



5.64%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 15 JUL 2024, 8:47 PM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL 0.21% ● CHANGED TEXT 5.43%

Report #22035887

BAB I PENDAHULUAN 1.1 Latar Belakang Secara geografis Indonesia berada pada bagian Asia Tenggara yang memiliki karakteristik iklim tropis karena kondisi topografi dan geografisnya dengan memiliki musim kemarau, dan juga musim lainnya seperti musim penghujan sebagai musim utama, pada saat musim penghujan di Indonesia yang biasanya terjadi pada bulan pada akhir tahun seperti bulan november dan juga desember sering mengakibatkan banjir atau genangan di berbagai tempat tertentu yang tersebar di daerah seluruh Indonesia terlebih pada kota-kota besar. Banjir atau genangan dapat terjadi akibat dari respon air yang tidak dapat mengalir secara bebas sebagai mana mestinya maupun tempat resapan air yang sudah dialih fungsikan menjadi pemukiman, selain itu banjir juga dapat terjadi akibat faktor kondisi alam maupun kondisi lingkungan yang dipenuhi segala macam aktivitas manusia. Perubahan-perubahan karakteristik pada lahan sangat berpengaruh dan mengganggu terhadap siklus dari hidrologi. Sebagai contoh pada Perumahan Pamulang Permai 2 telah banyak mengalami perubahan terhadap tata guna lahan hal ini juga seiring dengan bertambah tingginya tingkat pembangunan di kawasan yang mengakibatkan kawasan infiltrasi air berubah menjadi jalan, rumah, dan bangunan lain yang terbuat dari beton dimana material seperti beton dan aspal memiliki tingkat atau kemampuan infiltrasi yang kecil sehingga air hujan tidak dapat terinfiltrasi dengan baik. Drainase adalah sebuah sistem yang dirancang khusus sebagai

pengelola air untuk mengendalikan, mengarahkan, dan mengaliri air dari suatu area ke tempat lain untuk mencegah terjadinya genangan atau kelebihan air. Drainase juga dapat mencangkup berbagai objek dan elemen seperti saluran pembuangan, saluran air atau parit, sumur resapan dan bangunan lainnya. Gambar 1. 1 Lokasi Perumahan Pamulang Permai 2 (Sumber: Google Earth, 2024) Gambar 1. 2 Kondisi Banjir Di Perumahan Pamulang Permai 2 (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024) 1 Perubahan-perubahan

pada lingkungan tersebut tidak diimbangi dengan pembaruan pada sistem drainase yang dimiliki pada Perumahan Pamulang Permai 2 sehingga seiring berjalannya waktu, drainase yang dibuat dan memiliki umur yang tinggi tidaklah lagi cocok dengan kondisi alam dan lingkungan pada saat ini sehingga banjir dapat terjadi.

2 7 14 20 1.2 Rumusan Masalah Berdasarkan penjelasan dari latar belakang diatas, maka dapat dipahami bahwa terdapat beberapa rumusan masalah yang dapat diambil yaitu sebagai berikut: 1. 28 Berapa besar intensitas hujan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun di daerah Perumahan Pamulang Permai 2? 2. Bagaimana kinerja sistem drainase Perumahan Pamulang Permai 2 dalam menghadapi debit banjir? 12 3. Bagaimana bentuk upaya dalam mengatasi permasalahan genangan/banjir yang terjadi pada sistem drainase Perumahan Pamulang Permai 2?

1.3 Tujuan Penelitian Berdasarkan dari penjabaran permasalahan yang ada, dapat diketahui tujuan dari penelitian yang dilakukan untuk penulisan skripsi adalah sebagai berikut: 1. Menganalisis intensitas hujan yang terjadi pada kawasan Perumahan Pamulang Permai 2 dengan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun. 2. Menganalisis kinerja sistem drainase Perumahan Pamulang Permai 2 melalui aspek teknis pembebanan debit banjir pada kapasitas saluran. 3. Melakukan analisis untuk peningkatan kinerja sistem drainase dalam mencegah genangan/banjir yang terjadi di Perumahan Pamulang Permai 2. 7 14

22 32 1.4 Manfaat Penelitian Manfaat dari penelitian adalah sebagai berikut: 1. Dapat memberikan pengetahuan dan informasi mengenai kinerja sistem drainase pada Perumahan Pamulang Permai 2. 2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan informasi dalam memberikan solusi dari permasalahan banjir/genangan yang terjadi di Perumahan Pamulang Permai 2.

3. Hasil penelitian dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya sebagai bentuk upaya penanggulangan banjir atau genangan. **7** 1.5 Batasan Penelitian Batasan yang ada pada penelitian ini yaitu sebagai berikut: 1. Sistem drainase yang dianalisa adalah drainase pada Perumahan Pamulang Permai 2 melalui aspek teknis pembebanan debit banjir pada kapasitas saluran. 2. Data-data curah hujan yang digunakan untuk melakukan analisis debit banjir yaitu data curah hujan tahun 2014-2023. 3. Data curah hujan diambil dengan mempertimbangkan 4 lokasi stasiun hujan terdekat yaitu stasiun hujan Meterologi Soekarno-Hatta, Klimatologi Banten Tangerang Selatan, St. Klimatologi Bogor, dan St. FT UI. **17 19** 4. Pemodelan hanya dilakukan dengan menggunakan program United States Environmental Protection Agency Storm Water Management Model (EPA SWMM 5.2) tanpa memperhitungkan biaya konstruksi. **5 10 2**

1.6 Sistematika Penulisan Sistematika dalam penulisan laporan tugas akhir ini memiliki 5 bab yang meliputi: Bab I Pendahuluan, bab ini memberikan penjejelasan latar belakang, penjelasan permasalahan, penjelasan batasan-batasan masalah, penjelasan tujuan , penjelasan manfaat dari penelitian. Bab II Tinjauan Pustaka, dalam bab ini berisikan mengenai berbagai macam teori yang digunakan sesuai dengan topik yang dipilih yang bersumber dari berbagai macam karya ilmiah terdahulu lainnya seperti jurnal, buku, teks ataupun bentuk laporan lainnya. Bab III Metode Penelitian, dimana bab ini akan berisikan tentang berbagai teori sebagai tata cara maupun prosedur yang dipilih dan digunakan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan serta sebagai bahan pendukung untuk mengolah dan menganalisis data sesuai topik yang dibahas. Bab IV Hasil dan Pembahasan, dalam bab ini berisi penjelasan mengenai analisis dan juga perencanaan ulang rancangan saluran drainase. Bab V Kesimpulan dan Saran, bab ini merupakan hasil ataupun luaran analisis yang berupa kesimpulan dan juga saran berdasarkan penelitian yang dilakukan. 3 BAB II TINJAUAN PUSTAKA 1.7 Dasar Teori 1.7.1 Air Air atau yang dikenal sebagai H₂O, dalam rumus kimia terdiri dari 2 atom yang berbeda yaitu atom oksigen dan juga atom hidrogen yang bersifat terikat, secara umum air dikenal

sebagai cairan yang tidak memiliki warna dan bau, air juga dapat berubah dalam bentuk lainnya seperti berubah menjadi bentuk padat, cair, dan gas dimana perubahan-perubahan tersebut dapat diakibatkan respon air itu sendiri terhadap keadaan lingkungan disekitarnya, Menurut (Sitnala Arsyad) air adalah senyawa dari dua atom hidrogen dan satu atom oksigen, yang menjadi H₂O. Air sangat penting bagi kehidupan karena air menyediakan kebutuhan esensial bagi makhluk hidup seperti air minum dan kebutuhan lainnya. Air juga memiliki siklus di Bumi, atau lebih spesifiknya, siklus hidrologi, yang merupakan proses alamiah yang berkaitan dengan aktivitas pergerakan air di Bumi. Siklus ini melibatkan perubahan bentuk air melalui berbagai proses seperti evaporasi, transpirasi, evapotranspirasi, sublimasi, kondensasi, limpasan, dan infiltrasi, atau penyerapan air di dalam tanah.

1.7.2 Banjir Banjir merupakan suatu kondisi dari tidak terbendungnya air yang ada pada saluran pembuangan atau drainase atau juga bisa dikatakan terhambatnya saluran air dalam drainase sehingga air tidak mampu mengalir dengan baik dan menimbulkan tumpukan air pada titik tertentu sehingga air menggenangi wilayah atau daerah yang memiliki drainase dengan kinerja yang kurang baik. Menurut (Peraturan Dirjen RLPS No.04 2009). **26** Banjir merupakan peristiwa dimanadaratan yang biasanya kering (bukan daerah rawa) menjadi tergenang oleh air. Fenomena dari kejadian banjir merupakan sebuah peristiwa dari alam yang dapat merugikan serta membahayakan kehidupan manusia yang disebabkan oleh adanya kelebihan air pada tempat yang tidak seharusnya. Dikatakan sebagai banjir karena terjadi luapan air yang dikarenakan ketidak mampuan kapasitas penampung drainase akibat volume air yang lebih tinggi daripada kapasitas drainase.

1.7.3 Genangan Definisi genangan menurut Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), genangan merupakan salah satu tumpukan cairan yang umumnya adalah air di sebuah permukaan, umumnya genangan bersifat dangkal dan terlalu kecil untuk dilewati oleh perahu, genangan dapat terjadi akibat intensitas hujan yang berlebihan, pembengkakan sungai, atau masalah drainase yang memiliki kinerja yang buruk, genangan juga sering terjadi

di daerah yang datar atau tempat-tempat dimana air tidak dapat mengalir secara baik ke tempat lain atau tempat pembuangan, genangan bisa menjadi masalah karena dapat menyebabkan banjir, merusak tanaman, mengganggu transportasi, atau merusak jalan. Selain itu genangan juga memiliki perbedaan dari banjir, menurut Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Jawa Timur untuk menganalisis perbedaan genangan dan banjir dapat dibedakan dengan:

- ☒ Klasifikasi 4 Banjir memiliki berbagai macam klasifikasi lainnya yang didasari oleh penyebabnya seperti banjir bandang, banjir rob dan lainnya sedangkan genangan tidak memiliki klasifikasi apapun.
- ☒ Skala Waktu Banjir terjadi dalam waktu yang cenderung lebih lama dibandingkan dengan genangan, banjir biasanya terjadi kurang lebih selama 24 jam sedangkan genangan terjadi lebih singkat.
- ☒ Skala Ruang Banjir terjadi dengan mencakup wilayah yang lebih luas dibandingkan dengan genangan serta banjir terjadi lebih tinggi atau dalam dibandingkan dengan genangan banjir biasanya terjadi dengan radius lebih dari 100 meter dengan tinggi lebih dari 40 sentimeter, sedangkan genangan terkonsentrasi pada area tertentu dengan ketinggian yang sangat rendah jauh dibawah 40cm.
- ☒ Penyebab Banjir terjadi oleh kombinasi berbagai macam faktor alam dan manusia yang sangat kompleks sedangkan penyebab genangan lebih dominan disebabkan oleh faktor dari manusia atau faktor lainnya seperti sistem drainase.
- ☒ Dampak Dampak yang dihasilkan oleh banjir biasanya lebih besar dibandingkan dengan genangan, dampak yang dihasilkan banjir dapat menyebabkan kerugian materi yang sangat besar hingga kerugian nyawa, sedangkan dampak yang ditimbulkan genangan lebih kecil seperti jalan menjadi rusak atau bahkan tidak ada.

1.7.4 Drainase

Drainase memiliki arti mengosongkan air ataupun mengalirkan air yang diambil dari kata kerja " to drain ". Selain itu, drainase adalah frasa yang digunakan untuk menggambarkan sebuah sistem yang terhubung dengan masalah air yang berlebihan, baik di atas maupun di bawah tanah. Sebuah sistem untuk mengendalikan, mengalirkan, dan membuang air

disebut drainase. Selain itu, drainase juga dapat dianggap sebagai cara untuk membangun infrastruktur untuk sebuah ruang atau lahan. Ide di balik sistem drainase adalah untuk menjaga area tersebut bebas dari banjir yang tidak diinginkan atau kelebihan air untuk memaksimalkan penggunaan lahan yang sesuai. Hal ini dapat mencakup banjir yang disebabkan oleh air hujan, banjir bandang, air pasang, dan daerah yang surut.. Menurut Suripin (2004), drainase adalah bangunan air yang digunakan untuk mengaliri kelebihan air di suatu wilayah ke wilayah lain. Drainase hujan perkotaan, juga dikenal sebagai drainase hujan perkotaan, drainase air limbah, drainase tanah, dan drainase jalan raya adalah empat jenis sistem drainase yang berbeda. Sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12 Tahun 2014, yang mengatur tentang penyelenggaraan atau pengadaan sistem drainase perkotaan, drainase didefinisikan sebagai saluran yang digunakan untuk mengalirkan air yang berada di permukaan atau di bawah tanah. Drainase dapat terbentuk secara alami, disengaja, atau melalui modifikasi. Fungsi utamanya adalah untuk mendistribusikan kelebihan air ke badan air penerima..

1.7.4.1 Drainase Perkotaan Definisi dari drainase perkotaan yaitu pengelolaan aliran air permukaan dan air hujan di perkotaan dengan menggunakan kombinasi praktek-praktek teknik, struktural, dan non-struktural untuk mengurangi risiko genangan air, meningkatkan kualitas air, dan mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Menurut Kementrian PUPR 2014 Sistem Drainase Perkotaan Terdiri Dari 2 sistem yaitu: 1. Sistem Teknis Merupakan drainase yang memiliki saluran lokal, saluran induk atau utama, saluran sekunder, saluran tersier, dan bangunan tampung beserta kelengkapannya. 5 2. Sistem Non Teknis Drainase Perkotaan Yaitu manajemen air hujan yang tidak hanya mengandalkan infrastruktur fisik seperti saluran air, gorong-gorong, dan kanal, tetapi juga melibatkan berbagai aspek lain yang lebih luas dan tidak berbentuk fisik seperti peraturan, kebijakan dan regulasi, keterlibatan masyarakat, dan perencanaan tata ruang. 1.7.4.2 Sistem Jaringan Drainase Sistem jaringan drainase terdiri dari infrastruktur air,

yang mencakup energi, pengelolaan limbah, jalan raya, pusat transit, dan kelompok bangunan kota. 18 Jaringan drainase terdiri dari kelompok bangunan kota, kelompok pengelolaan limbah, kelompok energi, jalan raya, fasilitas transportasi, dan infrastruktur air sebagai kelompok infrastruktur regional. (Suripin, 2004).

Drainase memiliki sistem jaringan yang dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu: a. Sistem Drainase Mayor Sistem ini memiliki peran utama dalam mengalirkan, menyimpan, dan pengelolaan lainnya terhadap air yang ada di daerah jaringan sistem drainase, sistem ini juga dikenal sebagai sistem primer. b. Sistem Drainase Mikro Sistem drainase ini juga dikenal sebagai sistem drainase pelengkap dari sistem primer bentuknya seperti saluran disepanjang sisi jalan, gorong-gorong, dan sebagainya yang biasanya memiliki bentuk atau skala yang lebih kecil dibandingkan sistem drainase mayor, sehingga skala debit yang dapat dialirkan dan ditampung juga lebih kecil. 1.7

1 4.3 Jenis-Jenis Drainase Drainase dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu: a. Menurut Sejarah Terbentuknya 1. Drainase Alamiah (Natural Drainage) Sistem drainase ini merupakan salah satu sistem saluran yang berkembang secara organik dalam jangka waktu yang lama karena kondisi topografi yang beragam. 2. Drainase Buatan (Artificial Drainage) Sistem drainase ini terdiri dari saluran-saluran yang sengaja dibuat dan direncanakan secara tepat berdasarkan analisis drainase secara ilmiah agar dapat dibangun dan direncanakan untuk dapat mengalirkan air hujan dengan debit tertentu. b. Menurut Konstruksinya 1. Drainase Saluran Terbuka Sistem drainase yang dibangun di tempat umum dikenal sebagai saluran terbuka karena saluran ini dimaksudkan untuk terbuka terhadap elemen-elemen dan memungkinkan air limpasan segera masuk ke dalamnya. 2. Drainase Saluran Tertutup Saluran drainase yang memiliki penutup untuk alasan tertentu, seperti memiliki struktur atau jalan di atasnya, dikenal sebagai saluran tertutup. Jika saluran memiliki desain terbuka, konstruksi tidak akan mungkin dilakukan. c. Menurut Fungsinya Menurut (Hasmar, 2001), fungsi saluran drainase dapat dibagi menjadi 2 yaitu: 1. Single Purpose Adalah fungsi saluran yang hanya memiliki fungsi tunggal. 2. Multi purpose

Adalah saluran yang memiliki lebih dari satu fungsi atau banyak fungsi.

6 d. Menurut Letak Saluran Drainase 1. Drainase dengan letak di permukaan tanah (Land Surface Drainage) Adalah saluran yang letaknya ada di permukaan tanah, seperti parit atau lainnya. 2. Drainase bawah tanah (Sub surface Drainage) Adalah saluran yang letaknya terkubur atau berada di bawah tanah, seperti pipa air atau lainnya. e. Menurut sistem pengalirannya 1. Drainase dengan sistem jaringan Secara khusus, drainase yang sistemnya dijalankan dengan melewati jaringan saluran dengan struktur pelengkap yang berbeda-beda. 2. Drainase dengan sistem resapan Drainase yang dapat mengalirkan air dan juga dapat menyerap air masuk kedalam tanah melalui bangunin pelengkap. 1.7 4 8 4.4 Pola Jaringan Drainase

Drainase memiliki beberapa pola jaringan, menurut Hasmar (2012, 4-5) pola dari jaringan drainase dapat dibedakan menjadi sebagai berikut: 1. Pola siku Pola ini memiliki desain dengan jaringan yang memiliki sudut siku pada setiap pertemuan antara saluran utama dengan saluran cabang. Gambar 2. 1 5 8 35 37 1

2. Pola parallel Saluran utama jaringan drainase dengan pola paralel berjalan sejajar dengan saluran cabang, dengan belokan yang menghubungkan keduanya di ujung cabang. Gambar 2. 2 Pola Jaringan Drainase Paralel (H.A. Halim Hamsar, 2012) 3. 2 6 Pola grid iron Pola ini memiliki titik pengumpul yang menghubungkan antara saluran utama dengan saluran cabang. 1 2 5 6 8 7 Gambar 2. 3 Pola Jaringan Draine Grid Iron (H 2 6 A. Halim Hamsar, 2012) 4. Pola alamiah Pola ini terbuat dan terbentuk secara alami dengan kemiripan pada pola siku. Gambar 2. 2 5 6 8 33 4 Pola Jaringan Drainase Alamiah (H 2 6 A. Halim Hamsar, 2012) 5. Pola radial Pola radial merupakan sebuah pola dari jaringan drainase dengan memiliki titik pusat terhadap sumber air yang kemudian dialirkan ke berbagai titik wilayah lain melalui banyak saluran yang tersambung dengan titik sumber air biasanya pola ini digunakan di daerah berbukit. 33 Gambar 2. 5 33 35 5 Pola Jaringan Drainase Radial (H A. Halim Hamsar, 2012) 6. Pola jaring-jaring Pola jarring-jaring merupakan pola jaringan drainase yang alur pembuangannya sejajar mengikuti arah jalan, biasanya

Drainase memiliki beberapa pola jaringan, menurut Hasmar (2012, 4-5) pola dari jaringan drainase dapat dibedakan menjadi sebagai berikut: 1. Pola siku Pola ini memiliki desain dengan jaringan yang memiliki sudut siku pada setiap pertemuan antara saluran utama dengan saluran cabang. Gambar 2. 1 5 8 35 37 1

2. Pola parallel Saluran utama jaringan drainase dengan pola paralel berjalan sejajar dengan saluran cabang, dengan belokan yang menghubungkan keduanya di ujung cabang. Gambar 2. 2 Pola Jaringan Drainase Paralel (H.A. Halim Hamsar, 2012) 3. 2 6 Pola grid iron Pola ini memiliki titik pengumpul yang menghubungkan antara saluran utama dengan saluran cabang. 1 2 5 6 8 7 Gambar 2. 3 Pola Jaringan Draine Grid Iron (H 2 6 A. Halim Hamsar, 2012) 4. Pola alamiah Pola ini terbuat dan terbentuk secara alami dengan kemiripan pada pola siku. Gambar 2. 2 5 6 8 33 4 Pola Jaringan Drainase Alamiah (H 2 6 A. Halim Hamsar, 2012) 5. Pola radial Pola radial merupakan sebuah pola dari jaringan drainase dengan memiliki titik pusat terhadap sumber air yang kemudian dialirkan ke berbagai titik wilayah lain melalui banyak saluran yang tersambung dengan titik sumber air biasanya pola ini digunakan di daerah berbukit. 33 Gambar 2. 5 33 35 5 Pola Jaringan Drainase Radial (H A. Halim Hamsar, 2012) 6. Pola jaring-jaring Pola jarring-jaring merupakan pola jaringan drainase yang alur pembuangannya sejajar mengikuti arah jalan, biasanya

Saluran utama jaringan drainase dengan pola paralel berjalan sejajar dengan saluran cabang, dengan belokan yang menghubungkan keduanya di ujung cabang. Gambar 2. 2 Pola Jaringan Drainase Paralel (H.A. Halim Hamsar, 2012) 3. 2 6

3. Pola grid iron Pola ini memiliki titik pengumpul yang menghubungkan antara saluran utama dengan saluran cabang. 1 2 5 6 8 7 Gambar 2. 3

4. Pola alamiah Pola ini terbuat dan terbentuk secara alami dengan kemiripan pada pola siku. Gambar 2. 2 5 6 8 33

5. Pola radial Pola radial merupakan sebuah pola dari jaringan drainase dengan memiliki titik pusat terhadap sumber air yang kemudian dialirkan ke berbagai titik wilayah lain melalui banyak saluran yang tersambung dengan titik sumber air biasanya pola ini digunakan di daerah berbukit. 33

6. Pola jaring-jaring Pola jarring-jaring merupakan pola jaringan drainase yang alur pembuangannya sejajar mengikuti arah jalan, biasanya

Drainase yang dapat mengalirkan air dan juga dapat menyerap air masuk kedalam tanah melalui bangunin pelengkap. 1.7 4 8 4.4 Pola Jaringan Drainase

Drainase memiliki beberapa pola jaringan, menurut Hasmar (2012, 4-5) pola dari jaringan drainase dapat dibedakan menjadi sebagai berikut: 1. Pola siku Pola ini memiliki desain dengan jaringan yang memiliki sudut siku pada setiap pertemuan antara saluran utama dengan saluran cabang. Gambar 2. 1 5 8 35 37 1

2. Pola parallel Saluran utama jaringan drainase dengan pola paralel berjalan sejajar dengan saluran cabang, dengan belokan yang menghubungkan keduanya di ujung cabang. Gambar 2. 2 Pola Jaringan Drainase Paralel (H.A. Halim Hamsar, 2012) 3. 2 6

3. Pola grid iron Pola ini memiliki titik pengumpul yang menghubungkan antara saluran utama dengan saluran cabang. 1 2 5 6 8 7 Gambar 2. 3

4. Pola alamiah Pola ini terbuat dan terbentuk secara alami dengan kemiripan pada pola siku. Gambar 2. 2 5 6 8 33 4 Pola Jaringan Drainase Alamiah (H 2 6 A. Halim Hamsar, 2012) 5. Pola radial Pola radial merupakan sebuah pola dari jaringan drainase dengan memiliki titik pusat terhadap sumber air yang kemudian dialirkan ke berbagai titik wilayah lain melalui banyak saluran yang tersambung dengan titik sumber air biasanya pola ini digunakan di daerah berbukit. 33

6. Pola jaring-jaring Pola jarring-jaring merupakan pola jaringan drainase yang alur pembuangannya sejajar mengikuti arah jalan, biasanya

Drainase yang dapat mengalirkan air dan juga dapat menyerap air masuk kedalam tanah melalui bangunin pelengkap. 1.7 4 8 4.4 Pola Jaringan Drainase

Drainase memiliki beberapa pola jaringan, menurut Hasmar (2012, 4-5) pola dari jaringan drainase dapat dibedakan menjadi sebagai berikut: 1. Pola siku Pola ini memiliki desain dengan jaringan yang memiliki sudut siku pada setiap pertemuan antara saluran utama dengan saluran cabang. Gambar 2. 1 5 8 35 37 1

2. Pola parallel Saluran utama jaringan drainase dengan pola paralel berjalan sejajar dengan saluran cabang, dengan belokan yang menghubungkan keduanya di ujung cabang. Gambar 2. 2 Pola Jaringan Drainase Paralel (H.A. Halim Hamsar, 2012) 3. 2 6

3. Pola grid iron Pola ini memiliki titik pengumpul yang menghubungkan antara saluran utama dengan saluran cabang. 1 2 5 6 8 7 Gambar 2. 3

4. Pola alamiah Pola ini terbuat dan terbentuk secara alami dengan kemiripan pada pola siku. Gambar 2. 2 5 6 8 33 4 Pola Jaringan Drainase Alamiah (H 2 6 A. Halim Hamsar, 2012) 5. Pola radial Pola radial merupakan sebuah pola dari jaringan drainase dengan memiliki titik pusat terhadap sumber air yang kemudian dialirkan ke berbagai titik wilayah lain melalui banyak saluran yang tersambung dengan titik sumber air biasanya pola ini digunakan di daerah berbukit. 33

6. Pola jaring-jaring Pola jarring-jaring merupakan pola jaringan drainase yang alur pembuangannya sejajar mengikuti arah jalan, biasanya

pol aini digunakan pada dataran atau kondisi topografinya cukup datar. Gambar 2. 1 8 6

Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring 8 (H A. Halim Hamsar, 2012) 1.7.4.5 Bentuk

Penampang Saluran Drainase Bentuk dari penampang drainase sangatlah beragam namun umumnya bentuk yang dipilih dan dirancang yaitu bentuk yang memiliki nilai ekonomis yang terjangkau dengan mempertimbangkan kebutuhannya, sehingga bentuk penampang drainase tidak terlalu kecil dan tidak terlalu mahal dan yang terpenting adalah bentuk atau ukuran penampang drainase harus dapat menampung debit hujan pada Kawasan itu sendiri. 1 Bentuk Trapesium

Bentuk Segitiga Bentuk Persegi Panjang Bentuk Setengah Lingkaran Gambar

2. 7 Bentuk Penampang Saluran Drainase 1.7 4.6 Permasalahan Drainase Banjir

merupakan salah satu kondisi yang berkaitan dengan fenomena bencana yang terlebih sering terjadi pada musim hujan kondisi ini juga memiliki hubungan terhadap kerusakan pada sisi lingkungan dan kehidupan. Banyak faktor yang menjadi pemicu terjadinya fenomena banjir, secara umum fenomena banjir yang terjadi di berbagai wilayah (Haryoko, 2013) adalah:

1. Perubahan tata guna lahan dimana lingkungan setempat atau lahan setempat yang keadaannya berubah seiring dengan berjalannya waktu seperti wilayah desa yang menjadi daerah perkotaan yang sangat berpotensi menyebabkan banjir. Perubahan dalam siklus hidrografi dan keadaan lingkungan di sekitarnya dapat menjadi penyebabnya. Urbanisasi, kepadatan penduduk, dan tingkat pembangunan yang tinggi, semuanya berdampak pada kapasitas sistem drainase dan kemampuan permukaan untuk menyerap aliran air. Akibatnya, perubahan karakteristik tata guna lahan dapat menyebabkan peningkatan volume aliran air limpasan di permukaan, sehingga perlu mendapat perhatian dari para ahli manajemen banjir. Manajemen banjir adalah proses yang dilakukan untuk mencegah atau meminimalisir banjir di daerah pemukiman, komersial, dan industry.
2. Keadaan iklim, keadaan alam yang berubah dapat menjadi faktor terjadinya banjir seperti pada waktu dan intensitas turunnya hujan yang terlalu tinggi dalam satuan waktu yang cukup lama dapat menyebabkan banjir, selain itu faktor lainnya seperti pasang surut ataupun tinggi muka air laut dapat mempengaruhi

banjir. 3. Pertumbuhan penduduk dapat menjadi salah satu faktor banjir apabila pertumbuhan penduduk terjadi ketidak seimbangan dengan penyediaan sarana dan prasarana pendukung termasuk drainase yang memadai dapat menjadi faktor terjadinya banjir. 4. Land subsidence yaitu proses penurunan pada air tanah dari ketinggian atau elevasi sebelumnya dapat menjadikan daerah daratan menjadi lebih rendah terus menerus, hal ini juga dapat mengakibatkan genangan pada daerah atau wilayah yang menjadi lebih rendah ketinggiannya dibandingkan Sungai maupun laut.

1.7.5 Analisis Hidrologi Curah Hujan

Curah hujan dapat didefinisikan sebagai seluruh jumlah air yang jatuh ke permukaan bumi dalam waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan panjang (mm) per satuan waktu. Curah hujan juga merupakan ketinggian air hujan di suatu wilayah tertentu yang diperkirakan tidak mengalami penguapan, peresapan, atau pengaliran. Penelitian ini menggunakan data curah hujan rata-rata di daerah tersebut.

Tabel 2. 1 Untuk Kriteria Pemilihan Tiga Metode

1.7.5.1 Metode Isohyet

Metode isohyet adalah teknik untuk memproses data curah hujan yang telah dikumpulkan dan didokumentasikan oleh stasiun hujan. Metode ini digunakan dalam penentuan total curah hujan secara rata-rata pada suatu wilayah terhadap titik-titik tertentu.

Gambar 2. 8 DAS Metode Isohyet

1.7.5.2 Metode Thiessen

Metode Thiessen diketahui juga sebagai metode Voronoi atau polygon Thiessen ini digunakan untuk mencari rerata curah hujan atau suhu di suatu wilayah dengan mempertimbangkan bobot berdasarkan masing-masing stasiun hujan yang berada pada wilayah atau disekitar wilayah yang mewakili daerah tersebut sebagai bentuk penilaian pengaruh dari masing-masing stasiun hujan terhadap daerah yang diamati.

10 Gambar 2. 9 DAS Metode Thiessen

1.7.5.3 Metode Rata-rata Aritmatik (Aljabar)

Metode rata-rata aljabar digunakan untuk memberikan sebuah pendekatan tentang curah hujan pada suatu wilayah dengan cara menjumlahkan data beberapa stasiun hujan dengan waktu yang sama kemudian dilakukan pembagian dengan jumlah stasiun hujan yang digunakan, metode ini tidak mempertimbangkan perbedaan spasial dalam data curah hujan dan

dapat memberikan representasi yang cukup akurat. (Triatmodjo,2008) metode rata-rata aljabar dapat memberikan hasil yang baik jika data-data yang diperoleh melalui hasil stasiun hujan yang tersebar secara merata pada DAS. 11 Gambar 2.

1 10 DAS Metode rata-rata Aljabar 1.7 6 Analisis Frekuensi Hidrologi
Adalah teknik yang digunakan untuk memperkirakan kemungkinan atau probabilitas debit sungai atau curah hujan selama periode waktu tertentu. Pendekatan ini menggunakan distribusi probabilitas untuk menetapkan hubungan antara frekuensi fenomena dan manifestasi ekstrimnya. (Triatmojo, 2008).
berikut adalah tahapan perhitungan analisis frekuensi, yaitu: 1.7 6.1Perhitungan Parameter Statistik 12 1.7 1 6.2Pemilihan Jenis Sebaran Hasil perbandingan perhitungan digunakan sebagai penentuan jenis sebaran yang digunakan dengan parameter. Tabel 2. 2 Parameter Statistik Untuk Penentuan Jenis Sebaran 1.7 6.3Pengujian Sebaran Penggunaan pengujian sebaran yaitu untuk menentukan hujan harian maksimum dengan melakukan berbagai metode seperti:
a. Metode Distribusi Log Person III Untuk menggunakan metode ini maka diperlukan beberapa variable yaitu: 1. Perhitungan rata-rata dengan rumus berikut: 2. 36 Perhitungan simpangan baku dengan rumus: 3. Perhitungan koefisien kemencangan dengan rumus: 4. Perhitungan logratima dengan rumus: 5. Hitung koefisien kurtois dengan rumus: 13 6. Hitung koefisien variasi dengan rumus: 7. Hitung nilai ekstrim dengan rumus: b. 29 Metode Distribusi Log Normal Metode ini menggunakan nilai pada logaritma dari distribusi normal. Tabel 2. 3 Nilai Standar Variabel Periode t Tahun c. Metode Distribusi Gumbel Metode gumbel digunakan sebagai penentuan hujan rencanana dengan periode ulang persamaan yang digunakan pada metode ini adalah (soemarto, 1999). 1 Rumus untuk hubungan antara periode ulang T dengan Yt dihitung sebagai berikut : S 14 Tabel 2. 4 Nilai Reduksi Varian (YT) Tabel 2. 5 Nilai Reduksi rata-rata (Yn) Tabel 2. 6 Nilai Standar Deviasi (Sn) d. Metode Distribusi Normal 15 Metode distribusi normal digunakan untuk menghitung periode ulang menggunakan pengaruh nilai variabel reduksi Gauss yang ada pada table 2.7 Tabel 2. 7 Nilai Reduksi Gauss Dihitung menggunakan persamaan untuk mencari hujan periode ulang dengan menggunakan metode distribusi normal:

1.7.6.4 Uji Kecocokan Distribusi Pengujian parameter diperlukan untuk uji kecocokan ini karena tujuannya adalah untuk mengevaluasi seberapa baik sebuah distribusi dapat merefleksikan data frekuensi curah hujan. 9 Berikut merupakan metode pengujian tersebut yaitu: a. Uji Smirnov- Kolmogorov Pengujian ini mempertimbangkan besarnya jarak maksimum terhadap jarak vertikal dengan pengamatan dan teoritisnya dari distribusi sampel pengujian ini dapat juga disebut sebagai uji kecocokan metode non parametrik dengan rumus: 16 Tabel 2. 8 Nilai DKritis Uji Smirnov-Kolmogorof b. 16 Uji Chi-Kuadrat (Chi Square) Pengujian chi-kuadrat mencoba untuk memastikan apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat secara akurat menggambarkan distribusi sampel data yang dianalisis. Menggunakan X^2 sebagai parameter dengan menggunakan rumus: Tabel 2. 9 Nilai Kritis Uji Chi-Kuadrat 1.7.7 Intensitas dan Waktu Curah Hujan Intensitas curah hujan didefinisikan sebagai jumlah total hujan yang jatuh dalam periode waktu tertentu yang dinyatakan sebagai ketinggian hujan. Digunakan untuk mendapatkan nilai debit rencana dalam merencanakan drainase maupun bangunan air lainnya. Intensitas hujan dipengaruhi dari lamanya waktu hujan yang turun dengan semakin lamanya waktu hujan turun maka intensitasnya semakin berkurang.

1. Rumus Mononobe 17 Mononobe digunakan untuk menghitung intensitas hujan yang turun selama time of consentrast dengan rumus: 2. Rumus Van Breen Menggunakan data hujan minimum 10 tahun dan digunakan sebagai perhitungan curah hujan dengan jarak yang terdekat pada sistem drainase. Rumus Van Breen: 1.7.8 Heterograf Rencana Heterograf digunakan dalam pemodelan hidrologi untuk memberikan gambaran terhadap siklus air di suatu daerah untuk menentukan kapasitas intensitas curah hujan dengan menggunakan pendekatan acuan heterograf. 1.7.9 Debit Banjir Rencana Debit banjir adalah total air hujan yang mengalir pada saluran sistem drainase. Debit banjir dapat digunakan sebagai perencanaan bangunan air. Dalam SNI 03-2786-2015 debit banjir rencana Q_{100} didefinisikan sebagai debit banjir yang terjadi setidaknya sekali dalam serratus tahun pada lokasi tertentu, 1.7.9.1 Metode Rasional Metode ini digunakan dalam

menentukan banjir maksimum pada saluran dengan daerah aliran seluas 40-80 km^2 . Metode ini juga didefinisikan dengan cara aljabar untuk mendapatkan hasil sebagai berikut (Subarkah, 1980): koefisien dari runoff didapatkan dengan beberapa variabel yaitu dapat dilihat melalui tabel 2.10 18 Tabel 2. 10 Nilai Koefisien Manning (n) 1.7.9.2 Metode Melchior

Metode Melchior merupakan metode untuk memprediksi limpasan dalam tangkapan (DAS) yang total dari luas daerahnya yaitu lebih besar dari 100 km^2 dan prosedur dari metode ini yaitu: 1.7.10 Debit Air Kotor

Debit air kotor adalah bekas air yang sudah digunakan dan mengalir pada saluran drainase yang berasal dari berbagai macam aktivitas rumah tangga maupun industri. Menurut Suhardjono (1984). Debit air kotor yang mengalir yaitu berasal dari 70% kebutuhan air bersih. Debit air kotor yang dibuang setiap km^2 dapat dihitung menggunakan persamaan: 1.7.11 Kala Ulang Kala ulang diukur dalam satuan waktu dimana probabilitas suatu kejadian seperti banjir dengan debit tertentu yang mungkin akan terjadi sesekali dari beberapa sekian kemungkinan dalam jangka waktu tertentu. Berikut adalah table untuk pemilihan kala ulang banjir rancangan: 19 Tabel 2. 11 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota 1.7.12 Hidrolika Saluran Model EPA SWMM 5.2

Hidrolika saluran digunakan dalam perencanaan saluran drainase digunakan untuk memperhitungkan sifat-sifat air yang mengalir didalam saluran dengan perhitungan mengenai profil penampang saluran, dalam hidrolika saluran memiliki jenisnya salah satunya yaitu saluran terbuka yang ada pada sistem drainase perumahan. 1.7.12.1 Perhitungan Kapasitas Saluran 1.7.12.2 Perhitungan Kecepatan Aliran Drainase Kecepatan aliran air di dalam drainase harus disesuaikan dengan kecepatan maksimum yang diizinkan Dimana hal tersebut berkaitan dengan material untuk drainase. 20 Tabel 2. 12 Kecepatan Aliran Air Yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material 1.7.12.3 Perhitungan Waktu Inlet Jarak dalam meter yang harus ditempuh air untuk mencapai drainase dari titik terjauh di daerah tangkapan air (100 m) dikenal sebagai waktu inlet . Koefisien hambatan daerah ini (perumahan) diperoleh dari tabel koefisien hambatan. Tabel 2. 13 Koefisien Hambatan (Nd) Berdasarkan

Kondisi Permukaan Tanah Perhitungan waktu inlet umum umum yang digunakan dengan rumus Keybe (1959) 1.7.12.4 Perhitungan Waktu Konsentrasi Analisa waktu konsentrasi permukaan digunakan untuk memperhitungkan waktu yang diperlukan suatu titik aliran drainase menuju keluar dari wilayah tersebut. (waktu air untuk menempuh jarak di sepanjang drainase). 21

1.7.12.5 Perhitungan Koefisien Pengaliran Analisa koefisien pengaliran digunakan sebagai menyederhanakan perhitungan dan memungkinkan perbandingan secara konsisten pada kondisi lingkungan yang berbeda-beda. Tabel 2. 14

Koefisien Limpasan (C) Berdasarkan Kondisi Permukaan Tanah 1.7.12.6

Kemiringan Drainase Kemiringan drainase merupakan kemiringan dasar drainase dari hulu ke hilir drainase yang direncanakan dengan kelandaian tertentu sehingga air dapat mengalir dengan sendirinya akibat dari gaya gravitasi dengan batas kecepatan minimum sehingga tidak terjadi penumpukan volume air pada titik tertentu di drainase. Untuk mendapatkan nilai kemiringan dari drainase yaitu 22 dengan mengukur elevasi hulu dan hilir drainase serta mengukur jarak total dari drainase atau bisa juga dengan rumus:

1.7.12.7 Perhitungan Tinggi Jagaan Tujuan dari tinggi jagaan pelindung adalah untuk menjaga agar air tidak meluap ke dalam sistem drainase dengan menciptakan ketinggian dan elevasi vertikal yang dirancang dari permukaan air ke bagian atas drainase. 1.7.13 Komponen Pemodelan EPA SWMM EPA SWMM adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan simulasi dalam model dengan menggunakan program hidrolis. Dalam melakukan pemodelannya diperlukan objek atau komponen pada program EPA SWMM yaitu: a. Rain gage Rain gage merupakan data yang mewakili curah hujan pada suatu kawasan atau daerah yang akan menyuplai air atau curah hujan pada saat proses simulasi. Data curah hujan yang digunakan harus terlebih dahulu diolah agar sesuai dengan format penginputan data pada perangkat lunak. Format pada Rain gage meliputi: 1. Intensitas curah hujan Yaitu jumlah rata-rata hujan dalam satuan tertentu yang terjadi pada daerah yang dikaji. 2. Volume curah hujan Yaitu total dari jumlah hujan yang turun yang tercatat pada pengukur hujan dalam waktu tertentu b. Subcatchment Subcatchment

atau daerah pengaliran merupakan unit hidrologi yang terjadi di permukaan tanah yang memiliki karakteristik topografi dimulai dari hujan yang turun kemudian mengalirkan limpasan ke permukaan tanah dan masuk ke dalam sistem drainase melalui titik inlet. Subcatchment dibagi menjadi bagian pervious sub area dan impervious sub area dengan parameter lain yaitu:

1. Area Merupakan total luas area yang sedang dimodelkan dan dikaji, digunakan sebagai pengukuran daerah resapan air. 2. Width Merupakan lebar dari subcatchment pengukuran ini dapat dilakukan dengan bantuan dari Google Earth dengan menggunakan measurement. 3. Slope% Merupakan kemiringan Sungai atau drainase untuk mengetahui seberapa cepat air dapat mengalir pada sistem drainase. 4. Impervious% Yaitu persentase lahan yang tidak dapat melakukan infiltrasi atau kedap terhadap air seperti contoh jalan yang beraspal, jalan beton, rumah tinggal, dan lainnya. 5.

N-Impervious dan N-Pervious N-Impervious merupakan sebuah koefisien manning untuk daerah yang kedap air dan N-Pervious adalah koefisien manning yang tidak kedap air. 6. Depression Storage (D Store Impervious dan D Store Pervious) Depression storage adalah sisa air yang menggenang dalam suatu cekungan pada area kedap air yang kemudian menahan air dalam lekungan tersebut. Air hanya mengalami penguapan dan tidak mengalami peresapan. 7. Zero impervious% Merupakan persentase area yang kedap air terhadap total area yang sedang dikaji. 8. Infiltrasi

Infiltrasi dalam area tangkapan dapat digambarkan melalui tiga model yang berbeda yaitu: a. Horton Infiltration. b. Green-Ampt Infiltration. c. SCS Curve Number Infiltration. c. Junction Nodes (Titik Pertemuan) adalah lokasi di mana dua aliran bertemu. Istilah " Junction " mengacu pada persimpangan saluran terbuka dan tertutup. d. Outfall Nodes (Titik Pengeluaran) Merupakan titik ujung atau akhir dari jaringan sistem drainase dapat menggambarkan sebagai muara ataupun luaran lainnya tergantung dalam tempat yang dikaji. e. Conduct Nodes (Penghubung Pengaliran Air) Merupakan penghubung untuk mengalirkan air pada suatu node ke node yang lainnya pada sistem drainase. 1.7.14 Kalibrasi Model

Kalibrasi model dilakukan untuk menilai model drainase yang dibuat pada program SWMM 5.2 apakah model tersebut memiliki hasil simulasi yang serupa pada kondisi lapangan dan dapat dinyatakan mewakili kondisi aslinya sehingga diperlukan kalibrasi pada model tersebut, kalibrasi model yang digunakan menggunakan nilai Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) yang membandingkan hasil observasi lapangan dengan hasil simulasi model sebagai bentuk validasi. nilai ini dijadikan batasan kesalahan dalam menentukan nilai suatu koefisien (Bagus Subrata, Hartana and Setiawan, 2020).

Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung NSE 24 Tabel 2.

15 Kriteria Penilaian Nilai NSE 1.7.15 Pembatasan Pengertian Kinerja Drainase Serta Indikatornya Pengertian dari kinerja drainase dalam penelitian ini lebih difokuskan pada kemampuan dari jaringan atau sistem drainase dalam mengalirkan debit air tanpa menyebabkan banjir ataupun genangan, untuk konteks penelitian ini indikator kinerja drainase yang dianalisis merujuk pada ketentuan dalam (Kementrian PU, 2014) dengan penyesuaian tertentu secara seperlunya sesuai dengan kebutuhan penelitian.

1.7.16 Analisis Indikator Kinerja Drainase Berdasarkan Aspek Teknis

Indikator yang digunakan dalam analisis kinerja sistem drainase berupa aspek teknis dalam penelitian ini yaitu kondisi drainase dan fungsi sarana serta prasarana drainase terutama yang dilihat berdasarkan perbandingan antara kapasitas drainase (Q_s) yaitu merujuk pada kemampuan drainase untuk mengalirkan debit air (Singgih, 2018), dengan debit rencana (Q_r) yaitu merujuk pada debit yang direncanakan untuk dialirkan oleh air dengan debit tertentu melalui sistem drainase (Saputra, 2019).

Dengan membandingkan (Q_s) dan (Q_r), dapat ditentukan apakah sistem drainase berkinerja baik atau apakah suatu segmen berpotensi tergenang.

Sebaliknya, jika perbandingan antara kedua nilai tersebut kurang dari satu, maka kinerja drainase pada segmen yang ditinjau dapat dianggap berpotensi banjir.

Penilaian Kinerja Drain 3 4 12 se. Kinerja sistem jaringan drainase adalah bagaimana hasil sistem drainase yang sudah dibangun dapat mengatasi permasalahan banjir atau genan 3 4 an. Berdasarkan sistem jaringan

drainase perkotaan yang harus diperhatikan dalam perencanaan sistem jaringan drainase adalah aspek teknis, (Ditjen Tata Perkotaandan Tata Perdesaan 3). Bobot penilaian setiap komponen drainase disusun dengan menggunakan kriteria kinerja penilaian drainase berdasarkan aspek teknis dengan rumus: Tabe 2. 16 Bobot

Kriteria Penilaian Drainase 1.8 Penelitian Terdahulu 1.8.1 Irdina Rafika.

Analisis Saluran Drainase Jalan Darma Bakti Kota Pekan Baru Menggunakan Software EPA SWMM 5.1 Kawasan Jalan Darma Bakti di Kecamatan Payung Sekaki sering mengalami banjir dengan ketinggian 30-45 cm. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas penampang saluran drainase terhadap debit banjir menggunakan perangkat lunak SWMM 5.1, kemudian melakukan perbaikan untuk mengatasi banjir. Penampang melintang saat ini di daerah tersebut tidak lagi mampu menampung aliran banjir di 25 beberapa lokasi, menurut hasil investigasi dan pemodelan perangkat lunak. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan penampang di beberapa titik dengan memperbesar dimensi secara vertikal atau kedalaman drainase, serta merencanakan pembuatan 22 sumur resapan dengan dimensi $R=0,7m$ dan $H=3m$.

1.8.2 Muhammad Ridwan. Analisis Sistem Saluran Drainase Untuk Menanggulangi Banjir Di Area Perumahan Grand Azizi Kota Padang Panjang Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan penampang drainase yang sesuai dengan data curah hujan 10 tahun pada tahun 2021. Metode perhitungan data curah hujan menggunakan metode Gumbel dengan data dari tiga stasiun hujan terdekat di area Perumahan Grand Azizi Padang Panjang, yaitu stasiun hujan Padang Panjang, stasiun hujan Kandang IV, dan stasiun hujan Kasang. Intensitas hujan dihitung menggunakan metode Van Been. Penelitian ini menghasilkan rencana dimensi drainase dengan tinggi 0,70 m, lebar 0,71 m, dan tinggi jagaan 0,375 m dengan kemiringan saluran sebesar 0,036%. Dimensi ini dirancang untuk menampung debit air hujan sebesar $1,3 m^3/d$ dengan kecepatan aliran 1,5 m/dt. Penentuan dimensi dilakukan menggunakan metode Trial and Error dengan bantuan data hujan 10 tahun yang telah diolah.

1.8.3 Derham. Analisis Kinerja Sistem Drainase Perkotaan Studi Kasus Kelurahan Bulurokeng Kecamatan Biringkanaya

Kota Makassar Pembangunan industri dan pemukiman di Kelurahan Bulurokeng yang pesat telah mengubah ekosistem di sekitarnya, mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air hujan dan banyaknya genangan air. Selain itu, sedimentasi telah membuat sistem drainase yang ada saat ini menjadi kurang efektif, sehingga mengakibatkan meluapnya air di jaringan drainase Kelurahan Bulurokeng pada saat musim hujan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab banjir di jaringan drainase yang disebabkan oleh curah hujan dan langkah-langkah yang diambil untuk menanggulangnya di Kelurahan Bulurokeng, Kecamatan Biringkanaya. Meningkatkan ukuran saluran, mempercepat drainase di darat, dan membangun jaringan drainase baru di lereng adalah bagian dari manajemen banjir. Hasil survei dan perhitungan menghasilkan informasi sebagai berikut: Kecepatan aliran pada jaringan primer titik 1 adalah 0,95 m/dtk dan jaringan sekunder titik 2 adalah 0,75 m/dtk. 1.8.4

Widhita Satya Herlambang. Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Di Wilayah Jombang Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kinerja sistem drainase di wilayah Jombang dengan menganalisis kapasitas saluran dan gorong-gorong yang ada, serta perubahan kondisi lingkungan akibat perubahan tata guna lahan yang terjadi di wilayah Jombang. penelitian ini juga bertujuan untuk mendapatkan rencana sistem drainase dari perbaikan dimensi atau penampang untuk menghilangkan banjir. metode yang digunakan untuk mencari curah hujan maksimum adalah metode Thiessen, metode menentukan curah hujan rencana yaitu dengan metode Gumbel dan Log Pearson Type III, perhitungan dalam mencari intensitas hujan yaitu dengan metode Monorobe, dan perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode rasional dengan kala ulang 5 tahun. beberapa saluran tidak mampu untuk menahan debit banjir hak tersebut disebabkan oleh rusaknya penampang drainase dan terjadi penumpukan sampah dan sedimentasi sehingga beberapa titik seperti saluran perumahan Denayar, diperlukan perbaikan dan penambahan kapasitas saluran drainase untuk menanggulangi banjir yang terjadi. 1.8.5

Nanang Saiful Rizal, Kajian Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan Tujuan dari studi

ini adalah untuk mengevaluasi sistem drainase yang terletak di Jalan A. Yani. Temuan studi menunjukkan bahwa hanya 10 saluran yang memenuhi kriteria yang dapat diterima, berdasarkan ukuran sampel selama dua tahun, dan saluran yang tersisa tidak dapat digunakan untuk mengimbangi debit hujan. Untuk kinerja sistem drainase, nilai kinerja dan perhitungan kriteria presentase diperoleh nilai 23,3%. Selain itu, desain ulang menghasilkan nilai kinerja sistem drainase sebesar 100%. 26 1.8.6 Baiq Husnul Khotimah, Peningkatan Kinerja Sistem Saluran Drainase Kecamatan Kertosono Kabupaten Nganjuk. Salah satu penyebab utama banjir di Kecamatan Kertosono, Kabupaten Nganjuk, adalah kinerja sistem drainase yang tidak memadai. Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan penelitian untuk meningkatkan sistem saluran Kecamatan Kertosono. Memanfaatkan metode Log Pearson Tipe III dan pendekatan E.J. Gumbel, curah hujan selama sepuluh tahun. Terdapat dua saluran yang tidak dapat menampung debit air, berdasarkan hasil analisis kapasitas saluran saat ini. Debit sebesar $0,160 \text{ m}^3/\text{detik}$ tidak dapat ditampung oleh saluran utama di Jalan Ngronggot, dan debit sebesar $0,024 \text{ m}^3/\text{detik}$ tidak dapat ditampung oleh saluran di Jalan Urip Sumoharjo di sebelah kanan. Dilakukan pembangunan sumur resapan sebagai upaya dalam peningkatan kinerja untuk saluran-saluran yang tidak dapat menampung debit air. 1.8.7 Juliastuti, The Assessment Of Drainage Performance In The Residential Area Using SWMM. Penelitian ini menganalisis sistem drainase berdasarkan kapasitas menggunakan pemodelan SWMM 5.1, dengan analisis hidrologi Log Pearson dan periode ulang 10 tahun. Dengan curah hujan sebesar 159,79 mm, didapatkan kapasitas drainase yang terisi di bagian hilir sungai dengan debit maksimum $2,726 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan saluran sekunder dengan debit maksimum $0,624 \text{ m}^3/\text{detik}$. Upaya penanggulangan dilakukan dengan dua skenario: skenario pertama adalah mendesain ulang dimensi saluran utama dan saluran sekunder, sedangkan skenario kedua adalah merencanakan kolam retensi dan mendesain ulang saluran sekunder. Kedua skenario ini dapat mengatasi masalah yang ada, namun skenario kedua menunjukkan penurunan aliran yang lebih signifikan.

BAB III METODE PENELITIAN 1.9 Objek Penelitian Objek dalam penelitian ini adalah drainase yang sudah lama ada dan bertempat di daerah Perumahan Pamulang Permai 2, Tangerang Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja atau kemampuan dari sistem drainase terhadap debit banjir dengan menggunakan data curah hujan dari daerah terdekat yaitu Stasiun Hujan Meterologi Soekarno-Hatta, Stasiun Hujan Klimatologi Banten Tangerang Selatan, Stasiun Hujan Klimatologi Bogor dan Stasiun Hujan FT. UI, serta memberikan solusi alternatif penanggulangan banjir/genangan. Secara kenyataannya kinerja dari sistem drainase tersebut kurang baik dalam mengalirkan debit banjir yang terjadi pada perumahan Pamulang Permai 2, hal ini menyebabkan terjadinya banjir/genangan pada saat hujan deras di lokasi perumahan tersebut. 27 Gambar 3. 1

Jaringan Drainase Perumahan Pamulang Permai 2 1.10 Variabel Penelitian Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kinerja sistem drainase pada Perumahan Pamulang Permai 2 yang dilakukan berdasarkan parameter banjir, dan parameter hidrolis. serta pengendalian genangan ataupun banjir dengan kondisi eksisting dari sistem drainase pada perumahan tersebut. Pengumpulan Data Untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam mendukung penelitian, membutuhkan proses yang disebut pengumpulan data. Data yang dikumpulkan untuk melakukan penelitian ini yaitu: a. Data Primer Proses pengumpulan data primer meliputi survei lapangan untuk menentukan lokasi stasiun pengumpulan data, titik banjir/genangan, material yang digunakan untuk drainase, ketinggian, panjang, dan bentuk penampang drainase. b. Data Sekunder Pengumpulan data sekunder meliputi proses pengumpulan data yang sudah ada sebelumnya dari lembaga-lembaga terkait, tinjauan literatur, dan data dari temuan penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian saat ini, termasuk data lembaga seperti BMKG. 1. Studi Pustaka Diambil berdasarkan hasil dan referensi yang ada di internet seperti karya tulis buku, jurnal, dan data instansi terkait penelitian. 2. Data Klimatologi Merupakan data yang digunakan untuk melakukan analisis hidrologi seperti data curah hujan

yang dapat mewaliki wilayah penelitian 3. Peta Topografi Yaitu peta yang dapat memberikan keterangan atau informasi suatu permukaan bumi dengan memberikan informasi ketinggian atau elevasi. 4. Luas area atau Subcatchment area Merupakan data yang dapat memberikan informasi mengenai luasan area yang sedang diteliti. 1.11 Analisis Penelitian 1.11.1 Analisis Subcatchment Area Lokasi dan luasan area yang diteliti merupakan luasan dari Subcatchment Area dengan menghitung luas area penelitian serta bagaimana karakteristik dari subcatchment area di lapangan, seperti bagaimana kemampuan atau karakteristik daerah tangkapan terhadap penyerapan air dengan indikasi persentase pervious dan impervious . Dengan menggunakan metode klasifikasi citra dengan peta topografi atau Satellite Images selain itu kondisi topografinya juga perlu dipertimbangkan sehingga arah pergerakan air hujan yang turun diketahui. Hasil ini akan digunakan sebagai data yang diinput kedalam program EPA SWMM 5.2 untuk diperhitungkan dan disimulasikan. 1.11.2 Analisis Fenomena Banjir Dan Genangan Fenomena atau kejadian banjir maupun genangan yang terjadi di lokasi penelitian diamati berdasarkan kondisi lapangan atau survei dengan mengklasifikasikan permasalahan tersebut berdasarkan teori maupun kecocokan yang ditetapkan oleh lembaga tertentu sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan tersebut berdasarkan bentuk atau karakteristik fenomena yang terjadi di lokasi penelitian. 1.11.3 Pengolahan Data Analisis Hidrologi dan Penentuan Curah Hujan Rencana

- ☒ Menghitung Curah Hujan dengan metode aljabar, karena DAS memiliki luas dibawah 500 km^2 , berdasarkan curah hujan maksimum dalam tahunan.
- ☒ Melakukan analisis frekuensi sehingga dapat menentukan jenis distribusi atau sebaran yang memenuhi berdasarkan syarat.
- ☒ Melakukan analisis sebaran dengan metode terpilih.
- ☒ Melakukan perhitungan curah hujan rencana berdasarkan metode distribusi terpilih.
- ☒ Perhitungan curah hujan rencana dengan metode terpilih.
- ☒ Melakukan perhitungan intensitas hujan jangka pendek dengan metode Mononobe.
- ☒ Mencari nilai Time of Concentration dan menggabungkan intensitas hujan jangka pendek dengan pendekatan Heterograf hujan rencana sehingga

menghasilkan time series untuk simulasi pada EPA SWMM 5.2. 1.11.4 Analisis Hidrolika Dengan Pemodelan Perangkat Lunak EPA SWMM 5.2 a. Memasukan informasi berupa foto atau denah objek berskala atau memiliki integrasi dengan EPA SWMM sehingga berbagai units yang digunakan seperti subcatchment, junction, conduit, links, outfalls memiliki informasi jarak dan kemiringan secara otomatis berdasarkan koordinat. b. Melakukan pengaturan Project Setup Default untuk memberikan informasi dari setiap unit yang digunakan dalam pemodelan. c. Pembagian Subcatchment Tahap awal yang dilakukan dalam implementasi kondisi lapangan kedalam software EPA SWMM 5.2 yaitu menentukan dan membagikan daerah subcatchment atau daerah tangkapan yang sesuai secara bentuk dan luasan dengan kondisi asli dilapangan dengan ikut memasukan karakteristik seperti % pervious dan % impervious dari catchment area tersebut ataupun angka slope pada catchment area tersebut dan poin-poin penting lainnya. Gambar 3. 2 Gambar Dubcatchment Area (Sumber: SWMM 5.2 Manual Book) Untuk menggambar daerah tangkapan air tekan lambang + pada menu toolbar yang mewakili subcatchment area, selanjutnya gambar secara polygon bentuk dari daerah tangkapan air. 29 Gambar 3. 3 Gambar Properti Subcatchment Area (Sumber: SWMM 5.2 Manual Book) Setiap daerah tangkapan air memiliki properti yang dapat diubah sesuai karakteristik daerah tangkapan air yang ada di lapangan agar hasil simulasi mendekati keadaan sesungguhnya. d. Pemodelan Jaringan Drainase Pembuatan dan mapping dari kondisi dan pola jaringan drainase yang ada di lapangan disesuaikan dan diinput kedalam software agar hasil simulasi nantinya dapat mewakili keadaan asli yang terjadi di lapangan atau setidaknya mendekati kondisi sesungguhnya jaringan drainase nantinya diwakili oleh conduit sebagai jaringan drainase, subcatchment, junction, outfall, rain gage, time series, dan map label . Gambar 3. 4 Gambar Menu Toolbar (Sumber: SWMM 5.2 Manual Book) Pembuatan model jaringan dapat dilakukan dengan cara menambahkan junction. Conduit, rain gage maupun jenis bangunan lainnya yang terdapat pada menu toolbar dengan menekan ikon +. e. Simulasi Model Setelah model

jaringan dan variable yang diperlukan sudah diinput maka simulasi dapat dilakukan, simulasi dapat dikatakan berhasil dengan syarat indikasi parameter dari continuity error yang dihasilkan tidak melebihi atau lebih kecil dari <10% hal ini merupakan Tingkat kesalahan atau error yang dihasilkan oleh perhitungan pada simulasi SWMM. 30 Gambar 3. 5 Opsi Simulasi SWMM 5.2 (Sumber: SWMM 5.2 Manual Book) Gambar 3. 6 Status Simulasi (Sumber: SWMM 5.2 Manual Book) Status simulasi menandakan back bahwa apakah hasil simulasi yang dilakukan sudah berjalan dengan lancar, sudah diperbarui, dan indikasi perubahan sebelum melakukan simulasi ulang. Gambar 3. 7 Run Status (Sumber: SWMM 5.2 Manual Book) Untuk melakukan simulasi pilih menu project lalu memilih pilihan run simulation dari menu utama. f. Luaran EPA SWMM 5.2 Luaran dari simulasi EPA SWMM 5.2 dapat bervariasi dan didapatkan dengan tabel seperti besarnya limpasan yang dihasilkan dari subcatchment, kedalaman air pada setiap node, dan mapping dari area mana yang mengalami kegagalan kinerja drainase yang menyebabkan banjir. 31 Gambar 3. 8 Hasil Luaran Pada Peta (Sumber: SWMM 5.2 Manual Book) Gambar 3. 9 Hasil Luaran 2D Elevasi Air Pada Link Atau Saluran (Sumber: SWMM 5.2 Manual Book) Gambar 3. 10 Hasil Luaran Tabel (Sumber: SWMM 5.2 Manual Book) g. Indikator Kinerja Drainase Setelah dilakukan simulasi dan analisis menggunakan perangkat lunak EPA SWMM 5.2 maka dapat diketahui bagaimana karakteristik dari saluran atau conduit jaringan drainase di berbagai macam titik dengan indicator warna yang mewakili kapasitas mendekati titik maksimum ditandai dengan warna merah dan sebaliknya warna biru tua yang menandakan kapasitas dari limpasan tersebut apakah mengalami banjir atau masih dapat bekerja dengan baik untuk menyalurkan debit air hujan, 32 Gambar 3. 11 Indikator Hasil Simulasi (Sumber: SWMM 5.2 Manual Book) 33 1.12 Diagram Alir Penelitian Gambar 3. 12 Diagram Alir penelitian (Diolah Oleh Penulis, 2024) 34 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 1.13 Hasil Perolehan Data 1.13.1 Data Curah Hujan Lokasi penelitian yaitu di Perumahan Pamulang Permai 2 yang berada di daerah kecamatan Pamulang

Kota Tangerang Selatan, Stasiun hujan yang dipilih untuk perolehan data hujan yaitu sebanyak 4 stasiun hujan yaitu St. Soekarno Hatta, St. Klimatologi Tangerang Selatan, St. FT Universitas Indonesia, dan St. Klimatologi Bogor. Gambar 4. 1 Daerah Penelitian Terhadap Stasiun Hujan (Diolah Oleh Penulis, 2024) Tabel 4. 1 Titik Lokasi Stasiun Hujan

1.13.2 Daerah Tangkapan Air Penelitian Daerah tangkapan air pada Perumahan Pamulang Permai 2 yaitu memiliki luas sebesar 24,2 ha yang diukur menggunakan perangkat lunak Google Earth Pro dengan penggunaan fitur measurement polygon . 35 Gambar 4. 2 Daerah Tangkapan Air Perumahan (Sumber: Google Earth Pro, 2024) 1.13.3 Survei Lapangan Penelitian dilakukan di lokasi Perumahan Pamulang Permai 2 yang terdapat genangan /banjir air kejadian tersebut seringkali terjadi pada saat daerah atau wilayah tersebut memiliki curah hujan yang tinggi atau dengan hujan lebat. Tujuan dari survei ini yaitu untuk mengetahui kondisi fisik dari saluran drainase seperti ukuran penampang, kecepatan aliran, debit air kotor, sedimentasi, dan hal yang dapat mengganggu kinerja sistem drainase seperti sampah dan lain-lain. Gambar 4. 3 Kondisi Genangan/Banjir (Dokumentasi Penulis,23/4/2024) A. Data Dimensi Penampang Pengambilan data dimensi lapangan diambil secara langsung di lapangan dengan cara mengukur kedalaman dan juga lebar penampang saluran drainase karena penampang memiliki 2 sisi maka sisi A mewakili sisi kiri dan sisi B mewakili sisi kanan yang diukur berdasarkan arah air. Hasil dari pengambilan data tersebut dapat dilihat melalui gambar (4.4) dan tabel (4.2). 36 Gambar 4. 4 Nama dan Dimensi Saluran (Diolah Oleh Penulis, 2024) Tabel 4. 2 Dimensi Penampang 37 38 B. Data Jarak dan Elevasi Penampang Pengambilan data elevasi dilakukan dengan survei lapangan secara langsung dengan bantuan software GPS Tools dan juga GPS Tracker , perangkat tersebut memanfaatkan sensor- sensor yang terdapat pada Smartphone untuk merekam, membaca dan mengolah data , nantinya 39 hasil tersebut dapat menampilkan elevasi, grafik jarak terhadap elevasi dan juga kemiringan secara realtime . Karena pembacaan dilakukan disamping dan juga

diatas drainase maka hasil pembacaan tersebut masih diolah dengan cara:

Hasil Pembacaan Elevasi – Kedalaman Drainase = Elevasi Dasar Drainase Ga
mbar 4. 5 Sensor Yang Digunakan Oleh Software GPS Tools (Diolah Oleh
Penulis, 2024) Gambar 4. 6 Pembacaan Elevasi Drainase (Diolah Oleh
Penulis, 2024) 40 Gambar 4. 7 Hasil Elevasi dan Kemiringan Drainase
Berdasarkan Survei Dengan GPS Tools dan GPS Tracker (Diolah Oleh
Penulis, 2024) Penggunaan GIS tidak dikalibrasi, namun, penggunaan data
dari sumber lain seperti data DEM dan Google Earth, digunakan sebagai
pendekatan. jika data terlampau jauh, maka akan dilakukan pengukuran ulang
atau diambil data paling mendekati yang dihasilkan diantara kedua
Software tersebut. C. Data Debit Air Kotor Saluran yang ada di
perumahan pamulang permai 2 tidak hanya digunakan untuk mengaliri debit
air hujan melainkan juga digunakan untuk saluran sanitasi pembuangan
limbah air rumah tangga, sehingga perlu untuk mengetahui debit air
kotor, data tersebut digunakan untuk menginput Initial Flow pada program
SWMM, untuk mengetahui debit air kotor diperlukan data kedalaman air,
lebar penampang, dan juga kecepatan aliran. Survei ini dilakukan secara
langsung pada saat jam penggunaan air rumah tangga terbanyak yaitu
diwaktu pagi hari. Cara survei dilakukan dengan menggunakan alat pelampung
untuk mengukur kecepatan, meteran untuk mengukur kedalaman dan panjang
penampang basah dan juga stopwatch sebagai alat pengukuran waktu, untuk
perhitungan debit air dapat menggunakan persamaan (2.35). Berdasarkan hasil
pengukuran lapangan pada salah satu saluran yang memiliki ukuran 0,4 m
x 0,4 m didapatkan hasil berupa: \square Kedalaman Penampang Basah (h) : 0,
1 m \square Lebar Penampang Basah (B) : 0,4 m \square Kecepatan Aliran (V
) : 0,242 m/s \square Luas Penampang Basah $A = B \times h = 0,4 \text{ m} \times$
 $0,1 \text{ m} = 0,04 \text{ m}^2$ \square Debit Air $Q = V \times A = 0,242 \text{ m/s} \times 0,04 \text{ m}^2$
 $= 0,00968 \text{ m}^3/\text{s}$ 41 4 5 1 4 Gambar 4. 8 Ilustrasi Kondisi Sala
h Satu Potongan Drainase (Diolah Oleh Penulis, 2024) D. Kondisi Fisik
Saluran Drainase Kondisi fisik saluran yang ada di perumahan pamulang
permai 2 dapat menentukan kinerja sistem drainase, kondisi fisik ini

juga dapat meliputi sedimentasi dan juga sampah yang dapat menghambat aliran air pada saluran drainase. Sedimentasi di beberapa saluran memiliki ketebalan atau kedalaman 3-5cm, hal tersebut dapat menyusutkan volume drainase sebesar 7% hingga 12,5% dari volume awal selain itu banyak juga dimensi drainase yang mengecil akibat Pembangunan rumah/trotoar di sekitar dan juga gangguan penyumbatan akibat sampah dan rerumputan yang tumbuh di beberapa titik drainase hal ini tentunya dapat memperlambat dan memperburuk kinerja dari sistem drainase Perumahan Pamulang Permai 2.

Gambar 4. 9 Kejadian Banjir (Dokumentasi Penulis) 42 Gambar 4. 10

Kondisi Fisik Drainase Perumahan Pamulang Permai 2 (Dokumentasi Penulis, 3/4/2024) E. Analisis Debit Banjir Lapangan Dengan Metode Flood

Marking Analisis debit banjir lapangan merupakan salah satu metode untuk menganalisis kejadian atau kondisi secara langsung pada saat terjadinya hujan lebat yang menyebabkan genangan yang terjadi pada saat survei

dilakukan yaitu pada 24 Maret 2024 dan pada 3 April 2024 dengan sampel drainase yang memiliki dimensi 0,4 m x 0,4 m seperti pada gambar (4.11). 44 Gambar 4. 11 Gambar Potongan Saluran 0,4 m x

0,4 m Yang Terisi Penuh Saat Dilakukan Survei (Diolah Oleh Penulis,

2024) \square Kedalaman Penampang Basah (h) : 0,4 m \square Lebar Penampang Basah

(B) : 0,4 m \square Kecepatan Aliran (V) : 2,495 m/s \square Luas Penampang Ba

sah $A = B \times h = 0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} = 0,16 \text{ m}^2$ \square Debit Air

$Q = V \times A = 2,495 \text{ m/s} \times 0,16 \text{ m}^2 = 0,3992 \text{ m}^3/\text{s}$ 1.14 Ana

lisis Fenomena Banjir atau Genangan Berdasarkan hasil survei dan

pemantauan kondisi banjir yang ada di Perumahan Pamulang Permai 2

selama beberapa waktu yaitu pada tanggal 24 Maret 2024 dan pada 3

April 2024 dengan kondisi intensitas hujan yang tinggi menyebabkan luapan

air, berdasarkan sumber menurut Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

(LAPAN) dan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) fenomena yang

terjadi di Perumahan Pamulang Permai 2 menunjukkan bahwa ciri-ciri dalam

klasifikasi, skala waktu, skala ruang, penyebab, dan dampak berbeda dari

karakteristik dari banjir yang lebih besar. 43 Fenomena yang terjadi di

Perumahan Pamulang Permai 2 menurut dan berdasarkan sumber yang telah disebutkan termasuk kedalam karakteristik genangan dilihat berdasarkan ciri-ciri yang telah disebutkan sebelumnya, fenomena limpasan air yang terjadi cenderung terbilang kecil yaitu tinggi genangan berada dibawah 40cm, waktu terjadinya genangan yaitu cenderung singkat berdasarkan hasil survei genangan terjadi hanya 20-30 menit setelah terjadi hujan lebat dan penyebab dari terjadinya limpasan tersebut yaitu lebih dominan disebabkan oleh faktor manusia atau sistem drainase, dan dampak yang ditimbulkan yaitu tidak ada atau hanya kecil seperti pada gambar lokasi hanya kerusakan jalan akibat gerusan air. Gambar 4. 12 Kondisi Genangan Di Perumahan Pamulang Permai 2 (Dokumentasi Penulis, 24/3/2024) 1.15

Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Analisis perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan metode klasifikasi citra satelit yang dibantu program Arcgis Map 10.8. Peta yang digunakan untuk perubahan lahan yaitu menggunakan citra satelit google earth, Klasifikasi tutupan tanah pada penelitian ini menggunakan klasifikasi terawasi (supervised) dengan algoritma maximum likelihood. berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan: 1. Memasukan Sistem Koordinat Gambar 4. 13 Sistem Koordinat Arcgis 10.8 (sumber:Arcgis Map 10.8, 2024) Memasukan koordinat sistem dengan penyesuaian daerah yang dianalisis, Perumahan Pamulang Permai 2 termasuk kedalam daerah WGS 1984 UTM zone 49S. 2. Memasukan Koordinat Pada Citra Satelit Gambar 4. 14 Memasukan Koordinat Sistem Arcgis 10.8 (sumber:Arcgis Map 10.8, 2024) Memasukan koordinat sistem pada citra satelit sehingga nantinya luasan dapat dihitung pada program Arcgis. 3. Melakukan Sampel Klasifikasi Gambar 4. 15 Menu Training Sample Manager (sumber:Arcgis Map 10.8, 2024) Masuk pada menu training sample manager dan selanjutnya mengambil sampel klasifikasi dengan memasukkan golongan-golongan yang ingin digunakan. 4. Melakukan Processing Maximum Likelihood Classification Gambar 4. 16 Menu Processing Maximum Likelihood Classification 45 (sumber:Arcgis Map 10.8, 2024) Likelihood classification digunakan untuk mengelompokkan bagian-bagian dari area berdasarkan klasifikasi

yang sudah ditentukan. 5. Membuat Polygon Pada Setiap Klasifikasi Gambar

4. 17 Menu Raster To Polygon (sumber:Arcgis Map 10.8, 2024) Raster to polygon digunakan untuk membuat batasan pada masing-masing klasifikasi sehingga nantinya setiap klasifikasi dapat diketahui luasannya. 6. Menghitung Luasan Klasifikasi Dengan Calculate Geometry Gambar 4. 18 Menu Calculate Geometry (sumber:Arcgis Map 10.8, 2024) Setelah itu buka menu attribute table dan lakukan calculate geometri sehingga luasan dari masing-masing klasifikasi dapat diketahui proses ini dilakukan secara berulang-ulang dengan masing-masing interval waktu yang ditentukan pada salite image . Analisis perubahan penggunaan lahan pada Perumahan Pamulang Permai 2 digunakan untuk membuktikan apakah terjadi perubahan penggunaan lahan secara signifikan pada daerah tangkapan air, selain itu hal ini digunakan untuk mengkaji perubahan daerah impervious dan impervious dengan interval waktu setiap 6 tahun yang dimulai pada tahun 2006 hingga 2024, kajian perubahan lahan digunakan dengan jarak radius 1 Km dan juga hanya daerah tangkapan air di sekitar Perumahan. Tahun 2006 Tahun 2012 46 Tahun 2018 Tahun 2024 Gambar 4. 19 Perubahan Lahan Pada Perumahan Pamulang Permai 2 Dengan Interval 6 Tahun (Diolah Oleh Penulis, 2024) Tahun 26 Tahun 212 Tahun 218 Tahun 224 5 1 1.61 1.6 1.62 1.58 49.33 41.4 62.25 47.32 Perubahan Lahan (Vegetasi) Area Perumahan Area Sekitar Perumahan Tahun Luas (Ha) Gambar 4. 20 Grafik Perubahan Lahan Vegetasi (Diolah Oleh Penulis, 2024) Perubahan lahan vegetasi di Perumahan Pamulang Permai 2 tidak mengalami perubahan yang begitu signifikan meskipun lahan vegetasi menurun sebesar 1,86% dalam rentang waktu 2006 hingga 2024, akan tetapi masih stabil yaitu diangka terbesar sebesar 1,61 ha dan 1,58 ha yaitu luas wilayah terkecil atau saat ini. 47 Tahun 26 Tahun 212 Tahun 218 Tahun 224 4 .2 .17 .17 .14 26.35 51.25 16.27 21.76 Perubahan Lahan (Area Terbuka Rumput) Area Perumahan Area Sekitar Perumahan Tahun Luas (Ha) Gambar 4. 21 Grafik Perubahan Lahan Area Terbuka Rumput (Diolah Oleh Penulis, 2024) Perubahan lahan area terbuka rumput di Perumahan Pamulang

Permai 2 cukup menurun sebesar 30% dalam rentang waktu 2006 hingga 2024 dari awal luas wilayah area terbuka rumput 0,2 ha menjadi 0,14 ha. Tahun 26 Tahun 212 Tahun 218 Tahun 224 4 8 .17 .14 .14 .19 58.8 8.43 8.72 4.62 Perubahan Lahan (Area Terbuka Tanah) Area Perumahan Area Sekitar Perumahan Tahun Luas (Ha) Gambar 4. 22 Grafik Perubahan Lahan Area Terbuka Tanah (Diolah Oleh Penulis, 2024) Perubahan lahan area terbuka tanah di Perumahan Pamulang Permai 2 naik 11,76% dalam rentang waktu 2006 hingga 2024 dari awal luas wilayah area terbuka tanah 0,17 ha menjadi 0,19 ha. Tahun 26 Tahun 212 Tahun 2018 Tahun 224 1 2 3 .16 .16 .16 .16 1.25 1.18 1.55 2.44 Perubahan Lahan (Air) Area Perumahan Area Sekitar Perumahan Tahun Luas (Ha) Gambar 4. 23 Grafik Perubahan Lahan Air (Diolah Oleh Penulis, 2024) 48 Perubahan lahan area air di Perumahan Pamulang Permai 2 konstan dan tetap berada di angka 0,16 ha dalam rentang waktu 2006 hingga 2024 hal ini menandakan tidak ada perubahan luas wilayah yang terjadi pada kolam retensi di perumahan tersebut. Tahun 26 Tahun 212 Tahun 2018 Tahun 2024 5 1 15 2 24.15 24.14 24.15 24.17 123.31 156.06 169.53 182.18 Perubahan Lahan (Bangunan) Area Perumahan Area Sekitar Perumahan Tahun Luas (Ha) Gambar 4. 24 Grafik Perubahan Lahan Bangunan (Diolah Oleh Penulis, 2024) Data-data tersebut menampilkan analisis daerah perubahan lahan sekaligus analisis penentuan daerah impervious dan pervious berdasarkan metode klasifikasi menggunakan citra satelit, Perubahan lahan bangunan atau rumah tinggal pada Perumahan Pamulang Permai 2 tidak begitu signifikan yaitu sebesar 0,08% sejak tahun 2006 hingga tahun 2004. Berdasarkan hasil analisis perubahan lahan maka dapat disimpulkan bahwa perubahan lahan yang terjadi di perumahan pamulang permai 2 tidak terlalu signifikan kondisi impervious dan pervious antara tahun 2006 dan 2024 masih dapat dikatakan sama sehingga apabila terjadi genangan atau banjir bukan disebabkan oleh perubahan lahan yang terjadi perumahan tersebut memiliki persentase daerah pervious sebesar 90% dari total luas wilayahnya dengan pengelompokan jalan, bangunan, dan sebagainya yang tidak

dapat menyerap air digolongkan kedalam lahan bangunan sementara 10% lainnya merupakan area yang dapat menyerap air seperti vegetasi, lahan terbuka rumput dan lainnya. 1.16 Analisis Hidrologi Data Hujan 1.16.1 Analisis Curah Hujan Metode Aljabar Perumahan Pamulang Permai 2 memiliki luas daerah 24,2 ha atau jika dikonversi kedalam kilometer persegi menjadi 0,242km² berdasarkan kriteria pemilihan metode yaitu pada tabel (2.1), daerah penelitian tersebut masuk kedalam kategori dengan luas area (<500 k³⁰ ²). Sehingga analisis curah hujan maksimum rata-rata harian menggunakan metode aljabar. Hasil pengolahan nilai terbesar dari curah hujan rata-rata tahunan yaitu pada tahun 2020 dengan nilai sebesar 158,725mm dan sebaliknya hasil curah hujan terkecil terjadi pada tahun 2019 dengan nilai sebesar 99,5mm berikut merupakan hasil perhitungan metode aljabar dapat dilihat pada tabel (4.3). 49 Tabel 4. 3 Tabel Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Maksimum Tahunan Dalam perhitungan mencari curah hujan rata-rata dengan metode aljabar dapat menggunakan persamaan (2.3). 214 215 216 2017 218 219 22 221 222 223 4 8 12 16 Grafik Curah Hujan Rata-Rata Maksimum Gambar 4. 25 Grafik Curah hujan Rata-Rata Maksimum (Diolah Oleh Penulis, 2024) 1.16.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana Analisis distribusi curah hujan, yang menggunakan parameter statistik untuk mengukur dispersi dan secara logaritmik menguji kesesuaian distribusi, merupakan dasar untuk menentukan curah hujan yang digunakan untuk menghitung jumlah debit banjir., dalam pengujian kecocokan sebaran digunakan metode pengujian Plotting Grafis, pengujian Smirnov-Kolmogorov, dan pengujian Chi-Kuad²⁷ at. Pada Tabel (4.4) dapat dilihat hasil perhitungan dispersi statistik dengan data 10 ta²⁷ un. 50 Tabe 4. 4 Perhitungan Dispersi Statistik Tabel 4. 5 Hasil Parameter Statistik Pada Tabel 4.5 merupakan hasil parameter statistik, dalam mencari nilai-nilai tersebut dapat digunakan persamaan: Perhitungan Nilai Rata-rata (\bar{X}) Dapat melihat pada persamaan (2.4). Perhitungan Simpangan Baku (Sd) Dapat melihat pada persamaan (2.5). Perhitungan Koefisien Variasi (Cv) Dapat melihat pada persamaan (2.6). Perhitungan Koefisien Skewness (Cs) Dapat

melihat pada persamaan (2.7). Perhitungan Koefisien Kurtosis (C_k) Dapat melihat pada persamaan (2.8). Selanjutnya melakukan perhitungan dispersi dengan algoritma dimana hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel (4.6). 51 Tabel 4. 6 Perhitungan Dispersi Statistik Algoritmik Tabel 4. 7 Hasil Parameter Statistik Algoritmik Pada Tabel (4.7) merupakan hasil parameter statistik algoritmik, dalam mencari nilai-nilai tersebut dapat digunakan persamaan: Perhitungan Nilai Rata-rata (\bar{X}) Dapat melihat pada persamaan (2.4). Perhitungan Simpangan Baku (S_d) Dapat melihat pada persamaan (2.5). Perhitungan Koefisien Variasi (C_v) Dapat melihat pada persamaan (2.6). Perhitungan Koefisien Skewness (C_s) Dapat melihat pada persamaan (2.7). Perhitungan Koefisien Kurtosis (C_k) Dapat melihat pada persamaan (2.8). Sehingga berdasarkan hasil dari perhitungan diatas maka penentuan distribusi curah hujan dapat ditentukan berdasarkan parameter-parameter yang telah didapatkan kemudian dicocokkan untuk hasil yang paling mendekati syarat jenis distribusi frekuensi dapat dilihat berdasarkan tabel (4.8). 52 Tabel 4. 8 Syarat Jenis Distribusi Frekuensi Tabel (4.8) menunjukkan hasil parameter berdasarkan perhitungan uji distribusi yang paling mendekati adalah metode distribusi normal sehingga dapat disimpulkan memenuhi kriteria, sedangkan ketiga jenis distribusi lainnya kurang mendekati persyaratan.

1.16.3 Plotting Data

Menggunakan Kertas Grafik Penggunaan plotting data kertas grafik digunakan untuk mencari besaran jarak titik data curah hujan dengan garis linear teoritis, berdsarkan pada sumbu axis sehingga dapat mengetahui angka probabilitas atau kemungkinannya dengan mengurutkan nilai data curah hujan dari yang terkecil ke nilai yang terbesar, berikut merupakan perhitungan probabilitas curah hujan yang ditunjukkan pada tabel (4.9). Tabel 4. 9 Titik Sumbu Plotting Data Setelah mendapatkan titik sumbu merah (titik data hujan) maka diperlukan untuk menentukan sifat-sifat distribusi frekuensi kumulatif dengan perhitungan: $53 \times P(x - S_d) = 15,87\%$ $\times P(x) = 150\%$ $\times P(x + S_d) = 54,14\%$ Perhitungan sumbu $R_{max} = \text{arc In } y$ sumbu Y dapat dihitung dengan cara: $\times \log(x$

maka dapat dinyatakan pengujian kecocokan distribusi metode Chi Kuadrat telah memenuhi syarat karena nilai $X^2(2) < X^2_{cr} (3,841)$. Tabel 4. 12 Rekapitulasi Hasil Nilai Chi Kuadrat 55 1.16.5 Uji Kecocokan Sebaran Smirnov Kolmogorov Pengujian ini digunakan untuk mencari nilai D_{max} dengan syarat nilai tersebut harus berada dibawah nilai D_{kritis} , pengujian ini dilakukan dengan mengurutkan data dengan ranking atau nilai terbesar ke nilai terkecil berikut merupakan perhitungan pengujian Smirnov Kolmogorov yang dapat dilihat melalui tabel (4.13). Tabel 4. 13 Hasil Uji Distribusi Metode Smirnov-Kolmogorof Derajat kepercayaan diambil sebesar 5% atau 0,05 (nilai umum yang digunakan) dengan jumlah data (n) adalah 10 maka berdasarkan tabel (2.9) pengujian Smirnov Kolmogorov maka D_{kritis} didapatkan sebesar 0,41 dengan hasil perhitungan D_{max} sebesar 0,2020 maka dapat disimpulkan pengujian distribusi metode Smirnov Kolmogorov telah memenuhi syarat karena $D_{max} (0,2020) < D_{kritis} (0,41)$.

1.16.6 Curah Hujan Rencana Berdasarkan pengolahan dan hasil data perhitungan statistik dengan menggunakan distribusi normal maka hasil curah hujan periode kala ulang 2, 5, dan 10 tahun dengan nilai faktor frekuensi distribusi normal (K_t) dapat dilihat pada tabel (2.7). maka curah hujan rencana dapat dihitung menggunakan persamaan (2.19) dengan metode distribusi normal, hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel (4.14). Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Distribusi Normal Mengacu pada Peraturan Menteri PUPR No 12/PRT/M/2014 untuk perencanaan curah hujan periode ulang drainase diambil antara 2 dan 5 tahun dengan demikian periode ulang yang digunakan yaitu hujan rencana periode ulang 5 tahun.

1.16.7 Analisis Intensitas Curah Hujan Perhitungan untuk intensitas hujan dapat menggunakan persamaan yang dirancang oleh Dr. Mononobe yaitu dengan persamaan mononobe yang dapat dilihat pada persamaan (2.22) yang memperhitungkan curah hujan rencana terhadap waktu, berikut merupakan hasil perhitungan intensitas curah hujan yang dapat dilihat melalui tabel (4.15). 56 Tabel 4. 15 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Metode Mononobe (Diolah Oleh Penulis, 2024) Untuk melihat karakteristik curah

hujan terhadap waktu dalam 24 jam dapat melihat kurva IDF (Intensity Duration Frequency Curve) yang terdapat pada gambar (4.27). 5 1 15 2 5 1 15 2 25 3 2 Tahun 5 Tahun 1 Tahun Waktu (Jam) Intensitas (mm) Gambar 4. 27 Kurva Idensity duration frequency (Diolah O 25 eh Penulis, 2024) 57 1.16.8 Heterograf Hujan Rencana Untuk mendapatkan simulasi hujan, diperlukan data perhitungan dasar dari curah hujan rencana. Hal ini dilakukan dengan menggunakan diagram heterograf untuk mendekati masalah pembuatan skema sedekat mungkin dengan kondisi lapangan dengan memperhitungkan waktu konsentrasi (tc), yaitu lamanya waktu yang diperlukan air hujan untuk jatuh di titik terjauh dan kemudian masuk ke saluran hulu hingga ke saluran hilir yang terjadi di Perumahan Pamulang Permai 2, dengan memperhitungkan faktor jarak, kemiringan, dan kondisi permukaan yang bersentuhan dengan air. Perhitungan untuk waktu konsentrasi dapat menggunakan persamaan (2.25), (2.26), dan (2.27). $t_o = 2/3 \times 3,2 \times 8 \times 100 \times (0,015/0,005, 5) = 0,774 \text{ jam}$ $t_d = 1680/(3600 \times 2,495) = 0,19 \text{ jam}$ $t_c = t_o + t_d = 0,774 \text{ jam} + 0,19 \text{ jam} = 0,964 \text{ jam}$, dibulatkan 1 jam Perencanaan heterograf hujan rencana dilakukan dengan metode alternating block dimana heterograf hujan rencana didapatkan berdasarkan kurva IDF pada suatu daerah dengan memperhitungkan selisih nilai curah hujan pada setiap durasi waktu tertentu perbedaan kedalaman intensitas hujan tersebut dikelompokkan menjadi bagian-bagian dengan nilai tertinggi atau puncak berada pada waktu tengah dan kedua kelompok data hujan lainnya diurutkan berdasarkan nilai terkecil ke terbesar dan kelompok lainnya diurutkan berdasarkan yang terbesar ke nilai yang terkecil. Tabel 4. 16 Heterograf Hujan Rencana Metode Alternating Block :1 :2 :3 :40 :5 1:0 1 2 3 4 5 6 7 8 Heterograf Hujan Interval 1 Menit Gambar 4. 28 Diagram Heterograf Hujan Rencana Metode Alternating Block (Diolah Oleh Penulis, 2024) 58 Hasil heterograf merupakan heterograf rancangan periode ulang 5 tahun sesuai dengan acuan yang diberikan berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No 12/PRT/M/2014. 1.17 Pemodelan dan Simulasi Hujan dengan SWMM 5.2 1.17.1 Penentuan

Daerah Tangkapan Air (Subcatchment) Pada simulasi SWMM 5.2 daerah subcatchment Perumahan Pamulang Permai 2 dibagi menjadi 69 bagian yang dibantu digambarkan dengan Google Earth Pro dimasukkan kedalam lembar kerja SWMM 5.2, berdasarkan pada analisis yang dilakukan dengan menggunakan metode Klasifikasi Citra sebelumnya pada perubahan tataguna lahan pada tahun 2024 untuk Perumahan Pamulang Permai 2 didapatkan hasil untuk daerah impervious sebesar 90% yang terdiri dari pemukiman dan 10% lainnya merupakan daerah pervious yang merupakan halaman maupun taman dan sebagainya. Gambar 4. 29 Pembagian Subcatchment Perumahan Pamulang Permai 2 (Diolah Oleh Penulis, 2024) Tabel 4. 17 Parameter Subcatchment 59 Berikut merupakan data-data yang diinput atau parameter yang digunakan dalam model subcatchment dapat dilihat pada gambar (4.30). 60 Gambar 4. 30 Parameter Subcatchment SC1 (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Data yang diinput diantaranya yaitu data luas area sebesar 0,034 Ha data tersebut didapatkan berdasarkan luasan daerah tangkapan air pada SC1, selanjutnya yaitu lebar atau Width yaitu lebar dari daerah tangkapan air SC1 sebesar 35m, selanjutnya yaitu kemiringan subcatchment yaitu sebesar 10%, daerah kedap air atau Impervious yang sebelumnya sudah dianalisis sebesar 90%, N- impervious merupakan koefisien manning berdasarkan permukaan subcatchment, dan lainnya. 1.17.2 Pembuatan Model Jaringan Drainase Model jaringan drainase dibuat dengan mengambil data-data yang ada di lapangan sehingga dapat menghasilkan model semirip mungkin dan dapat mewakili kondisi di lapangan bagian-bagian yang dimodelkan dalam SWMM 5.2 memiliki beberapa bagian utama seperti subcatchment area, junction, conduit,serta outfall nodes . Survei dilakukan untuk mengambil data-data lapangan yang diperlukan pada drainase dimana data-data tersebut akan dijadikan parameter dalam pemodelan SWMM 5.2 diantaranya kemiringan (slope), nilai konstanta manning yang digunakan yaitu 0,013 untuk daerah (N- impervious) karena sebagian besar lahan impervious ditutupi oleh semen. dan 0,15 (N-pervious) karena lahan pervious ditutupi oleh rumput. Pada property junction parameter yang digunakan

berupa invert elevation yaitu elevasi eksisting dari saluran drainase yang sebelumnya sudah didapatkan elevasinya pada saat melakukan survei lapangan di masing-masing titik. Gambar 4. 31 Parameter Junction 61 (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Pada property conduit parameter yang dimasukkan berupa bentuk penampang (shape) yaitu persegi panjang (rectangular) jenis penampang terbuka (open rectangular), dimensi, dan debit air kotor sebesar $0,0968 \text{ m}^3/\text{s}$ dari penampang drainase yang telah dilakukan pengukuran pada saat melakukan survei lapangan. Gambar 4. 32 Parameter Conduit (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Pada outfall nodes parameter yang digunakan berupa elevasi invert elevation yaitu elevasi dari titik hilir saluran drainase yang menjadi titik akhir drainase atau titik buangan dari saluran. Gambar 4. 33 Properti Outfall Nodes (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024)

1.17.3 Simulasi Aliran Time Series

Untuk melakukan simulasi pada model drainase yang sudah dibuat diperlukan model rain gage yang digunakan sebagai simulasi hujan dalam pemodelan tersebut, untuk menjalankan rain gage maka diperlukan penginputan data kedalam time series dimana data yang terdapat pada time series merupakan data yang sudah didapatkan dari curah hujan rencana kala ulang 5 tahun yang merepresentasikan curah hujan terhadap waktu, data yang diinput didapatkan melalui perhitungan intensitas curah hujan yang terdapat pada tabel (4.15). 62

Gambar 4. 34 Grafik Time Series (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Gambar 4. 35 Hasil Simulasi Jaringan Drainase (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Berdasarkan buku SWMM 5.2 Manual Book halaman 158, untuk hasil continuity error dari simulasi sebaiknya berada $<10\%$ karena apabila hasil tersebut berada di atasnya maka hasil tersebut perlu dipertanyakan karena hasil tersebut dinyatakan kurang baik, berdasarkan proses simulasi yang dilakukan hasil continuity error untuk (surface runoff) sebesar $1,29 \%$ dan untuk (flow routing) sebesar $0,34 \%$ maka hasil simulasi dapat dinyatakan cukup baik.

1.18 Kalibrasi Model

1.18.1 Kalibrasi Model SWMM 5.2

Kalibrasi model adalah proses atau cara pembuktian untuk menyatakan kesesuaian kondisi atau

hasil dari proses pemodelan dan simulasi yang menggunakan parameter-parameter tertentu untuk mendapatkan akurasi atau validitas terhadap kemiripan pada kondisi lapangan yang sebenarnya, sehingga jika diasumsikan kondisi lapangan sama dengan hasil simulasi maka perencanaan pada model atau simulasi dapat diasumsikan mewakili keadaan aslinya. (a) Kekasaran 0.011 (c) Kekasaran 0.013 63 (b) Kekasaran 0.012 (d) Kekasaran 0.014 Gambar 4. 36 Gambar Grafik Perbedaan Sebaran Data Berdasarkan Nilai Kekasaran Pada gambar (4.36) menunjukkan percobaan untuk mendapatkan nilai kalibrasi terbaik dengan cara melakukan penyesuaian dengan mengubah angka kekasaran pada saluran dan dilakukan penambahan atau pengurangan angka Impervious untuk mendapatkan nilai kalibrasi tertinggi. Didapatkan hasil terbaik yaitu menggunakan kekasaran sebesar 0.012 dengan nilai NSE dapat dilihat pada tabel (4.18). Gambar 4. 37 Grafik Perbedaan Sebaran Data Observasi Dan Model SWMM 5.2 (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Tabel 4. 18 Tabel Perhitungan Nash-Sutcliffe Efficiency 64 Berdasarkan gambar grafik (4.37) dan tabel (4.18) menunjukkan hasil selisih data yang dilakukan secara observasi dan juga hasil model SWMM 5.2 menunjukkan hasil NSE sebesar 0,772 dimana hasil tersebut dapat dinyatakan cukup baik karena hasil tersebut berada diatas 0,75 dimana dari perhitungan tersebut dinyatakan apabila hasil NSE mendekati 1 maka hasil tersebut semakin baik sehingga pemodelan yang dilakukan dapat dianggap mewakili kondisi lapangan. SH 9 SH 62 SV 31 SV 55 SH 79 .2 .4 .6 Perbandingan Kedalaman Air Saluran OBSERVASI Q2 Q5 Sampel Saluran Kedalaman Gambar 4. 38 Grafik Perbandingan Hasil Periode Ulang 2 Dan 5 Tahun Berdasarkan gambar grafik (4.38) dapat dilihat sebaran data yang dihasilkan simulasi dengan menggunakan periode ulang 2 dan 5 tahun, periode ulang 5 tahun menunjukkan hasil yang lebih mendekati pada keadaan aslinya, sehingga penggunaan periode ulang 5 tahun lebih cocok digunakan dibanding periode ulang 2 tahun.S 1.19 Analisis Kinerja Sistem Drainase Hasil Simulasi SWMM 5.2 Gambar 4. 39 Pembagian Jenis Drainase Perumahan Pamulang Permai 2 (SWMM 5.2 Pengolahan

Penulis, 2024) Dalam analisis yang dilakukan yaitu sistem drainase Perumahan Pamulang Permai 2 hanya memperhitungkan bagian drainase tersiernya saja karena drainase sekunder seperti gambar (4.39) merupakan jenis drainase yang lebih besar dengan ukuran kedalaman 2 m dan lebar 2,5 m dimana fungsinya yaitu untuk menjadi tempat outfall atau buangan air dari berbagai sistem drainase perumahan yang ada disekitarnya termasuk perumahan Pamulang Permai 2 namun dalam simulasinya saluran tersebut tetap digambarkan karena mempengaruhi kinerja drainase tersier yang ada di Perumahan Pamulang Permai 2 seperti reverse flow sehingga membuat aliran drainase terganggu. 65 Gambar 4. 40 Outfall Saluran Tersier Menuju Sekunder (Dokumentasi Penulis) 66 Tabel 4. 19 Hasil Simulasi Limpasan Pada Setiap Subcathment Berdasarkan hasil simulasi dari total waktu selama hujan efektif satu jam, didapatkan puncak debit rata-rata yang terjadi pada subcathment sebesar $0,057\text{m}^3/\text{detik}$ dan debit limpasan terbesar pada subcathment SC69 sebesar $0,115\text{m}^3/\text{detik}$. Debit limpasan yang mengalir pada subcathment memiliki hasil yang berbeda-beda, hal ini didasari oleh perbedaan luasan, kemiringan, karakteristik dari subcathment dan sebagainya yang membuat perbedaan hasil limpasan. 67 Gambar 4. 41 Hasil Simulasi Sistem Drainase (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Berdasarkan gambar (4.41) menunjukkan terjadinya genangan yang dipicu oleh meluapnya air pada saluran SH80, SH81, SH82, SH83, SH84, dan SH85 akibat kapasitas drainase yang terisi penuh hingga menyentuh angka 1 atau 100% dari kapasitas dengan total panjang 175 yang ditandai dengan warna merah. Tabel 4. 20 Ukuran Drainase Yang Terisi Penuh Gambar 4. 42 Profil Saluran SH80B, SH81B, SH82B, SH83B, SH84B, Dan SH85B (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Berdasarkan gambar (4.42) menunjukkan terjadinya pada saluran SH80B, SH81B, SH82B, SH83B, SH84, dan SH85 akibat saluran tersebut berada di elevasi yang lebih rendah dengan jarak dari saluran buangan atau outfall 3 yang tidak begitu jauh, hal ini dapat terjadi akibat penumpukan volume air dari beban kerja yang disalurkan oleh saluran lainnya yang kemudian menumpuk pada 68 area

buangan atau outfall 3 ditambah terjadinya reverseflow pada outfall 3 akibat dari penuhnya saluran sekunder yang menyebabkan pembuangan pada outfall 3 menjadi kurang baik dan terhambat. Gambar 4. 43 Kejadian Backflow Pada Pertemuan Saluran Tersier Menuju Saluran Sekunder (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Hal ini menyebabkan terjadinya antrian air menuju tempat buangan air ke arah saluran sekunder dan terjadilah luapan air hingga menyebabkan genangan pada area sekita outflow3 sehingga terjadi genangan sepanjang 175 meter dan mempengaruhi seluruh drainase lainnya. Gambar 4. 44 Grafik Run off Pada Perumahan Pamulang Permai 2 (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Gambar 4. 45 Output Sistem Run off Pamulang Permai 2 69 (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Pada gambar grafik (4.44) dan gambar (4.45) menunjukkan sistem runoff pada daerah tangkapan air di Perumahan Pamulang Permai 2 dengan debit limpasan puncak yaitu sebesar $4,557 \text{ m}^3/\text{detik}$ dari total luas daerah tangkapan air seluas 24,2 Ha, dengan debit rata-rata sebesar $0,822 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan total sistem runoff sebesar $6656,53 \text{ m}^3$. Gambar 4. 46 Grafik Outflow Pada Sistem Drainase Perumahan Pamulang Permai (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Gambar 4. 47 Output Outflow Pada Sistem Drainase Perumahan Pamulang Permai 2 (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Pada gambar grafik (4.46) dan gambar (4.47) menunjukkan outflow dari sistem drainase Perumahan Pamualang Permai 2 dengan debit outflow maksimum yaitu sebesar $1,341 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan total outflow sebesar $4474,74 \text{ m}^3$, out flow sistem drainase Perumahan Pamualang Permai 2 mampu membuang sebesar 67% dari total runoff yang terjadi pada daerah tangkapan air di Perumahan Pamulang Permai 2. 70 Gambar 4. 48 Grafik Luapan Air Pada sistem Drainase Perumahan Pamulang Permai 2 (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Gambar 4. 49 Output Luapan Air Pada Sistem Drainase Perumahan Pamulang Permai 2 (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Pada gambar grafik (4.48) dan gambar (4.49) menunjukkan luapan air yang terjadi di sepanjang saluran SH80B, SH81B, SH82B, SH83B, SH84, dan SH85 dengan total panjang 170 meter dan menghasilkan debit genangan maksimum

sebesar $0,706 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau dengan rata-rata sebesar $0,357 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan total debit genangan yaitu sebesar $642,45 \text{ m}^3$.

1.19.1 Penilaian Kinerja Sistem Drainase

Kinerja sistem drainase adalah bagaimana hasil dari sistem drainase yang sudah dibangun dapat mengalirkan limpasan air yang ada di daerah tangkapan secara baik tanpa menyebabkan permasalahan genangan dan banjir, aspek yang harus diperhatikan dalam perencanaan drainase yaitu aspek teknis, kemampuan atau kinerja drainase dalam menampung debit banjir, bobot dari setiap komponen drainase disusun dengan menggunakan kriteria kinerja penilaian drainase berdasarkan (Penilaian Direktorat Bina Program Ditjen Air) dan (Kementrian PU, 2014) yang disesuaikan kebutuhan penelitian.

71 Gambar 4. 50 Drainase Yang Tidak Memenuhi Kriteria Dalam Menangani Debit Banjir (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Pada gambar (4.50) merupakan hasil simulasi yang menunjukkan bahwa adanya kemungkinan banjir akibat penuhnya kapasitas drainase yang ditandai warna merah, apabila kapasitas drainase mencapai 1 maka kinerja drainase dianggap tidak memenuhi dalam menangani debit banjir akibat kapasitas drainase mencapai 1 atau 100% dari kapasitasnya. Drainase tidak dapat menangani debit banjir akibat kapasitas drainase mencapai 1 dengan total panjang mencapai 175m setelah dihitung volume drainase yang memiliki potensi banjir atau drainase yang dianggap tidak dapat menangani debit banjir memiliki volume total sebesar $113,02 \text{ m}^3$ dengan total seluruh drainase yang memenuhi atau dapat menangani debit banjir yang ada yaitu sebesar $1116,42 \text{ m}^3$, Sehingga penilaian dapat dihitung dengan menggunakan rumus kriteria penilaian kinerja drainase dengan persamaan (2.43) dan menghasilkan perhitungan sebagai berikut:

$$\% \text{ Penilaian Kinerja Drainase} = \frac{\sum \text{memenuhi } h_i}{\sum \text{memenuhi } h_i + \sum \text{tidakmemenuhi } h_i} \times 100\%$$
$$\% \text{ Penilaian Kinerja Drainase} = \frac{1116,42}{1116,42+113,02} \times 100\% = 90,8\%$$

Berdasarkan tentang penilaian kinerja sistem drainase aspek teknis pembebanan debit banjir pada kapasitas saluran.maka kinerja sistem drainase yang ada di Perumahan Pamulang Permai 2 menghasilkan angka 90,8% dan termasuk kedalam kategori sangat baik, hal ini sejalan

dengan hasil survei di lapangan secara langsung bahwa pada perumahan tersebut tidak terjadi banjir melainkan hanya genangan kecil yang timbul pada kondisi intensitas hujan tertentu. 1.20 Perencanaan Kolam Retensi Dan Pompa Air Pada Sistem Drainase Sebagai Upaya Menanggulangi Genangan

1.20.1 Perencanaan Penambahan Flap Gate Dalam perencanaan ini Flap Gate digunakan sebagai antisipasi dari kejadian back flow pada outfall, namun, hasil simulasi menunjukkan keadaan yang semakin buruk, karena penggunaan flap gate dapat menghambat back flow sekaligus menghambat pembuangan air sehingga menyebabkan banjir yang lebih buruk. 72 Gambar 4. 51

Penambahan Flap Gate Pada Model Berdasarkan hasil simulasi dengan perencanaan flap gate, dapat disimpulkan penambahan flap gate bukan salah satu bentuk peningkatan kinerja dan bentuk penanggulangan genangan yang tepat. Gambar 4. 52 Hasil Simulasi Dengan Flap Gate perencanaan ini Flap Gate digunakan sebagai antisipasi dari kejadian back flow, namun, hasil simulasi menunjukkan keadaan yang semakin buruk, karena penggunaan flap gate dapat menghambat back flow sekaligus menghambat pembuangan air sehingga menyebabkan banjir yang lebih buruk. 1.20.2 Perencanaan Kolam Retensi Dan Pompa Air A. Perencanaan Kolam Retensi Dalam perencanaan ini kolam retensi dimaksudkan untuk menjadi tempat pembuangan sementara dengan cara menampung volume genangan air yang terjadi di Perumahan Pamulang Permai 2 ketika kondisi drainase sekunder penuh dan menyebabkan reverse/back flow sehingga perencanaan kolam retensi ini dianggap sebagai solusi yang ideal untuk menanggulangi genangan yang terjadi, dalam perencanaan volumenya dibutuhkan Qflooding untuk mengetahui kebutuhan volume kolam retensi. Hasil simulasi yang dilakukan dengan program SWMM 5.2 menunjukkan bahwa terjadinya genangan air dengan total Qflooding sebesar $642,45\text{m}^3$ dengan debit limpasan genangan maksimum sebesar $0,706\text{ m}^3/\text{detik}$ dan rata-rata debit limpasan genangan sebesar $0,357\text{ m}^3/\text{detik}$, sehingga a untuk mengatasi debit genangan diperhitungkan menggunakan total debit genangan yang dibulatkan menjadi 650 m^3 . Untuk mencari luas kolam retensi yang diperlukan maka diperlukan perencanaan kedalaman kolam retensi

terlebih dahulu sehingga dalam perencanaan ini kedalaman yang direncanakan yaitu sedalam 2 meter maka dapat dihitung kebutuhan luas kolam retensi berikut perhitungan kebutuhan luas kolam retensi: $73 \times$ Kebutuhan Luas Area Untuk Kolam Retensi = $650 \times 2 = 325 \text{ m}^2$ \times Didapatkan Ukuran $10 \times 32,5$ meter = 325 m^2 \times Maka Didapatkan Ukuran Kolam Retensi Yaitu : $10 \times 32,5$ meter $\times 2$ meter = 650 m^3

Gambar 4. 53 Penginputan Model Kolam Retensi Pada SWMM 5.2 (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Untuk melakukan pemodelan diperlukan penginputan data kolam retensi pada menu node storage dan selanjutnya pilih storage curve editor selanjutnya masukan kedalaman dan luasan kolam retensi hingga dapat ditambahkan secara benar pada menu view kolam retensi tersebut dapat menampung sebesar 650 m^3 air.

B. Perencanaan Pompa Air perencanaan pompa dilakukan untuk mengangkut atau menyedot air di saluran yang terhambat yaitu pada saluran sekitar outfall3 akibat terjadinya reverse flow karena penuhnya saluran sekunder sehingga untuk menghindari terhambatnya aliran air dan menghindari genangan akibat aliran yang tidak begitu baik maka perencanaan pompa dilakukan untuk mengurangi beban pada outfall3 sehingga air yang terhambat dapat disedot dan ditampung sementara pada kolam retensi. Untuk mengimbangi debit genangan diperlukan spesifikasi atau kapasitas pompa yang memadai untuk mengalirkan air sehingga tidak menimbulkan genangan dan pompa dapat bekerja secara optimal sehingga diasumsikan dalam perencanaan pompa air menggunakan debit genangan yang terjadi yaitu dengan memperhitungkan debit puncak dan debit rata-rata dari Qflooding, berikut perhitungan kebutuhan pompa air untuk memindahkan debit genangan: \times KebutuhanKapasitasPompa = $Q_{\text{FloodingMaksimum}} - Q_{\text{FloodingRata-rata}}$ \times KebutuhanKapasitasPompa Air = $0,7 \text{ m}^3 / \text{detik} - 0,3 \text{ m}^3 / \text{detik} = 0,4 \text{ m}^3 / \text{detik}$

Gambar 4. 54 Penginputan Model Pompa Pada SWMM 5.2 (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Untuk melakukan pemodelan pompa air tambahkan node pump dan masukan spesifikasi pompa air pada bagian property dan tambahkan pilihan pada menu pump curve editor. Gambar 4. 55 Gambaran Letak

Perencanaan Kolam Retensi Dan Pompa Air (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Pembanguna kolam retensi dengan spesifikasi ukuran 10 meter x 32,5 meter x 2 meter dibangun di lokasi taman yang terdapat di RW12 ke arah timur dibangun menggantikan fungsi taman. Perencanaan pompa dibangun untuk menyedot aliran air yang mengalir pada saluran SH82B yang terhubung dengan outfall 3 sehingga nantinya beban pada aliran outfall 3 tidak begitu berat dan air tidak menumpuk untuk menghindari terjadinya genangan, pompa diatur ketika beban pada saluran tersebut berada pada 88% dari kapasitasnya atau kedalaman mencapai 0,4 meter dan berhenti secara otomatis ketika kedalaman yang ada di dalam saluran tersebut berada dibawah 0,15 meter dengan kapasitas pompa sebesar 0,5m³/detik. 75 1.21 Hasil Evaluasi Gambar 4. 56 Sistem Drainase Setelah Dilakukan Pembangunan Kolam Retensi (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Berdasarkan gambar (4.56) menunjukkan saluran SH80B, SH81B, SH82B, SH83B, SH84B, dan SH85B yang sebelumnya berkapasitas 1 dan berwarna merah yang menandakan terjadinya luapan air namun setelah adanya kolam retensi dan pompa air kini saluran tersebut tidak lagi meluap akibat sebagian debit banjir yang terjadi dialirkan menuju kolam retensi melalui pompa yang berkapasitas 0,5m³. Gambar 4. 57 Graik Kedalaman Kolam Retensi (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Gambar grafik (4.57) menunjukkan kedalaman air yang mengisi kolam retensi yang semakin lama semakin dalam kemudian pada saat kedalaman mencapai 1,9m maka pompa otomatis membuang air pada kolam retensi ke arah saluran sekunder untuk menghindari meluapnya air pada kolam retensi. 76 Gambar 4. 58 Grafik Volume Kolam Retensi (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Gambar grafik (4.58) menunjukkan volume air yang ditampung oleh kolam retensi selama hujan efektif 1 jam dengan volume maksimum yaitu sekitar 620m³ air, dan kemudian setelah pompa pembuangan menyala maka air yang ada didalam kolam retensi dibuang hingga batas minimum. Gambar 4. 59 Debit Pompa Air (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Gambar grafik (4.59) menunjukkan aliran yang disedot oleh pompa air menuju kolam dengan debit maksimum spesifikasi

yaitu sebesar $0,5\text{m}^3/\text{detik}$ dengan demikian pompa bekerja secara optimal dengan menggunakan 100% kapasitasnya dan mengimbangi debit banjir yang terjadi. Berdasarkan gambar grafik kolam retensi, pompa air, dan juga tidak ada saluran yang mengalami luapan maka dapat dikatakan spesifikasi pompa air dan kolam retensi yang digunakan cukup efektif untuk menjadi tempat alternatif sementara dalam membuang air genangan atau Qflooding ketika outfall3 mengalami reverseflow akibat saluran sekunder yang penuh dan terjadinya antrian pembuangan air. 77 Gambar 4. 60 Profil Saluran SH80B, SH81B, SH82B, SH83B, SH84B, dan SH85B Setelah Adanya Kolam Retensi (SWMM 5.2 Pengolahan Penulis, 2024) Berdasarkan gambar (4.60) menunjukkan profil SH80B, SH81B, SH82B, SH83B, SH84B, dan SH85B yang sebelumnya penuh tidak dapat menampung debit banjir lalu setelah adanya kolam retensi dan pompa air beban kerja yang terjadi pada saluran tersebut menjadi lebih ringan sehingga tidak terjadi penumpukan pada outfall3 karena sebagian air mengalir menuju kolam retensi melalui pompa air. Pada gambar (4.50) merupakan drainase yang sebelumnya dianggap tidak dapat menangani debit banjir akibat kapasitas drainase mencapai 1 dengan total panjang mencapai 175m, mengalami penurunan kapasitas sehingga saluran yang sebelumnya dianggap tidak dapat menangani debit banjir kini dianggap dapat menangani debit banjir akibat penurunan kapasitas dengan bantuan pompa air.

1.21.1 Penilaian Kinerja Sistem Drainase Setelah Evaluasi

Setelah adanya kolam retensi dan pompa air hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem drainase dapat bekerja dengan baik sehingga tidak ada saluran yang penuh akibat debit banjir dan tidak terjadi genangan air pada Perumahan Pamulang Permai 2 Sehingga penilaian setelah adanya evaluasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus kriteria penilaian kinerja drainase dengan persamaan (2.43) dan menghasilkan perhitungan sebagai berikut:

$$\% \text{ Penilaian Kinerja Drainase} = \frac{\sum \text{memenuhi} + \sum \text{tidak memenuhi}}{\sum \text{memenuhi} + \sum \text{tidak memenuhi}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penilaian Kinerja Drainase} = \frac{1116,42}{1116,42 + x} \times 100\% = 100\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka peningkatan kinerja sistem drainase Perumahan Pamulang Permai 2 dengan kolam retensi mampu



meningkatkan kinerja drainase menjadi lebih baik sebesar 9,2% yang sebelumnya berada pada angka 90,8% menjadi 100% dan mampu menanggulangi genangan yang terjadi 78 BAB V PENUTUP 1.22 Kesimpulan Setelah dilakukan penelitian ini, maka terdapat beberapa kesimpulan diantaranya yaitu sebagai berikut: 1. Perhitungan intensitas curah hujan pada daerah penelitian yang didapatkan berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun, menggunakan data sebanyak 4 stasiun hujan, menghasilkan intensitas curah hujan kala ulang 2 tahun sebesar 120mm, kala ulang 5 tahun sebesar 136mm, dan untuk kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 145mm. 2. Kinerja sistem drainase pada Perumahan Pamulang Permai 2 dalam menangani debit banjir memiliki nilai 90,8%, dan mampu membuang air sebesar 1,314 m³/detik. Permasalahan backflow yang mengganggu aliran pembuangan menyebabkan volume genangan sebesar 642,454m³ dengan debit maksimum 0,706 m³/detik. 3. Permasalahan drainase yang ada di Perumahan Pamulang Permai 2 disebabkan adanya aliran back flow pada saluran pembuangan yang menghubungkan antara saluran tersier dengan saluran sekunder, sehingga air tidak dapat dibuang secara maksimal dan menyebabkan terjadinya genangan air, Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan perencanaan kolam retensi dan pompa air sebagai bentuk penanggulangan genangan. Perencanaan kolam retensi sebesar 650 m³ dan pompa air berkapasitas 0,5 m³/detik meningkatkan kinerja sistem drainase menjadi 100%. Perencanaan kolam retensi dan pompa air efektif untuk mengatasi permasalahan genangan pada 21 erumahan Pamulang Permai. 1.23 Saran Berikut merupakan saran yang dapat diberikan berdasarkan analisis yang telah dilakukan oleh penulis yaitu sebagai berikut: 1. Diperlukan upaya atau program kebersihan yang lebih serius terhadap penanganan sampah dan juga perawatan drainase untuk mengoptimalkan kinerja sistem drainase. kondisi fisik drainase yang ada pada Perumahan Pamulang Permai 2 mengalami beberapa masalah yaitu tersumbatnya drainase akibat sampah baik itu sampah manusia maupun sampah tumbuhan, sampah material konstruksi, dan sedimentasi yang terjadi pada drainase menyebabkan penyusutan volume drainase sekitar 7-12% pada setiap jenis dan ukuran

REPORT #22035887

drainasinya. 2. Hasil dari pemodelan dan analisis simulasi pada EPA SWMM 5.2 (Environmental Protection Agency Storm Water Management Model) dapat memberikan gambaran ataupun keakuratan yang lebih baik dan terperinci dengan memasukan parameter lebih lengkap dan lebih akurat. 79

3. Untuk mendukung bentuk penanganan genangan yang terjadi dengan kolam retensi dan pompa air dianjurkan untuk melakukan studi lanjut dengan perencanaan yang lebih mendetail dan simulasi dengan p



REPORT #22035887

Results

Sources that matched your submitted document.

● IDENTICAL ● CHANGED TEXT

INTERNET SOURCE		
1.	1.32% eprints.upj.ac.id https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/6486/9/9.%20bab%20II.pdf	● ●
INTERNET SOURCE		
2.	0.51% repository.ar-raniry.ac.id https://repository.ar-raniry.ac.id/34703/1/Reza%20Chatami%2C%20160702014%20	●
INTERNET SOURCE		
3.	0.48% jurnal.uns.ac.id https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/download/37209/24436	●
INTERNET SOURCE		
4.	0.48% repository.unwira.ac.id http://repository.unwira.ac.id/2807/3/BAB%20II%20TA%20BARU.pdf	●
INTERNET SOURCE		
5.	0.45% repository.um-palembang.ac.id http://repository.um-palembang.ac.id/id/eprint/29694/1/112019044_BAB%20I_...	● ●
INTERNET SOURCE		
6.	0.34% eprints.unhasy.ac.id https://eprints.unhasy.ac.id/114/1/3.BUKU%20ISBN_Drainase%20Perkotaan.pdf	●
INTERNET SOURCE		
7.	0.33% dspace.uui.ac.id https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/42529/15511002.pdf?sequ...	● ●
INTERNET SOURCE		
8.	0.32% repository.ummat.ac.id https://repository.ummat.ac.id/4765/1/COVER-%20BAB%20III.pdf	● ●
INTERNET SOURCE		
9.	0.31% eskripsi.usm.ac.id https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2016/C.131.16.0115/C.131.16.0115-0..	●



REPORT #22035887

INTERNET SOURCE		
10.	0.3% eprints.umsb.ac.id http://eprints.umsb.ac.id/716/1/MUHAMMAD%20RIDWAN%20181000222201094...	●
INTERNET SOURCE		
11.	0.28% ejournal.itn.ac.id https://ejournal.itn.ac.id/index.php/semsina/article/download/7975/4345/	●
INTERNET SOURCE		
12.	0.27% jurnal.untan.ac.id https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/download/25182/75676576...	●
INTERNET SOURCE		
13.	0.24% eprints.undip.ac.id http://eprints.undip.ac.id/34663/6/1738_CHAPTER_II.pdf	●
INTERNET SOURCE		
14.	0.24% repository.unibos.ac.id https://repository.unibos.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/8469/2023%...	●
INTERNET SOURCE		
15.	0.23% ejournal.itn.ac.id https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir/article/download/2539/2319	●
INTERNET SOURCE		
16.	0.22% lemlit.unpas.ac.id https://lemlit.unpas.ac.id/wp-content/uploads/2020/08/laporan_akhir_HARY_P...	●
INTERNET SOURCE		
17.	0.22% jtresda.ub.ac.id https://jtresda.ub.ac.id/index.php/jtresda/article/download/486/371	●
INTERNET SOURCE		
18.	0.21% repositori.uma.ac.id https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/17225/1/168110008%20...	●
INTERNET SOURCE		
19.	0.18% jtresda.ub.ac.id https://jtresda.ub.ac.id/index.php/jtresda/article/download/629/451/3006	●
INTERNET SOURCE		
20.	0.17% www.tutorialkampus.com http://www.tutorialkampus.com/2019/06/sistem-parkir-kendaraan-tugas-kelom..	●



REPORT #22035887

INTERNET SOURCE		
21.	0.14% ojs.ukim.ac.id https://ojs.ukim.ac.id/index.php/manumata/article/download/921/677	●
INTERNET SOURCE		
22.	0.13% perpustakaan.ft.unram.ac.id https://perpustakaan.ft.unram.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&fid=1922&bid=86..	●
INTERNET SOURCE		
23.	0.12% eprints.undip.ac.id http://eprints.undip.ac.id/34661/5/1741_CHAPTER_II.pdf	●
INTERNET SOURCE		
24.	0.11% www.mendeley.com https://www.mendeley.com/catalogue/e626098e-74e0-34cd-b2af-e25f81377556/	●
INTERNET SOURCE		
25.	0.11% eprints.upj.ac.id https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/6486/11/11.%20bab%20IV.pdf	●
INTERNET SOURCE		
26.	0.1% media.neliti.com https://media.neliti.com/media/publications/554698-analisis-banjir-faktor-peny...	●
INTERNET SOURCE		
27.	0.1% jurnal.yudharta.ac.id https://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/konstruksi/article/download/3399/22..	● ●
INTERNET SOURCE		
28.	0.09% media.neliti.com https://media.neliti.com/media/publications/270056-analisa-debit-air-menggun...	●
INTERNET SOURCE		
29.	0.09% repositori.unsil.ac.id http://repositori.unsil.ac.id/12087/7/7.%20BAB%20II.pdf	●
INTERNET SOURCE		
30.	0.08% jurnal.uns.ac.id https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/download/44177/28023	●
INTERNET SOURCE		
31.	0.08% jurnalpengairan.ub.ac.id https://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/download/342/299/1081	●



REPORT #22035887

INTERNET SOURCE		
32. 0.07%	repository.ar-raniry.ac.id https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/13061/1/Rian%20Maulana%2C%2015..	●
INTERNET SOURCE		
33. 0.07%	eprints.umm.ac.id http://eprints.umm.ac.id/1691/50/BAB%202.pdf	● ●
INTERNET SOURCE		
34. 0.06%	repository.mercubuana.ac.id https://repository.mercubuana.ac.id/52331/1/01%20COVER.pdf	●
INTERNET SOURCE		
35. 0.06%	repositori.uma.ac.id https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/16250/1/148110115%20...	●
INTERNET SOURCE		
36. 0.04%	repository.uir.ac.id https://repository.uir.ac.id/4394/6/BAB%20III.pdf	●
INTERNET SOURCE		
37. 0.03%	repository.upi.edu http://repository.upi.edu/105914/15/S_TS_1701505_Title.pdf	●