

Saluran berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian.

D. Menurut Konstruksi

1. Saluran Terbuka

Saluran untuk air hujan yang terletak di area yang cukup luas. Juga untuk saluran air non hujan yang tidak mengganggu kesehatan lingkungan.

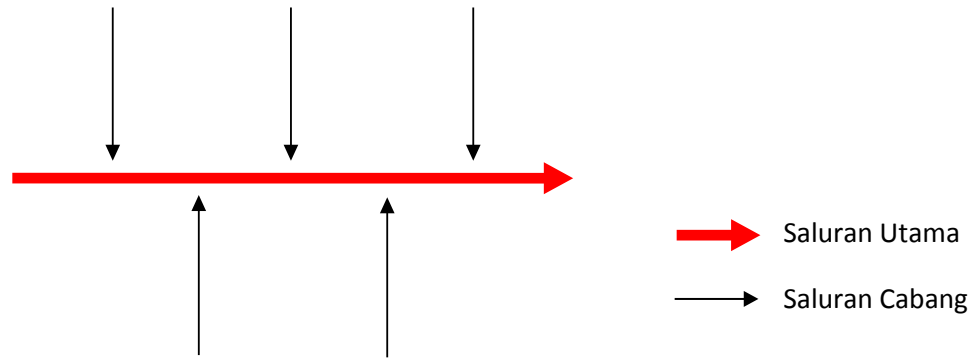
2. Saluran Tertutup

Saluran air untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Juga untuk saluran dalam kota.

2.4.1 Pola - Pola Drainase

a. Siku

Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir berada di tengah kota.

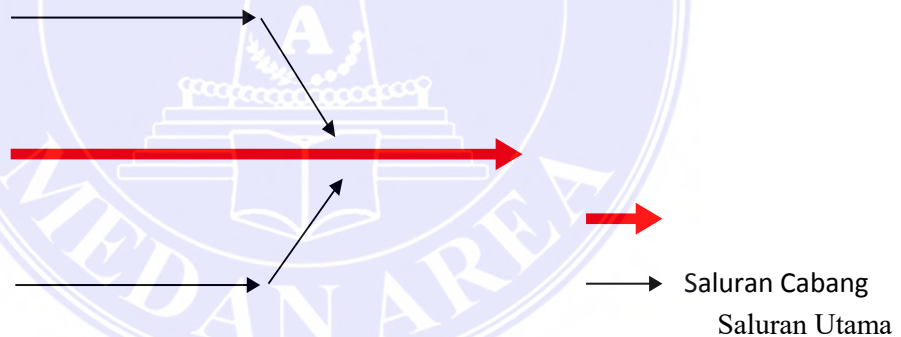


Gambar 2.1 Jaringan Drainase Siku

Sumber : drainaseskaga /2018/02/pola-jaringan-drainase.com

b. Paralel

Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.

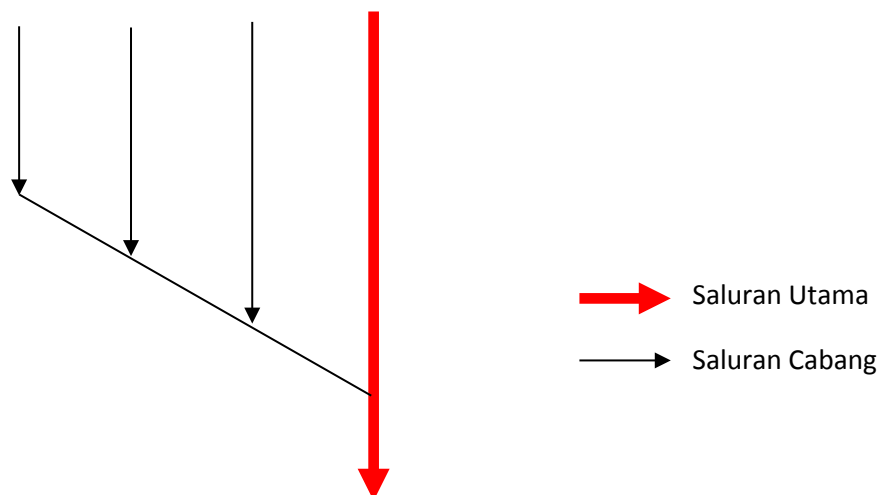


Gambar 2.2 Jaringan Drainase Paralel

Sumber : drainaseskaga /2018/02/pola-jaringan-drainase.com

c. *Grid Iron*

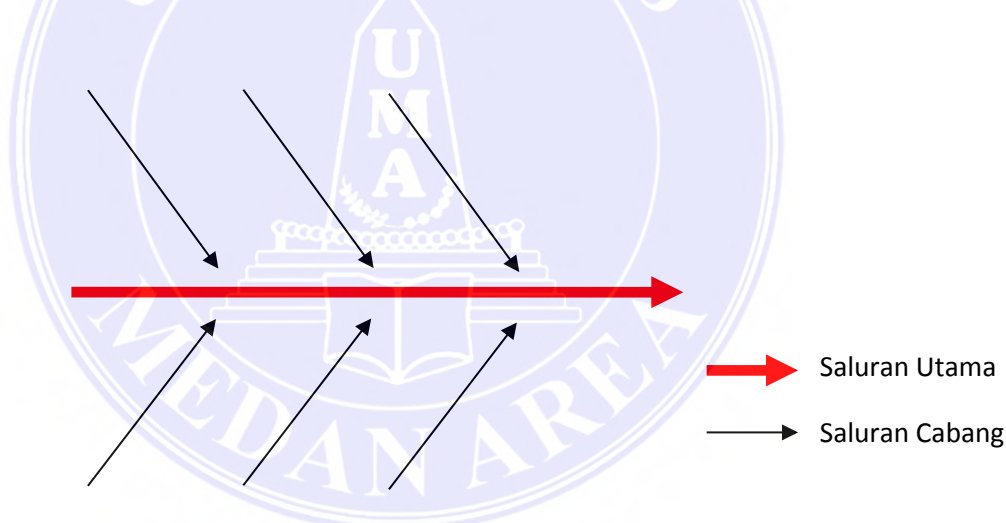
Untuk daerah dimana sungainya terleteak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.3 Jaringan Drainase *Grid Iron*
Sumber : drainaseskaga /2018/02/pola-jaringan-drainase.com

d. Alamiah

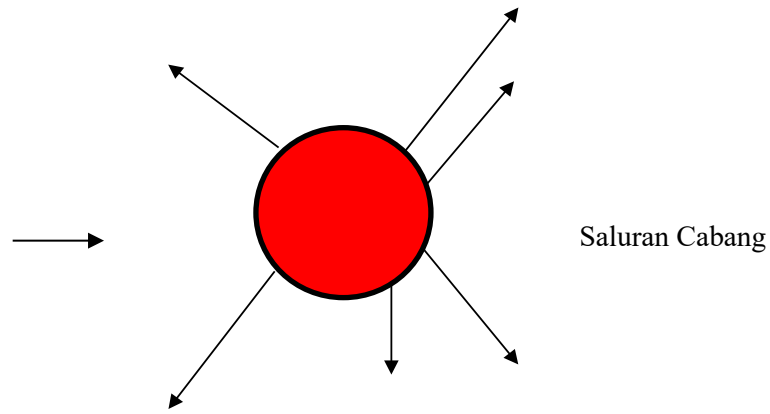
Sama seperti pola siku, hanya sungai pada pola alamiah lebih besar.



Gambar 2.4 Jaringan Drainase Alamiah
Sumber : drainaseskaga. /2018/02/pola-jaringan-drainase.com

e. Radial

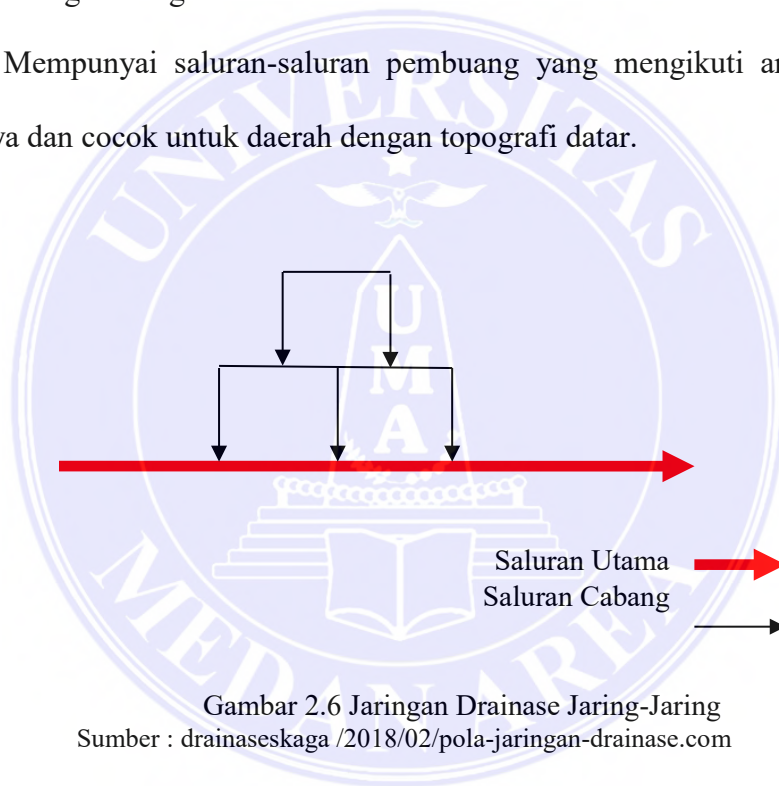
Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah.



Gambar 2.5 Jaringan Drainase Radial
Sumber : drainaseskaga /2018/02/pola-jaringan-drainase.com

f. Jaring -Jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar.



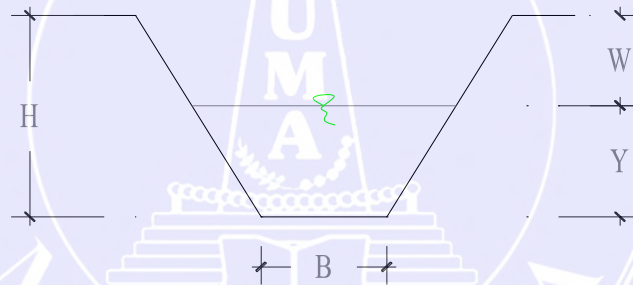
- Saluran Cabang adalah saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya dibuang ke saluran utama.
- Saluran Utama adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilaluinya.

2.5. Bentuk Penampang Saluran

Bentuk-bentuk saluran untuk drainase tidak jauh berbeda dengan saluran irigasi pada umumnya. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis, sebaliknya dimensi yang terlalu kecil akan menimbulkan permasalahan karena daya tampung yang tidak memadai. Adapun bentuk-bentuk saluran antara lain :

A. Trapesium

Pada umumnya saluran ini terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutup kemungkinan dibuat dari pasangan batu dan beton. Saluran ini memerlukan cukup ruang. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.

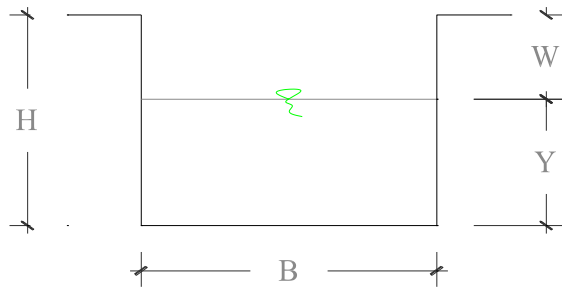


Gambar 2.7. Penampang Trapesium

Sumber : drainaseskaga /2018/02/penampang-drainase.com

B. Persegi

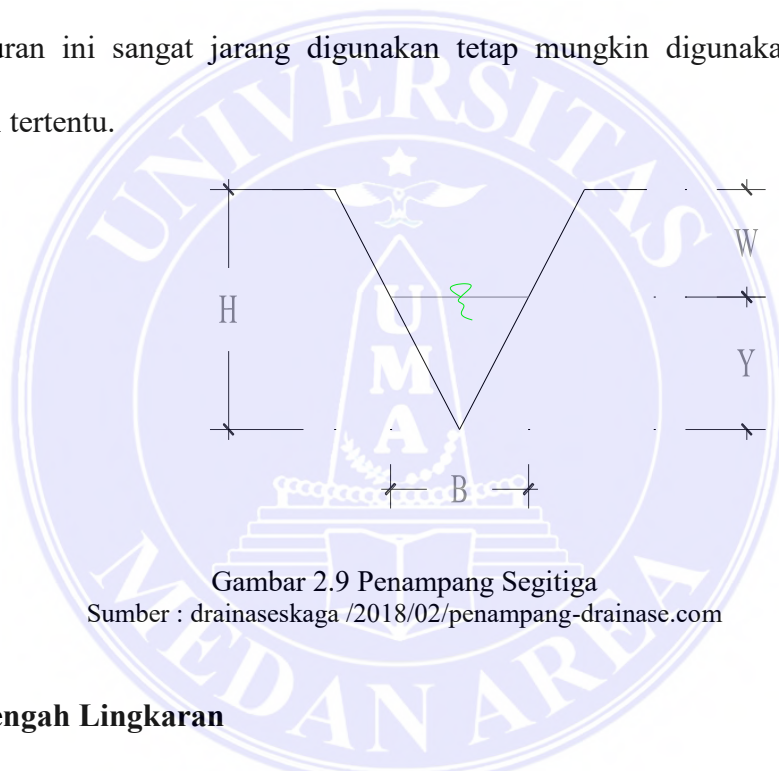
Saluran ini terbuat dari pasangan batu dan beton. Bentuk saluran ini tidak memerlukan banyak ruang dan areal. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.



Gambar 2.8 Penampang Persegi
Sumber : drainaseskaga /2018/02/penampang-drainase.com

C. Segitiga

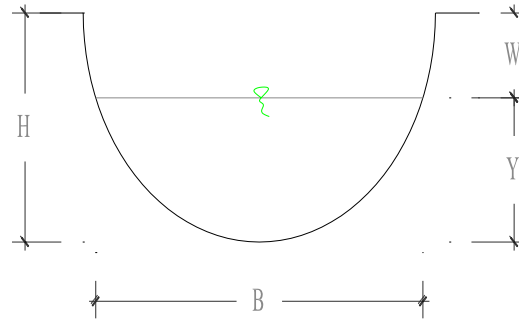
Saluran ini sangat jarang digunakan tetap mungkin digunakan dalam kondisi tertentu.



Gambar 2.9 Penampang Segitiga
Sumber : drainaseskaga /2018/02/penampang-drainase.com

D. Setengah Lingkaran

Saluran ini terbuat dari pasangan batu atau dari beton dengan cetakan yang telah tersedia. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.



Gambar 2.10 Penampang Setengah Lingkaran
 Sumber : drainaseskaga /2018/02/penampang-drainase.com

2.5.1. Sistem Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase merupakan bagian dari infrastruktur pada suatu kawasan, drainase masuk pada kelompok infrastruktur air pada pengelompokan infrastruktur wilayah, selain itu ada kelompok jalan, kelompok sarana transportasi, kelompok pengelolaan limbah, kelompok bangunan kota, kelompok energi dan kelompok telekomunikasi .

Air hujan yang jatuh di suatu kawasan perlu dialirkan atau dibuang, caranya dengan pembuatan saluran yang dapat menampung air hujan yang mengalir di permukaan tanah tersebut. Sistem saluran di atas selanjutnya dialirkan ke sistem yang lebih besar. Sistem yang paling kecil juga dihubungkan dengan saluran rumah tangga dan sistem saluran bangunan infrastruktur lainnya, sehingga apabila cukup banyak limbah cair yang berada dalam saluran tersebut perlu diolah (*treatment*). Seluruh proses tersebut di atas yang disebut dengan sistem drainase .

Bagian infrastruktur (sistem drainase) dapat 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. Ditinjau dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari

saluran penerima (*interseptor drain*), saluran pengumpul (*colector drain*), saluran pembawa (*Conveyor drain*), saluran induk (*Main drain*) dan badan air penerima (*Receiving waters*).

Di sepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando dan stasiun pompa. Pada sistem drainase yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima air diolah dahulu pada instalasi pengolahan air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memiliki baku mutu tertentu yang dimasukkan ke dalam badan air penerima biasanya sungai, sehingga tidak merusak lingkungan.

Dengan semakin kompleksnya permasalahan drainase perkotaan maka di dalam perencanaan dan pembangunannya tergantung pada kemampuan masing-masing perencana. Ada beberapa sarana penunjang bangunan drainase, yaitu:

1. Lubang air pada dinding saluran (*wheep hole*)

Lubang air pada dinding saluran yaitu lubang yang berfungsi untuk mengalirkan air resapan (penirisan) yang berasal dari tanah sekitar saluran drainase sehingga tanah tidak menjadi lumpur atau becek.

2. Lubang air pada trotoar (*street inlet*)

Lubang air pada trotoar yaitu lubang yang berfungsi untuk mengalirkan air dari jalan (aspal) sekitar saluran drainase sehingga jalan (aspal) tidak terjadi genangan air atau banjir.

3. Saringan sampah kasar (*bar screen*)

Saringan sampah kasar yaitu saringan sampah yang diletakkan sebelum terdapatnya kantung lumpur/pasir sehingga sampah yang mempunyai ukuran besar tidak dapat masuk kedalam kantung lumpur/pasir.

4. Saringan sampah halus (*fine screen*)

Saringan sampah halus yaitu saringan sampah yang mempunyai ukuran lebih kecil daripada ukuran saringan sampah kasar dan diletakkan sesudah terdapatnya kantung lumpur/pasir tepatnya pada pangkal gorong-gorong (*box culver*) sehingga sampah mempunyai ukuran kecil tidak dapat masuk kedalam gorong-gorong (*box culver*).

5. Penutup atas parit (*cover slab*)

Penutup atas parit yaitu beton struktur bertulang yang diletakkan diatas bangunan drainase. Umumnya penutup parit ini digunakan pada daerah perkotaan. Hal ini disebabkan karena keterbatasan lahan untuk pembuatan trotoar.

6. Lubang kontrol (*cover grill*)

Lubang kontrol yaitu lubang yang terbuat dari besi yang menggunakan pintu dan berengsel sehingga dapat dibuka dan ditutup untuk mengontrol keadaan drainase.

7. Kantong lumpur/pasir (*sand trap*)

Kantong lumpur yaitu suatu dasar drainase dimana konstruksinya lebih dalam dari pada dasar drainase lainnya. Hal ini bertujuan sebagai tangkapan pasir/lumpur pada drainase agar pasir/lumpur tidak masuk kedalam gorong-gorong (*box culver*).

Kriteria desain drainase perkotaan memiliki kekhususan, serta untuk perkotaan ada tambahan variabel desain seperti:

1. Keterkaitan dengan tata guna lahan.
2. Keterkaitan dengan masterplan drainase kota.
3. Keterkaitan dengan masalah sosial budaya.

Selain untuk pengeringan tanah atau menghambat terjadinya banjir, drainase dapat juga berfungsi untuk:

1. Pertanian

Tanah yang terlalu basah seperti rawa misalnya tidak dapat ditanami. Untuk dapat digunakan sebagai lahan pertanian, tanah rawa yang selalu basah perlu dikeringkan.

2. Bangunan

Untuk mendirikan bangunan (gedung, dan jalan lapangan terbang) diatas tanah yang basah perlu drainase agar tanah menjadi kering dan daya dukung tanah menjadi bertambah sehingga dapat mendukung beban bangunan diatasnya.

3. Kesehatan

Tanah yang digenangi air dapat menjadi tempat berkembangbiaknya nyamuk, sehingga perlu dikeringkan dengan sistem jaringan drainase. Pada tanah kering telur dan larva nyamuk tidak hidup. Sedangkan dari ilmu kesehatan gas-gas yang terdapat dirawa seperti gas metan tidak baik untuk kesehatan, sehingga tanah sekitar permukiman perlu dikeringkan.

4. *Landscape*

Untuk pemandangan yang baik, tanah basah/berair harus dikeringkan sehingga dapat ditanami rumput atau tanaman-tanaman hias lainnya.

2.5.2. Drainase Perkotaan

Perkembangan perkotaan memerlukan perbaikan dan penambahan fasilitas sistem pembuangan air hujan. Dimana sistem pembuangan air hujan bertujuan untuk:

1. Arus air hujan yang sudah berbahaya atau mengganggu lingkungan secepat mungkin dibuang pada badan air penerima, tanpa erosi dan penyebaran polusi atau endapan.
2. Tidak terjadi genangan, banjir dan becek-becek.

Masalah di atas sudah merupakan permasalahan yang harus di tangani secara sungguh-sungguh, terutama bagi daerah-daerah yang selalu mengalami setiap musim hujan. Air hujan yang di atur di angkasa di kendalikan dan di atur guna memenuhi berbagai kegunaan untuk penyehatan. Pengendalian banjir, drainase, pembuangan air limbah merupakan penerapan teknik pengendalian air, sehingga tidak menimbulkan kerusakan yang melebihi batas-batas kelayakan terhadap harga benda, gangguan terhadap lingkungan pemukiman serta masyarakat dan sarana aktivitasnya bahkan terhadap nyawanya. Penyediaan air, irigasi, pembangkit listrik tenaga air, alur-alur transportasi air dan badan-badan air sebagai tempat rekreasi adalah merupakan pemanfaatan sumber daya air, sehingga perlu dilestarikan eksistensinya, dipelihara kualitas keindahannya serta pemanfaatannya. Drainase dengan sistem konservasi lahan dan air merupakan

langkah awal dari usaha pelestarian eksistensinya sumber daya air tawar di bumi ini.

Untuk drainase perkotaan dan jalan raya umumnya dipakai saluran dengan lapisan. Selain alasan seperti dikemukakan di atas, estetika dan kestabilan terhadap gangguan dari luar seperti lalu lintas merupakan alasan lain yang menuntut saluran drainase perkotaan dan jalan raya dibuat dari saluran dengan lapisan. Saluran ini dapat berupa saluran terbuka atau saluran yang diberi tutup dengan lubang-lubang kontrol di tempat-tempat tertentu. Saluran yang diberi tutup ini bertujuan supaya saluran memberikan pandangan yang lebih baik atau ruang gerak bagi kepentingan lain di atasnya.

Tabel 2. 1 Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2014).

Luas DAS (ha)	Periode Ulang (tahun)	Metode Perhitungan Debit Banjir
< 10	2	Rasional
10 – 100	2 -5	Rasional
101 – 500	5 – 20	Rasional
> 500	10 – 25	Hidrograf satuan

Sumber : Suripin, 2014

2.6. Banjir Rencana

Banjir rencana tidak boleh kita tetapkan terlalu kecil agar jangan terlalu sering terjadi ancaman pengerusakan bangunan atau daerah disekitarnya. Tetapi juga tidak boleh terlalu besar sehingga ukuran bangunan tidak ekonomis. Jatuhnya hujan terjadi menurut suatu pola dan suatu siklus tertentu. Hanya kadang-kadang terjadi penyimpangan-penyimpangan pada pola itu tetapi biasanya kembali pada pola yang teratur, perlu diadakan pertimbangan-pertimbangan hidro ekonomis.

2.7. Hujan dan Limpasan

Hujan dan limpasan merupakan dua fenomena yang tidak dapat dipisahkan yang saling terkait satu sama lainnya. Fenomena hujan merupakan fenomena alam yang tidak dapat diketahui secara pasti dan jelas, namun dapat dilakukan dengan perkiraan-perkiraan berdasarkan data-data hujan terdahulu. Semakin banyak data hujan yang didapat, maka akan semakin mendekati akurasi perkiraan-perkiraan yang dilakukan.

Jumlah air yang dihasilkan akibat hujan tergantung dari intensitas hujan dan lama waktu hujan. Intensitas hujan yang besar dalam waktu yang singkat akan menghasilkan jumlah air yang berbeda dengan intensitas hujan yang kecil tetapi dalam waktu yang lama. Keadaan yang paling ekstrim adalah intensitas hujan yang besar dengan waktu yang lama. Hal ini dapat mengakibatkan banjir. Banjir dapat terjadi akibat adanya limpasan permukaan yang sangat besar yang disebabkan oleh hujan dan tidak dapat ditampung lagi oleh sungai atau saluran drainase. Di samping itu, limpasan permukaan yang berlebihan disebabkan tanah sudah jenuh air (Wesli, 2021).

Limpasan permukaan merupakan bagian dari curah hujan yang berlebihan mengalir selama periode hujan atau sesudah periode hujan. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi limpasan, diantaranya adalah tata guna lahan, daerah pengaliran, kondisi topografi dari daerah pengaliran, jenis tanah dan faktor-faktor lain seperti karakteristik sungai, adanya daerah pengaliran yang tidak langsung, daerah-daerah tampungan, drainase buatan dan lain-lain (Wesli, 2021).

Ada banyak rumus rasional yang dibuat secara empiris yang dapat menjelaskan hubungan antara hujan dengan limpasannya diantaranya adalah:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot C_s \cdot I \cdot A$$

Keterangan:

Q = Debit (m³/det).

C = Koefisien limpasan.

C_s = Koefisien tampungan.

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam).

A = Luas daerah aliran (km²).

2.7.1. Tipe-Tipe Hujan

Berdasarkan sumber dari Departemen Pekerjaan Umum, hujan yang sering dibedakan menurut faktor penyebab pengangkatan udara yang menyebabkan terjadinya hujan, antara lain:

1. Hujan Konfektif

Hujan ini disebabkan oleh pergerakan naiknya udara yang lebih panas dari keadaan sekitarnya. Umumnya jenis hujan ini terjadi pada daerah tropis dimana pada saat cuaca panas, permukaan bumi memperoleh panas yang tidak seimbang sehingga menyebabkan udara naik keatas dan kekosongan yang diakibatkan diisi oleh udara diatasnya yang lebih dingin.

2. Hujan Siklon

Hujan ini bila gerakan udara keatas terjadi akibat adanya udara panas yang Bergeraknya diatas lapisan udara yang lebih padat dan dingin.

3. Hujan Orografik

Hujan ini terjadi bila udara dipaksa naik diatas sebuah hambatan berupa gunung. Oleh sebab itu maka lereng gunung yang berada pada arah angin biasa menjadi daerah yang berhujan lebat.

2.7.2. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris. Intensitas hujan ialah ketinggian hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu air hujan terkonsentrasi (Wesli, 2021).

Intensitas hujan biasanya dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan berjam-jam. Apabila yang tersedia hanya data hujan harian ini, maka intensitas hujan dapat diestimasi dengan menggunakan rumus Mononobe seperti berikut:

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

Keterangan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam).

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm).

t = Durasi (lamanya) curah hujan (menit) atau (jam).

2.7.3. Analisa Curah Hujan

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi.

Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis,

dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Dalam analisa digunakan curah hujan rencana, hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana (Wesli,2021). Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu.

Data hujan yang diperlukan tidak hanya data hujan harian, tetapi juga distribusi jam atau menit. Hal ini akan membawa konsekuen dalam pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis. Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang (return periode) yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang untuk perencanaan:

- Saluran kwarter : Periode ulang 1 tahun
- Saluran tersier : Periode ulang 2 tahun
- Saluran sekunder : Periode ulang 5 tahun
- Saluran primer : Periode ulang 10 tahun

Dalam pemilihan suatu teknik analisis penentuan banjir rencana tergantung dari data-data yang tersedia dan macam dari bangunan air yang akan dibangun (Wesli, 2021).

2.7.4. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran (*run-off coefficient*) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (*surface run-off*) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer. Nilai koefisien

pengaliran berkisar antara 0 sampai dengan 1 dan bergantung dari jenis tanah, jenis vegetasi, karakteristik tata guna lahan dan konstruksi yang ada di permukaan tanah seperti jalan aspal, atap bangunan dan lain-lain, yang menyebabkan air hujan tidak sampai secara langsung ke permukaan tanah sehingga tidak dapat berinfiltrasi, maka akan menghasilkan limpasan permukaan hampir 100%.

Koefisien pengaliran dapat ditentukan berdasarkan curah hujan (Wesli, 2021). Adapun rumus untuk menentukan koefisien pengaliran adalah sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{R}$$

Keterangan :

C = Koefisien limpasan

Q = Jumlah limpasan

R = Jumlah curah hujan

Besarnya koefisien pengaliran (C) untuk daerah perumahan berdasarkan penelitian para ahli dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2. 2 Koefisien Pengaliran

Tipe Lahan	Koefisien Pengaliran (C)
Perumahan tidak begitu rapat . . . (20 rumah/Ha)	0.25 – 0.40
Perumahan kerapatan sedang . . . (20 – 60 rumah/Ha)	0.40 – 0.70
Perumahan rapat (60 – 160 rumah/Ha)	0.70 – 0.80
Taman dan daerah rekreasi	0.20 – 0.30
Daerah industri	0.80 – 0.90
Daerah perniagaan	0.90 – 0.95

Sumber : Gunadarma 2017

Koefisien pengaliran merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari (Gunadarma,2017).

2.8. Analisa Hidrolika

Zat cair dapat diangkut dari suatu tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah maupun buatan manusia. Bangunan pembawa ini dapat berupa terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (*closed conduits*), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (*open channels*).

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka (*open channel flow*) maupun saluran tertutup (*pipe flow*). Pada aliran saluran terbuka terdapat permukiman air yang bebas (*free surface*). Permukaan bebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung. Sedangkan pada aliran

saluran tertutup tidak terdapat permukaan yang bebas, hal ini dikarenakan seluruh saluran diisi oleh air. Pada aliran saluran tertutup permukaan air secara tidak langsung dipengaruhi oleh tekanan udara luar kecuali hanya oleh tekanan hidraulika yang ada dalam aliran saja. Pada aliran terbuka untuk penyederhanaan dianggap bahwa aliran sejajar, kecepatan beragam dan kemiringan kecil. Dalam hal ini permukaan air merupakan garis derajat hidraulika dan dalam air sama dengan tinggi tekanan. Meskipun kedua jenis aliran hampir sama, penyelesaian masalah aliran dalam saluran terbuka jauh lebih sulit dibandingkan dengan aliran pipa tekan. Hal ini disebabkan karena permukaan air bebas cenderung berubah sesuai dengan waktu, ruang dan juga bahwa kedalam aliran, debit, kemiringan dasar saluran dan kedudukan permukaan bebas saling bergantung satu sama lainnya. Aliran dalam suatu saluran tertutup tidak selalu merupakan aliran pipa.

Berdasarkan (Triatmodjo, 2017), konsistensi bentuk penampang dan kemiringan dasarnya saluran terbuka dapat diklasifikasikan menjadi:

1. Saluran prismatic (*prismatic channel*) yaitu saluran yang bentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya tetap.

Contoh: saluran drainase, saluran irigasi.

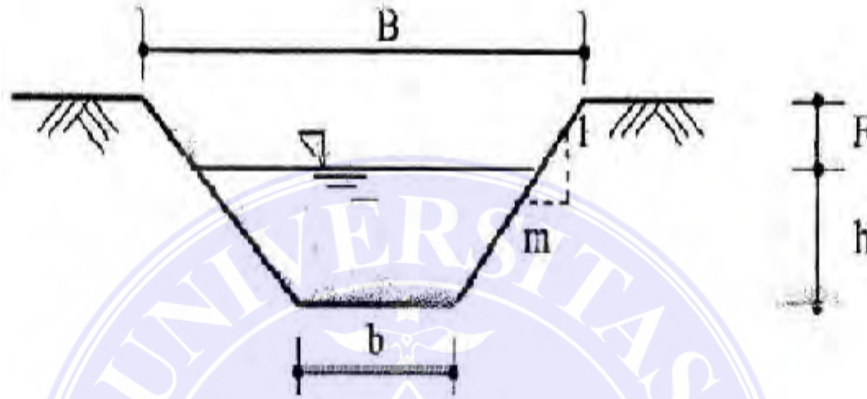
2. Saluran non prismatic (*non prismatic channel*) yaitu saluran yang berbentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya berubah-ubah.

Contoh: sungai.

Aliran pada saluran terbuka terdiri dari saluran alam (*natural channel*) seperti sungai-sungai kecil di daerah hulu atau pegunungan hingga sungai besar di muara, dan saluran buatan (*artificial channel*) seperti saluran drainase di tepi jalan, saluran irigasi untuk mengairi persawahan, saluran pembuangan, saluran

untuk membawa air ke pembangkit listrik tenaga air, saluran untuk supply air minum, dan saluran banjir. Saluran buatan dapat berbentuk segitiga, trapesium, segiempat, bulat, setengah lingkaran, dan bentuk tersusun.

2.8.1. Dimensi Penampang Saluran



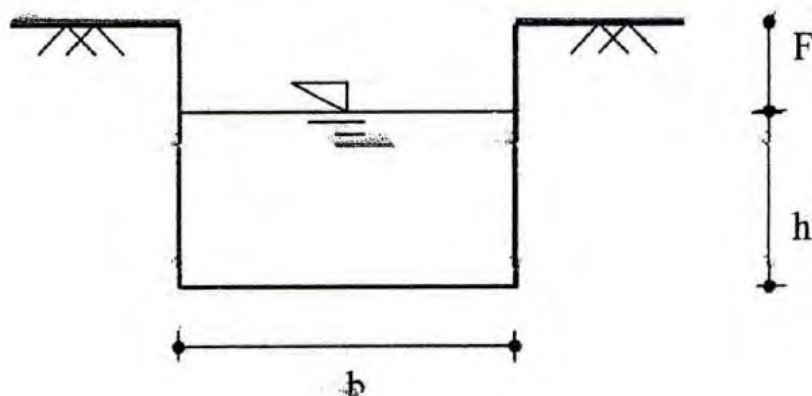
Gambar 2. 1 Penampang saluran trapesium (Triatmodjo 2017).

Dilakukan pengukuran terhadap dimensi saluran, yaitu lebar dasar saluran (b), lebar atas saluran (B), kemiringan sisi saluran (m), tinggi jagaan (f), tinggi basah saluran (h) dan kemiringan saluran (S). Dengan diketahui lebar dasar saluran dan tinggi basah saluran di atas, maka diperoleh luas penampang basah saluran (A), keliling basah saluran (P) dan jari-jari hidrolis (R). Berdasarkan (Triatmodjo, 2010) diperoleh seperti di bawah ini:

$$A = (b + m \cdot h) \cdot h$$

$$P = b + 2h \sqrt{m^2 + 1}$$

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



Gambar 2. 2 Penampang saluran persegi (Triatmodjo 2017).

Menurut (Triatmodjo, 2017), dalam perencanaan saluran di lapangan dipakai saluran persegi dimana hubungan antara debit rencana dengan dimensi tampang ditentukan berdasarkan rumus Manning, yaitu:

$$A = b \cdot h$$

$$P = B + 2h$$

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

Keterangan:

A = Luas penampang basah saluran (m²)

R = Jari-jari hidrolis (m)

P = Keliling basah saluran (m)

S = Kemiringan saluran

N = Koefisien kekasaran Manning

M = Kemiringan sisi saluran

F = Tinggi jagaan (m)

B = Lebar dasar saluran (m)

B = Lebar atas saluran (m)

h = Tinggi basah saluran (m)

2.8.2. Dimensi Saluran

Dimensi saluran menurut (Triatmodjo, 2017), harus mampu mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit yang dialirkan oleh saluran (Q_s) sama atau lebih besar dari debit rencana (Q_T). Hubungan ini ditunjukkan sebagai berikut:

$$Q_s \geq Q_T$$

Debit suatu penampang saluran (Q_s) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus seperti di bawah ini:

$$Q_s = A_s \cdot V$$

Keterangan:

Q_s = Debit penampang saluran (m³/det)

A_s = Luas penampang saluran tegak lurus arah aliran (m²)

V = Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/det)

Berdasarkan (Triatmodjo, 2017), kecepatan rata-rata aliran di dalam suatu saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus Manning seperti di bawah ini:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

$$R = \frac{A_s}{p}$$

Keterangan:

V = Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/det)

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S_1 = Kemiringan saluran

A_s = Luas penampang saluran tegak lurus arah aliran (m²)

P = Keliling basah saluran (m)

Tabel 2. 3 Koefisien Kekasaran Manning (n)

Tipe Saluran	Kondisi		
	Baik	Cukup	Kurang
Saluran Buatan :			
1. Saluran tanah, lurus beraturan	0.020	0.023	0.025
2. Saluran tanah, digali biasanya	0.028	0.030	0.025
3. Saluran batuan, tidak lurus dan tidak Beraturan	0.040	0.045	0.045
4. Saluran batuan, lurus beraturan	0.030	0.035	0.035
5. Saluran batuan, vegetasi pada sisinya	0.030	0.035	0.040
6. Dasar tanah sisi batuan koral	0.030	0.035	0.040
7. Saluran berliku-liku kecepatan rendah	0.025	0.028	0.030
Saluran alam			
1. Bersih, lurus, tetapi tanpa pasir dan tanpa celah	0.028	0.030	0.033
2. Berliku, bersih, tetapi berpasir dan berlubang	0.035	0.040	0.045

3. Idem 3, tidak dalam, kurang beraturan	0.045	0.050	0.065
4. Aliran lambat, banyak tanaman dan lubang dalam	0.060	0.070	0.080
5. Tumbuh tinggi dan padat	0.100	0.125	0.150
Saluran Dilapisi			
1. Batu kosong tanpa adukan semen	0.030	0.033	0.035
2. Idem 1 dengan adukan semen	0.020	0.025	0.030
3. Lapisan beton sangat halus	0.011	0.012	0.030
4. Lapisan beton biasa dengan tulangan baja	0.014	0.014	0.013
5. Idem 4, tetapi tulangan kayu	0.016	0.016	0.018

Sumber : Gunadarma 2011

Tabel 2.4 Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Jenis Material

Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
Batuan Cadas	0
Tanah Lumpur	0.25
Lempung Keras/Tanah	0.5 – 1
Tanah dengan pasangan batu	1
Lempung	1.5
Tanah berpasir lepas	2
Lumpur berpasir	3

Sumber : Gunadarma 2017

Pada daerah-daerah yang telah diidentifikasi dan bermasalah, dilakukan perhitungan debit saluran drainase yang sudah ada (eksisting) dengan

menggunakan persamaan Manning (Gunadarma, 2017) dengan asumsi aliran mengalir penuh di saluran terbuka. Debit adalah luas penampang basah dikalikan dengan jari-jari hidrolis dipangkatkan dengan dikalikan dengan akar kuadrat dari kemiringan saluran dibagi dengan koefisien kekasaran Manning.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Q = Debit (m³/det)

A = Luas penampang basah (m²)

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan saluran

Lalu hasil tersebut dibandingkan dengan perhitungan debit limpasan berdasarkan intensitas hujan yang diperoleh dari analisis hidrologi dengan menggunakan persamaan Modifikasi Rasional (Hardjosuprpto, 2000). Debit adalah faktor konversi dikalikan dengan koefisien tampungan dikalikan dengan koefisien limpasan dikalikan dengan luas daerah pengaliran sungai.

$$Q = F \cdot Cs \cdot \Sigma C \cdot A \cdot I$$

Keterangan:

Q = Debit (m³/det)

F = Faktor konvensi, F = 1/360 untuk Q dalam m³/det

F = 100/36 untuk Q dalam l/det

C = Koefisien limpasan

A = luas daerah aliran (km^2)

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)



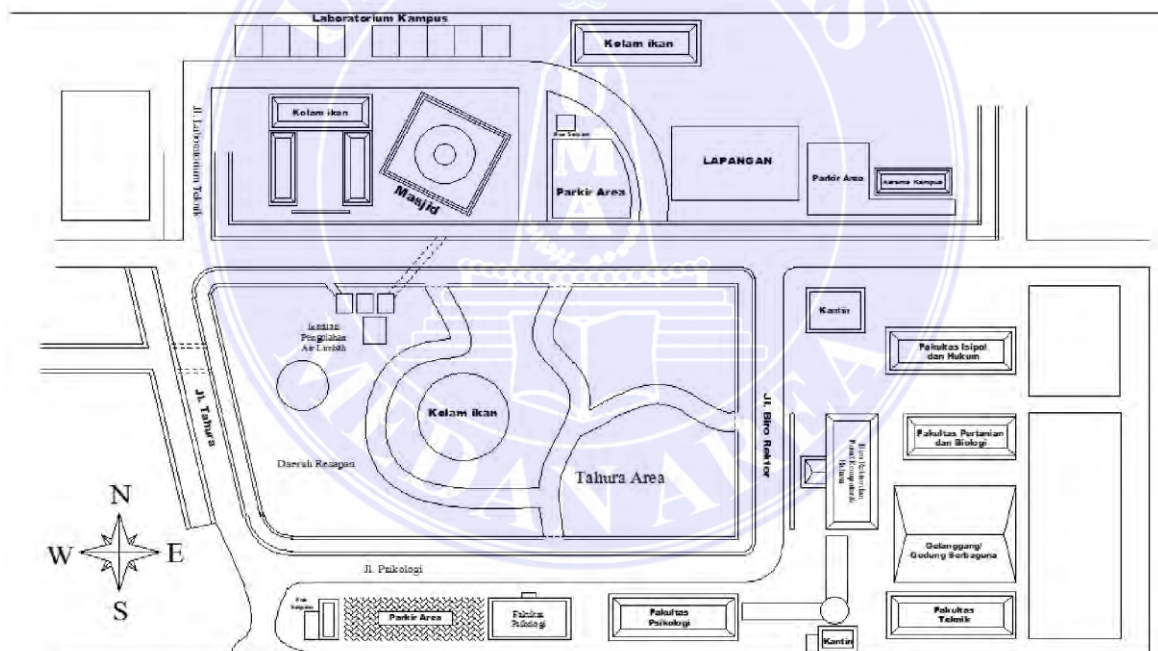
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi penelitian

Metodologi penelitian merupakan suatu cara yang sistematis dalam penelitian yang akan dilaksanakan untuk mengantisipasi segala hambatan yang terjadi selama berlangsungnya proses penelitian.

Penelitian ini dilakukan bertempat di lingkungan Universitas Medan Area yaitu di kompleks kampus UMA tepatnya di Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate Sumatera Utara yang memiliki luas wilayah daratan $\pm 153.000 \text{ m}^2$.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian
Sumber : pick AutoCad 2007

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini diperlukan data-data pendukung berupa data primer dan data sekunder yang digunakan untuk pengolahan data dan analisa.

Dalam penyusunan skripsi ini, peneliti memperoleh data dari dua sumber yaitu:

3.2.1. Data Primer

Data primer didapatkan dari studi lapangan pada drainase yang ada di Universitas Medan Area yaitu berupa dokumentasi (foto-foto), citra udara serta data pengukuran langsung tentang kondisi drainase yang ada di lingkungan Universitas Medan Area.

3.2.2. Data Sekunder

Untuk data sekunder didapatkan dari penelitian-penelitian sebelumnya yaitu penelitian topografi Universitas Medan Area, penelitian pada zona – zona drainase fakultas yang telah dilakukan sebelumnya serta pengumpulan dari instansi terkait dan dari literatur-literatur.

Berikut adalah Data sekunder yang dikumpulkan meliputi:

a. Data Spasial

- 1) DEM/peta topografi/peta situasi/peta dasar/foto udara
- 2) Peta topografi dan perkembangan area
- 3) Peta sistem drainase dan sistem jaringan
- 4) Peta jaringan drainase dan bangunan pelengkap
- 5) Peta jaringan infrastruktur
- 6) Peta genangan

b. Data Hidrologi

1. Data analisis frekuensi curah hujan berdasarkan periode ulang yang disesuaikan klasifikasi saluran
2. Data debit aliran

c. Data Hidrolika

1. Data keadaan, fungsi, jenis, geometri dan dimensi saluran dan bangunan pelengkap serta sarana drainase lainnya
2. Data analisis banjir/genangan
3. Data analisis kapasitas

Pada penelitian ini metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode kajian. Dimana metode ini merupakan metode pengambilan data secara langsung dilapangan dengan menggunakan alat yang di butuhkan seperti kamera, meteran dll. Data yang diambil adalah seperti dimensi drainase serta kondisi drainase saat ini yang diambil dalam bentuk gambar.

Berikut adalah bagian-bagian dari metode kajian yang akan digunakan pada saat penelitian:

1. Teori.

Metode ini melakukan kajian teori yang mendukung dalam penelitian ini, yaitu membaca buku serta tulisan yang berkaitan dengan drainase perkotaan dan sumber daya air, air permukaan serta yang berkaitan dengan MWGIS, ArcGIS dan QGIS.

2. Observasi.

Metode ini merupakan metode pengambilan data secara langsung dilapangan dengan menggunakan alat yang di butuhkan seperti kamera, meteran dll. Data yang diambil adalah seperti dimensi drainase serta kondisi drainase saat ini yang diambil dalam bentuk gambar.

3. Metode Pembuatan Sistem Informasi.

Metode ini merupakan metode pengolahan data yang sudah didapat untuk dijadikan sebagai system informasi yang berbasis digital dengan menggunakan Software GIS (*Geographics Information System*). Selain itu dengan data yang sudah didapatkan dilakukan kajian tentang kondisi terkini drainase di Universitas Medan Area , seberapa jauh pengelolaan yang sudah dilakukan, seberapa jauh kerusakan drainase yang telah terjadi dibandingkan dengan kondisi eksisting. Dan perlakuan (*treatment*) apa yang perlu dilakukan terhadap kondisi drainase pada saat ini.

3.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Laptop
2. Meteran
3. Camera Digital
4. GPS
5. Perangkat Lunak Ms. Office, HEC-RAS, AutoCAD Civil 3D, MWGIS,ArcGIS, QGIS, Google Earth dan Google Mapper.

3.4. Metode Penelitian

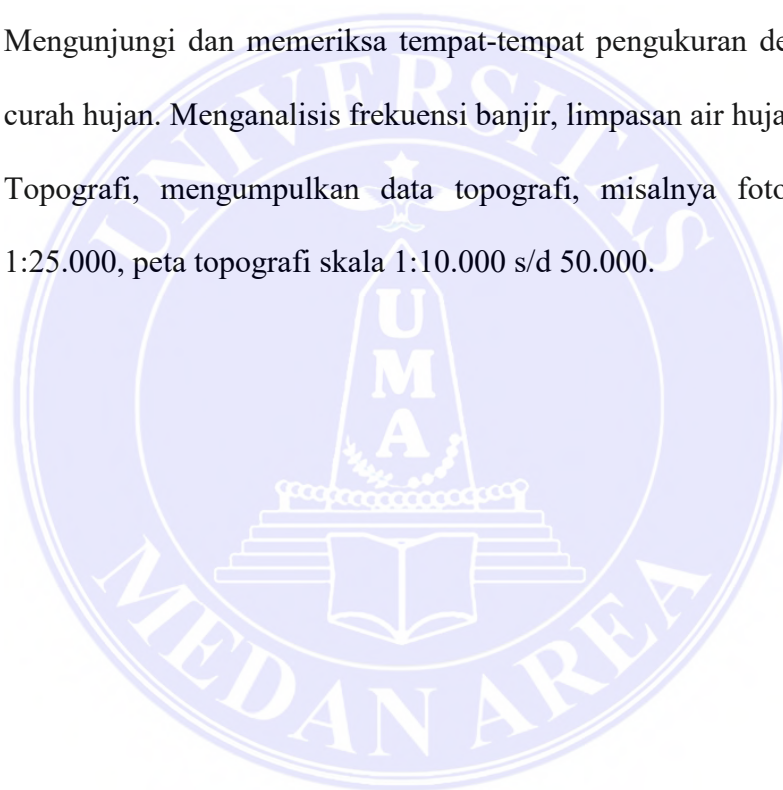
Untuk menghitung debit rencana pada penelitian ini dipakai perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merancang debit saluran drainase.

Adapun asumsi dari metode rasional adalah pengaliran maksimum terjadi kalau lama waktu curah hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya. Metode Rasional dapat digunakan untuk menghitung debit puncak sungai atau saluran, namun dengan daerah pengaliran yang terbatas.

3.5. Penyusunan Data dan Analisis Drainase

Tahapan penyusunan dan analisis drainase ini meliputi:

- a. Hidrologi, mengumpulkan data lapangan mengenai banjir, genangan air. Mengunjungi dan memeriksa tempat-tempat pengukuran debit banjir dan curah hujan. Menganalisis frekuensi banjir, limpasan air hujan dan erosi.
- b. Topografi, mengumpulkan data topografi, misalnya foto udara skala 1:25.000, peta topografi skala 1:10.000 s/d 50.000.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada bab ini akan dijelaskan uraian dan rangkuman berdasarkan data-data yang dikumpulkan serta hasil pengamatan langsung dilapangan, baik perhitungan secara teknis maupun program, maka penyusun dapat mengambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dengan menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III, diperoleh intensitas curah hujan rencana maksimum pada periode ulang 10 tahun untuk drainase pada kawasan Kampus 1 UMA adalah 30,973 mm/jam yang disebabkan intensitas curah hujan yang tinggi.
2. Dari hasil penelitian di area kampus UMA diperlukan adanya saluran saluran yang dimensinya cukup untuk mengalirkan air yang datang ketika curah hujan tinggi yang dapat mengalirkan ke saluran terbuka seperti Sungai yang terdekat dari area kampus UMA tersebut
3. Dan tidak mengabaikan struktur kontur tanah di area kampus UMA tersebut. Sehingga air yang mengalir dari daerah yang tinggi dapat mengalir ke daerah yang lebih rendah bila terjadi curah hujan yang tinggi.
4. Dari hasil perhitungan dimensi saluran eksisting drainase pada kawasan Kampus 1 UMA Kecamatan Percut Sei Tuan pada periode 2, 5 dan 10 tahun di sebelah kanan dan kiri tidak dapat menampung besarnya debit banjir rencana pada daerah penelitian.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukannya evaluasi lanjutan yang lebih spesifik sehingga didapat data-data yang lebih akurat sebagai dasar dalam menangani masalah-masalah yang terjadi pada drainase kawasan Kampus 1 UMA Kecamatan Percut Sei Tua.
2. Dari analisa dilapangan terdapat drainase yang tidak berfungsi dengan normal, sehingga perlu dilakukannya pemulihan penampang drainase. Juga adanya penutupan fungsi utama saluran drainase tersebut yang dijadikan sebagai sarana kolam ikan.
3. Perlu dilakukannya pengerukan dan pembersihan dari sampah yang membuat drainase tidak berfungsi dengan normal, kemudian sampah yang didapat dari hasil pengerukan dibuang pada tempatnya agar tidak kembali menyumbat saluran drainase.
4. Membangun dimensi penampang drainase yang sesuai dengan kapasitas debit banjir rencana di seluruh titik-titik rawan banjir.
5. Menjaga dan memelihara saluran drainase yang ada agar tidak mengalami pelimpahan air atau banjir dengan cara merawat saluran drainase dari sedimentasi yang berlebihan.

6. Dari analisa dilapangan terdapat drainase yang tidak berfungsi dengan normal, sehingga perlu dilakukannya pemulihan penampang drainase. Juga adanya penutupan fungsi utama saluran drainase tersebut yang dijadikan sebagai sarana kolam ikan.
7. Perlu dilakukannya pengerukan dan pembersihan dari sampah yang membuat drainase tidak berfungsi dengan normal, kemudian sampah yang didapat dari hasil pengerukan dibuang pada tempatnya agar tidak kembali menyumbat saluran drainase.
8. Membangun dimensi penampang drainase yang sesuai dengan kapasitas debit banjir rencana di seluruh titik-titik rawan banjir.
9. Menjaga dan memelihara saluran drainase yang ada agar tidak mengalami pelimpahan air atau banjir dengan cara merawat saluran drainase dari sedimentasi yang berlebihan.

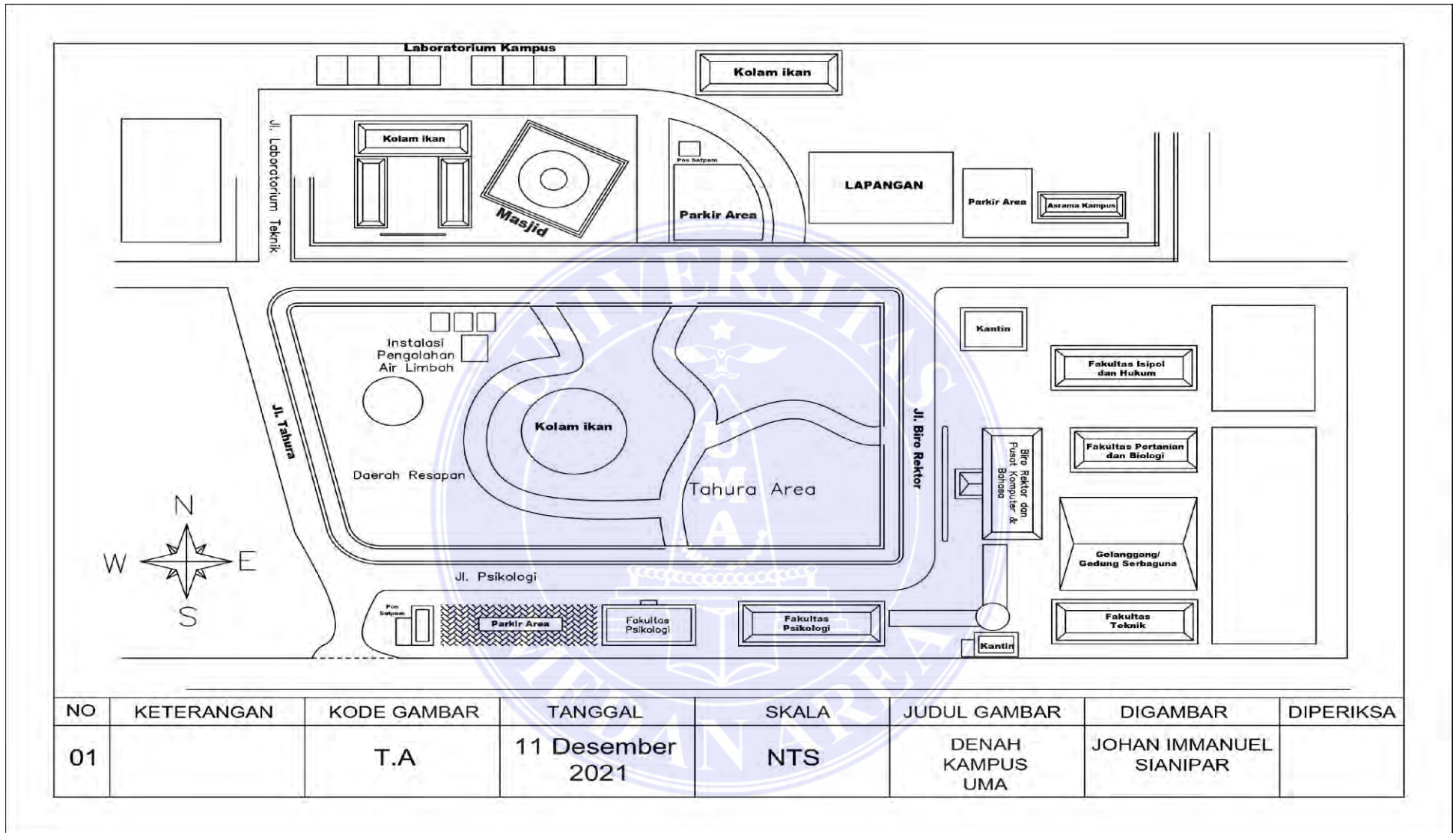
DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2017. "Sistem Drainase Perkotaan". Universitas Gunadarma, Depok-Jawa Barat.
- Basperi, Gusta Gunawan. Novi Anggun P. 2018. Analisis Saluran Drainase Dalam Mengurangi Genangan Banjir Menggunakan EPA SWMM 5.1.013. Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Dewi Asrina Dayu, 2017, Analisis Kapasitas Saluran Drainase Sekunder Dan Penanganan Banjir Di Jl Gatot Subroto Denpasar, (Jurnal), Universitas Udayana Denpasar. Kartiko, Luthfi dan Roh Santoso Budi Waspodo. 2018. Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Program Swmm 5.1 Di Perumahan Tasmania Bogor, Jawa Barat. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Damalia Merni, 2018, Analisis Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Pada Kecamatan Medan Sunggal (Studi Kasus : Jalan Gatot Subroto Depan Makro), (Tugas Akhir), Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Harahap, Rumila. 2016. Rekayasa Hidrologi. Unimed Press. Medan.
- Montarcih (2019) Hidrologi teknik sumber dayaa air jilid 1, Malang: Citra.
- Riyanto.,Putra,E.,P., dan Indelarko, A.2019. Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Berbasis Desktop dan web. Gaya Media. YogyakartaRiman (2011) Evaluasi sistem drainase perkotaan di kawasan kota metropolis Surabaya.
- Safwan, M. Reja. 2019. "Analisa Saluran Drainase Pada Kawasan Dr. Mansyur Untuk Menanggulangi Genangan Menggunakan Epa Swmm 5.1". Institut Teknologi Medan. Medan.
- Suripin, 2018. Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Andi. Yogyakarta.
- Wesli edisi 2 (2021) Drainase Perkotaan, Yogyakarta: Graha Ilmu.

LAMPIRAN

Tabel L1: Data curah hujan (Stasiun Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah I).

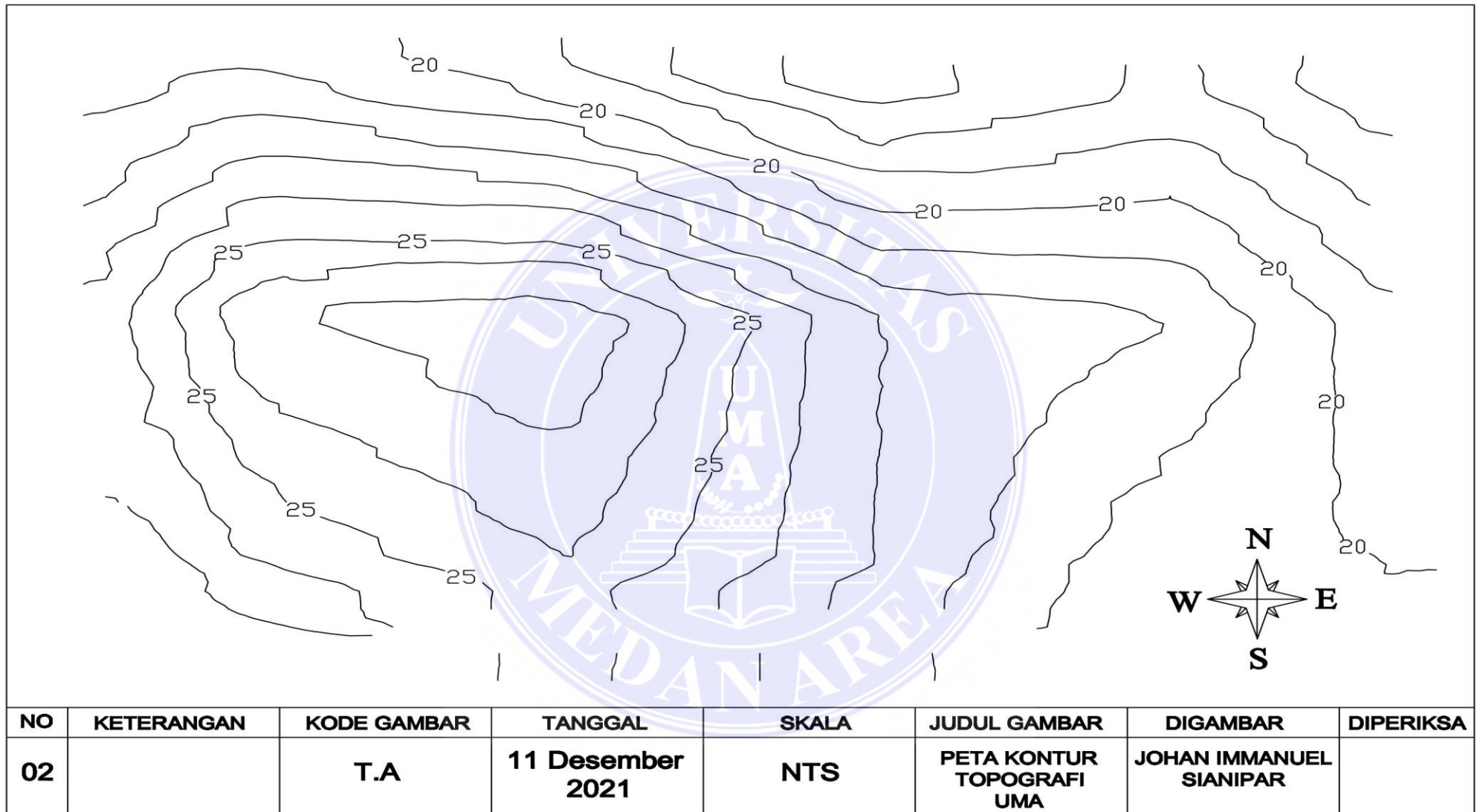
Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2011	109,03
2012	99,51
2013	80,06
2014	56,9
2015	85,79
2016	104,06
2017	107,92
2018	107,98
2019	117,04
2020	130,24
N = 10 Tahun	Total = 998.53



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

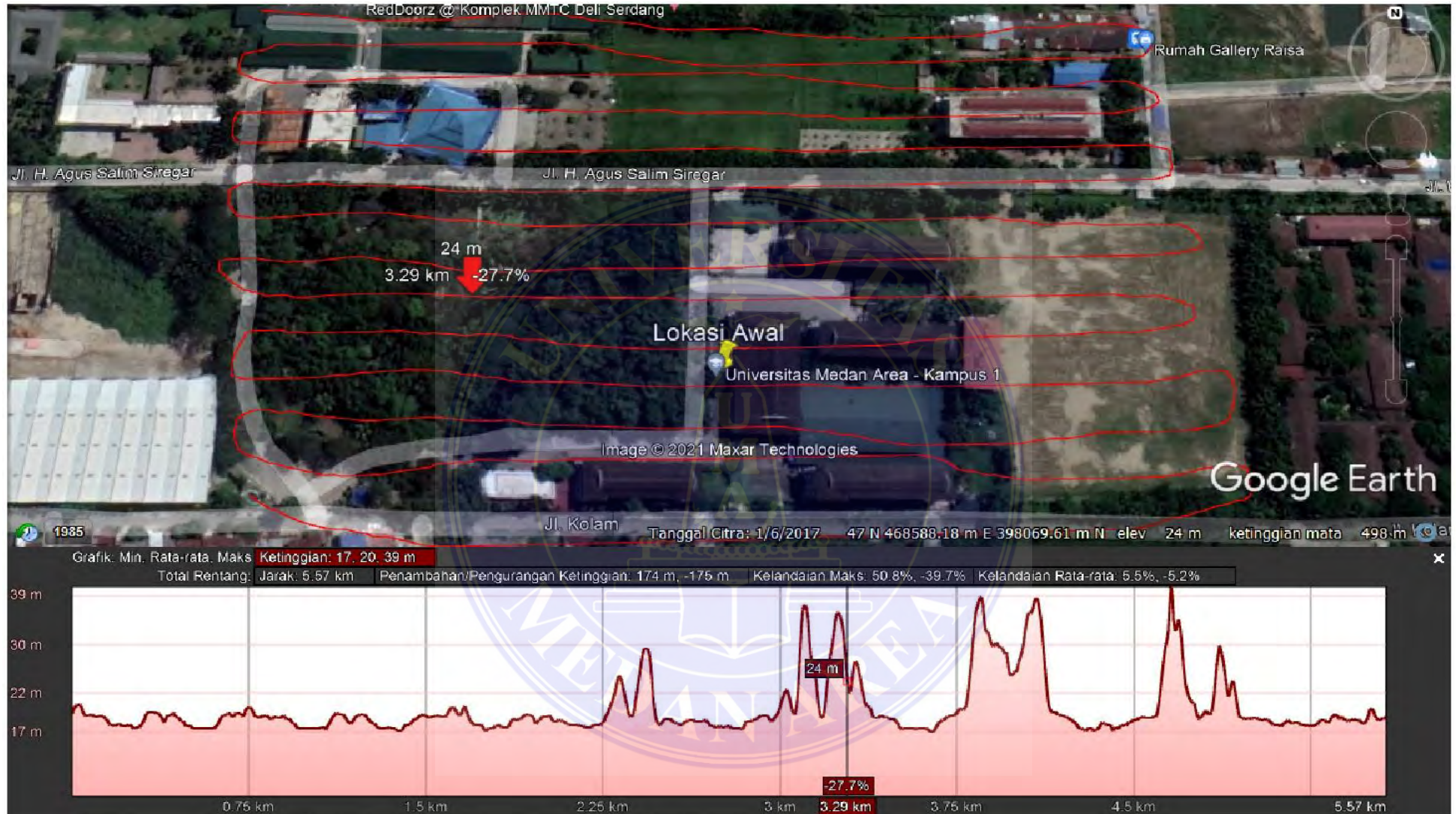


Gambar 2 : Peta Topografi Kampus Universitas Medan Area dengan menggunakan Aplikasi Google Earth, TCX dan QuickGrid

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

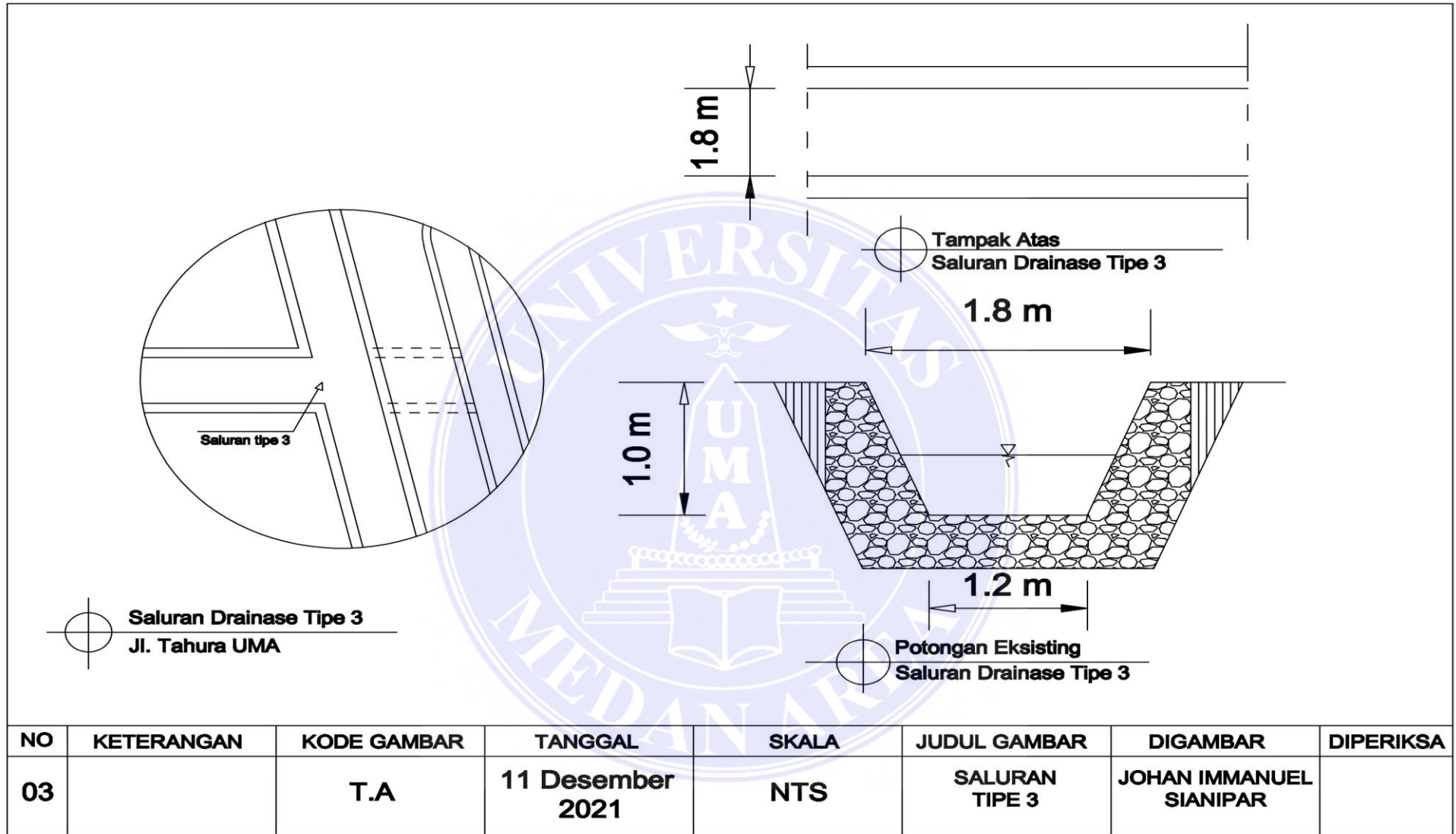


Gambar 3 : Ketinggian kontur tanah di area Universitas Medan Area dengan menggunakan aplikasi Google Earth

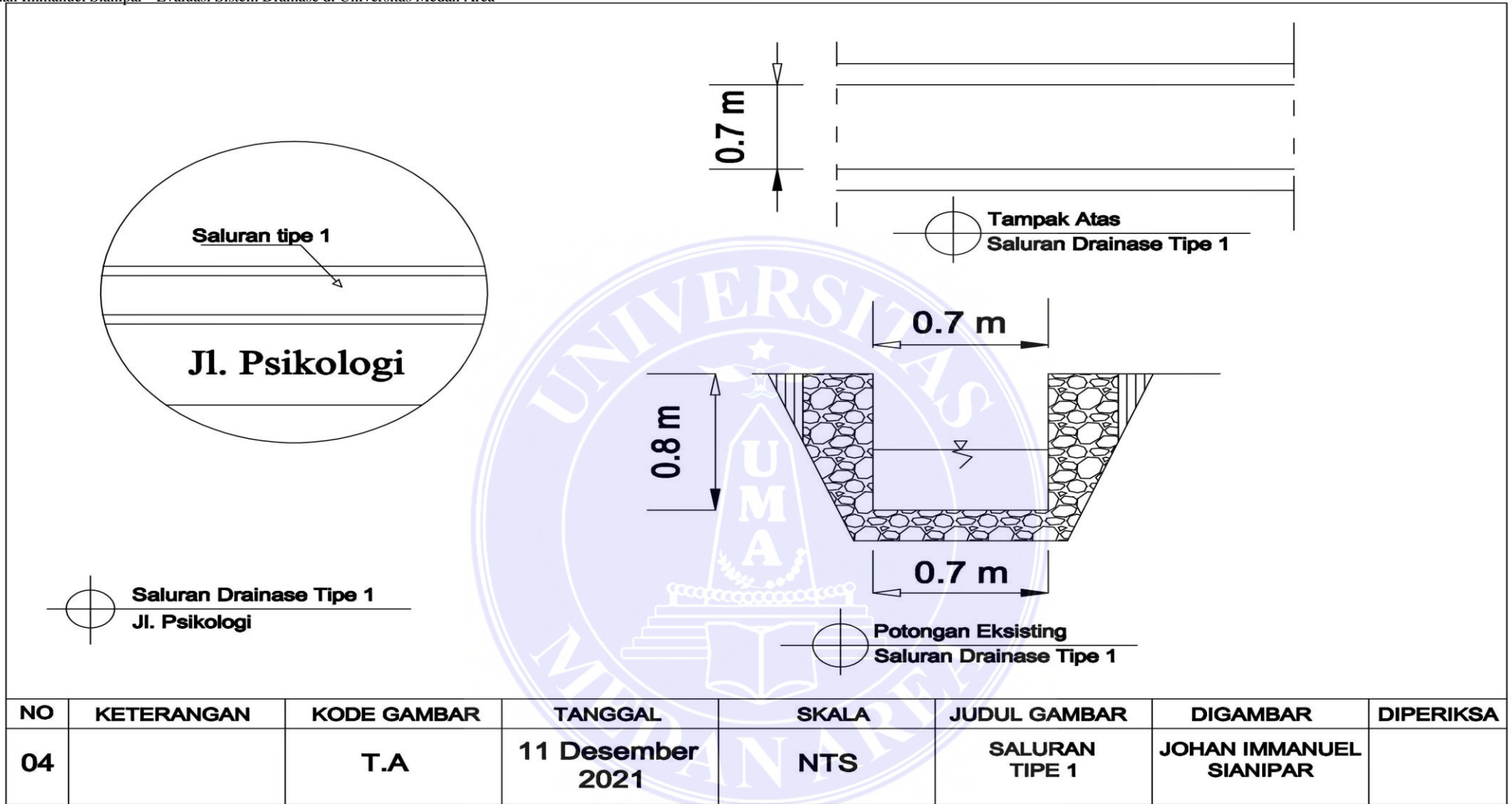
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

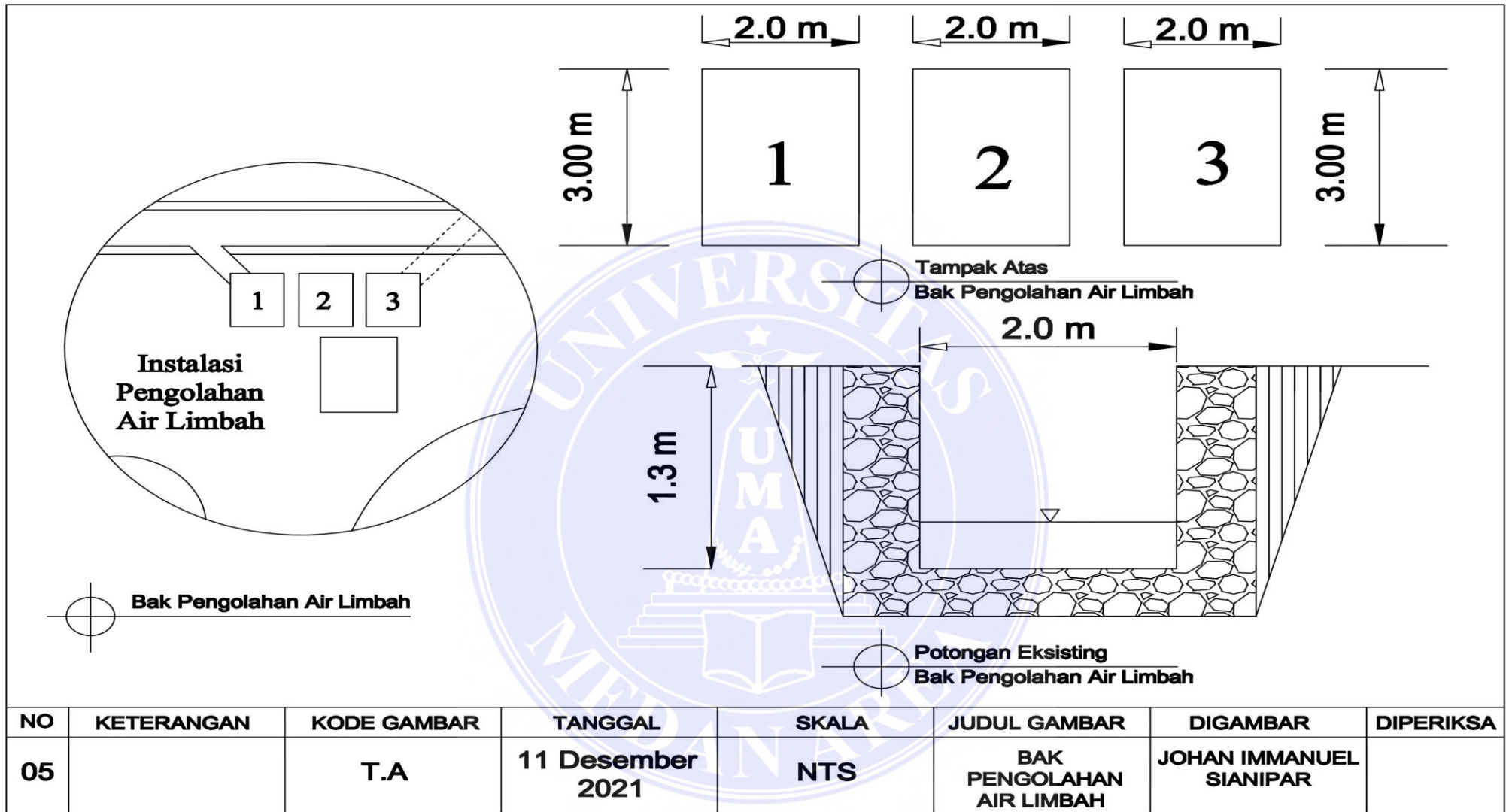
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



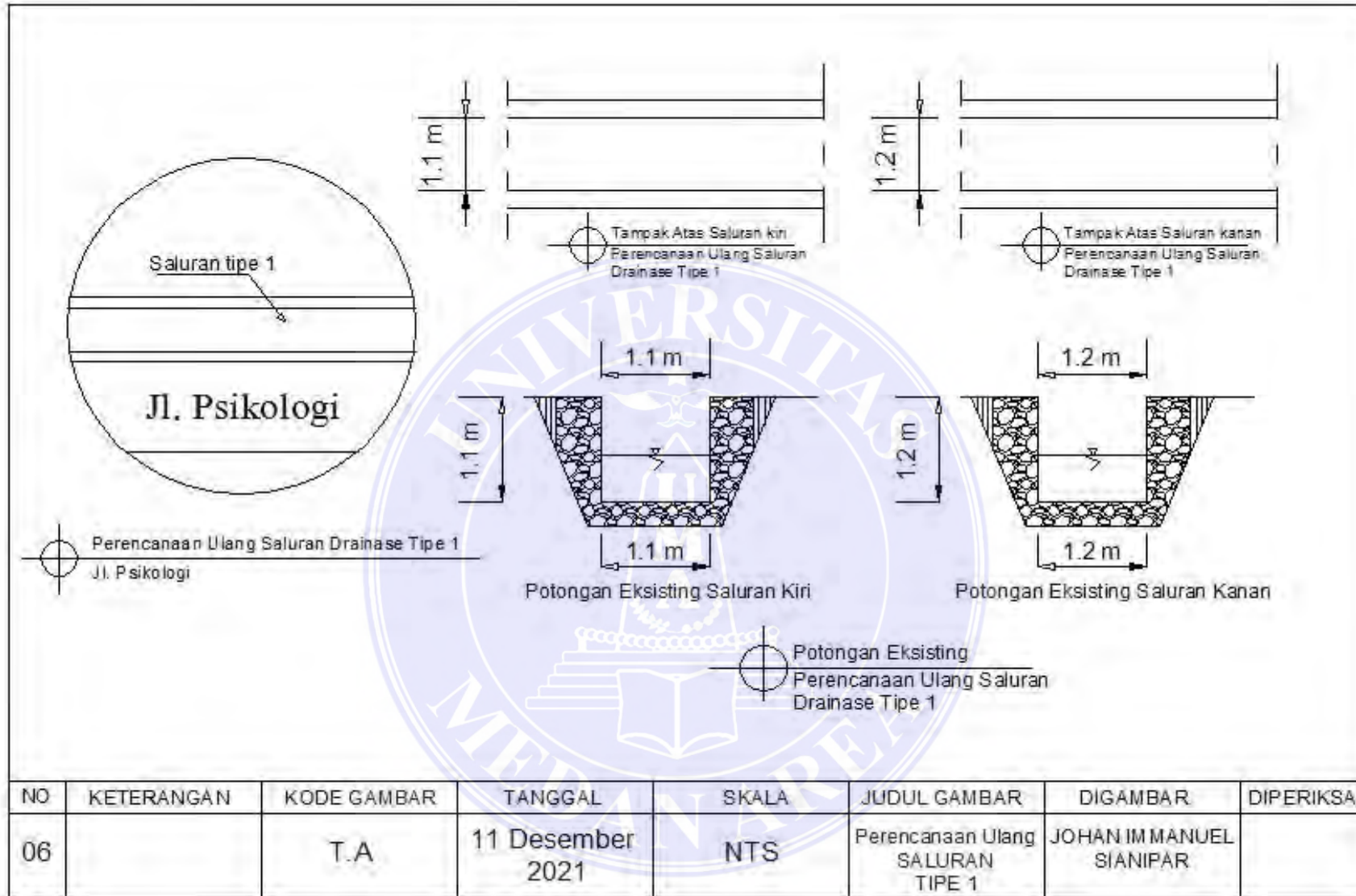
Gambar 4 : Gambar Potongan Saluran Drainase Tipe 3 dengan menggunakan Aplikasi Autocad 2007



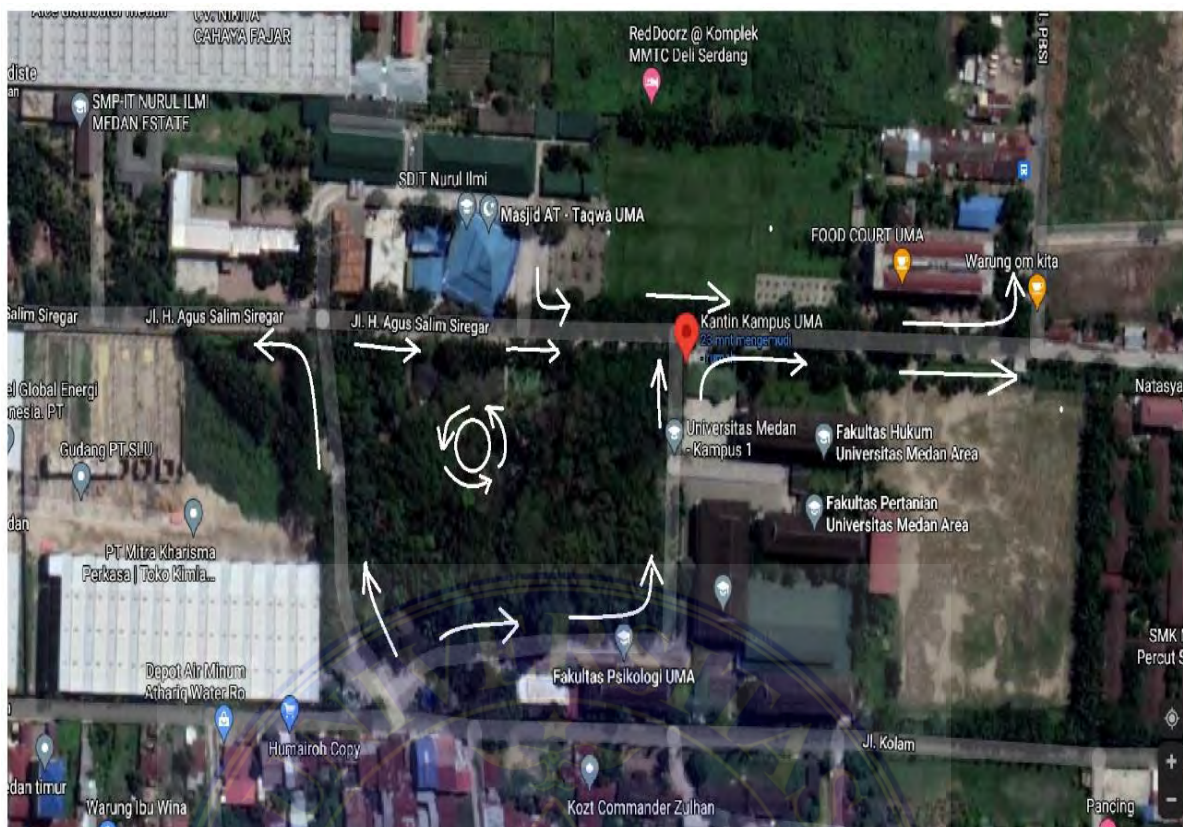
Gambar 5 : Gambar Potongan Saluran Drainase Tipe 1 dengan menggunakan Aplikasi Autocad 2007



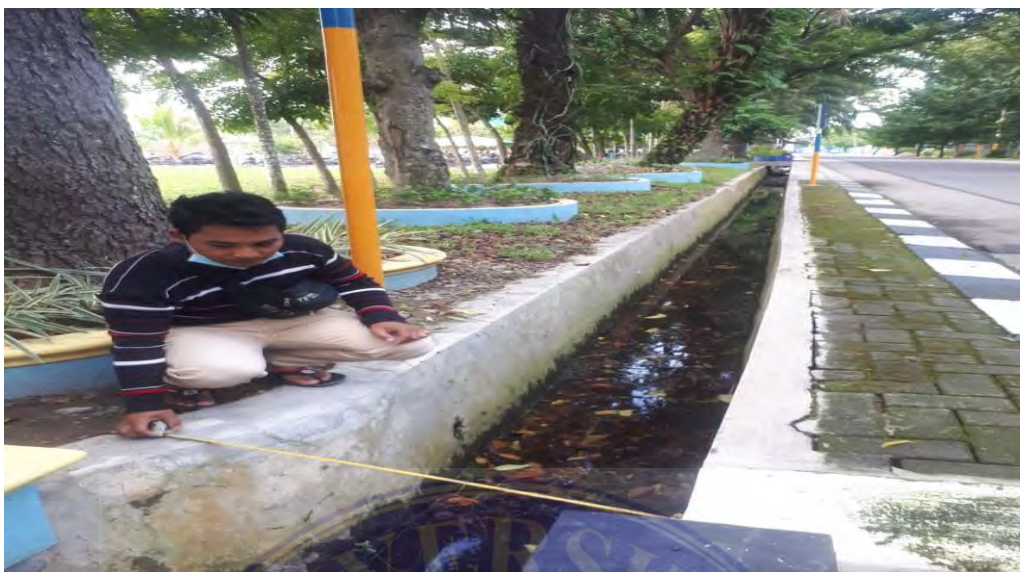
Gambar 6 : Gambar Potongan Bak Pengolahan Air Limbah dengan menggunakan Aplikasi Autocad 2007



Gambar 7 : Gambar Potongan Perencanaan Ulang Saluran Drainase UMA dengan menggunakan Aplikasi Autocad 2007



Gambar L1: Gambar peta daerah tangkapan air (DTA).



Gambar L2: Kondisi saluran drainase sebelah kiri di kawasan Kampus 1 UMA.



Gambar L3: Kondisi saluran drainase sebelah kanan Kawasan Kampus 1 UMA.



Gambar L4: Gambar saluran utama drainase kawasan Kampus 1 UMA .



Gambar L5: Gambar saluran drainase kawasan Kampus 1 UMA.



Gambar L6: Gambar kondisi saluran drainase kampus 1 UMA.



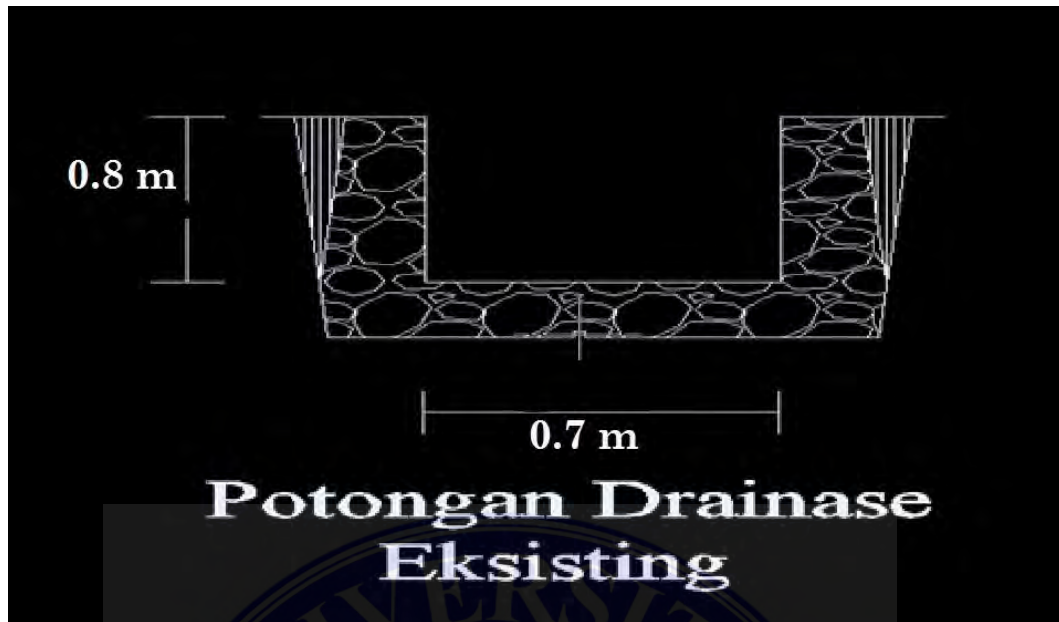
Gambar L7: Gambar Kampus banjir. Doc.28 November 2019



Gambar L8: Gambar Kampus UMA pada saat banjir doc.28 November 2019



Gambar L9 . kondisi kampus UMA pada saat banjir doc.11 Desember 2019



Gambar L10 : Potongan Drainase Eksisting.



Gambar L11 Potongan Perencanaan Ulang Saluran Drainase Eksisting