

KAJIAN PENGARUH PASANG SURUT SUNGAI JAWI TERHADAP ALIRAN DRAINASE DI PARIT AMPERA

Muhammad Nazarudin¹⁾ Kartini²⁾, Umar³⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Sipil Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak

^{2,3)}Dosen Teknik Sipil Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak

ABSTRAK

Saluran drainase merupakan pekerjaan yang rumit dan kompleks, serta memerlukan biaya, waktu dan tenaga khusus. Kawasan di sekitar Parit Ampera (muara parit Sungai Jawi) dipengaruhi oleh pasang surut dan intensitas curah hujan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pasang surut Sungai Jawi terhadap aliran drainase Parit Ampera. Analisa data dilakukan dengan software HEC-RAS sebagai alat bantu pemodelan aliran drainase yang ada, untuk menampilkan tampang lintang dan memanjang, kurva ukur debit, gambar perspektif alur, atau hidrograf. Penelitian dilakukan pada saat kondisi tanpa hujan, serta saat hujan maksimum periode ulang 2 Tahun dan 5 Tahun. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa, analisa hidrologi distribusi frekuensi curah hujan harian maksimum yang dipakai, nilainya relatif sama untuk satu kawasan. Hasil analisa model, diperoleh elevasi muka air maksimum saat kondisi hujan maksimum dan pasang tertinggi terjadi di satu waktu. Secara keseluruhan kinerja Parit Ampera masih dapat berfungsi dengan baik. Hal ini dapat dilihat pada saat kondisi tanpa hujan dan saat hujan periode ulang 2 Tahun, Parit Ampera tidak mengalami genangan yang mencapai jalan raya.

Kata kunci: *drainase, pasang surut, hujan, HEC-RAS, banjir*

ABSTRACT

Drainage channels are complex and complex work, and require special costs, time and energy. The area around Ampera ditch (estuary of Sungai Jawi ditch) is influenced by tides and high intensity of rainfall. This study aims to examine the tidal effects of the Jawi River on Ampera Trench drainage flow. Data analysis was performed with HEC-RAS software as an existing drainage flow modeling tool, to display cross section and display, discharge measuring curve, groove perspective image, or hydrograph. The study was carried out during conditions without rain, and when the maximum rainfall period is 2 years and 5 years. The results of the study show that, the hydrological analysis of the maximum daily rainfall frequency distribution used, the value is relatively the same for one region. The results of the model analysis, obtained maximum water level elevation when the maximum rain conditions and highest tides occur at one time. Overall the performance of the Ampera Trench can still function properly. This can be seen in conditions without rain and when it rains for a return period of 2 years, Ampera ditch does not experience inundation that reaches the highway.

Keywords: *drainage, tides, rain, HEC-RAS, flood*

I. PENDAHULUAN

Sistem drainase merupakan serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004).

Drainase merupakan pekerjaan yang rumit dan kompleks serta memerlukan biaya, waktu dan tenaga yang dialokasikan secara khusus. Kualitas manajemen suatu kota dapat dilihat dari kualitas sistem drainase yang ada. Sistem drainase yang baik dapat membebaskan kota dari genangan, memperbaiki kualitas lingkungan dan mencegah penyebaran penyakit melalui air.

Kawasan disekitar Parit Ampera terutama di muara parit (Sungai Jawi) ini juga dipengaruhi oleh pasang surut dan intensitas curah hujan yang tinggi. Apabila terjadi hujan bersamaan dengan

pasang surut maka di sekitar kawasan Parit Ampera akan terjadi genangan. Masalah yang terjadi di Parit Ampera ini disebabkan oleh naiknya permukaan air di Sungai Jawi. Selain itu saluran drainase sebagai tempat penampungan air yang berlebihan juga belum dapat berfungsi dengan baik.

Menurut Pariwono (1989), fenomena pasang surut diartikan sebagai naik turunnya muka laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Sedangkan menurut Dronkers (1964), pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama matahari, bumi dan bulan.

Dalam upaya mendukung pembangunan yang terintegrasi terutama dalam hal penyediaan saluran pembuangan/drainase, maka diperlukan keterlibatan semua pihak dan juga instansi teknis terkait. Mengingat pentingnya hal tersebut sebagai tahap awal, maka dalam penelitian tugas akhir penyusunan Kajian Pengaruh Pasang Surut Sungai Jawi terhadap Aliran Drainase di Parit Ampera ini mencoba untuk mengkaji perilaku dari aliran Parit Ampera yang ada serta diharapkan hasil studi ini dapat menghasilkan usulan-usulan untuk perbaikan alur parit tersebut, sehingga wilayah Ampera dapat terhindar dari bahaya bencana banjir serta diharapkan nantinya dapat berguna menjadi pedoman pelaksanaan pada pekerjaan konstruksi di lapangan. Penelitian ini juga dibantu dengan menggunakan *software Hydrologic Engineering Center – River Analysis System (HEC-RAS)* versi 5.0.5 yang merupakan program aplikasi model hidrodinamik satu dimensi khususnya aliran permanen maupun tak-permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*) untuk membantu mempermudah dalam memodelkan aliran di sungai.

Tujuan yang ingin dicapai yaitu Mengkaji pengaruh pasang surut Sungai Jawi terhadap aliran drainase Parit Ampera; Mengkaji kombinasi pasang surut dan curah hujan terhadap kejadian banjir di kawasan Jalan M.Yamin, Jalan Harapan Jaya dan Jalan Ampera; serta Mengkaji kinerja saluran Parit Ampera berdasarkan hasil penilaian kondisi jaringan drainase.

II. METODOLOGI DAN PUSTAKA

Beberapa teori yang digunakan sebagai dasar dalam penelitian ini antara lain drainase perkotaan, pasang surut, hidrologi, hidrolika dan hidrodinamika

Drainase Perkotaan

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan; Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan bahwa pengertian drainase adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air penerima. Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya).

Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu (Hasmar, 2012). Pengertian drainase

tidak terbatas pada teknik pembuangan air yang berlebihan namun lebih luas lagi menyangkut keterkaitannya dengan aspek kehidupan yang berada di dalam kawasan perkotaan. Drainase perkotaan awalnya tumbuh dari kemampuan manusia mengenali lembah-lembah sungai yang mampu mendukung kebutuhan pokok hidup yang berupa ketersediaan air bagi keperluan rumah tangga, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan kebutuhan sosial budaya.

Menurut Azwaruddin (2008), dengan adanya suatu sistem drainase di perkotaan maka akan diperoleh banyak manfaat pada kawasan perkotaan yang bersangkutan, yaitu akan semakin meningkatnya kesehatan, kenyamanan dan keasrian daerah permukiman khususnya dan daerah perkotaan pada umumnya, dan dengan tidak adanya genangan air, banjir dan pembuangan limbah yang tidak teratur, maka kualitas hidup penduduk di wilayah bersangkutan akan menjadi lebih baik sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan ketentraman seluruh masyarakat.

Menurut Fadlan (2016), sumber daya air yang berharga biasa menjadi bahaya bagi manusia. Hal ini terjadi bila air yang mengalir berlebihan akan mengakibatkan banjir yang dapat menimbulkan ancaman kerusakan bangunan atau daerah-daerah sekitarnya. Begitupun sebaliknya bila terjadi kekurangan air, maka dapat menyebabkan kondisi / keadaan alam yang kurang menguntungkan dan bangunan menjadi tidak ekonomis.

Pengertian drainase kota pada dasarnya telah diatur dalam SK Menteri PU 239 Tahun 1987, dimana yang dimaksud drainase kota adalah jaringan pembuangan air yang berfungsi mengeringkan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai yang melintas di dalam kota. Sedangkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan; Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan bahwa pengertian drainase perkotaan adalah drainase di wilayah kota yang berfungsi mengelola/mengendalikan air permukaan, sehingga tidak mengganggu dan/atau merugikan masyarakat.

Menurut Suripin (2004), drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu

daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut.

Beberapa contoh model tata letak jalur saluran yang dapat diterapkan dalam perencanaan drainase sebagai berikut:

- a) Pola Alamiah
Letak *conveyor drain* ada dibagian terendah (lembah) dari suatu daerah (alam) yang efektif berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada (*collector drain*)
- b) Pola Siku
Conveyor drain terletak dibagian terendah (lembah), sedangkan *collector drain* dibuat tegak *conveyor drain*.
- c) Pola Paralel
Collector drain menampung debit air yang lebih kecil. *Collector drain* dibuat sejajar satu sama lain dan kemudian debit air yang lebih kecil masuk ke *conveyor drain*.
- d) Pola *Grid Iron*
Beberapa *interceptor drain* dibuat sejajar satu sama lain, kemudian ditampung di *collector drain* untuk selanjutnya masuk ke dalam *conveyor drain*.
- e) Pola Radial
Satu daerah genangan dikeringkan melalui beberapa *collector drain* dari satu titik menyebar ke segala arah (sesuai dengan topografi daerah).
- f) Pola Jaring-jaring
Untuk mencegah terjadinya pembebanan aliran di suatu daerah terhadap daerah lainnya, maka dapat dibuat beberapa *interceptor drain* yang kemudian ditampung ke dalam saluran *collector drain* dan selanjutnya dialirkan menuju saluran *conveyor drain*.

Pasang Surut

Pasang surut merupakan salah satu gejala alam yang tampak di laut, yakni suatu gerakan vertikal partikel massa air laut dari permukaan sampai bagian terdalam dari dasar laut. Gerakan tersebut dipengaruhi gravitasi bumi dan bulan, bumi dan matahari, atau bumi dengan bulan dan matahari. Pasang surut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal, yakni dorongan ke arah luar pusat rotasi. Hukum gravitasi Newton menyatakan, semua massa benda tarik menarik satu sama lain dan gaya ini tergantung pada besar massanya, serta jarak di antara massa tersebut. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa, tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meski massa bulan lebih kecil dari massa matahari tetapi jarak bulan ke bumi jauh lebih kecil, sehingga gaya tarik bulan terhadap bumi pengaruhnya lebih besar dibanding matahari terhadap bumi.

Periode pasang surut adalah waktu antara puncak atau lembah gelombang ke puncak atau lembah gelombang berikutnya. Harga periode pasang surut bervariasi antara 12 jam 25 menit hingga 24 jam 50 menit (Setiawan, 2006 dalam Surinati, 2007). Kejadian yang sebenarnya dari gerakan pasang surut air laut sangat berbelit-belit, sebab gerakan tersebut tergantung pula pada rotasi bumi, angin, arus laut dan keadaan-keadaan lain yang bersifat setempat. Gaya tarik gravitasi menarik air laut ke arah bulan dan matahari dan menghasilkan dua tonjolan (*bulge*) pasang surut gravitasional di laut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, yaitu sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari (Wardiyatmoko dan Bintarto, 1994 dalam Surinati, 2007). Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama.

Tipe pasang surut ini penting diketahui untuk studi sipil, mengingat bila di suatu lokasi dengan tipe pasang surut harian tunggal atau campuran condong harian tunggal terjadi pencemaran, maka dalam waktu kurang dari 24 jam, pencemar diharapkan akan tersapu bersih dari lokasi. Rentang pasang surut bergantung pada bentuk perairan dan konfigurasi lantai samudera.

Di perairan pantai, gerakan naik turunnya muka air akan menimbulkan terjadinya arus pasang surut. Jika muka air bergerak naik, maka arus mengalir masuk, sedangkan pada saat muka air bergerak turun, arus mengalir ke luar. Pengetahuan mengenai pasang surut diperlukan dalam pembangunan pelabuhan, bangunan di pantai dan lepas pantai, serta peringatan dini terhadap bencana banjir air pasang dan pola umum gerakan massa air (Nontji, 2005 dalam Surinati, 2007).

Hidrologi

Ilmu hidrologi secara umum diartikan sebagai ilmu yang mempelajari seluk-beluk air, kejadian, distribusi, sifat fisik dan sifat kimianya, serta pengaruhnya terhadap perilaku manusia dan lingkungan. Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup. Analisis hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh ketidakpastian siklus hidrologi, rekaman data dan kualitas data (Triatmodjo, 2010).

Menurut Harto (2000), data hujan yang akan digunakan dalam analisis hidrologi harus merupakan data yang mengandung kesalahan yang sekecil mungkin, karena menghilangkan sama sekali kesalahan adalah tidak mungkin. Hal tersebut harus dilakukan, karena besaran hujan merupakan masukan terpenting dalam analisis,

sehingga dapat dipahami, apabila kesalahan yang terbawa dalam data hujan terlalu besar, maka hasil analisispun juga diragukan, padahal akan digunakan sebagai acuan dalam perencanaan maupun perancangan.

Analisa Distribusi Curah Hujan

Maksud dan tujuan dari Penentuan Metode Analisa Distribusi Hujan yang paling sesuai adalah untuk menentukan metode analisa yang paling cocok digunakan dalam menentukan hujan periode ulang tertentu. Metode yang dimaksud adalah metode yang tercakup dalam distribusi kontinu, diantaranya Metode Distribusi Normal

Distribusi normal banyak digunakan dalam analisa hidrologi. Distribusi normal atau kurva normal ini biasanya disebut juga distribusi Gauss. Bentuk persamaan kurva frekuensi adalah :

$$X = X_{rata-rata} + t_p \cdot S \quad (1)$$

Dengan : X = nilai suatu kejadian dengan periode ulang T tahun

X_{rata-rata} = nilai rata-rata hitung kejadian-kejadian

S = simpangan baku (standar deviasi)

t_p = karakteristik dari distribusi probabilitas normal

Uji Deskriptor Statistik

Pengujian terhadap besaran statistik data (nilai koefisien kurtosis, nilai koefisien skewness, nilai koefisien variasi), yang akan dibandingkan dengan nilai tabel untuk dilihat apakah data yang kita gunakan mendekati parameter statistik acuan yang telah ditentukan dari salah satu metode yang ada.

Tabel 1. Nilai acuan uji deskriptor statistik dari beberapa metode

| Metode | Cv | C _k | C _s |
|------------------------|----------------------|---|--|
| Normal | $\frac{\sigma}{\mu}$ | 3 | 0 |
| Gumbel tipe I | $\frac{\sigma}{\mu}$ | 5.402 | 1.139 |
| Log Pearson Tipe III | 0.3 | $\left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{\text{Log}X_i - \text{Log}\bar{X}}{S} \right)^3 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$ | $\frac{n \sum (\text{Log}X_i - \text{Log}\bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\text{Log}X})^3}$ |
| Log Normal 2 Parameter | $\frac{\sigma}{\mu}$ | $Cv^4 + 6Cv^3 + 15Cv^2 + 16Cv + 3$ | $3Cv + Cv^3$ |
| Log Normal 3 Parameter | $\frac{\sigma}{\mu}$ | 3.8 | 0.702 |

Uji Chi-Kuadrat (t²)

Uji Chi-Kuadrat (t²) dilakukan dengan membagi data pengamatan menjadi beberapa sub bagian pengamatan dengan interval peluang tertentu, sesuai dengan pengguna inginkan. Kemudian peluang yang telah ditentukan tersebut dikompilasi dengan persamaan garis lurus dari

distribusi yang diuji, selanjutnya parameter t² dapat dihitung dengan rumus:

$$xh^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2)$$

Analisa Hujan Periode Ulang

Analisa data curah hujan, digunakan untuk memperkirakan metode yang memiliki persentase error lebih kecil daripada metode yang lainnya dan jika didapat hasil "diterima" semua, maka untuk analisa hujan digunakan

Digunakan Metode Normal, karena merupakan dasar dari semua pengujian (atau induk/basic). Jika diperoleh bahwa metode normal adalah metode yang paling sesuai untuk digunakan dalam mencari hujan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun (R₂, R₅, R₁₀, R₂₅, R₅₀ dan R₁₀₀).

Analisa Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Intensitas hujan didefinisikan sebagai curah hujan merata yang terjadi disuatu daerah dalam satuan waktu tertentu yang sesuai dengan waktu konsentrasi dan periode ulang tertentu.

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus **Mononobe**. Di dalam skripsi ini, intensitas hujan dicari dengan menggunakan Metode Mononobe. Asumsi yang digunakan yaitu untuk keadaan hujan dengan durasi (lamanya waktu) hujan yang relatif pendek. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

Dimana :

I = intensitas hujan selama durasi sesuai dengan periode ulang tertentu (mm/jam)

R₂₄ = curah hujan harian maksimum (mm) yang sesuai dengan periode ulang yang ditentukan

t = durasi hujan (jam)

m = 0,4 (berdasarkan hasil penelitian Suyono (2006), UGM, untuk wilayah Kalimantan)

Sebelum mencari Intensitas dengan Metode Mononobe ini, terlebih dahulu hitung nilai t dengan persamaan **Kirprich** sebagai berikut:

$$t_c = \left[\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right]^{0,385} \quad (4)$$

Dimana :

t_c = lama waktu konsentrasi

- L = panjang jarak titik terjauh didaerah sampai titik pengamat banjir (km)
 S = kemiringan rata-rata saluran utama

Analisa Debit

Menurut Soewarno (1995), debit (*discharge*) adalah volume aliran yang melalui suatu penampang melintang per satuan waktu. Biasanya dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m³/detik) atau liter per detik (l/detik).

Aliran adalah pergerakan air di dalam alur sungai. Pengukuran debit yang dilaksanakan di suatu pos duga air tujuannya terutama adalah untuk membuat lengkung debit dari pos duga air yang bersangkutan.

Debit banjir rancangan adalah debit besar tahunan yang diperkirakan dengan suatu proses kemungkinan ulang yang tertentu. Di dalam skripsi ini, metode yang digunakan untuk menghitung debit maksimum adalah Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder (HSS Snyder).

Penyajian hidrograf banjir dapat menggunakan metode penurunan hidrograf satuan dari hidrograf banjir tersebut terukur. Pada umumnya data yang digunakan untuk peramalan debit dengan menggunakan hidrograf satuan (*unit hydrograph*) menggunakan data debit terukur yang tercatat distasiun pencatat debit AWLR/PD dan data hujan dari stasiun pencatat ARR/RG.

Apabila data debit tidak tersedia maka hidrograf satuan tidak akan diperoleh. Melihat keterbatasan dan juga ketersediaan data tersebut maka dikembangkan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS), yaitu hidrograf yang didasarkan atas sintesis parameter-parameter aliran daerah sungai. Snyder (1938) mengusulkan prosedur untuk memperoleh hidrograf satuan sintetik (*synthetic unit hydrograph*) dengan menggunakan data hujan untuk kepentingan perancangan.

Snyder mengembangkan model dengan koefisien-koefisien empirik yang menghubungkan unsur hidrograf satuan dengan karakteristik DAS. Hal tersebut didasarkan translasi maupun tampungannya dapat dijelaskan dipengaruhi oleh sistem DAS-nya (Harto,1993).

Snyder beranggapan bahwa karakteristik DAS yang mempunyai pengaruh kuat terhadap hidrograf satuan sintetik adalah luas DAS, bentuk DAS, topografi, kemiringan saluran, kerapatan sungai, dan daya tampung saluran. Hidrograf satuan tersebut ditentukan dengan unsur yang antara lain adalah waktu puncak (Tp), debit puncak (Qp), waktu kelambatan (tp), dan waktu rencana (tr). Dengan cara Snyder dan Alexseyev akan dapat dibuat bentuk aliran sungai, berdasarkan data curah hujan yang telah dihitung dengan cara analisa frekuensi.

Dengan unsur-unsur tersebut diatas Snyder membuat model hidrograf satuan sintesis sebagai berikut:

$$t_p = C_t(L \times L_c)^{0,3}$$

$$q_p = 2,75 \frac{C_p}{t_p} \tag{6}$$

Dimana :

- tp = *time lag*/waktu kelambatan (jam), yaitu waktu antara titik berat hujan dan titik berat hidrograf
- L = panjang sungai (km)
- Lc = panjang sungai dari cek point sampai titik di sungai yang terdekat dengan titik berat daerah pengaliran (km)
- qp = puncak unit hidrograf yang diakibatkan oleh hujan setinggi 1 inci dengan durasi tr dinyatakan dalam (l/det)
- Cp dan Ct = koefisien yang tergantung dari *basic* karakteristik

Umumnya Ct dan Cp diambil dari hasil rekonstitusi *flood hydrograph* dengan cara *trial and error*.

Beberapa hasil perhitungan dan pengamatan, besarnya Ct dan Cp dapat diperkirakan dari luas daerah pengaliran (*catchment area*) seperti yang tercantum dalam tabel berikut:

Tabel 2. Harga Ct dan Cp untuk berbagai Luas *Catchment Area*

| Luas <i>Catchment Area</i> (km ²) | Ct | Cp |
|---|------|------|
| 0 – 50 | 1,10 | 0,69 |
| 50 – 300 | 1,25 | 0,63 |
| 300 | 1,40 | 0,56 |

Untuk mencari lamanya curah hujan efektif (te) dipengaruhi langsung oleh time log yang dinyatakan dalam bentuk persamaan:

$$t_e = \frac{t_p}{5,5} \tag{7}$$

dimana :

te = lamanya curah hujan efektif (jam)

Setelah te dan tp dihitung ternyata:

Bila te < tr : maka tp adalah benar

Bila te > tr : maka tp adalah salah

maka tp yang diperoleh harus dikoreksi sebagai berikut:

$$t'_p = t_p + 0,25(t_r - t_p), \text{ sehingga}$$

$$t_p = t'_p + 0,5t_r$$

Tp = *peak time*, yaitu waktu unit hidrograf mulai naik sampai dengan puncaknya (jam)

Dan karena intensitas hujan biasanya diambil untuk setiap jam, maka untuk mempermudah diambil tr = 1 jam. Dan untuk hujan 1 inci (25,4 mm) dengan luas daerah

pengaliran A (km²) akan diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$Qp = qp \cdot \frac{25,4}{1000} \cdot A \quad (8)$$

Dimana :

Qp = debit maksimum (m³/det)

Sebagai hubungan antara debit dengan waktu oleh Alexeyev digambarkan dengan persamaan: Q = f(x). dan jika Q sebagai ordinat (sumbu y), t sebagai absis (sumbu x), oleh Alexeyev bentuk persamaannya dapat dinyatakan dalam fungsi *exponential*, yaitu:

$$Y = 10^{-\alpha \frac{(1-x)^2}{x}} \quad (9)$$

nilai diperoleh dari persamaan berikut dengan h = tinggi hujan (1 jam):

$$\lambda = \frac{Qp \cdot t_p}{W} \quad (10)$$

dimana :

W = h.A.1000

A = luas daerah pengaliran

λ = bilangan Alexeyev

h = tinggi satuan hujan yang digunakan dalam hal ini 1 inci dinyatakan dalam mm

Hubungan antara titik x dan y ini oleh Alexeyev disusun dalam tabel yang didasarkan harga-harga . Dimana koefisien ditentukan melalui rumus: (12)

$$X = \frac{t}{t_p} \quad (13)$$

$$Y = \frac{Q}{Qp}$$

Hidrolika

Hidrolika merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang sifat-sifat dan hukum yang berlaku pada zat cair, baik dalam keadaan diam maupun bergerak atau mengalir (Chow, 1992).

Dalam hidrolidik dipelajari koefisien aliran yang diperoleh dari studi empiris. Kecepatan saluran rata-rata dihitung dengan rumus Chezy, Manning dan Strickler. Rumusnya adalah sebagai berikut:

Rumus Manning

Seorang ahli dari Islandia, *Robert Manning* mengusulkan rumus berikut ini:

$$C = \frac{1}{n} R^{2/3} \quad (14)$$

Dengan koefisien tersebut maka rumus kecepatan aliran menjadi:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/3} \quad (15)$$

Rumus ini dikenal dengan rumus *Manning*.

Dimana:

n = koefisien Manning dapat dilihat dari Tabel 3.

R = jari-jari hidrolis dalam m

A = profil basah saluran dalam m²

P = keliling basah dalam m

I = kemiringan dasar saluran

Tabel 3. Koefisien Kekasaran *Manning*

| Bahan | Koefisien Manning, n |
|---|----------------------|
| - Besi tuang dilapis | 0,014 |
| - Kaca | 0,010 |
| - Saluran beton | 0,013 |
| - Bata dilapis mortar | 0,015 |
| - Pasangan batu disemen | 0,025 |
| - Saluran tanah bersih | 0,022 |
| - Saluran tanah | 0,030 |
| - Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput | 0,040 |
| - Saluran pada galian batu padas | 0,040 |

Hidrodinamika

Hidrodinamika merupakan ilmu yang mempelajari tentang gerakan air dan gaya yang ditimbulkannya. Aliran Tunak (*Steady Flow*); Waktu sebagai kriteria. Aliran dalam saluran terbuka dikatakan **tunak** (*steady*) bila kedalaman aliran tidak berubah atau dapat dianggap konstan selama suatu selang waktu tertentu. Aliran dikatakan **tak tunak** (*unsteady*) bila kedalamannya berubah sesuai dengan waktu (Chow, 1992).

Perhitungan debit yang melewati suatu tampang menggunakan persamaan *Manning* dan tampang melintang saluran dibagi menjadi beberapa subdivisi atau pias antara lain saluran sebelah kiri, saluran utama dan saluran sebelah kanan.

Pemodelan Aliran Hidrodinamik

Adapun langkah-langkah pemodelan aliran dengan program HEC-RAS adalah:

1. Pembuatan *File Project*
Pemodelan atau hitungan hidraulika dengan HEC-RAS adalah membuat *file project*. Suatu model dalam HEC-RAS disimpan dalam sebuah *file project*.
2. Peniruan Geometri Saluran
Parameter geometri saluran yang dibutuhkan oleh program HEC-RAS adalah alur, tampang panjang dan lintang, kekasaran dasar (koefisien *Manning*), serta kehilangan energi di tempat perubahan tampang saluran (koefisien ekspansi dan kontraksi). HEC-RAS juga membutuhkan geometri struktur hidraulik yang ada di sepanjang saluran.
3. Peniruan Hidraulika (Data Aliran dan Syarat Batas)
Data aliran yang diperlukan dalam hitungan aliran tidak permanen (*unsteady flow*) adalah

- debit di batas hulu serta elevasi muka air di batas hilir.
4. Hitungan Hidraulika
Hitungan hidraulika lebih dikenal dengan istilah *running program* HEC-RAS
 5. Presentasi Hasil Hitungan
HEC-RAS menampilkan hasil hitungan dalam bentuk grafik atau tabel. Presentasi dalam bentuk grafik dipakai untuk menampilkan tampang lintang, tampang panjang (profil muka air sepanjang alur), kurva ukur debit, gambar perspektif alur, atau hidrograf (untuk hitungan aliran tak permanen). Presentasi dalam bentuk tabel dipakai untuk menampilkan hasil rinci berupa angka (nilai) variabel di lokasi / titik tertentu, atau laporan ringkas proses hitungan seperti kesalahan dan peringatan.

III. HASIL DAN ANALISA

Lokasi Penelitian ini berada di sepanjang Parit Jalan Ampera Kelurahan Sungai Bangkong, Kecamatan Pontianak Kota, Kota Pontianak. Untuk analisa hidrologi perlu diketahui batas-batas Daerah Tangkapan Hujan. Untuk mengetahui batas-batas Daerah Tangkapan Hujan maka digunakan Peta Topografi yang diperoleh dari hasil pengukuran data sekunder. Berdasarkan peta tersebut diketahui DAS masing-masing ruas parit yang dikaji.

Tabel 4. Rencana Ruas Parit Ampera dengan Luas dan Panjang

| No | STA | Luas (Km ²) | Panjang (m) | Muara |
|--------|-----------|-------------------------|-------------|-------------|
| | Hulu | | | |
| 1 | 3250 | 0.247 | | Sungai Jawi |
| 2 | 3000 | 0.223 | 250 | Sungai Jawi |
| 3 | 2750 | 0.184 | 250 | Sungai Jawi |
| 4 | 2500 | 0.177 | 250 | Sungai Jawi |
| 5 | 2250 | 0.184 | 250 | Sungai Jawi |
| 6 | 2000 | 0.152 | 250 | Sungai Jawi |
| 7 | 1750 | 0.170 | 250 | Sungai Jawi |
| 8 | 1500 | 0.147 | 250 | Sungai Jawi |
| 9 | 1250 | 0.192 | 250 | Sungai Jawi |
| 10 | 1000 | 0.154 | 250 | Sungai Jawi |
| 11 | 750 | 0.232 | 250 | Sungai Jawi |
| 12 | 500 | 0.195 | 250 | Sungai Jawi |
| 13 | 250 | 0.191 | 250 | Sungai Jawi |
| 14 | 0 (Hilir) | 0.264 | 250 | Sungai Jawi |
| Jumlah | | 2.712 | 3,250 | |

Analisa Hidrologi

Untuk Analisa Curah Hujan Kota Pontianak sendiri cukup digunakan data curah hujan dari Balai Wilayah Sungai Kalimantan I saja dikarenakan cakupan stasiun tersebut sudah cukup untuk mewakilkan data curah hujan di Kota Pontianak.

Untuk Data Hujan Bulanan dan Harian Maksimum diambil dari Data Balai Wilayah Sungai Kalimantan I yang paling terbaru dikeluarkan yakni digunakan data curah hujan 10 tahun terakhir mulai sejak tahun 2008 hingga tahun 2017.

Dalam Analisa Curah Hujan yang dipakai adalah hasil dari Analisa Curah Hujan Harian Maksimum yang didapat dari penjumlahan data curah hujan harian tiap 1 harian, 2 harian berturut-turut, 3 harian berturut-turut, dst. dalam bulan dan tahun yang sama. Kemudian direkapitulasi hasil data tersebut dan diambil nilai yang maksimum untuk tiap hujan harian pada setiap tahun yang ada.

Tabel 5. Rekapitulasi Data Curah Hujan Harian Maksimum Sta. PTK-11 Pontianak Tahun 2008-2017

| Tahun | 1 harian (mm) | 2 harian (mm) | 3 harian (mm) | 4 harian (mm) | 5 harian (mm) | 6 harian (mm) |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 2017 | 165.00 | 165.00 | 176.00 | 176.00 | 187.00 | 191.00 |
| 2016 | 85.00 | 122.00 | 148.00 | 170.00 | 217.00 | 225.00 |
| 2015 | 79.00 | 91.00 | 98.00 | 129.00 | 179.00 | 179.00 |
| 2014 | 155.00 | 170.00 | 183.00 | 186.00 | 186.00 | 257.00 |
| 2013 | 112.00 | 158.00 | 189.00 | 191.00 | 278.00 | 278.00 |
| 2012 | 118.00 | 164.00 | 204.00 | 204.00 | 274.00 | 274.00 |
| 2011 | 100.00 | 147.00 | 202.00 | 202.00 | 202.00 | 216.00 |
| 2010 | 129.00 | 142.00 | 162.00 | 190.00 | 225.00 | 245.00 |
| 2009 | 133.00 | 142.00 | 148.00 | 222.00 | 247.00 | 256.00 |
| 2008 | 109.00 | 132.00 | 189.00 | 199.00 | 219.00 | 229.00 |
| Jumlah | 1185.00 | 1433.00 | 1699 | 1869 | 2214 | 2350 |
| Rata-Rata | 118.50 | 143.30 | 169.90 | 186.90 | 221.40 | 235.00 |



Gambar 1. Curah hujan harian maksimum Sta. PTK-11 Pontianak

Hasil Uji Deskriptor Statistik

Pengujian terhadap besaran statistik data (nilai koefisien kurtosis, nilai koefisien skewness, nilai koefisien variasi), yang akan dibandingkan

dengan nilai tabel untuk dilihat apakah data yang kita gunakan mendekati parameter statistik acuan yang telah ditentukan dari salah satu metode yang ada.

Berikut adalah perhitungan parameter statistik untuk pengujian kecocokan menggunakan metode deskriptor statistik.

Tabel 6. Analisa data hujan gabungan

| No | Xi | Xi-X | (Xi-X) ² | (X-Xi) ³ | (Xi-X) ⁴ |
|----------------------|-----------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 79 | -39.500 | 1560.250 | -61629.875 | 2434380 |
| 2 | 85 | -33.500 | 1122.250 | -37595.375 | 1259445 |
| 3 | 100 | -18.500 | 342.250 | -6331.625 | 117135 |
| 4 | 109 | -9.500 | 90.250 | -857.375 | 8145 |
| 5 | 112 | -6.500 | 42.250 | -274.625 | 1785 |
| 6 | 118 | -0.500 | 0.250 | -0.125 | 0 |
| 7 | 129 | 10.500 | 110.250 | 1157.625 | 12155 |
| 8 | 133 | 14.500 | 210.250 | 3048.625 | 44205 |
| 9 | 155 | 36.500 | 1332.250 | 48627.125 | 1774890 |
| 10 | 165 | 46.500 | 2162.250 | 100544.625 | 4675325 |
| Jumlah | 1185.000 | 0.000 | 6972.500 | 46689.000 | 10327465.625 |
| Rata-rata (Y) | 118.500 | 0.000 | | | |
| SD | 27.834 | | | | |
| Cs | 0.301 | | Cs | 0.3007 | |
| Ck | 2.591 | | Ck | -0.5838 | |
| Cv | 0.235 | | | | |

Tabel 7. Analisa parameter logaritma

| No | Log Xi | Log Xi-Log X | (Log Xi-Log X) ² | (Log X-Log Xi) ³ | (Log Xi-Log X) ⁴ |
|----------------------|---------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 1.898 | -0.165 | 0.027 | -0.005 | 0.001 |
| 2 | 1.929 | -0.133 | 0.018 | -0.002 | 0.000 |
| 3 | 2.000 | -0.063 | 0.004 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 2.037 | -0.025 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 2.049 | -0.014 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 2.072 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 2.111 | 0.048 | 0.002 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 2.124 | 0.061 | 0.004 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 2.190 | 0.128 | 0.016 | 0.002 | 0.000 |
| 10 | 2.217 | 0.155 | 0.024 | 0.004 | 0.001 |
| Jumlah | 20.628 | 0.000 | 0.096 | -0.001 | 0.002 |
| Rata-rata (Y) | 2.063 | 0.000 | | | |
| SD | 0.103 | | | | |
| Cs | -0.129 | | Cs | -0.1293 | |
| Ck | 2.543 | | Ck | -0.6415 | |
| Cv | 0.050 | | | | |

Tabel 8. Nilai deskriptor statistik masing-masing metode

| Nilai Deskriptor Statistik Masing-Masing Metode | | | | | | |
|---|--------|---------------|----------------------|------------------------|------------------------|-------|
| Hasil Perhitungan | Normal | Gumbel Tipe I | Log Pearson Tipe III | Log Normal 2 Parameter | Log Normal 3 Parameter | |
| SD | 27.834 | 27.834 | 27.834 | 0.103 | 0.103 | 0.103 |
| Cs | 0.301 | 0 | 1.139 | -0.129 | 0.150 | 0.702 |
| Ck | 2.591 | 3 | 5.402 | 2.543 | 3.040 | 3.800 |
| Cv | 0.235 | 0.235 | 0.235 | 0.3 | 0.050 | 0.050 |

Tabel 9. Hasil perhitungan persen relatif error masing-masing metode

| Hasil Perhitungan Persen Relatif Error Masing-Masing Metode | | | | | | |
|---|--------|---------------|----------------------|------------------------|------------------------|--|
| Deskriptor Statistik | Normal | Gumbel Tipe I | Log Pearson Tipe III | Log Normal 2 Parameter | Log Normal 3 Parameter | |
| Cs | 0.00% | 73.60% | 332.51% | 99.91% | -57.16% | |
| Ck | 13.65% | 52.05% | 1.86% | -14.79% | -31.83% | |
| Cv | 0.00% | 0.00% | -21.71% | 368.81% | 368.81% | |
| Rata-rata | 4.55% | 41.88% | 104.22% | 151.31% | 93.27% | |

Dari tabel di atas, diambil keputusan bahwa berdasarkan pengujian deskriptor statistik, metode yang memiliki rata-rata persen relatif error

keseluruhan yang kecil adalah metode Distribusi Normal. Sehingga berdasarkan hasil pengujian deskriptor statistik metode ini adalah metode yang tepat. Namun agar hasil kajian tidak hanya mengacu pada satu hasil pengujian, selanjutnya dilakukan pengujian dengan metode chi kuadrat.

Hasil Uji Chi Kuadrat (t^2)

Uji Chi-Kuadrat (t^2) dilakukan dengan membagi data pengamatan menjadi beberapa sub bagian pengamatan dengan interval peluang tertentu, sesuai dengan pengguna inginkan. Kemudian peluang yang telah ditentukan tersebut dikompilasi dengan persamaan garis lurus dari distribusi yang diuji.

- Pengujian Metode Normal

Untuk pengujian metode normal dengan chi kuadrat (χ^2), ditentukan persamaan garis lurus dengan metode normal untuk data curah hujan gabungan yakni :

$$X = X_{rata-rata} + k.S$$

$$X = 118,5 + k . 27,834$$

Berdasarkan Tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss

Pada peluang **0,2, nilai k = 0,84**

0,4, nilai k = 0,25

0,6, nilai k = -0,25

0,8, nilai k = -0,84

Hasilnya seperti berikut:

Tabel 10. Pengujian metode distribusi normal

| Pengujian Metode Normal | | | | | | | |
|-------------------------|-----|---|--------------|-------|---|----------|---------|
| Metode Normal | X | = | Xrata-rata + | K | x | SD | |
| | X = | = | 118.500 + | K | x | 27.834 | |
| P=1-0,2=0,8 | X = | = | 118.500 + | -0.84 | x | 27.834 = | 95.120 |
| P=1-0,4=0,6 | X = | = | 118.500 + | -0.25 | x | 27.834 = | 111.542 |
| P=1-0,6=0,4 | X = | = | 118.500 + | 0.25 | x | 27.834 = | 125.458 |
| P=1-0,8=0,2 | X = | = | 118.500 + | 0.84 | x | 27.834 = | 141.880 |

Penentuan jumlah peluang dimaksudkan untuk penentuan batas interval kelas. Karena pada tugas ini membagi jumlah sub grup menjadi 5, maka batas interval kelasnya 5, dan jumlah peluang yang diambil adalah 4, yakni; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8.

Hasil dari perhitungan untuk tiap peluang pada Tabel 10, dijadikan batas interval untuk perhitungan pengujian dengan chi kuadrat, seperti tabel berikut:

Tabel 11. Hasil pengujian uji chi kuadrat dengan metode distribusi normal

| Metode | Peluang | X | Nilai Batas | Oi | Ei | (Oi - Ei) ² | h ² | Keputusan | dk | h ² tabel |
|--------|-------------|---------------|-------------------|----|----|------------------------|----------------|-----------|----|----------------------|
| Normal | P=1-0,2=0,8 | 95.120 | <95.120 | 2 | 2 | 0 | 0,00 | DITERIMA | 2 | 5,991 |
| | P=1-0,4=0,6 | 111.542 | 95.120 - 111.542 | 2 | 2 | 0 | 0,00 | | | |
| | P=1-0,6=0,4 | 125.458 | 111.542 - 125.458 | 2 | 2 | 0 | 0,00 | | | |
| | P=1-0,8=0,2 | 141.880 | 125.458 - 141.880 | 2 | 2 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | >141.880 | 2 | 2 | 0 | 0,00 | | | |
| | | Jumlah | | 10 | 10 | | 0,00 | | | |

Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan metode chi kuadrat (χ^2) didapatkan bahwa metode **Distribusi Normal** diterima.

Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa data hujan yang ada lebih cocok dianalisa dengan **Metode Distribusi Normal**.

Penentuan jumlah peluang dimaksudkan untuk penentuan batas interval kelas. Karena pada tugas ini membagi jumlah sub grup menjadi 5, maka batas interval kelasnya 5, dan jumlah peluang yang diambil adalah 4, yakni; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8.

Hasil dari perhitungan untuk tiap peluang pada Tabel 10, dijadikan batas interval untuk perhitungan pengujian dengan chi kuadrat, seperti tabel berikut:

Tabel 12. Hasil pengujian uji chi kuadrat dengan metode distribusi normal

| Metode | Peluang | X | Nilai Batas | O _i | E _i | (O _i - E _i) | f ² | Keputusan | dk | f ² tabel |
|--------|-------------|---------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------------|----------------|-----------|----|----------------------|
| Normal | P=1-0,2=0,8 | 95.120 | <95.120 | 2 | 2 | 0 | 0,00 | DITERIMA | 2 | 5,991 |
| | P=1-0,4=0,6 | 111.542 | 95.120 - 111.542 | 2 | 2 | 0 | 0,00 | | | |
| | P=1-0,6=0,4 | 125.458 | 111.542 - 125.458 | 2 | 2 | 0 | 0,00 | | | |
| | P=1-0,8=0,2 | 141.880 | 125.458 - 141.880 | 2 | 2 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | >141.880 | 2 | 2 | 0 | 0,00 | | | |
| | | Jumlah | | 10 | 10 | | 0,00 | | | |

Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan metode chi kuadrat (χ²) didapatkan bahwa metode **Distribusi Normal** diterima. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa data hujan yang ada lebih cocok dianalisa dengan Metode Distribusi Normal.

Mencari Hujan Periode Ulang

Bentuk persamaan kurva frekuensi yang diperoleh dari Metode Normal seperti berikut:

$$R = R_{rata-rata} + K_T \cdot S$$

$$R = 118,5 + (K_T \times 27,834)$$

$$R_2 = 118,5 + (0 \times 27,834) = 118,50 \text{ mm}$$

$$R_5 = 118,5 + (0,84 \times 27,834) = 141,88 \text{ mm}$$

$$R_{10} = 118,5 + (1,28 \times 27,834) = 154,13 \text{ mm}$$

$$R_{20} = 118,5 + (1,64 \times 27,834) = 164,15 \text{ mm}$$

$$R_{50} = 118,5 + (2,05 \times 27,834) = 175,56 \text{ mm}$$

$$R_{100} = 118,5 + (2,33 \times 27,834) = 183,35 \text{ mm}$$

Menghitung Intensitas Hujan (I)

Dari salah satu data yaitu pada STA.250 diperoleh

$$L = 0,25 \text{ km}$$

$$S = 0,00014$$

Sehingga ;

$$t_c = \left[\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right]^{0,484} = \left[\frac{0,87 \times 0,25^2}{1000 \times 0,00014} \right]^{0,484}$$

$$t_c = 0,695 \text{ jam} = 0,695 \text{ jam} \times \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ jam}} = 41,6889 \text{ menit}$$

Karena nilai t_c telah diketahui, kemudian dilanjutkan dengan menghitung Intensitas (I₂, I₅, I₁₀, I₂₀, I₅₀, I₁₀₀) sebagai berikut ;

- Untuk perhitungan intensitas hujan untuk periode ulang 2 tahun adalah :

$$I_2 = \frac{R_2}{24} \left[\frac{24}{t/60} \right]^{0,4} = \frac{118,5}{24} \left[\frac{24}{41,6889/60} \right]^{0,4}$$

$$= 20,363 \text{ mm/jam}$$

- Untuk perhitungan intensitas hujan untuk periode ulang 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun dihitung dengan cara yang sama.

Tabel 13. Intensitas Hujan Pada Periode Ulang 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 Tahun

| No. | Periode Ulang (Tahun) | R ₂₄ (mm) | t (jam) | Intensitas (mm/jam) |
|-----|-----------------------|----------------------|---------|---------------------|
| 1. | 2 | 118,50 | 0,695 | 20,363 |
| 2. | 5 | 141,88 | 0,695 | 24,381 |
| 3. | 10 | 154,13 | 0,695 | 26,485 |
| 4. | 20 | 164,15 | 0,695 | 28,207 |
| 5. | 50 | 175,56 | 0,695 | 30,168 |
| 6. | 100 | 183,35 | 0,695 | 31,507 |

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa besarnya intensitas curah hujan yang terjadi berbanding lurus dengan waktu/durasi/lamanya kejadian hujan atau dengan kata lain bahwa semakin besar angka/nilai intensitas curah hujan yang terjadi, maka waktu/durasi yang digunakan juga panjang. Hal inilah yang menjadi salah satu faktor penyebab masalah genangan yang terjadi di Parit Ampera.

Tabel 14. Hasil Analisa Intensitas CH Periode Ulang pada Parit Ampera

| Periode Ulang 2 tahun | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|
| t (menit) | R ₂ | 60 | 120 | 180 | 240 |
| Curah hujan 2 tahun (mm) | 118.5 | 17.60 | 13.34 | 11.34 | 10.11 |
| Tinggi Ch (mm) | 118.5 | 17.60 | 26.68 | 34.03 | 40.44 |
| Tinggi Ch Akumulatif Per jam (mm) | 118.5 | 17.60 | 9.08 | 7.35 | 6.41 |

| Periode Ulang 5 tahun | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|
| t (menit) | R ₅ | 60 | 120 | 180 | 240 |
| Curah hujan 5 tahun (mm) | 141.880 | 21.08 | 15.97 | 13.58 | 12.11 |
| Tinggi Ch (mm) | 141.880 | 21.08 | 31.95 | 40.74 | 48.42 |
| Tinggi Ch Akumulatif Per jam (mm) | 141.880 | 21.08 | 10.87 | 8.80 | 7.68 |

| Periode Ulang 10 tahun | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| t (menit) | R ₁₀ | 60 | 120 | 180 | 240 |
| Curah hujan 10 tahun (mm) | 154.1273 | 22.90 | 17.35 | 14.75 | 13.15 |
| Tinggi Ch (mm) | 154.1273 | 22.90 | 34.70 | 44.26 | 52.60 |
| Tinggi Ch Akumulatif Per jam (mm) | 154.1273 | 22.90 | 11.81 | 9.56 | 8.34 |

| Periode Ulang 20 tahun | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| t (menit) | R ₂₀ | 60 | 120 | 180 | 240 |
| Curah hujan 20 tahun (mm) | 164.147 | 24.38 | 18.48 | 15.71 | 14.01 |
| Tinggi Ch (mm) | 164.147 | 24.38 | 36.96 | 47.14 | 56.02 |
| Tinggi Ch Akumulatif Per jam (mm) | 164.147 | 24.38 | 12.58 | 10.18 | 8.88 |

| Periode Ulang 50 tahun | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| t (menit) | R ₅₀ | 60 | 120 | 180 | 240 |
| Curah hujan 50 tahun (mm) | 175.5594 | 26.08 | 19.76 | 16.81 | 14.98 |
| Tinggi Ch (mm) | 175.5594 | 26.08 | 39.53 | 50.42 | 59.91 |
| Tinggi Ch Akumulatif Per jam (mm) | 175.5594 | 26.08 | 13.45 | 10.89 | 9.50 |

| Periode Ulang 100 tahun | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| t (menit) | R ₁₀₀ | 60 | 120 | 180 | 240 |
| Curah hujan 100 tahun (mm) | 183.353 | 27.24 | 20.64 | 17.55 | 15.64 |
| Tinggi Ch (mm) | 183.353 | 27.24 | 41.28 | 52.65 | 62.57 |
| Tinggi Ch Akumulatif Per jam (mm) | 183.353 | 27.24 | 14.05 | 11.37 | 9.92 |

Hasil Analisa Debit Banjir (*Flood Analysis*)

Metoda perhitungan yang umum dipakai dalam menghitung debit banjir dari data curah hujan maksimum harian, kemudian dihitung debit banjirnya dengan Metoda Sintetik Unit Hidrograph menurut Snyder. Perhitungan banjir rencana dengan menggunakan metoda Hidrograph Satuan Sintetik dapat dilakukan jika 'time of rise to peak' dan 'peak discharge' diketahui. Alur perhitungan dalam analisa debit banjir disesuaikan seperti pada Bagian Analisa Debit. Dari hasil yang didapat dari analisa curah hujan maksimum tadi, kemudian dihitung debitnya seperti pada tabel berikut.

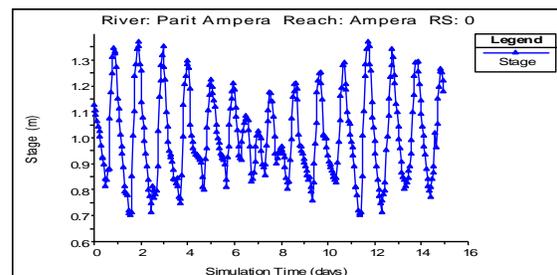
Tabel 15. Rekapitulasi Hasil Debit Banjir Parit Ampera

| | | STA. | | | | | |
|--------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 250 | 500 | 750 | 1000 | 1250 | 1500 |
| Luas (Km ²) | | 0.191 | 0.195 | 0.232 | 0.154 | 0.192 | 0.147 |
| Panjang (Km) | | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Qmax (m ³ /s) | 2 Tahun | 0.596 | 0.609 | 0.726 | 0.481 | 0.599 | 0.458 |
| Qmax (m ³ /s) | 5 Tahun | 0.714 | 0.730 | 0.869 | 0.575 | 0.717 | 0.549 |
| Qmax (m ³ /s) | 10 Tahun | 0.775 | 0.793 | 0.945 | 0.625 | 0.779 | 0.596 |
| Qmax (m ³ /s) | 20 Tahun | 0.826 | 0.844 | 1.006 | 0.666 | 0.830 | 0.635 |
| Qmax (m ³ /s) | 50 Tahun | 0.883 | 0.903 | 1.076 | 0.712 | 0.888 | 0.679 |
| Qmax (m ³ /s) | 100 Tahun | 0.922 | 0.943 | 1.124 | 0.743 | 0.927 | 0.709 |

| | | STA. | | | | | | |
|--------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1750 | 2000 | 2250 | 2500 | 2750 | 3000 | 3250 |
| Luas (Km ²) | | 0.170 | 0.152 | 0.184 | 0.177 | 0.184 | 0.223 | 0.247 |
| Panjang (Km) | | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Qmax (m ³ /s) | 2 Tahun | 0.532 | 0.475 | 0.575 | 0.555 | 0.576 | 0.698 | 0.771 |
| Qmax (m ³ /s) | 5 Tahun | 0.637 | 0.569 | 0.688 | 0.664 | 0.690 | 0.836 | 0.923 |
| Qmax (m ³ /s) | 10 Tahun | 0.692 | 0.618 | 0.748 | 0.721 | 0.749 | 0.908 | 1.003 |
| Qmax (m ³ /s) | 20 Tahun | 0.737 | 0.659 | 0.797 | 0.768 | 0.798 | 0.967 | 1.068 |
| Qmax (m ³ /s) | 50 Tahun | 0.789 | 0.704 | 0.852 | 0.822 | 0.853 | 1.035 | 1.142 |
| Qmax (m ³ /s) | 100 Tahun | 0.824 | 0.736 | 0.890 | 0.858 | 0.891 | 1.080 | 1.193 |

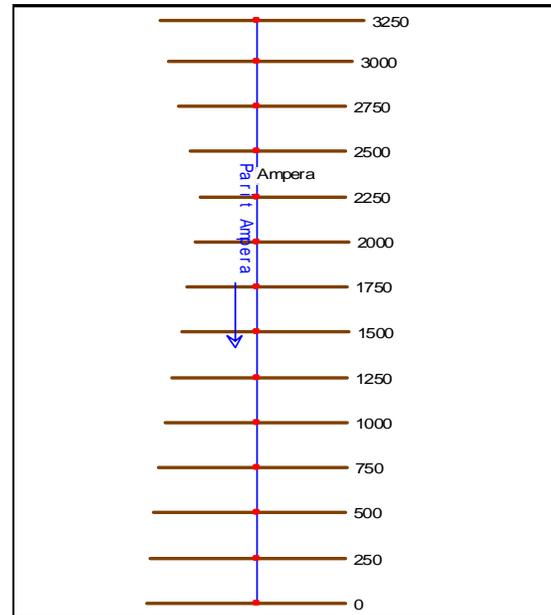
Analisa Pemodelan Hidrodinamik

Analisa Hidrolika Terapan dengan persamaan-persamaan yang ada dengan *running* program Analisa Hidrolika pada Pemodelan Hidrodinamika Saluran dengan bantuan salah satu *tool software Hydrologic Engineering Center River Analysis System (HEC-RAS Versi 5.0.5)*.



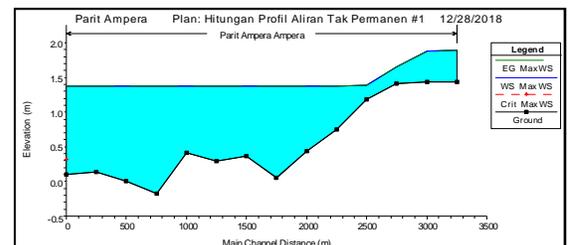
Gambar 2. Stage hydrograph segmen hilir akibat pasang surut Sungai Jawi

Pada Gambar 2, dapat dilihat grafik pasang surut Sungai Jawi yang mempengaruhi aliran drainase di Parit Ampera. Dengan elevasi pasang tertinggi sebesar 1,37 m, serta surut terendah sebesar 0,70 m.

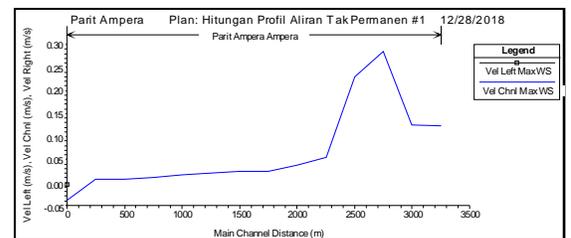


Gambar 3. Layout model HEC-RAS Parit Ampera

A. Kondisi Tanpa Hujan

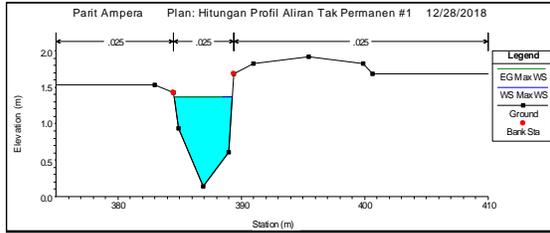


Gambar 4. Profil muka air sepanjang Parit Ampera dengan kondisi tanpa hujan jika muara kondisi pasang



Gambar 5. Diagram kecepatan (V) sepanjang Parit Ampera dengan kondisi tanpa hujan jika muara kondisi pasang

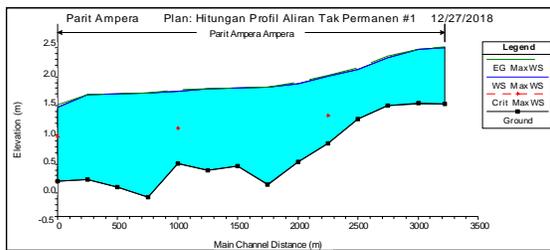
Berikut ini salah satu contoh *cross section* hasil *running* program HEC-RAS yaitu pada STA. 250



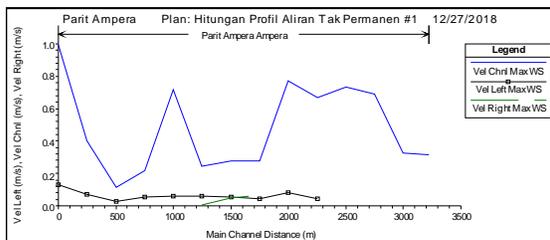
Gambar 6. Cross section dari data hasil pengukuran di segmen (RS.250) dengan kondisi tanpa hujan jika muara kondisi pasang

Pada Gambar diatas, dapat dilihat bahwa perbedaan elevasi air di segmen (RS.250) ini sebesar 16 cm dari elevasi tanah asli.

B. Kondisi Hujan Saat Periode Ulang 2 Tahun

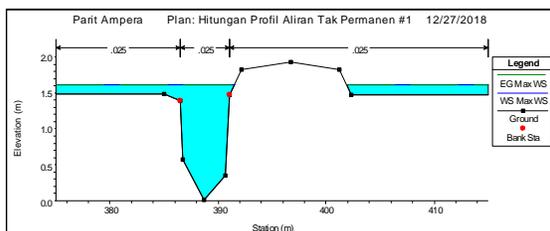


Gambar 7. Profil muka air sepanjang Parit Ampera akibat banjir maksimum periode ulang 2 Tahun jika muara kondisi pasang



Gambar 8. Diagram kecepatan (V) sepanjang Parit Ampera akibat banjir maksimum periode ulang 2 Tahun jika muara kondisi pasang

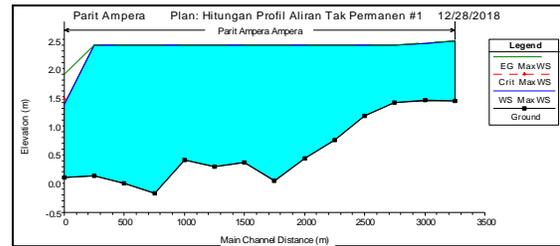
Berikut ini salah satu contoh *cross section* hasil *running program HEC-RAS* yaitu pada STA. 500



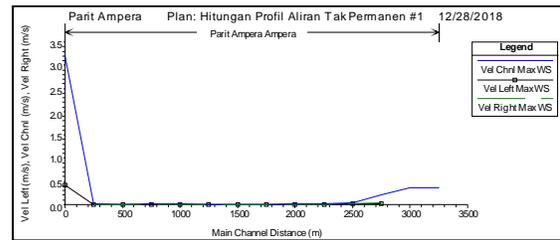
Gambar 9. Cross section dari data hasil pengukuran di segmen (RS.500) akibat banjir maksimum periode ulang 2 Tahun jika muara kondisi pasang

Pada Gambar diatas, dapat dilihat bahwa elevasi air di segmen (RS.500) ini lebih tinggi dari elevasi tanah asli, yaitu setinggi 12 cm.

C. Kondisi Hujan Saat Periode Ulang 5 Tahun

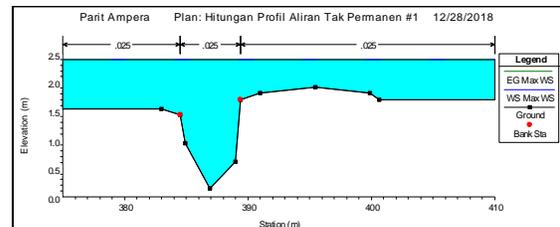


Gambar 10. Profil muka air sepanjang Parit Ampera akibat banjir maksimum periode ulang 5 Tahun jika muara kondisi pasang



Gambar 11. Diagram kecepatan (V) sepanjang Parit Ampera akibat banjir maksimum periode ulang 5 Tahun jika muara kondisi pasang

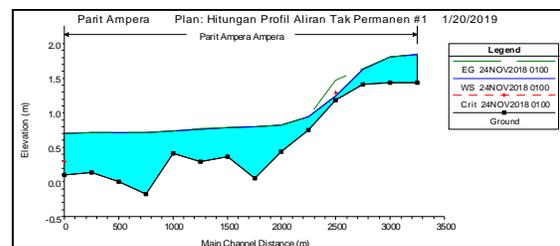
Berikut ini salah satu contoh *cross section* hasil *running program HEC-RAS* yaitu pada STA. 250



Gambar 12. Cross section dari data hasil pengukuran di segmen (RS.250) akibat banjir maksimum periode ulang 5 Tahun jika muara kondisi pasang

Pada Gambar diatas, dapat dilihat bahwa elevasi air di segmen (RS.250) ini lebih tinggi dari elevasi jalan, yaitu setinggi 47 cm.

D. Kondisi Tanda Hujan dan Surut

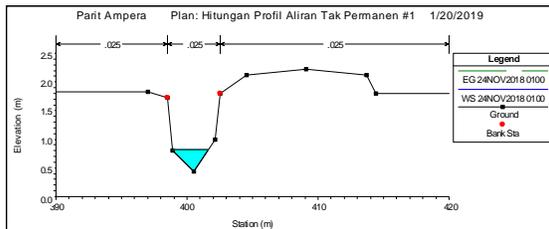


Gambar 13. Profil muka air sepanjang Parit Ampera dengan kondisi tanpa hujan dan muara sedang surut



Gambar 14. Diagram kecepatan (V) sepanjang Parit Ampera dengan kondisi tanpa hujan dan muara sedang surut

Berikut ini salah satu contoh *cross section* hasil *running program HEC-RAS* yaitu pada STA. 2000



Gambar 15. *Cross section* dari data hasil pengukuran di segmen (RS.2000) dengan kondisi tanpa hujan dan muara sedang surut

Pada Gambar diatas, dapat dilihat bahwa elevasi air di STA.2000 ini masih jauh dari elevasi tanah asli di tepi saluran, yaitu elevasinya 0,38 cm dari dasar saluran.

Berikut ini rekapan kondisi hasil simulasi model menggunakan HEC-RAS di Parit Ampera pada kondisi tanpa hujan, hujan periode ulang 2 Tahun dan hujan periode ulang 5 Tahun.

Tabel 15. Rekapitulasi Elevasi Muka Air Maksimum pada Parit Ampera

| STA. | Elevasi Dasar (m) | Elevasi Muka Air Maksimum (m) | | |
|------|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | Tanpa Hujan | Hujan Periode Ulang 2 Tahun | Hujan Periode Ulang 5 Tahun |
| 0 | 0.105 | 1.370 | 1.370 | 1.370 |
| 250 | 0.140 | 1.370 | 1.592 | 2.395 |
| 500 | 0.010 | 1.370 | 1.608 | 2.395 |
| 750 | -0.170 | 1.370 | 1.613 | 2.395 |
| 1000 | 0.410 | 1.370 | 1.649 | 2.395 |
| 1250 | 0.290 | 1.370 | 1.695 | 2.395 |
| 1500 | 0.370 | 1.371 | 1.706 | 2.395 |
| 1750 | 0.050 | 1.371 | 1.718 | 2.395 |
| 2000 | 0.440 | 1.371 | 1.781 | 2.395 |
| 2250 | 0.750 | 1.372 | 1.904 | 2.395 |
| 2500 | 1.180 | 1.389 | 2.027 | 2.395 |
| 2750 | 1.410 | 1.650 | 2.227 | 2.401 |
| 3000 | 1.440 | 1.877 | 2.371 | 2.428 |
| 3250 | 1.430 | 1.891 | 2.406 | 2.469 |

Tabel 16. Rekapitulasi Kecepatan Aliran yang terjadi pada Parit Ampera

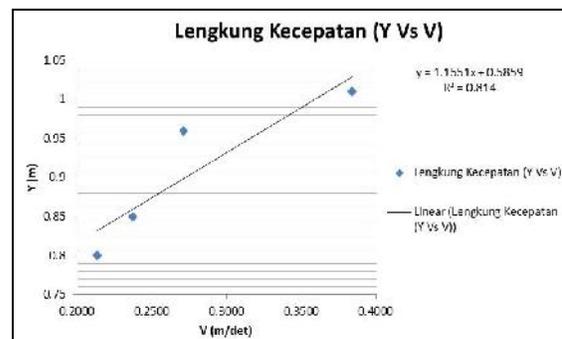
| STA. | Kecepatan (m/s) | | |
|------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Tanpa Hujan | Hujan Periode Ulang 2 Tahun | Hujan Periode Ulang 5 Tahun |
| 0 | -0.039 | 0.994 | 3.201 |
| 250 | 0.006 | 0.400 | 0.012 |
| 500 | 0.007 | 0.112 | 0.009 |
| 750 | 0.011 | 0.215 | 0.010 |
| 1000 | 0.017 | 0.719 | 0.011 |
| 1250 | 0.021 | 0.246 | 0.009 |
| 1500 | 0.024 | 0.279 | 0.009 |
| 1750 | 0.024 | 0.276 | 0.009 |
| 2000 | 0.037 | 0.769 | 0.011 |
| 2250 | 0.054 | 0.667 | 0.013 |
| 2500 | 0.230 | 0.734 | 0.036 |
| 2750 | 0.284 | 0.690 | 0.205 |
| 3000 | 0.124 | 0.325 | 0.365 |
| 3250 | 0.123 | 0.315 | 0.353 |

Kalibrasi Model

Kalibrasi model dilakukan untuk pengecekan model yang telah dilakukan, dengan cara melakukan pengukuran kecepatan aliran di lapangan dan membandingkannya dengan hasil yang ada di model. Berikut ini perhitungan pada STA. 3000 berdasarkan data yang didapatkan di lapangan.

Tabel 17. Rekapitulasi Pengukuran Kedalaman dan Kecepatan

| No | Y (m) | V (m/det) | Q (m ³ /det) |
|----|-------|-----------|-------------------------|
| 1 | 0.8 | 0.2132 | 0.4063 |
| 2 | 0.85 | 0.2369 | 0.4894 |
| 3 | 0.96 | 0.2710 | 0.6573 |
| 4 | 1.01 | 0.3839 | 0.9949 |



Gambar 16. Grafik Lengkung kecepatan (Y vs V)

Hasil analisa dari kalibrasi model HEC-RAS dapat dilihat berikut ini:

⇒ Kondisi Hujan Saat Periode Ulang 2 Tahun

Pada model HEC-RAS yang sudah ada, saat kondisi terjadinya curah hujan maksimum dan pasang tertinggi pada Sungai Jawi, dapat dilihat :

V = 0.325 m/detik

Y = 0.93075 m

Jika dilakukan perhitungan berdasarkan Grafik Lengkung kecepatan,

saat $V = 0.325$ m/detik, maka :

$$Y = 1.1551 (0.325) + 0.5859 \\ = 0.96131 \text{ m}$$

⇒ Kondisi Hujan Saat Periode Ulang 5 Tahun

Pada model HEC-RAS yang sudah ada, saat kondisi terjadinya curah hujan maksimum dan pasang tertinggi pada Sungai Jawi, dapat dilihat :

$$V = 0.365 \text{ m/detik}$$

$$Y = 0.98834 \text{ m}$$

Jika dilakukan perhitungan berdasarkan Grafik Lengkung kecepatan,

saat $V = 0.365$ m/detik, maka :

$$Y = 1.1551 (0.365) + 0.5859 \\ = 1.00751 \text{ m}$$

Dari hasil perbandingan pengukuran kecepatan di lapangan dan kecepatan di model menunjukkan hasil yang sangat mendekati. Sehingga pemodelan HEC-RAS yang telah dilaksanakan dari penelitian ini sama seperti yang terjadi di lapangan.

Kesimpulan

1. Parit Ampera merupakan saluran sekunder yang berada di Jalan Ampera Kelurahan Sungai Bangkong, Kecamatan Pontianak Kota, Kota Pontianak. Parit Ampera memiliki sistem saluran secara terbuka dengan dimensi penampang yang relatif sama, karena sepanjang Parit Ampera sudah di bangun pasangan batu. Parit Ampera ini dipengaruhi oleh pasang surut yang berasal dari Sungai Jawi. Untuk kondisi pasang tertinggi mencapai 1,37 m dan kondisi air surut terendah pada 0,70 m.
2. Berdasarkan analisa menggunakan aplikasi HEC-RAS dengan data pengukuran lapangan, pasang surut dalam 15 hari dan analisa curah hujan.
 - Pada kondisi tanpa hujan dan sedang terjadinya pasang tertinggi, elevasi muka air masih di bawah penampang saluran yang berarti kapasitas air nya masih dapat di tampung dalam penampang eksisting Parit Ampera. Namun pada segmen hilir, muka airnya sudah hampir melebihi kapasitas penampang Parit Ampera.
 - Pada kondisi saat terjadi hujan maksimum periode ulang 2 Tahun dan terjadinya pasang tertinggi, elevasi muka air sudah ada yang melebihi kapasitas penampang Parit Ampera, khususnya yang berada di hilir. Namun, pada kondisi ini hanya mengalami genangan di lahan warga tetapi belum sampai mengenai jalan raya.
 - Pada kondisi saat terjadi hujan maksimum periode ulang 5 Tahun dan terjadinya pasang tertinggi, elevasi muka air sudah ada yang melebihi kapasitas penampang Parit Ampera, yaitu pada STA.250 hingga STA.2000 dengan tinggi genangan 0,17 m – 0,47 m di atas jalan raya.

3. Secara keseluruhan kinerja Parit Ampera masih dapat berfungsi dengan baik. Hal ini dapat dilihat pada saat kondisi tanpa hujan dan saat hujan yang terjadi hingga kini, Parit Ampera tidak mengalami genangan yang mencapai jalan raya. Hanya saja Parit Ampera terkadang mengalami genangan pada tanah asli (lahan warga) yang cukup mengganggu masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwaruddin. 2008. Pemahaman Umum Drainase [online]. Tersedia:
<http://azwaruddin.blogspot.com/2008/05/pemahaman-umum-drainase.html> diakses tanggal 22 Agustus 2018
- Chow, Ven Te. 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Penerbit Erlangga, Jakarta
- Dronkers, J. J. 1964. *Tidal Computations in Rivers and Coastal Waters*. North-Holland Publishing Company. Amsterdam
- Fadlan. 2016. *Analisis Genangan Banjir Sungai Salu Uro Kabupaten Luwu Utara*. Fakultas MIPA. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Harto, Sri. 1993. *Analisis Hidrologi*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Harto, Sri. 2000. *Hidrologi (Teori, Masalah dan Penyelesaiannya)*. Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Hasmar, H. A. Halim 2012. *Drainase Perkotaan, Cetakan Kedua*. UII Pres Yogyakarta (Anggota IKAPI)
- Pariwono, J. I. 1989. *Gaya Penggerak Pasang Surut*. Dalam Pasang Surut, Ed. Ongkosongo, O.S.R. dan Suyarso, P30-LIPI, Jakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan; Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan.
- SK Menteri PU 239 Tahun 1987 Tentang Drainase Kota
- Soewarno. 1995. *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data*, Penerbit Nova: Bandung
- Soewarno. 2000. *Hidrologi Operasional Jilid Kesatu*, Penerbit PT. Aditya Bakti: Bandung
- Surinati, D. 2007. *Pasang Surut dan Energinya*. [Jurnal] Oseana 32(1) ISSN 0216-1877
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI Offset, Yogyakarta.
- Suyono. 2006. *Hidrologi Dasar*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset: Yogyakarta