

**EVALUASI DAN PENGEMBANGAN JARINGAN IRIGASI RAWA  
PASANG SURUT TERHADAP POLA OPERASI PINTU AIR  
D.I.R PEMATANG LIMAU KABUPATEN SERUYAN**

**TESIS**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK PENGAIRAN  
MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Magister Teknik



**HAIRIN NOOR  
NIM. 156060400011018**

**PROGRAM MAGISTER DAN DOKTOR  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2017**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**TESIS**

**EVALUASI DAN PENGEMBANGAN JARINGAN IRIGASI RAWA  
PASANG SURUT TERHADAP POLA OPERASI PINTU AIR  
D.I.R PEMATANG LIMAU KABUPATEN SERUYAN**



**HAIRIN NOOR**  
**NIM. 156060400011018**

telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 27 Nopember 2017  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat  
untuk memperoleh gelar Magister Teknik

**Komisi Pembimbing,**

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

**Prof. Dr. Ir. Suhardjono, MPd. Dipl. HE**  
NIP. 19460323 197009 1 001

**Dr. Eng. Tri Budi Prayogo, ST, MT**  
NIP. 19720320 199512 1 001

Malang, 27 Nopember 2017

Universitas Brawijaya  
Fakultas Teknik Jurusan Pengairan  
Ketua Program Magister Teknik Pengairan

**Dr. Eng. Donny Harisuseno, ST, MT**  
NIP. 19750227 199903 1 001



## **IDENTITAS TIM PENGUJI TESIS**

JUDUL TESIS:

**EVALUASI DAN PENGEMBANGAN JARINGAN IRIGASI RAWA  
PASANG SURUT TERHADAP POLA OPERASI PINTU AIR  
D.I.R PEMATANG LIMAU KABUPATEN SERUYAN**

Nama Mahasiswa : Hairin Noor  
NIM : 156060400011018  
Program Studi : Magister Teknik Pengairan  
Minat : Manajemen Sumber Daya Air (MSDA)

### **KOMISI PEMBIMBING**

Ketua : Prof. Dr. Ir. Suhardjono, MPd. Dipl.HE  
Anggota : Dr. Eng. Tri Budi Prayogo, ST. MT

### **TIM DOSEN PENGUJI**

Dosen Penguji 1 : Ir. Moch. Sholichin, MT. Ph.D  
Dosen Penguji 2 : Dr. Very Dermawan, ST. MT

Tanggal Ujian : 27 Nopember 2017  
SK Penguji : Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya Nomor: 1603 Tahun 2017



## **PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Tesis ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Tesis dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 24 Nopember 2017

Mahasiswa,

**HAIRIN NOOR**

**NIM. 156060400011018**



***Karya ilmiah ini kutujukan kepada;***

*Kedua Almarhum Orang Tuaku Ayahanda, HM. Jisni dan Ibunda Sumiati  
Ibu Mertuaku Hj. laila dan almarhum Bapak Mertuaku H. Supian H.Abd. Syukur  
Istriku tersayang, Maspiawati, S.Pd, dan kedua anakku M. Raditya dan Jihan T. Ulfa  
Segenap pihak yang akan memanfaatkan karya ilmiah ini.*



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Hairin Noor, Lahir di Kotim, 29 September 1980, anak keempat dari enam bersaudara. Menyelesaikan studi S1 di Universitas Palangkaraya, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil. Bekerja di Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Seruyan Provinsi Kalimantan Tengah di Kuala Pembuang sejak tahun 2010 hingga sekarang.

Pernah menjabat sebagai Kepala Seksi Pengamanan Sumber-Sumber Air pada Bidang Sumber Daya Air. Saat ini sedang menjalani pendidikan S2 Program Karyasiswa Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat di Universitas Brawijaya Malang, Program Magister Teknik Pengairan, Minat Manajemen Sumber Daya Air. Alamat rumah: Jalan Pemuda I Kuala Pembuang HP.082214844242. Alamat email: hrnsda.99@gmail.com.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan puji syukur ke hadirat Allah *Subhanahu wa Ta'aala, Rabbul 'Aalamiin*, karena berkat taufik dan pertolongan-Nya sehingga Tesis ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Pun demikian penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu, dan mendukung dalam penyelesaian Tesis ini, terkhusus kepada:

1. Kedua almarhum orang tua yang tercinta, Ayahanda H.M Jisni dan Sumiati serta Ibunda mertuaku Hj. Laila dan almarhum bapak mertuaku H. Supian HAS.
2. Istri tercinta, Maspiawati, S.Pd, atas segala do'a, dukungan, motivasi serta pengorbanannya selama penulis studi merangkap sebagai ibu dan ayah dari M. Raditya Fikrian Noor dan Jihan Talita Ulfa.
3. Tim dosen penguji kelayakan usulan Tesis, yang diketuai oleh Bapak Prof. Dr. Ir. Suhardjono, MPd. Dipl. HE., dengan anggota Bapak Ir. Moch. Sholichin, MT. Ph.D., Bapak Dr. Eng. Tri Budi Prayogo, ST. MT. dan Bapak Dr. Runi Asmaranto, ST. MT., yang telah memberikan saran-saran perbaikan dan penyempurnaan terhadap rencana Tesis yang diusulkan.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Suhardjono, MPd. Dipl. HE dan Bapak Dr. Eng. Tri Budi Prayogo, ST. MT., selaku tim dosen pembimbing, atas seluruh perhatian, masukan, saran, perbaikan, motivasi dan waktu yang telah dicurahkan selama proses pembimbingan berlangsung.
5. Bapak Ir. Moch. Sholichin, MT. Ph.D dan Bapak Dr. Very Dermawan, ST. MT., selaku tim dosen penguji atas koreksi dan saran perbaikan yang diberikan dalam rangka perbaikan dan penyempurnaan Tesis ini, baik pada saat ujian proposal maupun ujian akhir.
6. Rekan-rekan mahasiswa Karya Siswa PU 2016 atas kebersamaan, do'a, dan motivasinya baik selama masa studi maupun saat proses penyelesaian.

Malang, 24 Nopember 2017

**Penulis**



## ABSTRAK

**ABSTRAK:** Kabupaten Seruyan Propinsi Kalimantan Tengah secara umum memiliki lahan dan air yang cukup tersedia untuk pertanian, tetapi potensi tersebut belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal. Meningkatnya kebutuhan pangan menuntut pemerintah melakukan upaya intensifikasi dan ekstensifikasi pertanian. Daerah Irigasi Rawa (D.I.R) Pematang Limau yang berada di Kabupaten Seruyan dipengaruhi oleh muka air pasang surut yang terjadi pada DAS Seruyan. Pada musim hujan, muka air meningkat akibat air pasang dan curah hujan. Sementara di musim kemarau lahan pertanian menjadi kering. Untuk itu perlu dilakukan pengaturan pola operasi pintu air. Pola operasi pintu air bertujuan untuk mengatur tinggi muka air di saluran. Untuk mengetahui profil perubahannya dilakukan pemodelan. Pemodelan dilakukan pada profil memanjang (*long section*) di saluran primer dengan bantuan HEC-RAS 5.0.1 pada kondisi kering. Simulasi dilakukan dalam empat kondisi: (1) simulasi berdasarkan input data debit air pasang tanpa pintu air, (2) simulasi dengan pintu air (*existing*), (3) simulasi dengan merubah lebar pintu air saluran primer dari 1 m menjadi 1,5 m dan (4) merubah koefisien *mannig* dari 0,027 menjadi 0,018. Dari beberapa simulasi yang dibuat, simulasi kedua menunjukkan elevasi muka air tertinggi pada *cross section* 1-12, namun tidak mampu menggenangi lahan yang berada di *cross section* 10-12. Langkah penanganan selanjutnya adalah dengan menutup pintu air pada saluran primer ketika puncak debit pasang, serta membuat rekomendasi setiap saluran sekunder dibuat pintu air dan ketika proses pasang berlangsung pintu-pintu tersebut ditutup. Langkah ini dilakukan untuk membuat elevasi muka air menjadi rata-rata. Berdasarkan hasil perhitungan kedalaman genangan pada lahan sebesar 0,001 m atau 1 mm jika secara bersamaan, sedangkan jika dilakukan secara bergilir 0,015 m atau 1,5 cm. Berdasarkan hasil perhitungan genangan yang terjadi akibat hujan diperoleh 0,061 m atau 6,1 cm, sedangkan hasil perhitungan di saat pasang dan bersamaan terjadinya hujan diperoleh 0,062 m atau 6,2 cm. Alternatif terakhir untuk mengatasi kekeringan di saat musim kemarau adalah dengan sistem pompanisasi. Hasil perhitungan dengan lama operasi pompa 10 jam/hari selama 6 hari, jika kedalaman genangan ( $y$ ) 5 cm, maka kebutuhan unit pompa sebesar 12 buah. Pengembangan dilakukan dengan membuat pintu air di setiap saluran sekunder sebanyak 19 buah dan memperbaiki pintu air pada saluran primer dan sekunder masing-masing sebanyak 1 buah, agar sistem tata airnya bisa dikendalikan dan diatur, sehingga hasil budidaya pertanian meningkat

**Kata kunci:** Pasang surut, irigasi, pintu air, rawa.

*ABSTRACT. Seruyan Regency of Sentral Kalimantan Province generally has sufficient land and water for agriculture, but the potential not used fully optimally. The increasing need of food demand the government to do intensification and extensification. Pematang Limau Swamp Irrigation Area (S.I.A) located at Seruyan Regency is influenced by tidal water occurred at Seruyan watershed. At the rainy season, the water level increase because of tide and rainfall. While in the dry season the agricultural land become dry. Because of that it needs operation pattern regulation of the sluice. The operation pattern of sluice aimed at regulate the water level at the channel. To know the change profile done with modeling. The modeling done at the long section at the primary channel with HEC-RAS 5.0.1 at the dry condition. Simulation done in six conditions (1) simulation based on tidal water debit input without sluice (2) simulation with existing sluice (3) simulation by changing the primary sluice gate width from 1 m become 1.5 m (4) change the manning coefficient from 0.027 to 0.018. From several simulation made, the second simulation showed the highest water elevation at the cross section 1-12, but unable to inundate land at the cross section of 10-12. The handling step is by closing the sluice at the primary channel during the tidal peak, and make recommendation each secondary sluice made as sluice and during the tidal process the gates are closed. The step is done to make water level elevation become average. Based on the calculation results, inundation depth at land of 0.001 m or 1 mm if simultaneously, while if done in rotation 0.015 m or 1.5 cm. Based on the calculation results, the occurred inundation because of rain obtained 0.061 m or 6.1 cm, while calculation results during tide and simultaneously with the rain obtained 0.062 or 6.2 cm. The final alternative to overcome dryness during dry season with pumping system. The calculation results with pump operation period of 10 hours/day during 6 days, if the inundation l depth ( $y$ ) of 5 cm, then the pump unit needed of 12 pumps. The development done by making sluice at each secondary channels of 12 gates, improving the sluice at the primary and secondary channel each 1 gate, so the hydrology system can be controlled and regulated, so the agricultural cultivation outcome increase.*

**Keywords:** Tidal, irrigation, sluice gate, swamp.



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul “**Evaluasi dan Pengembangan Jaringan Irigasi Rawa Pasang Surut Terhadap Pola Operasi Pintu Air D.I.R Pematang Limau Kabupaten Seruyan**”. Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar magister.

Terima kasih disampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Suhardjono, MPd, Dipl.HE dan Bapak Dr. Eng. Tri Budi Prayogo. ST. MT, selaku pembimbing I dan II yang senantiasa memberikan motivasi, arahan dan bimbingannya dalam penyelesaian tesis ini. Terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung atau tidak langsung dalam penyusunan tesis ini, dengan harapan semoga Tuhan Yang Maha Kuasa memberikan kemudahan dan kelancaran untuk kita semua..amin.

Dengan harapan semoga tesis ini bisa membantu menambah pengetahuan dan pengalaman bagi penulis dan para pembaca serta bisa diselesaikan tepat waktu. Dalam penyusunan tesis ini penulis menyadari bahwa jauh dari kata sempurna, baik dari segi penyusunan, bahasan, ataupun penulisannya. Oleh karena itu penulis mohon maaf jika ada kata yang kurang berkenan dan mengharapkan kritik serta saran yang sifatnya membangun, khususnya dari Bapak Dosen guna menjadi acuan dan bekal pengalaman bagi penulis untuk lebih baik di masa yang akan datang.

Malang, 24 Nopember 2017

Penyusun



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
IDENTITAS TIM PENGUJI TESIS .....	v
PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS .....	vii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....	xi
UCAPAN TERIMA KASIH .....	xiii
ABSTRAK .....	xv
KATA PENGANTAR.....	xvii
DAFTAR ISI .....	xix
DAFTAR TABEL .....	xxiii
DAFTAR GAMBAR.....	xxv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Identifikasi Masalah .....	3
I.3 Rumusan Masalah .....	4
I.4 Batasan Masalah.....	4
I.5 Tujuan dan Manfaat.....	4
I.6 Penelitian Terdahulu .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
II.1 Reklamasi Rawa Pasang Surut.....	7
II.1.1 Reklamasi Rawa Untuk Sawah.....	7
II.1.2 Macam Tanah di Daerah Rawa .....	8
II.2 Klasifikasi Kesesuaian Lahan .....	9
II.2.1 Sumber Air Rawa Pasang Surut .....	9
II.2.2 Hidrotopografi .....	10
II.2.3 Drainabilitas .....	12
II.2.4 Lapisan Pirit.....	13

II.3	Kriteria Perencanaan.....	14
II.3.1	Kriteria Perencanaan Sistem Tata Air .....	14
II.3.2	Kriteria Perencanaan Dimensi Saluran .....	15
II.3.3	Kriteria Perencanaan Bangunan Pengatur Air .....	16
II.4	Sistem Tata Air Rawa Pasang Surut.....	19
II.4.1	Sistem dan Klasifikasi Jaringan Irigasi .....	19
II.4.2	Sistem Tata Saluran.....	20
II.5	Pasang Surut .....	28
II.5.1	Kurva Pasang Surut.....	28
II.5.2	Tipe Pasang Surut.....	29
II.5.3	Definisi Elevasi Pasang Surut .....	31
II.5.4	Komponen Pasang Surut .....	32
II.6	Pengukuran Debit .....	33
II.7	Pengembangan Rawa.....	34
II.8	Analisa Hidrologi .....	35
II.8.1	Curah Hujan Daerah.....	36
II.8.2	Uji Konsistensi Metode RAPS ( <i>Rescaled Adjusted Partial Sums</i> ) .....	37
II.9	Analisa Distribusi Frekuensi .....	38
II.9.1	Distribusi Normal .....	40
II.9.2	Distribusi Log Normal .....	42
II.9.3	Distribusi Gumbel .....	42
II.9.4	Distribusi Log Pearson tipe III.....	44
II.10	Uji Kesesuaian Distribusi .....	46
II.10.1	Uji Smirnov-Kolmogorov .....	46
II.10.2	Uji Chi-Kuadrat.....	47
II.11	Koefisien Pengaliran ( <i>run-off coeffisien</i> ) .....	48
II.12	Waktu Konsentrasi (tc).....	49
II.13	Intensitas Curah Hujan .....	50
II.14	Luas Daerah Pengaliran (DPSal).....	51
II.15	Debit Akibat Hujan.....	52

II.16	Analisa Profil Aliran .....	52
II.16.1	Persamaan Energi .....	52
II.16.2	Kehilangan Tinggi Energi .....	54
II.16.3	Persamaan Kontinuitas .....	54
II.16.4	Persamaan Momentum .....	55
II.17	Model Aliran 1 Dimensi (HEC–RAS 5.0.1).....	55
II.17.1	Geometri Data .....	55
II.17.2	Data Aliran Tak Tetap ( <i>Unsteady Flow</i> ).....	61
II.17.3	Evaluasi Hasil Simulasi .....	62
II.18	Pemilihan Pompa Untuk Irigasi .....	62
II.18.1	Kriteria dan Prosedur Pemilihan Pompa .....	62
II.18.2	Kapasitas Debit Pompa Berdasarkan Kebutuhan Tanaman .....	62
BAB III METODE PENELITIAN .....		67
III.1	Kondisi Daerah Studi .....	67
III.1.1	Lokasi Studi .....	67
III.1.2	Keadaan Topografi .....	66
III.1.3	Keadaan Hidrotopografi .....	68
III.1.4	Sistem Irigasi DIR. Pematang Limau .....	69
III.2	Kerangka Pemikiran .....	70
III.3	Sistematika Penyelesaian Studi.....	71
III.3.1	Pengumpulan data .....	71
III.3.2	Tahapan Analisis .....	74
III.3.3	Tahapan Evaluasi dan Rekomendasi .....	77
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		79
IV.1	Tinjauan Umum .....	79
IV.2	Analisis Hujan.....	79
IV.2.1	Penyiapan Data Curah Hujan .....	80
IV.3	Uji Konsistensi.....	81
IV.4	Perhitungan Curah Hujan Rerata .....	82
IV.5	Perhitungan Curah Hujan Rancangan.....	84

IV.5.1 Perhitungan Distribusi Normal.....	84
IV.5.2 Perhitungan Distribusi Log Normal .....	85
IV.5.3 Perhitungan Distribusi Gumbel.....	86
IV.5.4 Perhitungan Distribusi Log Pearson tipe III.....	86
IV.6 Uji Kesesuaian Distribusi .....	87
IV.7 Distribusi Hujan Jam-Jaman.....	92
IV.8 Koefisien Pengaliran.....	94
IV.9 Intensitas Hujan Rencana .....	94
IV.10 Luas Daerah Pengaliran Saluran (DPSal).....	96
IV.11 Evaluasi Saluran Sekunder ( <i>existing</i> ) .....	98
IV.12 Pasang Surut .....	101
IV.13 Kondisi Saluran Primer ( <i>existing</i> ) .....	104
IV.14 Kondisi Lahan Wilayah Studi.....	107
IV.15 Pengukuran Debit Pasang .....	108
IV.16 Analisa Profil Aliran.....	109
IV.16.1 Hasil Simulasi .....	110
IV.16.2 Evaluasi Simulasi ( <i>existing</i> ).....	114
IV.17 Rencana Penanganan .....	116
IV.17.1 Pola Operasi Pintu Air .....	116
IV.17.2 Perhitungan Irigasi Pompa.....	121
IV.17.3 Pengembangan D.I.R Pematang Limau .....	123
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>125</b>
V.1 Kesimpulan.....	125
V.2 Saran .....	126

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Beberapa penelitian yang terkait dengan penelitian tesis ini.....	5
Tabel 2.1 Fungsi pintu air di jaringan reklamasi rawa .....	17
Tabel 2.2 Konstanta harmonik utama pasang surut.....	32
Tabel 2.3 Nilai $Q/n^{0.5}$ dan $R/n^{0.5}$ .....	38
Tabel 2.4 Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi .....	39
Tabel 2.5 Faktor frekuensi distribusi normal.....	41
Tabel 2.6 Faktor frekuensi untuk sebaran normal .....	42
Tabel 2.7 Hubungan n (besar sampel) dengan $Y_n$ dan $S_n$ .....	43
Tabel 2.8 Faktor sifat distribusi Log Pearson tipe III.....	45
Tabel 2.9 Nilai kritis ( $\Delta cr$ ) Smirnov – Kolmogorov .....	47
Tabel 2.10 Nilai Kritis untuk Distribusi Chi Kuadrat ( $\chi^2$ ) .....	48
Tabel 2.11 Koefisien limpasan (Mononobe) .....	49
Tabel 2.12 Periode ulang hujan untuk perencanaan .....	51
Tabel 2.13 Nilai koefisien kekasaran <i>mannig</i> .....	57
Tabel 2.14 Koefisien kontraksi dan ekspansi untuk aliran subkritis .....	61
Tabel 4.1 Stasiun curah hujan yang ada di Kabupaten Seruyan.....	80
Tabel 4.2 Rekapitulasi data curah hujan Sta. PUPR tahun 2007–2016.....	80
Tabel 4.3 Rekapitulasi data curah hujan Sta. P2SHT I tahun 2007-2016 .....	80
Tabel 4.4 CH. Maks Stasiun PUPR dan Stasiun P2SHT .....	81
Tabel 4.5 Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun PUPR .....	81
Tabel 4.6 Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun P2SHT I .....	82
Tabel 4.7 Curah Hujan Harian Rerata .....	83
Tabel 4.8 Data Curah Hujan Setelah Diurutkan .....	83
Tabel 4.9 Perhitungan Rerata dan Standar Deviasi .....	84
Tabel 4.10 Perhitungan Hujan Rancangan Metode Normal.....	84
Tabel 4.11 Perhitungan Metode Log Normal .....	85
Tabel 4.12 Perhitungan Hujan Rancangan Metode Log Normal .....	85
Tabel 4.13 Perhitungan Hujan Rancangan Metode Gumbel .....	86
Tabel 4.14 Perhitungan Log Pearson tipe III.....	87
Tabel 4.15 Hujan Rancangan Metode Log Pearson tipe III .....	87
Tabel 4.16 Rekapitulasi Hujan Rancangan .....	87
Tabel 4.17 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Normal .....	88

Tabel 4.18 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Log Normal.....	88
Tabel 4.19 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Gumbel .....	89
Tabel 4.20 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Log Pearson tipe III .....	89
Tabel 4.21 Uji <i>Chi-Square</i> Distribusi Normal .....	90
Tabel 4.22 Uji <i>Chi-Square</i> Distribusi Log Normal.....	90
Tabel 4.23 Uji <i>Chi-Square</i> Distribusi Gumbel.....	91
Tabel 4.24 Uji <i>Chi-Square</i> Distribusi Log Pearson tipe III .....	91
Tabel 4.25 Rekapitulasi Hasil Uji Kesesuaian Distribusi .....	92
Tabel 4.26 Sebaran Rasio Hujan Jam-jaman dalam 6 jam.....	92
Tabel 4.27 Distribusi Hujan Netto Jam-Jaman .....	93
Tabel 4.28 Kemiringan lahan .....	94
Tabel 4.29 Waktu konsentrasi (tc) .....	95
Tabel 4.30 Perhitungan intensitas hujan rencana .....	96
Tabel 4.31 Luas Daerah Pengaliran Saluran (DPSal) .....	98
Tabel 4.32 Perhitungan kapasitas saluran sekunder ( <i>existing</i> ).....	99
Tabel 4.33 Debit hujan kala ulang 10 tahun.....	99
Tabel 4.34 Perhitungan genangan pada lahan akibat hujan .....	100
Tabel 4.35 Data Pengukuran Pasang Surut .....	101
Tabel 4.36 Konstanta Pasang Surut.....	103
Tabel 4.37 Elevasi-Elevasi Penting Pasang Surut.....	103
Tabel 4.38 Pengukuran debit.....	109
Tabel 4.39 Input data empat skenario .....	110
Tabel 4.40 Perbandingan elevasi muka air.....	116
Tabel 4.41 Perhitungan genangan akibat pasang .....	118
Tabel 4.42 Genangan akibat pasang dan hujan .....	120
Tabel 4.43 Perhitungan volume air .....	121
Tabel 4.44 Lama operasi pompa .....	122

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kategori hidrotopografi .....	11
Gambar 2.2 Potongan memanjang sistem saluran .....	11
Gambar 2.3 Potongan memanjang sistem saluran .....	13
Gambar 2.4 Tipe pintu pengatur air di jaringan reklamasi rawa .....	19
Gambar 2.5 Sistim Handil .....	22
Gambar 2.6 Sistim Anjir .....	24
Gambar 2.7 Sistem Garpu .....	25
Gambar 2.8 Sistem Sisir .....	26
Gambar 2.9 Sistem polder .....	27
Gambar 2.10 Kurva pasang surut .....	29
Gambar 2.11 Tipe pasang surut .....	30
Gambar 2.12 Sebaran keempat tipe pasang surut di Indonesia dan sekitarnya .....	30
Gambar 2.13 Papan duga ( <i>peilchal</i> ) .....	32
Gambar 2.14 Titik-titik curah hujan dalam daerah aliran .....	37
Gambar 2.15 Energi dalam saluran terbuka .....	53
Gambar 2.16 Prinsip momentum pada saluran terbuka .....	55
Gambar 2.17 Contoh skema sistem sungai .....	56
Gambar 2.18 Contoh pintu air pada saluran .....	56
Gambar 3.1 Peta Kabupaten Seruyan .....	64
Gambar 3.2 Lokasi Studi D.I.R Pematang Limau .....	65
Gambar 3.3 Luas rawa Kabupaten Seruyan .....	65
Gambar 3.4 Gambar peta topografi .....	67
Gambar 3.5 Kondisi <i>existing</i> saluran .....	69
Gambar 3.6 Peta jaringan daerah irigasi rawa Pematang Limau .....	69
Gambar 3.7 Kondisi <i>existing</i> pintu air saluran primer .....	70
Gambar 3.8 Lokasi studi dan stasiun curah hujan .....	72
Gambar 3.9 Stasiun Pencatat Curah Hujan .....	72
Gambar 3.10 Peta Tata Guna Lahan Wilayah Studi .....	73
Gambar 3.11 Layar utama HEC-RAS 5.0.1 .....	75
Gambar 3.12 Menu <i>open project</i> .....	76
Gambar 3.13 Peniruan geometri saluran primer .....	76
Gambar 3.14 Peniruan <i>Cross section</i> .....	76

Gambar 3.15 Peniruan pintu air .....	76
Gambar 3.16 Input debit pasut .....	77
Gambar 3.17 Runing <i>unsteady flow analysis</i> .....	77
Gambar 3.18 Profil muka air hasil hitungan .....	77
Gambar 3.19 Diagram Alir Penyelesaian Studi .....	78
Gambar 4.1 Rasio Sebaran Distribusi Hujan .....	93
Gambar 4.2 Distribusi Hujan Netto Jam-Jaman.....	93
Gambar 4.3 Pembagian Daerah Pengaliran Saluran (DPSal) .....	97
Gambar 4.4 Arah aliran air hujan.....	101
Gambar 4.5 Grafik data pasang surut.....	102
Gambar 4.6 Kurva pasang surut primer mahang DAS Seruyan .....	103
Gambar 4.7 Kondisi saluran primer ( <i>existing</i> ).....	107
Gambar 4.8 Hidrometri .....	108
Gambar 4.9 <i>Cross section</i> pengukuran debit .....	108
Gambar 4.10 Elevasi pasut terhadap elevasi lahan .....	109
Gambar 4.11 Profil aliran <i>long section</i> .....	110
Gambar 4.12 Data hasil simulasi <i>long section</i> .....	111
Gambar 4.13 Profil aliran <i>long section</i> .....	111
Gambar 4.14 Data hasil simulasi <i>long section</i> .....	111
Gambar 4.15 <i>Long section</i> simulasi ketiga .....	112
Gambar 4.16 Tabel simulasi ketiga.....	112
Gambar 4.17 <i>Long section</i> simulasi keempat.....	112
Gambar 4.18 Tabel simulasi keempat .....	113
Gambar 4.19 Perbandingan elevasi <i>long section</i> .....	113
Gambar 4.20 Perbandingan elevasi muka air terhadap lahan .....	114
Gambar 4.21 Grafik kecepatan aliran .....	115
Gambar 4.22 Arah aliran air pada saat pasang.....	115
Gambar 4.23 Beda elevasi muka air.....	117
Gambar 4.24 <i>Cross section</i> sekunder 3.....	119
Gambar 4.25 Beda elevasi muka air pada pintu sekunder .....	121

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab pendahuluan meliputi (a) latar belakang, (b) identifikasi masalah, (c) rumusan masalah, (d) batasan masalah, (e) tujuan dan manfaat, (e) serta penelitian terdahulu.

### **I.1 Latar Belakang**

Pertambahan penduduk di Indonesia sangat pesat. Tercatat angka pertambahan penduduk sebesar 2 - 3 persen per tahun. Angka tersebut berdasarkan data Badan Pusat Statistik. Itu artinya setiap tahunnya akan bertambah sekitar 3 juta orang. Dengan bertambahnya jumlah penduduk setiap tahunnya akan menuntut tambahan produksi beras sebesar 2 juta ton. Sumber lain menyebutkan konsumsi beras Indonesia akan meningkat. Diperkirakan dari 27,2 juta ton pada tahun 1992 menjadi 45,1 juta ton di tahun 2018. Berdasarkan data hasil perhitungan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian (2007), jika dari pihak pemerintah tidak ada upaya serius maka pada tahun 2020 Indonesia akan mengalami defisit pangan khususnya beras sebesar 9,0 juta ton.

Lahan rawa pasang surut merupakan lahan yang sangat potensial. Penyebarannya sangat luas, terdapat sekitar 20,10 juta ha. Tersebar di tiga pulau besar lahan pasang surut di Indonesia, yaitu Kalimantan, Sumatera dan Irian Jaya (Widjaja Adhi et al., 1992). Sebagian besar dari total luasan lahan rawa pasang surut tersebut belum sepenuhnya dimanfaatkan secara maksimal.

Pengembangan lahan pertanian rawa pasang surut memberikan dampak yang sangat positif bagi masyarakat. Tetapi juga harus selalu memperhatikan permasalahan atau dampak negatif yang ditimbulkan akibat pemanfaatan lahan rawa pasang surut tersebut. Untuk menghindari dampak negatif yang akan terjadi, maka perlu dilakukan upaya optimasi pengelolaan lahan rawa yang sinergis yakni upaya konservasi, pendayagunaan dan pengendalian potensi daya rusak. Rawa pasang surut memiliki karakteristik daratan yang relatif datar berada di sepanjang pantai, aliran sungai atau danau. Terdapat vegetasi berupa tumbuhan air, mengarah ke daratan sampai  $\pm 100$  km. Lahan tersebut umumnya mendapat pengaruh fluktuasi pasang surut air laut dari sungai yang berada di sekitarnya.

Pemanfaatan lahan rawa pasang surut menghadapi berbagai kendala khususnya untuk tanaman padi. Secara umum kendala yang dihadapi meliputi, kadar keasaman tanah yang

tinggi (pH 3,0-4,5) mengakibatkan rendahnya kesuburan tanah, kadar hara makro, adanya senyawa yang meracun (Al, Fe, SO<sub>4</sub>) dan bahan organik yang belum terdekomposisi. Selain itu, kondisi tata airnya yang kurang baik salah satu faktor pembatas dalam pengelolaannya. Meskipun dalam pemanfaatannya menghadapi banyak permasalahan. Lahan rawa pasang surut memberi harapan bagi masyarakat untuk pemenuhan kebutuhan pangan khususnya padi. Karena potensi lahannya yang sangat luas, jika diusahakan secara intensif dapat meningkatkan produksi padi. Dalam rangka upaya memenuhi kebutuhan masyarakat saat ini maupun masa yang akan datang. Tumbuhan alami di lahan pasang surut juga dapat menjadi sumber bahan organik yang aman, sebagai salah satu upaya meningkatkan kesuburan pada tanah. Pada lahan pasang surut penggunaan pupuk dapat dikurangi untuk menekan biaya yang akan dikeluarkan oleh masyarakat petani.

Pengembangan lahan rawa pasang surut di Provinsi Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan untuk persawahan melalui reklamasi, yang pertama kali dikenalkan di awal tahun tujuh puluhan oleh Universitas Gadjah Mada sebagai salah satu upaya pemerintah untuk meningkatkan produksi pangan khususnya beras. Kondisi lahan selalu tergenang oleh air pasang dan air hujan sebelum adanya reklamasi. Kondisi tersebut terjadi karena belum adanya jaringan irigasi pasang surut atau sistem tata air. Sistem tata air yang dibuat diharapkan mampu berfungsi. Jaringan irigasi pasang surut atau sistem tata air yang dibuat sebagai drainasi pada saat surutnya air dan juga berfungsi sebagai jaringan irigasi pada saat air pasang. Limpasan yang terjadi akibat air pasang dan air hujan ke lahan, diharapkan hasil oksidasi pirit dicuci dan terbawa oleh aliran saluran ke sungai. Karena adanya aliran balik ketika terjadinya pasang. Sebagian air asam tersebut tidak semua akan keluar ke sungai dan terakumulasi sebagian untuk sementara waktu di saluran dan berpotensi akan terdesak masuk kembali ke lahan. (Wignyosukarto B, 2005).

Secara umum lahan dan air untuk pertanian di Kabupaten Seruyan Propinsi Kalimantan Tengah cukup tersedia, tetapi potensi yang ada tersebut belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal. Dengan meningkatnya kebutuhan penduduk terhadap kebutuhan pangan menuntut pemerintah melakukan upaya intensifikasi dan ekstensifikasi pertanian.

Mengingat lahan pasang surut kecenderungan ketersediaan air mengandalkan pada potensi air pasang dan curah hujan, sehingga perlu dilakukan upaya pengaturan pola operasi pintu air dan pemeliharaan atau rehabilitasi saluran. Langkah ini dimaksudkan agar ketika air pasang bisa masuk keseluruh jaringan irigasi, serta jika terjadi hujan secara bersamaan dengan air pasang bisa dikelola secara efektif dan efisien.

## I.2 Identifikasi Masalah

Daerah Irigasi Rawa ( D.I.R ) Pematang Limau secara administrasi terletak dalam wilayah Kabupaten Seruyan di Provinsi Kalimantan Tengah dengan luas potensial  $\pm 3.500$  ha. Sebagian dari kawasan tersebut telah dimanfaatkan oleh masyarakat, lokasi sebagai lahan tanaman pangan, palawija dan lahan permukiman dan fasilitas pedesaan. Mata pencarian penduduk pada umumnya adalah bertani dengan mengusahakan padi dan palawija. Sarana transportasi dari ibukota provinsi (Palangka Raya) menuju lokasi dapat dicapai dengan jalan darat sampai ibukota Kabupaten Seruyan selanjutnya ke ibukota Kecamatan dan ke lokasi studi.

Fluktuasi muka air yang terjadi Daerah Irigasi Rawa (D.I.R) Pematang Limau dipengaruhi muka air pasang surut yang terjadi Daerah Aliran Sungai (DAS) Seruyan. Pada musim hujan, muka air meningkat dengan cepat akibat besarnya pasokan air pasang dan curah hujan, kondisinya ini menyebabkan lahan pertanian menjadi tergenang. Genangan yang terjadi di lahan harus disesuaikan kondisi tanaman yang ada agar tidak merusak atau menghambat pertumbuhan tanaman. Sementara pada musim kemarau lahan pertanian di daerah sawah tadah hujan menjadi kering, untuk itu perlu dilakukan pengaturan pola operasi pintu air agar zona pengakaran masih tetap kondisi basah.

Permasalahan yang terjadi pada D.I.R Pematang Limau adalah sebagai berikut:

1. Daerah Irigasi Rawa (D.I.R) Pematang Limau memiliki permasalahan ketika musim kemarau mengalami kekurangan air dan ketika musim hujan mengalami kelebihan air.
2. Menurunnya fungsi saluran primer dengan panjang saluran  $\pm 4,5$  kilometer, hal ini terjadinya akibat tidak berfungsinya pintu air yang ada di saluran primer dan setiap saluran sekunder belum memiliki pintu air.
2. Ada kecenderungan kondisi *existing* lebar pintu air yang ada di saluran primer tidak maksimal, sehingga berpotensi menghambat debit air pasang masuk dan saluran primer bagian hulu (*upstream*) tidak sepenuhnya terisi.

Dari permasalahan yang terjadi pada Daerah Irigasi Rawa (D.I.R) Pematang Limau, maka perlu dilakukan studi terhadap kinerja saluran primer dalam melayani seluruh lahan yang berada di wilayah tangkapan air (*catchment area*), termasuk mengevaluasi kondisi kondisi *existing* pintu air yang ada sehingga mampu menjalankan fungsinya dalam menaikkan muka air bagian hulu (*upstream*) ataupun mendrain ketika air tersebut tidak dibutuhkan.

### **I.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah di atas dapat dirumuskan masalah yang akan di kaji dalam penelitian ini, yaitu:

1. Sejauh mana pengaruh elevasi muka air di hulu saluran primer terhadap dimensi *existing* saluran primer dan pintu air ?
2. Bagaimana alternatif penanganan di saat terjadi kekurangan air atau sebaliknya sebagai akibat pengaruh fluktuasi muka air pasang surut pada saluran primer ?
3. Bagaimana validasi alternatif sistem saluran primer dan pintu air untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di daerah studi ?

### **I.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada studi ini dibuat agar tidak menyimpang dari pokok bahasan, antara lain:

1. Studi dilakukan pada saluran primer di Daerah Irigasi Rawa (D.I.R) Pematang Limau Kecamatan Seruyan Hilir Kabupaten Seruyan.
2. Pemodelan profil aliran hanya pada saluran primer yang dipengaruhi muka air pasang surut dengan bantuan *software* HEC-RAS versi 5.0.1.
3. Penelitian ini dilakukan untuk membanding tinggi evelevasi muka air pasang tanpa pintu air dan dengan ada pintu air, untuk mengetahui zona mana saja yang mengalami kekurangan air serta zona mana saja yang mengalami kelebihan air.
4. Penelitian ini tidak membahas masalah kualitas air yang terjadi pada saluran primer.

### **I.5 Tujuan dan Manfaat**

Dengan memperhatikan rumusan masalah tersebut di atas, studi ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui kondisi jaringan yang ada apakah berfungsi atau tidak sesuai kebutuhan.
2. Mengetahui dimensi pintu air yang ideal sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan.
3. Mengetahui pola operasi pintu air agar kondisi air tanah pada lahan tidak mengalami kekeringan.
4. Mengetahui berapa jumlah ideal pintu air yang perlu dibangun sesuai dengan kebutuhan ril di lapangan.
5. Mengetahui langkah-langkah apa saja yang dilakukan untuk mengatasi kekeringan ketika musim kemarau dan langkah-langkah apa saja yang dilakukan ketika musim hujan.

Manfaat dari studi ini adalah sebagai bahan masukan maupun sumbangan pemikiran kepada pihak terkait, yaitu Balai Wilayah Sungai Kalimantan II, Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Tengah maupun Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Seruyan melalui Bidang Sumber Daya Air sebagai referensi dalam mengambil kebijakan.

### 1.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 1.1 Beberapa penelitian yang terkait dengan penelitian tesis ini

No.	Penulis/Tahun	Judul	Output Hasil Penelitian
1.	Mahfuzi/2009	Kajian Tata Air Mikro (TAM) Sebagai Reduktor Oksidasi Pirit di Areal Rawa Sungai Kupang Kabupaten Hulu Sungai Selatan	Bentuk jaringan tata air mikro dipilih dengan sistem tertutup atau polder.
2.	Agustrisna, Itis dan Nugroho, Joko/1997	Penerapan Model Matematik Duflow Untuk Evaluasi Jaringan Irigasi Lahan Rawa (Studi kasus pada pengembangan lahan gambut 1 juta ha di Kalimantan Tengah).	Simulasi tata air pada jaringan irigasi rawa pasang surut
3.	Istianto, Haryo dan Marpaung F, Maruddin/2011	Kajian Potensi Pemanfaatan Debit Banjir Pasang Surut Untuk Lahan Pertanian Padi Menggunakan Model Duflow (Studi Kasus Sungai Kahayan).	Simulasi debit banjir pada DAS Kahayan
4.	Bhakty E, Tania/2005	Pengaruh Kualitas Air Terhadap Kualitas Tanah pada Tata Saluran Irigasi Pasang Surut di Kabupaten Barito Kuala Kalimantan Selatan	Kualitas air terhadap kualitas tanah pada saluran irigasi menunjukkan bahwa perlu adanya normalisasi saluran tersier agar air pasang

5.	Gifariyono, Muhammad dan Triadi, L. Budi/2008	Dampak Kenaikan Muka Air Laut Terhadap Kesesuaian Lahan Rawa Pasang Surut Tabunganen Kalimantan Selatan.	Kenaikan muka air laut mengubah delineasi kese- suaian lahan eksisting (jenis tanaman) sebelum adanya kenaikan muka air laut.
6.	Yanto, Andri /2001	Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Dalam Perencanaan Lahan Rawa Pasang Surut.	SIG menggambarkan ke- dalaman peluapan air pasang, kemampuan drainasi, penyebaran intusi salinitas, kedalaman pirit dan ketebalan gambut.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab tinjauan pustaka meliputi (a) reklamasi rawa untuk sawah, (b) klasifikasi kesesuaian lahan, (c) kriteria perencanaan, (d) sistem tata air rawa pasang surut, (e) pasang surut, (f) pengukuran debit, (g) pengembangan rawa, (h) analisa hidrologi, (i) analisa distribusi frekuensi, (j) uji kesesuaian distribusi, (k) koefisien pengaliran, (l) waktu konsentrasi, (m) intensitas curah hujan, (n) luas daerah pengaliran, (o) debit akibat hujan, (p) analisa profil aliran, (q) model aliran satu dimensi dan (r) pemilihan pompa untuk irigasi.

### **II.1 Reklamasi Rawa Pasang Surut**

#### **II.1.1 Reklamasi Rawa Untuk Sawah**

Reklamasi rawa adalah upaya meningkatnya fungsi dan pemanfaatan rawa untuk kepentingan masyarakat luas. Reklamasi daerah rawa juga merupakan salah satu bentuk ekstensifikasi pertanian yang dilakukan dengan membuka, memanfaatkan serta melestarikan rawa sebagai sumber daya alam bagi kesejahteraan kehidupan manusia.

Tujuan pengembangan lahan rawa melalui reklamasi (Suhardjono dkk., 2010) adalah:

1. Pengembangan produktifitas pangan khususnya beras.
2. Memperluas lahan persawahan yang sudah semakin berkurang.
3. Menyediakan lahan pertanian dan meningkatkan pendapatan bagi para transmigran.
4. Menunjang pengembangan wilayah produktif serta meningkatkan penghasilan petani.
5. Mendukung program ketahanan dan keamanan terutama di daerah pesisir serta perbatasan.

Reklamasi rawa untuk pertanian diprioritaskan pada lahan yang memiliki kendala paling rendah misalnya: (a) kualitas lahan tersebut memadai untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian, (b) lahan rawa tersebut telah diusahakan masyarakat petani untuk berbagai komoditas, (c) pada lahan rawa tersebut jika diberikan input masukan teknologi. Infrastruktur pertanian dari pemerintah akan dapat meningkatkan kesuburan, produktifitas lahan, dan sebagainya.

Konsep pengembangan lahan rawa dilakukan secara bertahap dalam rangka pengembangan sumber daya air di Indonesia dengan fungsi budidaya. Kriteria pengembangan lahan rawa sebagai kawasan budidaya (Dit. Rawa dan Pantai, 2008) adalah:

1. Kawasan yang secara teknis dapat dimanfaatkan sebagai kawasan budidaya.
2. Kawasan yang dapat meningkatkan perkembangan pembangunan lintas sektor dan sub sektor kegiatan ekonomi sekitarnya.

3. Kawasan yang apabila digunakan untuk budidaya akan meningkatkan pendapatan nasional dan daerah.
4. Kawasan yang apabila digunakan untuk budidaya tidak mengganggu fungsi lindung dan pelestarian sumber daya alam.

### **II.1.2 Macam Tanah di Daerah Rawa**

Mengembangkan daerah rawa guna dimanfaatkan untuk keperluan pertanian memerlukan pengetahuan yang cermat mengenai karakteristik tanah yang ada. Terdapat beberapa jenis tanah di daerah rawa pasang surut.

Di samping itu tanah yang memiliki tingkat kesuburan yang cukup baik, misalnya tanah endapan lumpur sungai, terdapat pula macam-macam jenis tanah yang kurang baik untuk budidaya pertanian. Terdapat berbagai cara untuk meningkatkan tanah yang kurang baik tersebut. Di antaranya menggunakan teknologi reklamasi.

Jenis tanah yang kurang baik tersebut antara lain: tanah sulfat asam, tanah gambut, tanah salinitas dengan kadar garam yang relatif tinggi dan tanah yang di tumbuhi rumput-rumputan.

#### **a) Tanah Sulfat-Asam**

Tanah ini biasanya terbentuk pada endapan lumpur yang masih muda di daerah payau-payau. Akibat proses sedimentasi, larutan sulfat dari air laut dirubah menjadi sulfid dan elemen sulfur dengan bantuan mikroba-mikroba serta terdapat pula besi dan pirit.

Bila tanah tergenang air, keadaan piritnya stabil dan tidak membahayakan. Namun bila tanah tersebut menjadi menjadi kering akan menyebabkan ketidaksetimbangan pirit yang mengakibatkan turunnya PH secara drastis sehingga tanah menjadi asam dan menjadikan racun bagi tanah dan tanaman.

#### **b) Tanah Gambut**

Sebagian terbesar dari struktur tanah gambut terdiri bahan organik yang tidak terdekomposisi dengan sempurna, yang berasal dari pembusukan dan pengendapan pohon-pohon, daun-daun dan sampah-sampah hutan yang lain selama beratus-ratus bahkan beribu-ribu tahun. Bila tanah mengandung lebih dari 65% bahan organik, maka tanah tersebut dapat disebut sebagai tanah gambut.

#### **c) Tanah Salinitas (Tanah Bergaram)**

Tanah salinitas adalah jenis tanah dengan konsentrasi garam larut yang tinggi. Besaran konsentrasi garam larut yang ada dalam tanah tersebut diukur dari sifat

konduksi listrik (*electrical conductivity*) disingkat E.Cs dalam satuan mm hos/cm. Tanah ini terutama terdapat sepanjang pantai, mempunyai PH yang relatif rendah, kurang dari 8,5 sehingga merugikan tanaman. Jenis tanah ini mempunyai konsentrasi garam yang larut tinggi. Dengan kadar garam yang cukup tinggi maka tumbuhan akan mengalami gangguan.

d) Tanah Berumput

Gangguan rumput liar tidak jarang menyebabkan para petani meninggalkan lahan garapannya. Tumbuhnya rumput liar erat hubungan dengan tata cara penanaman padi secara tradisional. Kegiatan pertanian yang difokuskan pada luasan yang relatif kecil, seringkali menyebabkan kurangnya perhatian pada lahan pertanian yang lebih luas dan menjadikan rumput liar tumbuh dan meluas dengan cepat. Tindakan yang dapat dilakukan mencegah populasi rumput liar yang tumbuh yaitu dengan menutupi tanah dengan jerami, tanaman penutup lainnya, atau genangan air.

e) Tanah Berpasir

Ciri-ciri lahan berpasir memiliki sifat daya ikat terhadap air dan unsur hara rendah serta kandungan bahan organik juga rendah. Pemanfaatan lahan pasir untuk pertanian terus mengalami perluasan. Untuk itu perlu diadakan persiapan secara struktural dalam pengembangannya.

## II.2 Klasifikasi Kesesuaian Lahan

Dalam jaringan rawa pasang surut, kesesuaian lahan sangat ditentukan oleh sumber air yang tersedia, kondisi hidrotopografi, kemampuan drainase lahan, karakteristik tanah, instruksi air asin, ada atau tidak adanya kondisi air/tanah asam dan bahaya keracunan. Namun, kondisi-kondisi yang berakibat negatif sebenarnya dapat disiasati dengan perencanaan jenis dan operasi prasarana hidrolik dan bangunan pengendali air yang tepat serta pemeliharaan saluran yang baik.

Kondisi hidrotopografi dan kemampuan drainase lahan merupakan dua parameter penting dalam rawa pasang surut, disamping faktor-faktor fisik lainnya seperti karakteristik tanah, pengaruh instruksi air asin, keasaman, kesuburan tanah dan lain-lain.

### II.2.1 Sumber Air Rawa Pasang Surut

Penyediaan air untuk lahan rawa pasang surut dilakukan dengan memanfaatkan fluktuasi muka air di laut yang merambat ke sungai dan ke saluran yang ujungnya akan masuk ke lahan pertanian (hanya di zone akar atau meluap). Pemasukan air dari pasut ada 3 kondisi, yaitu:

1. Air tawar

2. Air payau (dengan kadar garam tertentu) dan
3. Air asin penggunaannya tergantung jenis budidaya di lahan.

Penyediaan air dengan memanfaatkan energi pasang surut maka ada 4 kategori hidrotopografi yaitu A, B, C, dan D. Jika hidro-topografi kategori C, apabila ingin diluapi maka harus menggunakan pompa. Kalau muka air tersebut sampai mencapai zone akar dan cukup sering (dari periode pasut) maka penanaman bisa dilakukan tanpa menambah air tapi dengan system pertanian SRI dan system irigasi zone akar, selama air tidak pernah mencapai titik layu bagi tanaman.

### **II.2.2 Hidrotopografi**

Yang dimaksud dengan hidro-topografi adalah elevasi keadaan lapangan dikaitkan dengan ketinggian muka air pasang surut di saluran yang terdekat dengan lapangan. Hidro-topografi menetapkan apakah irigasi pasang surut dimungkinkan di lapangan atau tidak dan sangat berpengaruh terhadap cara-cara pengelolaan air yang diperoleh dilapangan. Ada 4 (empat) kategori dapat dibedakan seperti dibawah ini.

#### **Kategori A : Daerah irigasi pasang Surut**

Daerah ini terluapi air pasang paling sedikit 4 atau 5 kali selama 15 hari siklus pasang purnama, baik musim hujan maupun musim kemarau. Umumnya daerah ini daerah yang paling rendah yang dekat dengan sungai atau saluran besar. Daerah ini cocok untuk padi sawah. Jika air saluran tidak dipengaruhi intrusi air asin pada musim kemarau, kemungkinan dapat bertanam padi dua kali.

#### **Kategori B : Daerah irigasi pasang surut pada musim hujan saja**

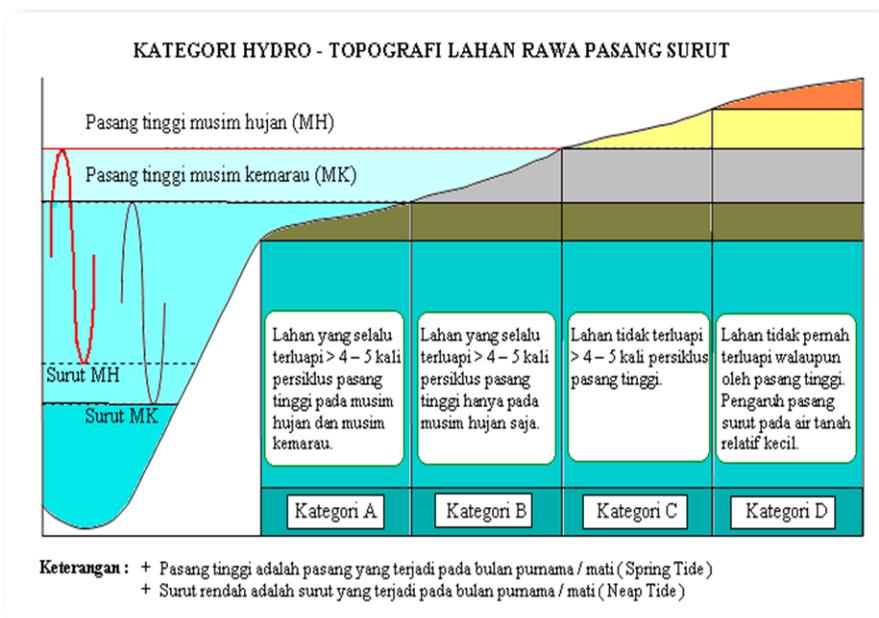
Sama kategori A tetapi daerah ini terluapi air pasang hanya dimusim hujan saja, sehingga umumnya tidak mungkin dapat tanam padi dua kali dalam setahun karena dimusim kemarau akan kekurangan air.

#### **Kategori C : Daerah tidak ada irigasi pasang surut**

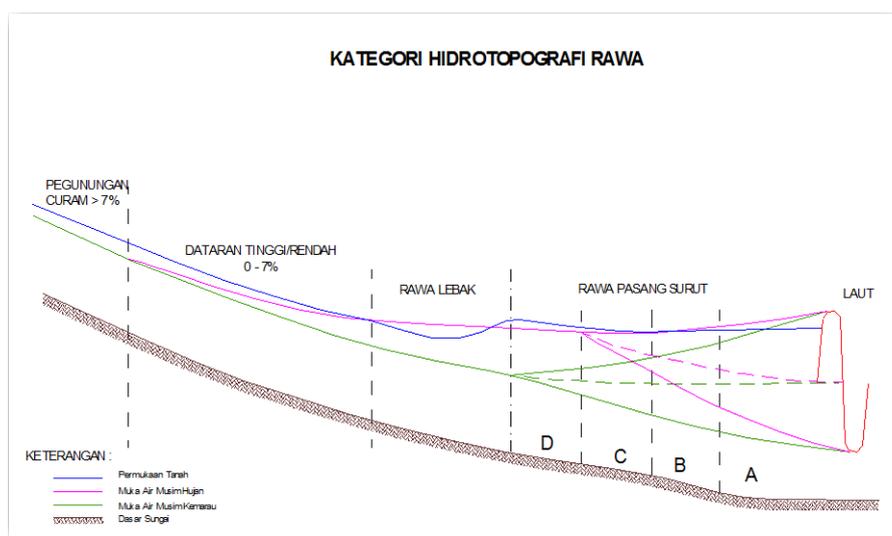
Daerah ini tidak secara tetap terluapi oleh pasang tinggi. Elevasi lahan sampai maksimum -50 cm diatas ketinggian air pasang. Muka air tanah masih dipengaruhi oleh fluktuasi muka air saluran. Daerah ini cukup baik untuk tanaman keras tetapi agak kurang cocok untuk padi.

#### **Kategori D : Daerah tinggi**

Daerah ini sama sekali tidak terpengaruh air pasang surut. Paling cocok untuk tanaman keras. Kategori hidrotopografi lahan rawa pasang surut disajikan pada Gambar 2.1, sedangkan potongan memanjang sistem saluran disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Kategori hidrotopografi



Gambar 2.2 Potongan memanjang sistem saluran

Klasifikasi di atas didasarkan kepada lahan yang dikaitkan dengan kenyataan elevasi muka air pasang disaluran terdekat. Hal ini berarti bahwa klasifikasi ini dapat saja berubah setiap saat jika elevasi lahan mengalami perubahan (umpamanya terjadi penurunan) atau elevasi muka air yang berubah. Umumnya, air pasang naik disaluran lebih rendah dari pada muka air pasang naik disungai atau didekat pertemuan sungai dengan saluran. Dan seberapa jauh rendahnya itu, tergantung kepada kondisi pemeliharaan dari saluran tersebut. Kalau pemeliharaan saluran jelek, maka air pasang tidak dapat sepenuhnya meresap, sedangkan lahan yang dahulu terluapi air pasang dan terima manfaat dari fluktuasi pasang surut, tidak dapat terluapi lagi.

Klasifikasi hidrotopografi untuk suatu lahan tergantung pada:

- a. Ketinggian pasang surut sungai
- b. Redaman pasang surut di saluran. Besarnya redaman dipengaruhi oleh:
  - Panjang saluran
  - Dimensi saluran
  - Kondisi pemeliharaan saluran
  - Terdapatnya banyak lahan lain yang diluapi air pasang di sepanjang saluran.
- c. Terdapatnya bangunan pintu air dengan lebarnya kurang dari lebar sungai.
- d. Curah hujan: jika tanah dan saluran dalam kondisi basah, rembesan air pasang lebih baik dibandingkan pada kondisi area dalam keadaan kering.
- e. Ketinggian lahan yang lama-lama dapat berubah karena :
  - Penyusutan tanah, beroksidasi lapisan gambut
  - Perataan tanah oleh petani sendiri, membuat sorjan dan sebagaimana.

Klasifikasi hidrotopografi yang sebenarnya dapat ditentukan hanya dengan observasi lapangan tentang ketinggian muka air saluran terhadap lahan petak per petak tersier. Informasi seperti ini harus dikumpulkan oleh staf O&P melalui memantau muka air dan melalui wawancara dengan petani dan P3A. Untuk klasifikasi pendahuluan dapat dilakukan perkiraan kasar dengan melakukan pengukuran ketinggian pasang di sungai dan selanjutnya perkiraan besaran redaman ketinggian air pasang tersebut bagian per bagian di sepanjang saluran primer, sekunder dan tersier. Besarnya redaman ketinggian air pasang dapat juga dihitung dengan bantuan model komputer pada sistem tata air (program HEC-RAS).

Estimasi tinggi muka air pasang sampai mendekati lahan dihitung dari elevasi pasang di sungai/saluran primer di kurangi kehilangan energi rambatan dan hambatan di saluran.

### **II.2.3 Drainabilitas**

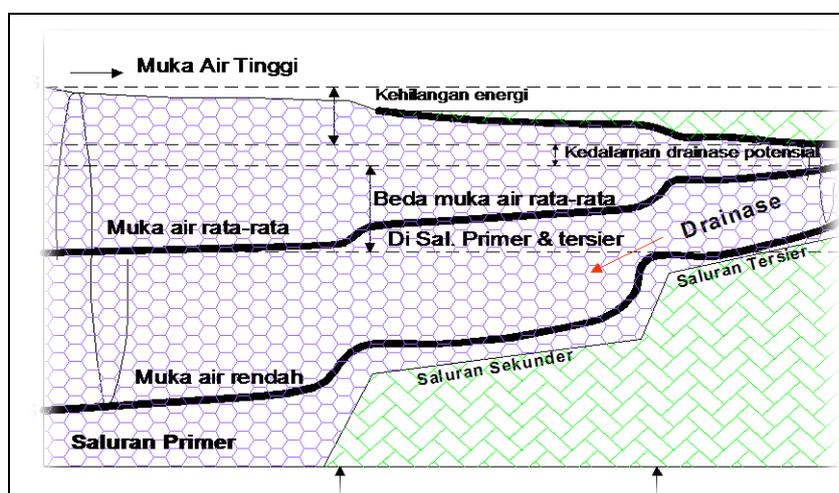
Drainabilitas adalah kedalaman dibawah permukaan tanah sampai dimana permukaan air tanah dapat didrain selama musim pertumbuhan (kecuali selama masa curah hujan sangat tinggi). Drainabilitas khususnya penting untuk menentukan kesesuaian lahan untuk tanaman lahan kering dan tanaman perkebunan. Tetapi padi sawah juga memerlukan drainase dari waktu kewaktu. Ada tiga klas drainabilitas, yaitu:

- I. Drainabilitas < 30 cm: drainase yang sangat buruk. Jika tidak ada peningkatan, area ini tidak cocok untuk pertanian, termasuk tanaman padi.
- II. Drainabilitas 30 - 60 cm: drainase cukup baik untuk tanaman padi dan palawija, tetapi tidak cocok untuk tanaman perkebunan (kecuali yang dipelihara di tanah gundukan).

III. Drainabilitas  $> 60$  cm: drainase yang cukup baik untuk semua jenis tanaman, termasuk tanaman perkebunan.

Drainabilitas tergantung kepada keadaan topografi, dimensi dan layout saluran serta cara-cara pemeliharaan. Oleh karena itu, pada kenyataannya dapat berbeda antara drainabilitas nyata sesuai dengan pengamatan lapangan, dan potensi drainabilitas. Potensi drainabilitas adalah drainabilitas yang dapat terjadi pada lahan dengan sistem tata air yang baik yang terdiri dari saluran primer, sekunder, tersier dan kwarter dengan jarak antara saluran kwarter masing-masing tidak lebih dari 100 m (lahan padi) atau 50 m (lahan perkebunan). Drainabilitas dapat ditingkatkan dengan mengoperasikan pintu air secara sesuai, yaitu dengan mengeluarkan air selama pasang rendah tetapi mencegah aliran masuk selama pasang tinggi

Seperti dalam hidrotopografi; menentukan drainabilitas memerlukan rincian pengamatan serta pengalaman lapangan serta kondisi area. Perhitungan secara kasar dapat dibuat dari rata-rata elevasi pasang surut di sungai selama satu bulan dengan curah hujan tertinggi dan dengan memperkirakan atau menghitung (dengan program komputer) kehilangan energi antara elevasi muka air saluran dan elevasi rata-rata muka air sungai. Kondisi hidrotopografi potongan memanjang/melintang saluran disajikan pada Gambar II-3 di bawah ini.



Gambar 2.3 Potongan memanjang sistem saluran

#### II.2.4 Lapisan Pirit

Pada umumnya tanah yang berada di daerah rawa pasang surut mengandung zat sulfat masam atau pirit, yang menyebar di berbagai kedalaman di bawah permukaan tanah. Dalam keadaan alami (terendam) tidak berbahaya bagi tanaman. Tetapi, kalau sudah didrainasi,

muka air tanah akan turun dan pirit akan terkena udara sehingga teroksidasi. Proses ini melepaskan banyak zat asam, besi beracun ( $\text{Fe}^{2+}$ ) dan alumunium, sehingga hal ini akan menyebabkan tanah asam sulfat potensial menjadi tanah asam sulfat aktual yang berbahaya bagi pertumbuhan tanaman.

## II.3 Kriteria Perencanaan

### II.3.1 Kriteria Perencanaan Sistem Tata Air

Sesuai sasarannya, maka kriteria perencanaan sistem tata air disusun sebagai berikut:

#### 1. Kriteria Umum

- a. Sistem tata air direncanakan untuk meningkatkan fungsi jaringan yang ada, menanggulangi permasalahan, serta meningkatkan kualitas dan kemampuan lahan dalam menunjang usaha pertanian, terutama padi sawah. Evaluasi ini disesuaikan berdasarkan pada kondisi dan potensi yang ada, termasuk pemanfaatan jaringan yang ada dengan semaksimal mungkin, sehingga sistem tata air dapat memenuhi tuntutan kebutuhan untuk pertanian.
- b. Sistem tata air direncanakan mampu mengendalikan air di lahan, yang meliputi:
  - Menahan masuknya luapan air pasang dan banjir ke lahan pertanian.
  - Membuang kelebihan genangan air di lahan akibat limpasan curah hujan yang dapat menghambat atau merusak pertumbuhan tanaman.
  - Memberikan air dan menjaga tinggi muka air tanah pada elevasi tertentu yang disesuaikan dengan kebutuhan pertanian.
  - Dapat mencuci lahan (*flushing*) untuk meningkatkan kualitas tanah, termasuk menghilangkan keasaman tanah yang dapat merugikan tanaman.
- c. Perencanaan layout saluran dan komponen sistem tata air seperti tanggul dan bangunan pengendali disesuaikan dengan ketentuan dan persyaratan yang harus dipenuhi serta mengacu pada kriteria-kriteria di atas, sehingga sistem yang direncanakan dapat berfungsi sesuai dengan sasaran yang hendak dicapai.

#### 2. Kriteria untuk Tanaman Padi Sawah

- a. Penyediaan air yang cukup untuk keperluan tanaman

Untuk kebutuhan tersebut penurunan muka air tanah yang diijinkan masih berada pada zona perakaran, yaitu paling dalam 50 cm di bawah muka tanah.

- b. Pengaturan elevasi muka air tanah

Pengaturan kedalaman muka air tanah sampai elevasi yang diinginkan dapat dilaksanakan dengan sistem saluran dan bangunan pintu pengendali.

c. Pengaliran air genangan yang berlebihan

Beban air limpasan akibat kelebihan curah hujan yang menggenangi areal persawahan harus dapat dialirkan dari lahan/sawah dalam waktu 3 x 24 jam melalui saluran. Tinggi genangan yang diperbolehkan pada lahan/sawah direncanakan 20 cm pada masa tumbuh dan 5 cm pada saat proses pematangan.

d. Pengeringan pada proses pematangan hingga panen

Pada proses pematangan padi hingga panen, lahan sawah harus dalam keadaan kering, penurunan muka air diharapkan dapat mencapai 50 cm di bawah muka tanah rata-rata.

### II.3.2 Kriteria Perencanaan Dimensi Saluran

Perencanaan dimensi saluran yang dilakukan harus memperhatikan kriteria berikut:

1. Pengaliran air genangan yang berlebihan

Saluran direncanakan terdiri dari saluran sekunder dan primer. Saluran harus dapat mengalirkan kelebihan air baik yang berupa air limpasan permukaan akibat curah hujan yang berlebihan maupun air pasang.

2. Curah hujan

Data curah hujan yang diperlukan untuk perencanaan saluran didasarkan pada curah hujan 1,2,3,4,5, dan 6 hari berturut-berturut dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100 dan 200 tahun.

Modulus drainase:

a. Modulus drainase digunakan untuk menetapkan dimensi saluran yang melayani lahan sawah, dihitung berdasarkan curah hujan maksimum 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 hari berturut-turut dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100 dan 200 tahun dan genangan kelebihan air dapat dibuang dalam waktu 3 hari.

b. Modulus drainase untuk menetapkan dimensi saluran yang melayani lahan tanaman padi, dihitung berdasarkan curah hujan maksimum 1, 2, 3, 4, 5 atau 6 hari berturut-turut dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100 dan 200 tahun dan genangan air kelebihan masing-masing dibuang dalam waktu 1, 3 atau 6 hari.

3. Pengaturan elevasi muka air tanah

a. Saluran pada lahan sawah harus mampu menjadi tampungan yang dapat menahan tinggi muka air tanah yang diperlukan oleh lahan terutama pada musim kemarau, dengan memanfaatkan potensi pasang surut yang dibantu oleh bangunan pengendali.

- b. Pada areal persawahan saluran harus mampu menurunkan muka air tanah pada saat proses pematangan padi hingga panen, dengan penurunan bisa mencapai 50 cm di bawah permukaan tanah dalam jangka waktu satu bulan.
  - c. Pada lahan tanaman padi, saluran maksimal dapat menurunkan muka air tanah sampai batas zona perakaran yang nilai kedalamannya disesuaikan dengan umur tanaman.
4. Dasar perhitungan saluran rencana
- Saluran yang direncanakan harus stabil, tidak tergerus dan tidak terjadi pengendapan, yang didasarkan pada perhitungan gaya seret maksimum yang diijinkan. Untuk itu ditetapkan besaran-besaran yang berhubungan dengan kriteria *stable channel* tersebut, seperti kecepatan aliran maksimum yang diijinkan, kemiringan dasar saluran, kemiringan talud, lebar berm, dan koefisien kekasaran yang sesuai dengan kondisi tanah yang ada.
5. Pemodelan matematik dengan HEC-Ras
- Perilaku aliran tak-langgeng di bawah pengaruh pasang surut pada kasus ini dikaji dengan program HEC-Ras versi 5.0.1. Kondisi batas yang digunakan di bagian hulu adalah fluktuasi muka air sungai rata-rata dan di bagian hilir adalah elevasi muka air rata-rata maksimal di muara saluran.

### **II.3.3 Kriteria Perencanaan Bangunan Pengatur Air**

Bangunan pengatur air yang akan direncanakan dapat berfungsi sebagai pengendali tinggi muka air tanah sesuai kebutuhan tanaman, yang ditempatkan pada saluran. Pemilihan jenis bangunan didasarkan atas:

- 1) Biaya ekonomis dengan penerapan teknologi tepat guna;
- 2) Memenuhi persyaratan segi teknis dan;
- 3) Dapat memberikan pelayanan yang optimal.

Secara umum kriteria perencanaan bangunan pengendali meliputi:

- a. Hidrolis baik, dimensi sesuai dengan kapasitas yang diperlukan dan tidak terjadi gerusan dan pengendapan pada bangunan.
- b. Konstruksi bangunan kuat dan stabil.
- c. Biaya bangunan ekonomis, mudah dalam pelaksanaan, pemindahan dan pemasangan serta menggunakan bahan yang dapat diperoleh di sekitar lokasi.
- d. Pintu pengendali dapat berfungsi dalam memenuhi kebutuhan tanaman, mudah dan sederhana dari segi pengoperasian dan pemeliharaan.

- e. Sistem pengendalian dibuat sederhana, praktis dan kuat. Apabila terjadi kerusakan dapat diperbaiki/diganti oleh tenaga setempat.
- f. Dalam perencanaan pintu, tinggi muka air tanah di lahan ditetapkan berdasarkan kebutuhan tanaman, dan
- g. Kapasitas pembukaan disesuaikan dengan kebutuhan, baik untuk pembuangan maupun suplai air dari dan ke lahan.

Elevasi muka air di lahan akan diatur dengan memasang bangunan pengatur muka air pada saluran. Salah satu tujuan penempatan bangunan di saluran primer bertujuan untuk meninggikan tinggi muka air agar air dapat masuk ke lahan. Dan penempatan bangunan di saluran ini akan disesuaikan dengan kelandaian lahan dengan tujuan mempertahankan elevasi muka air tanah di tingkat lahan agar berada pada kedalaman tertentu di bawah permukaan tanah sesuai dengan kebutuhan tanaman. Adapun fungsi pintu air di jaringan reklamasi rawa disajikan pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Fungsi pintu air di jaringan reklamasi rawa

<b>Pintu</b>	<b>Fungsi</b>	<b>Keuntungan</b>	<b>Kerugian</b>
Sekat	- Drainase Terkendali - Retensi Air	- Konstruksi Sederhana - Pemeliharaan Muda	- Pintu Sekat Mudah Hilang - Bocor Antara Pintu - Operasi Semakin Sulit Pada Saluran-Saluran Yang Lebih Besar
Ulir	- Retensi Air - Mencegah Masuknya Air Banjir, Air Berkualitas Buruk	- Operasi Mudah	- Relatif Mahal - Operasi Disesuaikan Dengan Pasang - Perlu diperiksa Setiap Hari
Kelep	Pintu Drainase: Drainase Maksimum - Mencegah Masuknya Air - Aliran Air Satu Arah Pintu Suplai: - Retensi Air - Aliran Air Satu Arah	- Operasi Otomatis	Konstruksinya Rumit - Puing Kotoran Cepat Mengakibatkan Pintu Tidak Berfungsi, Setiap hari perlu dibersihkan - Kerugian Tinggi/agak tinggi
Gabungan	Tergantung Atas jenis pintu	- Fleksibilitas Tinggi	- Sedikit lebih mahal

**Stoplog:**

Merupakan bangunan yang sederhana pemeliharaannya sederhana, penutupan dan pembukaan dengan memasang dan mengangkat balok-balok kayu, mudah. Kelemahan balok-balok kayu penutup mudah hilang sehingga pengaturan air terbengkalai. Balok kayu ini sampai pada elevasi minimal yang harus di pertahankan bisa dipasang tetap dan selebihnya bisa diangkat (terlepas) bagaimana kondisi lapangan. Fungsi: Mengatur muka air di saluran, menjaga keluar masuknya air ke saluran.

**Pintu geser/ulir:**

Bangunan yang cukup sederhana mudah pengoperasiannya tetapi harus dijaga terus, buka tutup pintu cukup dengan pemutaran stang pintu. Fungsi: Mengatur muka air di saluran, menjaga keluar masuknya air ke saluran.

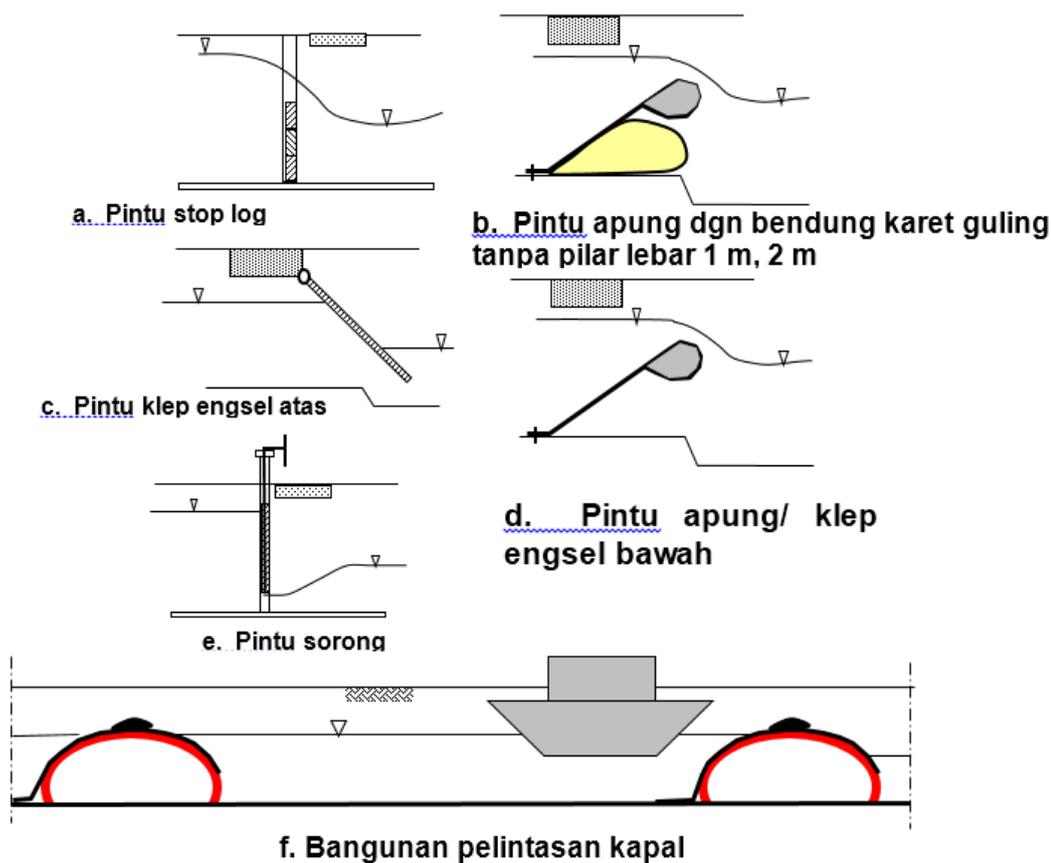
**Pintu klep**

Ada dua jenis pintu klep

- Pintu klep dimana engselnya di atas, bangunan ini tidak besar, diterapkan di saluran tersier.
- Pintu klep dimana engselnya di bawah, pintu ini disebut juga pintu apung (*floating gate*). Engsel pintu apung ini dari karet dan badan pintu dilapisi karet termasuk kepalanya sebagai alat untuk mengapung. Sebagai pengembangan dari pintu apung dan bendung karet adalah, pintu apung dengan bendung karet guling. Pintu ini bisa lebar 1.0 m, 1.5 m, atau 2 m. Jumlah pintu bisa lebih dari satu dan tanpa pilar ditengah kecuali paling pinggir kiri dan kanan, masing masing pintu bisa kembung dan Kempis secara terpisah. Kalau selagi Kempis yang bekerja adalah pintu apung secara individual pintu. Pengempisan dan pengembangan bisa masing masing atau bersama seluruh pintu.

**Bangunan pintu kapal.**

Bangunan ini bisa dipakai pelintasan kapal dari sistem ke sistem lainnya atau ke luar sistem. Bangunan ini sangat bermanfaat untuk pasang surut yang tinggi perbedaan antara pasang dan surut (3-4 m). Panjang atau volume tampungan kapal yang lewat tergantung kondisi lapangan terutama angkutan yang dibawanya (kayu, kelapa sawit dll). Bangunan ini bisa menggunakan pintu pengaturnya dari bendung karet guling dengan pelindung supaya tidak kena baling-baling kapal. Bendung karet guling mempunyai pilar tegak karet tidak diberi anker ke dinding samping, tapi ke dasar meja. Adapun gambaran dari beberapa tipe pintu pengatur air disajikan pada Gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 Tipe pintu pengatur air di jaringan reklamasi rawa

## II.4 Sistem Tata Air Rawa Pasang Surut

### II.4.1 Sistem dan Klasifikasi Jaringan Irigasi

Berdasarkan perkembangannya, irigasi terbagi menjadi tiga tipe, yaitu:

#### 1. Irigasi sistem gravitasi

Sistem irigasi ini, sumber air didapat dari permukaan bumi, yaitu: dari sungai, danau dan waduk di dataran tinggi. Pengaturan dilakukan untuk pembagian air irigasi menuju ke lahan pertanian yang membutuhkan, dilakukan secara gravitatif.

#### 2. Irigasi sistem pompa

Sistem ini sumber air didapat dengan menggunakan pompa untuk keperluan irigasi. Air diperoleh dari sungai, dan air tanah. Pengaturan untuk pembagian air menuju ke lahan yang membutuhkan air irigasi, dilakukan dengan bantuan pompa.

#### 3. Irigasi pasang surut

Sistem irigasi pasang surut adalah irigasi yang memanfaatkan potensi pengempangan air sungai akibat terjadinya peristiwa pasang surut di laut. Areal yang dimanfaatkan untuk irigasi tipe ini merupakan areal yang dipengaruhi langsung peristiwa pasang surut

air di laut. Genangan yang terjadi berupa air tawar dari sungai dan akan menekan masuk dan mencuci kandungan tanah sulfat asam dan akan dibuang di saat air laut surut.

#### **II.4.2 Sistem Tata Saluran**

Untuk mengendalikan atau mengatur tinggi muka air tanah yang sesuai dengan jenis tanaman dalam pemenuhan kebutuhan air bagi tanaman maka dibuatkan bangunan pengendali. Ditinjau dari keadaan tata air di daerah yang dikembangkan, sistem tata saluran daerah reklamasi dapat dibagi dalam tiga sistem, yaitu:

##### **1. Sistem terbuka**

Pengaturan tata air di dalam sistem sepenuhnya tergantung pada alam/keadaan rejim sungai keluarannya. Karena tidak terdapatnya bangunan-bangunan pengendali sehingga keadaan rejim sungai dapat langsung mempengaruhi keadaan tata air di dalam sistem.

##### **2. Sistem setengah terbuka**

Pada bagian tertentu keadaan tata air permukaan dapat dikontrol sedangkan pada bagian lainnya masih tergantung pada keadaan rejim sungai keluarannya.

##### **3. Sistem tertutup**

Keadaan tata air di dalam sistem terpisah sama sekali dengan keadaan tata air daerah sekitarnya dan dapat pula dikontrol sepenuhnya. Sistem ini biasanya berupa polder-polder atau sistem yang dilengkapi bangunan pengendali muka air seperti pintu klep otomatis. Pada sistem terbuka pembuangan dan pemasukan air umumnya menggunakan cara gravitasi. Sistem setengah terbuka tergantung pada keadaan topografi apakah seluruhnya menggunakan sistem gravitasi atau sebagian lagi memakai pompa.

Sistem tata air salah satu penentu keberhasilan dalam pemanfaatan lahan rawa pasang surut sebagai lahan persawahan. Pemanfaatan lahan rawa pasang surut bukan hal yang mudah. Ketidakmudahan itu terutama berkaitan dengan seringnya dijumpai 'titik aliran mati', yaitu tempat-tempat gerakan air tidak atau kurang lancar. Akibatnya air akan berhenti dan menggenang dalam waktu yang lama dan mengakibatkan terganggunya pertumbuhan tanaman, terakumulasinya zat-zat yang tidak dibutuhkan dan bahkan mengganggu tanaman dan menurunkan kualitas kesuburan tanah. Efek Lain dari adanya aliran mati ini adalah menurunnya kualitas air (air segar tidak dapat menggantikan air yang 'mandek' tersebut) dan meningkatnya sedimentasi.

Dengan demikian dalam merancang sistem tata air, pengetahuan yang dapat digunakan untuk memprediksi 'titik aliran mati' sangat diperlukan. Di samping itu perancangan *lay-out* sistem saluran yang kurang tepat berpotensi menimbulkan masalah intrusi air laut, yang tentunya akan berpengaruh kepada pertumbuhan tanaman.

Dalam upaya perbaikan sistem tata air sawah pasang surut, Rusdi dan Susianto (1984), menekankan tujuan perancangan tata air ditujukan agar pada petak tersier terjadi keadaan:

- a) Sistem tata air harus mampu mengalirkan air yang baik (segar) dan mengeluarkan (mendrain) air yang kotor.
- b) Kecepatan aliran pada sistem saluran harus dijaga agar tidak menimbulkan erosi saluran.
- c) Pengaturan tata air setiap petak tersier harus dapat dilaksanakan secara terpisah, agar akibat negatif dari petak lain dapat diperkecil.
- d) Tinggi genangan tertinggi 20 cm dan merata diseluruh petak.
- e) Muka air tanah terdalam dalam waktu surut adalah 20 cm untuk tanaman padi dan 40 cm untuk palawija, sehingga proses kapiler masih mampu mencapai zone perakaran.
- d) Menghindari terjadinya dampak 'cat-clay' dengan menjaga air tanah terdalam tidak lebih tinggi dari 40 cm.

Sistem tata air tradisional dengan membuat saluran-saluran air yang masuk ke lahan-lahan pertanian telah dilakukan sejak lama oleh masyarakat petani khususnya yang berada di daerah pesisir pantai. Dalam skala kecil sistem ini telah mampu memberikan hasil yang cukup bagi kehidupan petani tradisional yang mengandalkan sistem tersebut secara alamiah.

Pada skala besar sistem tata air yang mengandalkan proses alamiah sulit untuk diharapkan menghasilkan produk yang diharapkan. Oleh karena itu sistem tata air lebih dikembangkan demikian baik oleh beberapa pihak yang sangat peduli terhadap pengembangan rawa pasang surut. (Suhardjono dkk, 2010).

Beberapa sistem tata air atau saluran antara lain:

a). Sistem Handil

Sistem handil merupakan sistim tata air tradisional yang sejak lama sudah dikenal di Kalimantan Selatan. Sistem ini umumnya masih dengan rancangan sederhana yang berupa saluran (handil) yang menjorok masuk dari sungai ke daratan. Ukuran handil, yaitu: lebar antara 2-3 m dan dalam 0,5-1 m serta panjang handil masuk dari muara sungai menuju daratan antara 2-3 km. Adapun jarak antar handil yang pertama dengan yang handil lainnya berkisar 200-300 m. Adakalanya jarak/panjang handil ditambah atau diperluas sehingga luas yang dikembangkan mampu mencapai 20-60 hektar.

Bentuk dari sistem handil biasanya, berupa satu saluran handil utama yang bermuara di sungai, dan pada handil utama tersebut dibuat handil-handil kecil yang tegak lurus terhadap handil utama.

Sehingga suatu sistem handil dengan jaringannya menyerupai bangunan sirip ikan, sebagaimana terlihat pada gambar. Handil umumnya digali secara gotong royong oleh 7-10 orang dan dimanfaatkan bersama.

Sistem handil ini mengandalkan tenaga dari proses pasang surut untuk mengalirkan air dari sungai ke saluran-saluran handil, dan kemudian pada saat air sungai surut, air akan dikeluarkan dari sistem handil kembali ke sungai.

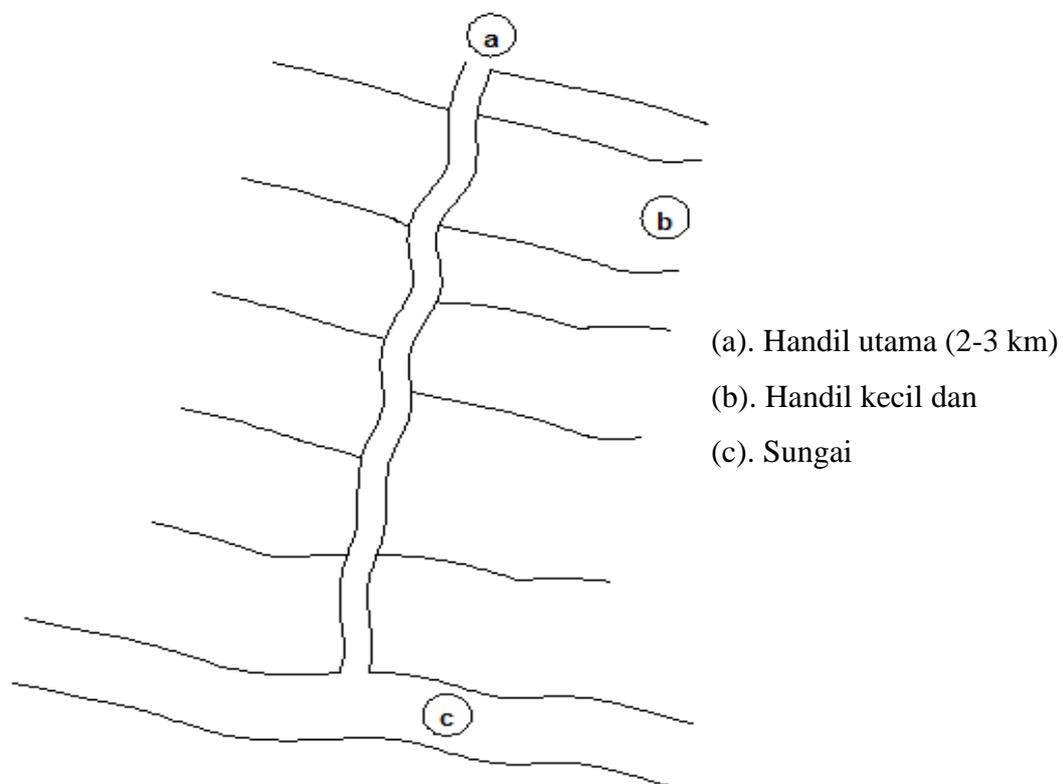
Kelebihan sistem handil:

- Sistem ini dapat berfungsi sebagai jaringan pengairan dan sekaligus drainasi.
- Dapat dimanfaatkan sebagai sarana transportasi air untuk dilewati sejenis perahu kecil atau sampan.

Kelemahan sistim handil:

- Hanya cocok untuk dikembangkan pada skala lahan pasang surut yang relatif kecil dan hanya mampu menjangkau luas areal yang terbatas.
- Seringkali terjadi masalah titik aliran mati (air diam tidak bergerak) pada ujung saluran.

Sedangkan contoh gambar Sistem Handil disajikan pada Gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5 Sistim Handil

b). Sistem Anjir (sistem kanalisasi antar dua buah sungai)

Sistem Anjir sering disebut juga dengan sistem kanal, yaitu sistem air makro dengan tujuan pembuatan saluran besar untuk menghubungkan antara dua buah sungai besar. Ciri utama sistem jaringan ini adalah menghubungkan dua buah handil atau dua buah sungai atau saluran besar. Berkembangnya sistem ini disebabkan adanya kebutuhan transportasi air setempat.

Anjir yang dibuat diharapkan dapat mengalirkan atau membagikan air yang masuk dari kedua sungai terdekat untuk pengairan jika saat terjadinya pasang dan sekaligus menampung air limpasan (pengatusan) melalui handil-handil yang dibangun sepanjang anjir jika kondisi surut. Dengan demikian, air sungai dapat digunakan untuk kebutuhan tanaman secara lebih luas dan leluasa.

Cara kerja sistem ini cukup sederhana yaitu, bila permukaan air satu sungai mengalami kenaikan, maka air akan masuk ke saluran primer, sekunder dan tersier. Kelebihan air akan keluar ke sungai yang lainnya yang telah mengalami penurunan muka air. Masalah yang terjadi adalah terbentuknya titik mati pada bagian tengah kanal, di antara dua sungai yang dipengaruhi gerakan pasut.

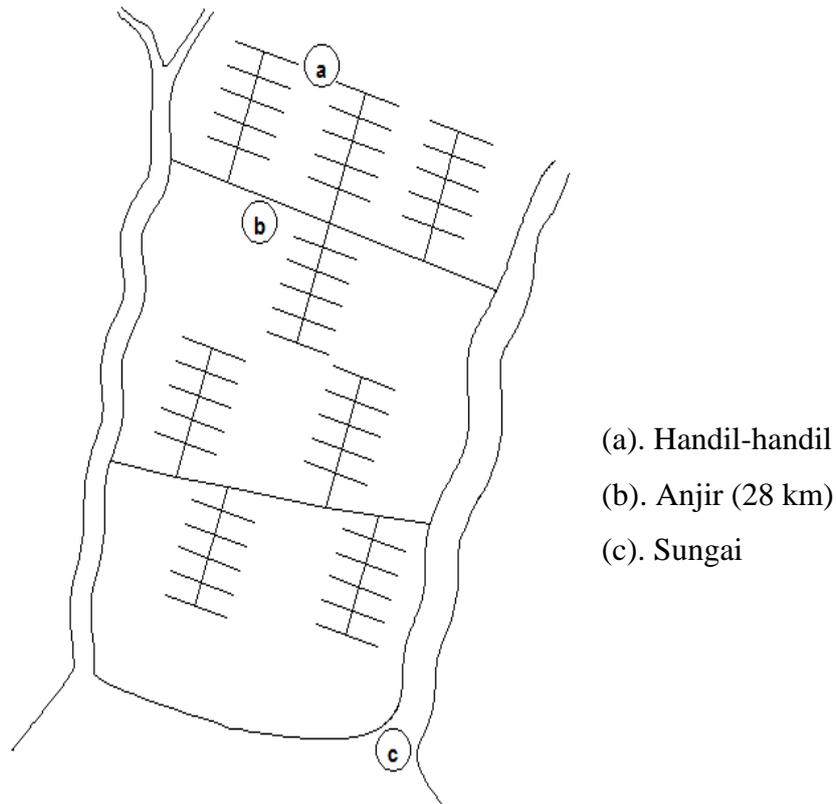
Kelebihan sistem anjir:

- Dengan dibangunnya anjir, maka lahan yang berada di kanan dan kiri saluran dapat diairi dengan membuat handil-handil sebagai saluran tersier. Saluran yang dibuat tegak lurus terhadap kanal.
- Bangunan ini diharapkan menimbulkan lalu lintas untuk transportasi air yang menghubungkan dua kota atau lebih dan membuat daerah yang terhubung menjadi lebih ramai sehingga mendorong perekonomian dan pembangunan daerah.

Kelemahan sistem anjir:

- Aliran balik akan terjadi pada bagian tengah saluran (kanal). Penghubung dari air yang seharusnya dibuang dan mengalir masuk kembali kedalam saluran akibat didorong oleh gerakan air pasang.
- Pada daerah yang berpotensi sulfat asam akan terjadi pertemuan antara sedimen air sungai dengan sedimen asam yang memiliki kandungan kadar Al tinggi dan akan menimbulkan keracunan pada biota air dan tanaman lainnya.

Sedangkan contoh gambar Sistem Anjir (sistem kanalisasi antar dua buah sungai) disajikan pada Gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2.6 Sistim Anjir

c). Sistem Garpu.

Sistem ini adalah pengembangan dari sistem handil yang bertujuan membuka areal yang lebih luas dan mengandalkan proses pengenceran dalam proses penyediaan air irigasinya. Sistem ini pada dasarnya adalah sistem tradisional yang telah dikembangkan oleh Universitas Gajah Mada. Sistem ini ditandai dengan adanya pengaturan saluran primer, sekunder dan terseier dengan pola garpu serta adanya kolam-kolam pasang. Sistem tersebut dapat kita jumpai misalnya di daerah rawa pertanian Barabai, Kalimantan Selatan.

Sistem garpu merupakan sistem tata air yang didesain dengan saluran-saluran yang dibangun dari tepi sungai dan masuk menjorok ke daerah pedalaman berupa saluran primer untuk sarana navigasi dan lainnya. Kemudian dilanjutkan dengan saluran sekunder yang terdapat dua saluran bercabang sehingga jaringan irigasi dengan bentuk menyerupai garpu.

Adapun sistem garpu dengan kolam pasang yang merupakan pengembangan dari sistem garpu dengan maksud melokalisir air kotor di kolam pasang yang secara periodik

akan dibuang ke sungai. Problem yang muncul adalah biaya pemeliharaan kolam pasang yang relatif mahal.

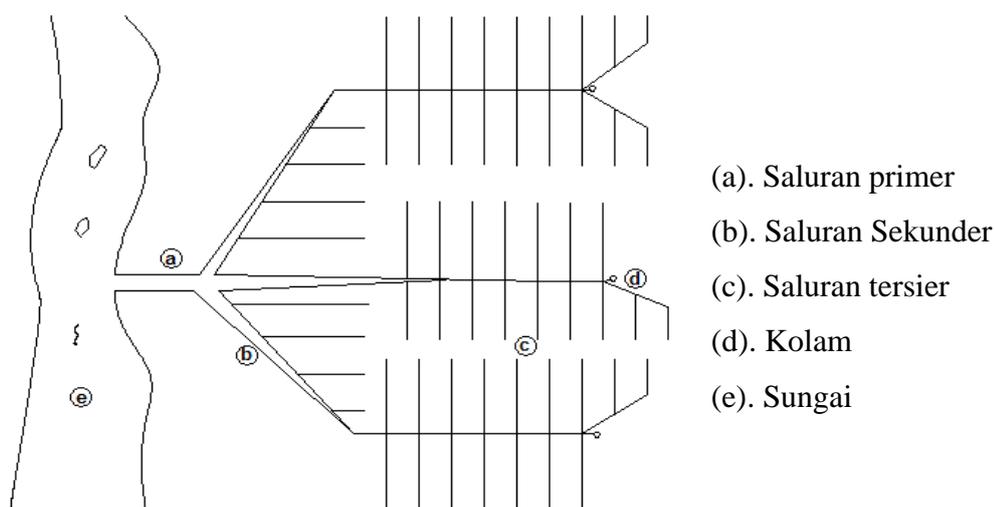
Kelebihan sistem garpu:

- Setiap ujung saluran sekunder sistem garpu umumnya terdapat kolam, dengan bertujuan menampung untuk sementara unsur dan senyawa beracun ketika pasang. Kemudian setelah itu diharapkan keluar mengikuti surutnya air pasang.
- Luas lahan rawa pasang surut dapat dikembangkan dari sistem garpu adalah berkisar sekitar sepuluh ribu hektar.

Kelemahan sistem garpu:

- Dari segi biaya yang relatif mahal terutama dalam pemeliharaan kolam.
- Potensi aliran mati tinggi pada bagian di ujung saluran yang akan menjadikan aliran air tidak sempurna.
- Kualitas air sepanjang saluran sekunder pada sistem garpu yang ke arah kolam biasanya makin tinggi kadar asam yang terjadi, sehingga pada kolam penampungan yang berada di ujung saluran menjadi sumber asam.

Sedangkan contoh gambar Sistem Garpu disajikan pada Gambar 2.7 di bawah ini.



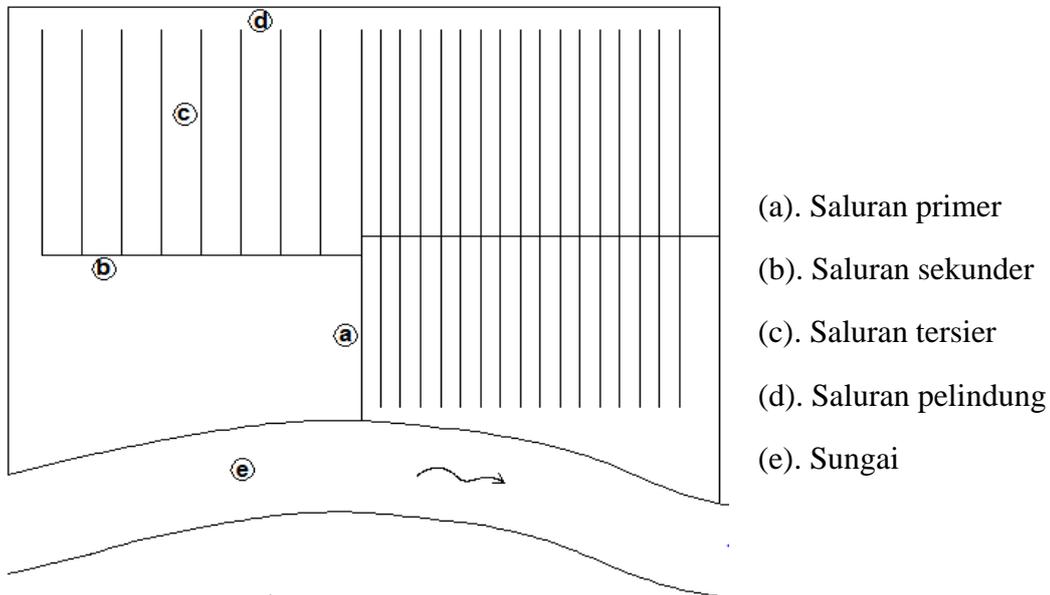
Gambar 2.7 Sistem Garpu

#### d). Sistem Sisir

Sistem sisir merupakan pengembangan dari sistem anjir yang dirubah menjadi satu buah saluran utama atau dua buah saluran primer. Sistem ini yang membentuk sejajar terhadap sungai. Sistem sisir ini di ujung-ujung saluran sekunder tidak dibangun kolam penampung seperti sitem garpu. Sistem saluran terpisah antara saluran pemberi air dengan pengatusan. Pada setiap saluran tersier yang ada dibangun pintu air yang

bersifatnya otomatis (*aeroflapegate*) pintu bekerja secara otomatis untuk mengatur muka air sesuai dengan pasang surut.

Sedangkan contoh gambar Sistem Garpu disajikan pada Gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2.8 Sistem Sisir

#### e). Sistem Polder

Sistem ini mendekati pengaturan air secara sempurna hal ini disebabkan adanya tanggul-tanggul dan pintu-pintu air dengan tujuan untuk mengendalikan lahan dari pengaruh luapan air dari luar lahan. Pada sistem polder ini antara saluran irigasi dan saluran drainasi dibuat terpisah. Karenanya sistem polder ini dapat dikatakan merupakan sistem terbaik dengan pendekatan teknologi yang menjamin pola pengaturan air di lahan.

Sistem ini dicirikan adanya berupa tanggul-tanggul dan pintu-pintu air dengan tujuan untuk mengendalikan lahan terhadap pengaruh luapan air dari luar.

Satu hal yang berbeda pada sistem polder ini adalah saluran pembawa dan saluran pembuang dipisahkan. Oleh karena itu sistem polder ini dapat dikatakan merupakan sistem terbalik dengan pendekatan teknologi yang menjamin pola pengaturan air di lahan.

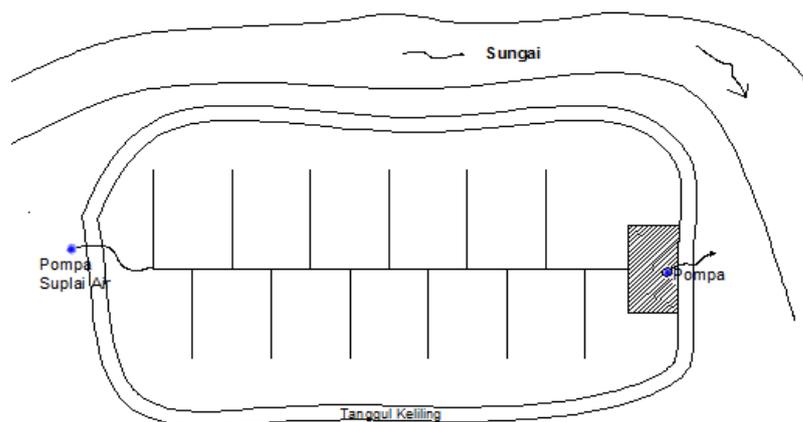
Polder yang dicirikan dengan kondisi sebagai berikut:

- Tidak terdapat pengaruh secara langsung dari aliran bebas (*free run off*) yang masuk ke dalam polder tersebut.

- Memiliki sistem drainasi yang dibuat baik melalui sistem gravitasi ataupun dengan pompa.
- Di dalam polder tidak terdapat sistem tata air lahan lain yang berhubungan dengan sistem tata air yang berada di luar polder.
- Tinggi dan kondisi muka air tanah di dalam di polder tidak memiliki hubungan dengan tinggi dan keadaan muka air tanah dari daerah di sekitarnya.

Berdasarkan kriteria di atas, suatu polder yang baik akan dapat berupa suatu lahan pertanian atau lahan untuk keperluan yang lain.

Polder juga ditandai oleh adanya tanggul-tanggul yang berfungsi sebagai pembatas sistem tata air yang berada di dalam dan di luar polder. Polder juga dilengkapi dengan sistem saluran drainasi, kolam-kolam tampungan dan pompa drainasi. Air yang tergenang di daerah polder (termasuk dari air hujan) dialirkan melalui sistem saluran drainasi ke kolam penampung dan selanjutnya di buang keluar. Adapun contoh gambar Sistem Polder disajikan pada Gambar 2.9 di bawah ini



Gambar 2.9 Sistem polder

#### f). Sistem Surjan

Sistem ini dapat diterapkan baik pada daerah tadah hujan yang sering kekurangan air maupun tadah hujan yang sering tergenang air. Sistem aliran satu arah: Pada sistem aliran satu arah ini, saluran irigasi dan saluran drainasi dibuat secara terpisah. Pintu klep dipasang berlawanan arah. Pada saluran irigasi pintu membuka kearah dalam sedang pada saluran drainasi pintu klep membuka ke arah luar sehingga pencucian lahan dapat berlangsung dengan efektif.

Sistem aliran dua arah: Pada sistem air dua arah, saluran tersier yang dibuat berfungsi sebagai saluran irigasi dan drainasi. Oleh karena saluran berfungsi sebagai

saluran irigasi dan drainasi, pada saluran ini dipasang pintu-pintu. Untuk menghindari terjadinya *over drain*, pada pintu-pintu perlu dipasang *over flow/stoplog*.

## II.5 Pasang Surut

Pasang surut merupakan fluktuasi muka air laut yang terjadi sebagai fungsi waktu yang disebabkan oleh adanya gaya tarik yang terjadi antara benda-benda langit, yaitu: matahari dengan bulan terhadap massa air laut yang ada di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan massa matahari, tetapi karena jarak bulan-bumi jauh lebih dekat (390.000 km) dibandingkan dengan jarak matahari-bumi (150.000.000 km), sehingga pengaruh gaya tarik bulan yang terjadi terhadap bumi menjadi lebih besar daripada pengaruh yang terjadi pada gaya tarik matahari.

Terdapat tiga jenis pergerakan benda angkasa yang berpengaruh terhadap peristiwa pasang surut yaitu:

1. Revolusi bulan terhadap bumi, dengan orbit berbentuk ellips dan memerlukan waktu 29.5 hari.
2. Revolusi bumi terhadap matahari, dengan orbit berbentuk ellips dan memerlukan waktu 365.25 hari.
3. Rotasi bumi pada sumbunya sendiri yang memerlukan waktu 24 jam.

Air laut akan bergerak pada muka air rendah, beberapa saat kemudian akan menjadi lebih tinggi dan akhirnya mencapai maksimum. Setelah itu muka air tersebut akan turun kembali sampai elevasi terendah dan kemudian naik kembali. Fluktuasi elevasi muka air laut merupakan fungsi waktu yang disebabkan adanya pasang surut.

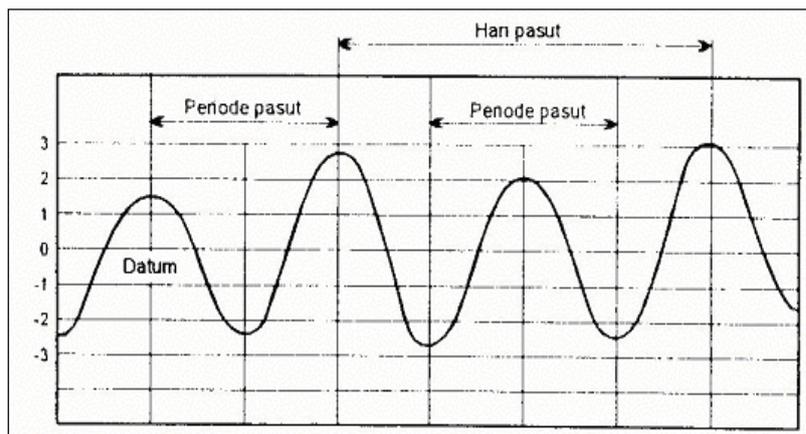
Fluktuasi muka air pasang surut yang terjadi di areal pantai dengan periode waktu beberapa jam dikelompokkan dalam gerak muka air pasang surut. Gerak muka air pasang surut perlu dilakukan pengukuran untuk mengetahui beberapa elevasi muka air yang digunakan untuk keperluan perencanaan elevasi bangunan pantai atau kajian *backwater* pada suatu muara sungai.

### II.5.1 Kurva Pasang Surut

Tinggi muka air pasang surut merupakan jarak vertikal antara puncak tertinggi muka air pasang dan air terendah yang terjadi secara berurutan. Periode pasang surut adalah durasi waktu yang dibutuhkan dari posisi muka air rata-rata ke posisi yang sama selanjutnya. Periode pasang surut bisa terjadi 12 jam 25 menit atau bisa terjadi 24 jam 50 menit, tergantung dengan tipe pasang surut tersebut. Periode dimana muka air naik atau meningkat disebut pasang, disebut surut pada saat muka air turun. Fluktuasi muka air akan menimbulkan arus yang dinamakan dengan arus pasang surut, yang berhubungan dengan

jumlah massa air dalam jumlah yang sangat besar. Arus pasang terjadi ketika waktu periode pasang tiba dan arus surut terjadi ketika periode air surut. Titik balik adalah saat dimana kondisi arus air berbalik antara arus pasang dengan arus surut. Titik balik biasanya terjadi ketika muka air tertinggi ataupun muka air terendah. Di saat tersebut kondisi air tenang atau tidak mengalir.

Gambar 2.10 menunjukkan contoh hasil pencatatan fluktuasi muka air pasang surut laut sebagai fungsi waktu (kurva pasang surut).



Gambar 2.10 Kurva pasang surut

## II.5.2 Tipe Pasang Surut

Tipe pasang surut di berbagai wilayah tidak sama. Di suatu wilayah dalam satu hari dapat satu kali atau lebih terjadi pasang surut. Umumnya pasang surut di berbagai wilayah dapat dikelompokkan menjadi empat tipe, yaitu: pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), harian ganda (*semidiurnal tide*) dan dua jenis campuran.

### 1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)

Pasang tipe ini dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Tinggi muka air pasang yang terjadi hampir sama dan pasang surut ini terjadi secara berurutan serta teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Tipe pasang surut ini terdapat di daerah selat Malaka hingga sampai Laut Andaman.

### 2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

Pasang tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi di daerah perairan Selat Karimata.

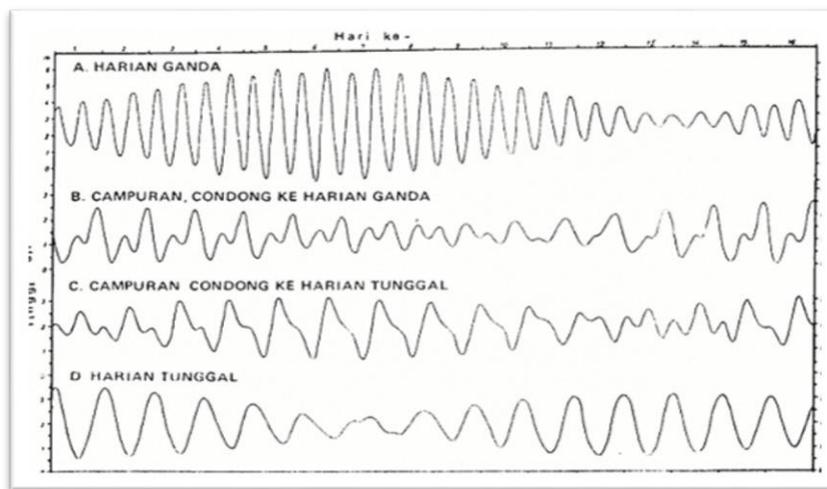
### 3. Pasang surut campuran cenderung ke harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*)

Tipe ini dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, namun tinggi dan periodenya tidak sama. Daerah perairan Indonesia Timur pasang surut tipe ini banyak terjadi.

4. Pasang surut campuran cenderung ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)

Tipe pasang ini terjadi dalam satu hari satu kali air pasang dan satu kali air surut. Kadang-kadang tipe ini untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Sedangkan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Pasang surut tipe ini terjadi di Pantai Utara Jawa Barat dan selat Kalimantan.

Gambar 2.11 menunjukkan keempat tipe pasang surut tersebut. Sedangkan Gambar 2.12 Sebaran keempat tipe pasang surut di Indonesia dan sekitarnya.



Gambar 2.11 Tipe pasang surut

A. Harian ganda; B. Campuran condong ke arah ganda; C. Campuran condong ke arah tunggal dan D. Harian tunggal. (Sumber: Triadmodjo 2010: 74)



Gambar 2.12 Sebaran keempat tipe pasang surut di Indonesia dan sekitarnya

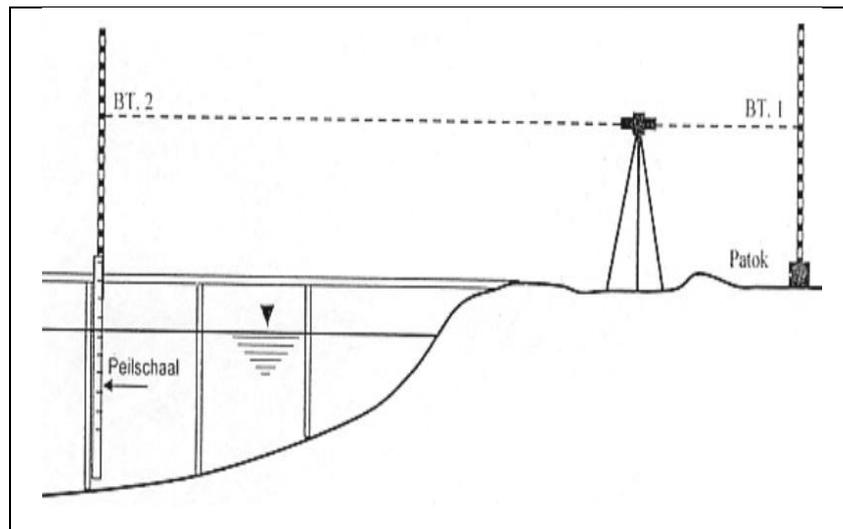
A. Harian ganda arsiran berupa titik-titik; B. Campuran condong ke arah ganda tidak berarsir; C. Campuran condong ke arah tunggal yang berarsir jarang-jarang dan D. Tunggal yang berarsir rapat (Sumber: Triadmodjo 2010:75).

### II.5.3 Definisi Elevasi Pasang Surut

Elevasi muka air laut selalu berfluktuasi pada setiap waktu. Untuk dibutuhkan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan pencatatan data pasang surut. Elevasi di maksud yang akan digunakan sebagai dasar di dalam perencanaan suatu pelabuhan (Triadmodjo 2010:76). Beberapa elevasi yang digunakan antara sebagai berikut:

1. *High Water Level, (HWL)* adalah elevasi muka air maksimum yang dicapai ketika air pasang dalam satu siklus pasang surut.
2. *Low Water Level (LWL)*, adalah elevasi muka air minimum yang dicapai ketika air surut dalam satu siklus pasang surut.
3. *Mean High Water Level,( MHWL)*, adalah tinggi rerata dari muka air tinggi selama periode 19,6 tahun.
4. *Mean Low Water Level (MLWL)*, adalah tinggi rerata dari muka air rendah selama periode 18,6 tahun.
5. *Mean Sea Level (MSL)*, adalah tinggi muka air rerata dari muka air laut pada setiap tahap pasang surut selama periode 18,6 tahun, biasanya ditentukan dari pembacaan jam-jaman.
6. *Highest High Water Level,(HHWL)* adalah muka air tertinggi ketika pasang surut purnama atau pada saat bulan mati.
7. *Lowest Low Water Level (LLWL)*, adalah muka air terendah ketika pasang surut purnama atau pada saat bulan mati.
8. *Higher High Water Level*, adalah muka air tertinggi dari dua muka air tinggi selama satu hari, seperti ketika terjadi pasang surut tipe campuran.
9. *Lower Low Water Level*, adalah muka air terendah antara dua muka air rendah dalam satu hari.

Data elevasi muka air penting tersebut di atas, didapat dari hasil pembangkitan data ukur pasang surut selang satu jam selama 16 hari. Untuk mendapatkan data pasang surut disajikan seperti pada Gambar 2.13 dibawah ini.

Gambar 2.13 Papan duga (*peilchal*)

### II.5.4 Komponen Pasang Surut

Komponen pasang surut merupakan komponen-komponen yang dapat membangkitkan pasang surut. Komponen ini dinamakan konstanta harmonik karena sifatnya periodik terhadap waktu, yaitu sesuai dengan gaya-gaya penyebabnya yang periodik. Berikut ini adalah konstanta harmonik utama pasang surut yang disajikan pada Tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Konstanta harmonik utama pasang surut

No.	Keterangan	Simbol	Periode (jam matahari)	Perbandingan (relatif)
<b>Tengah Harian (<i>semi-diurnal</i>)</b>				
1.	<i>Principal lunar</i>	M2	12,4	100
2.	<i>Principal solar</i>	S2	12,0	47
3.	<i>Large lunar elliptic</i>	N2	12,7	19
4.	<i>Luni-lunar-semi-diurnal</i>	K2	11,97	13
<b>Harian (<i>Diurnal</i>)</b>				
5.	<i>Luni-solar-diurnal</i>	K1	23,9	58
6.	<i>Principal lunar diurnal</i>	O1	25,8	42
7.	<i>Principal solar diurnal</i>	P1	24,1	19
8.	<i>Large lunar elliptic</i>	Q1	26,9	8
<b>Periode Panjang (<i>Long-period</i>)</b>				
9.	<i>Lunar fortnightly</i>	Mf	238,0	17
10.	<i>Lunar monthly</i>	Mm	661,0	9
11.	<i>Solar semi-annual</i>	Ssa	2.191,0	8

Sumber: (Suhardjono, 2015)

Dari konstanta-konstanta harmonik utama pasang surut tersebut, ada 4 (empat) buah konstanta harmonik yang dapat menentukan tipe pasang surut seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Keempat konstanta tersebut, yaitu: K1, O1, M2, dan S2. dalam hal ini,

klasifikasi tipe pasang surut berdasarkan pada perbandingan antara jumlah amplitudo konstanta-konstanta *diurnal* (K1, O1) dengan jumlah amplitudo konstanta-konstanta *semi diurnal* (M2, S2). Perbandingan jumlah amplitudo tersebut dikenal sebagai “*Formzal*”, yaitu:

$$F = \frac{K1+O1}{M2+S2} \quad (2-1)$$

Tipe-tipe pasang surut dapat diklasifikasikan dengan menggunakan harga F di atas sesuai dengan ketentuan berikut:

$0 < F < 0.25$	:	Pasang surut harian ganda
$0.25 < F < 1.50$	:	Pasang surut campuran cenderung ke ganda
$1.50 < F < 3.00$	:	Pasang surut campuran cenderung ke tunggal
$F > 3.00$	:	Pasang surut harian tunggal

## II.6 Pengukuran Debit

Prosedur pengukuran debit dengan alat ukur tipe baling-baling (SNI 8066: 2015)

Lakukan pengukuran dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- Pilih penampang melintang sungai/saluran terbuka di lokasi yang ditentukan dengan memperhatikan karakteristik aliran pada survey pendahuluan.
- Bentangkan tali/kabel pada penampang melintang sungai/saluran di lokasi yang telah ditentukan dengan merawas, menggunakan perahu, kereta gantung (*cable car*), *winch cable way* atau dari jembatan.
- Ukur lebar penampang basah.
- Periksa dan rakit alat ukur.
- Catat tinggi muka air dan waktu pada saat dimulainya pengukuran pada kartu pengukuran yang telah disiapkan (seperti pada Tabel A. 1, Lampiran A).  
Catatan: Pencatatan tinggi muka air dilakukan setiap 5-10 menit apabila perubahan muka air cukup mencolok selama pengukuran.
- Turunkan alat pengukur arus hingga bagian bawah alat menyentuh permukaan aliran, tunggu hingga alat tersebut berada pada posisi yang benar (lurus dan berlawanan dengan arah aliran). Baca dan catat angka pada meteran penggantung alat ukur arus (*sounding reel*).
- Turunkan alat ukur arus hingga dasar sungai. Baca dan catat angka pada meteran penggantung alat pengukur arus.

- h). Hitung kedalaman aliran dengan menggunakan selisih pembacaan pada butir f) dan butir g).
- i). Tempatkan alat ukur kecepatan pada titik kedalaman yang diinginkan, misalnya pada titik kedalaman 0,2 d dan 0,8 d.
- j). Periksa apakah arah alat sudah benar dan sudut juntaian tali tidak lebih besar dari  $10^\circ$  terhadap garis vertikal. Bila sudut juntaian lebih besar dari  $10^\circ$ , lakukan koreksi berdasarkan Tabel 1. Selain itu periksa apakah pencatat putaran baling-baling pengukur kecepatan arus (*counter*) bekerja dengan baik.
- k). Lakukan pengukuran kecepatan aliran pada titik-titik kedalaman seperti diuraikan pada butir i) dan catat pada formulir jumlah putaran baling-baling pada setiap titik pengukuran (seperti pada Tabel A. 1, Lampiran A).
- l). Hitung kecepatan aliran dengan bantuan persamaan kecepatan untuk baling-baling alat pengukur arus yang dipergunakan seperti ditunjukkan pada Tabel A.2, Lampiran A.
- m). Ulangi kegiatan dari butir f) sampai butir i) untuk setiap jalur vertikal pada seluruh penampang melintang.
- n). Hitung luas penampang dengan rumus 8 dan 9.
- o). Hitung kecepatan rata-rata penampang dengan rumus 5, 6 dan 7 tergantung dari jumlah titik pengukuran.
- p). Hitung besar debit bagian dengan mengalikan luas penampang tengah dengan kecepatan rata-rata penampang tengah di setiap lajur pengukuran dengan rumus 1.
- q). Jumlahkan seluruh debit bagian penampang.
- r). Catat kembali tinggi muka air dan waktu saat berakhirnya pengukuran pada formulir yang tersedia (seperti Tabel A.1, Lampiran A).
- s). Jumlahkan debit bagian untuk mendapatkan debit total pada penampang tersebut.
- t). Jumlahkan seluruh luas penampang bagian.
- u). Tentukan kecepatan rata-rata seluruh penampang dengan rumus 12.
- v). Tentukan tinggi muka air rata-rata dengan rumus 11.
- w). Periksa kembali semua peralatan dan perlengkapan setelah selesai pengukuran.

## II.7 Pengembangan Rawa

Kebijakan pemerintah dalam pengembangan reklamasi daerah rawa, sesuai dengan karakteristik lahan rawa, yaitu dilaksanakan secara bertahap: Tahap I (sederhana), Tahap II (semi teknis), dan Tahap III (teknis). Umumnya saat ini lahan-lahan yang sudah direklamasi masih berada pada Tahap I, hanya sebagian yang berada pada Tahap II. Pada Tahap I, sistem tata air masih sederhana dengan sistem drainase saluran terbuka tanpa

pengendalian dan pengaturan muka air, sudah bisa dilakukan budidaya pertanian dengan hasil masih rendah. Pada Tahap II, sistem tata airnya sudah bisa dikendalikan dan diatur dengan pintu-pintu, hasil budidaya pertanian mulai meningkat. Sedangkan pada Tahap III, sistem tata airnya sudah full teknis yang dilengkapi dengan pompa-pompa dan hasil budidaya pertanian cukup tinggi. Pada setiap tahapan pengembangan tersebut harus melalui proses survei, investigasi dan desain.

Seperti halnya Daerah Irigas Rawa Pematang Limau di Kecamatan Seruyan Hilir Kabupaten Seruyan, apabila ditinjau dari status jaringan termasuk dalam pengembangan Tahap I, dimana semua salurannya belum bisa dikendalikan dan diatur yang mengakibatkan tingkat pemanfaatan lahannyapun masih rendah. Untuk itu diperlukan evaluasi terhadap kondisi jaringan dan bangunan pengatur air (pintu air) yang ada untuk peningkatan fungsi jaringan reklamasi rawa yang sudah ada dengan dilakukan evaluasi dan pengembangan Daerah Irigasi Rawa (DIR) Pematang Limau 3.500 Ha di Kabupaten Seruyan Propinsi Kalimantan Tengah.

Karakteristik daerah serta upaya yang dilakukan oleh masyarakat selama bertahun-tahun di daerah rawa ini secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi karakteristik lahan, serta pembentukan tanah di daerah tersebut. Pembukaan lahan dan pembangunan handil-handil membuat situasi alami lahan yang reduktif menjadi oksidatif. Proses oksidatif kemudian akan mempengaruhi karakteristik kimia senyawa-senyawa yang terkandung di dalam tanah.

## **II.8 Analisa Hidrologi**

Analisis hidrologi adalah salah satu bagian dari tahapan perencanaan bangunan air, seperti bendungan, bangunan pengendali banjir, dan bangunan irigasi, tetapi juga bangunan bangunan jalan raya, lapangan terbang, dan bangunan lainnya (Suripin, 2003: 19):

Ukuran dan jenis bangunan air sangat bergantung dari informasi yang didapat dari analisis hidrologi sebelum dilakukannya pembangunan. Sebelum memperoleh informasi yang akurat tentang sifat-sifat dan variabel-variabel hidrologi, maka hampir dipastikan proses selanjutnya untuk melakukan analisa hidrologi atau menetapkan sifat-sifat dan variabel-variabel hidrologi tidak mungkin bisa dilakukan. Perencanaan ataupun kajian evaluasi suatu jaringan irigasi dan bangunan air lainnya dapat berfungsi dengan baik, secara struktural maupun fungsional jika telah melakukan analisa hidrologi yang baik.

### II.8.1 Curah Hujan Daerah

Data curah hujan yang diperlukan untuk melakukan penyusunan suatu perencanaan pembangunan infrastruktur sumber daya air adalah curah hujan merata di seluruh daerah yang bersangkutan, tidak hanya curah hujan pada suatu titik tertentu saja. Curah hujan ini dinamakan dengan curah hujan daerah yang dinyatakan dalam satuan milimeter (Sosrodarsono, 1999:27).

Pengukuran yang dilakukan pada setiap stasiun hujan merupakan data hujan yang terjadi pada satu tempat saja (*point rainfall*). Sedangkan untuk analisa pada umumnya yang dibutuhkan adalah data hujan rata-rata DAS (*catchment rainfall*). Terdapat tiga cara yang digunakan untuk menghitung curah hujan daerah (Sri Harto, 1993: 13), yaitu:

- a. Cara rata-rata Aljabar
- b. Cara Isohyet
- c. Cara Poligon Thiessen

Untuk menentukan metode mana yang akan digunakan, Suripin (2003: 31) ,menyatakan terdapat tiga faktor yang perlu dipertimbangkan. Faktor tersebut meliputi:

1. Jaring-jaring pos penakar hujan
  - Jumlah pos penakar hujan cukup : semua metode dapat dipakai
  - Jumlah pos penakar hujan terbatas: metode rata-rata atau thiesen
  - Pos penakar hujan tunggal : metode hujan titik
2. Luas DAS
  - DAS besar (>5000 km<sup>2</sup>) : metode isohyet
  - DAS sedang (500 s/d 5000 km<sup>2</sup>) : metode thiesen
  - DAS kecil (<500 km<sup>2</sup>) : metode rata-rata aljabar
3. Topografi DAS
  - Pegunungan : metode rata-rata aljabar
  - Berbukit dan tidak beraturan : metode isohyet
  - Dataran : metode thiesen

Berdasarkan faktor pertimbangan tersebut di atas, yaitu jumlah pos penakar hujan terbatas sehingga pada studi ini cara yang digunakan untuk menghitung curah hujan daerah dengan metode rata-rata Aljabar.

Tinggi rata-rata curah hujan didapatkan dengan mengambil harga rata-rata hitung (*arithmetic mean*) dari penakaran pada penakar hujan dalam areal tersebut. Jadi,

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{di}{n} \quad (2-2)$$

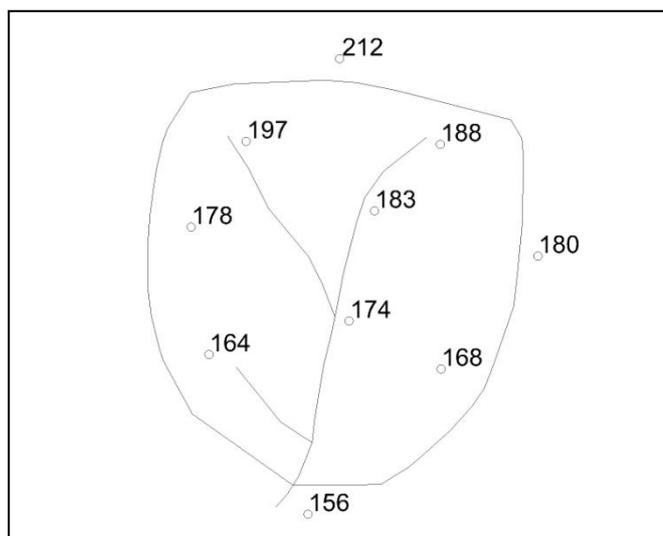
dengan:

$d$  = tinggi curah hujan rerata areal

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$  = tinggi curah hujan pada stasiun penakar 1, 2, 3, .....n

$n$  = banyaknya stasiun penakar

Cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya, asalkan stasiun-stasiun penakarnya terbagi merata di areal tersebut dan data hasil penakaran masing-masing stasiun penakar tidak menyimpang jauh dari harga rata-rata seluruh stasiun penakar. Adapun contoh titik-titik curah hujan disajikan pada Gambar 2.14 di bawah ini.



Gambar 2.14 Titik-titik curah hujan dalam daerah aliran  
(Sumber: Sosrodarsono, 2003: 28)

### II.8.2 Uji Konsistensi Metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*)

Satu seri data hujan untuk satu stasiun tertentu, dimungkinkan sifatnya tidak akan konsisten. Data seperti ini tidak dapat langsung digunakan sebagai *input* suatu kajian. Data tidak konsisten dapat disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut:

1. Alat penakar yang diganti dengan spesifikasi yang tidak sama dengan sebelumnya, atau alat sama tetapi dipasang dengan tata cara yang berbeda.
2. Terjadi pemindahan lokasi alat ukur ke lokasi yang kurang memenuhi persyaratan. Misalnya saja alat ukur diletakkan pada bangunan atau pohon besar dengan jarak yang relatif dekat.

Berdasarkan uraian di atas, maka sebelum data digunakan sebagai dasar kajian hidrologi perlu dilakukan uji konsistensi. Pemeriksaan secara statistik data hujan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Jika terdapat data curah hujan tahunan dengan jangka waktu pengamatan yang panjang, maka RAPS dapat digunakan untuk memeriksa kehomogenitasan data yang ada.

Cara ini dilakukan untuk menghitung nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rerata (*mean*) dengan persamaan berikut:

$$S_0^* = 0 \quad S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}), \text{ dengan } k = 1, 2, \dots, n \quad (2-3)$$

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{Dy}, \text{ dengan } k = 0, 1, 2, \dots, n \quad (2-4)$$

Dengan:

$Dy$  = deviasi standar.

Pengujian ini menggunakan data yang diperoleh dari stasiun itu sendiri yaitu pengujian dengan kumulatif penyimpangan terhadap nilai rerata dibagi dengan akar kumulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya, untuk lebih jelas lagi bisa dilihat pada rumus, nilai statistik Q dan R

$$Q = \text{maks} \left| S_k^{**} \right| \text{ untuk } 0 \leq k \leq n \quad (2-5)$$

$$R = \text{maks} S_k^{**} - \text{min} S_k^{**} \quad (2-6)$$

Dengan melihat nilai statistik di atas maka dapat dicari nilai  $Q/\sqrt{n}$  dan  $R/\sqrt{n}$ . Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan nilai  $Q/\sqrt{n}$  syarat dan  $R/\sqrt{n}$  syarat, jika lebih kecil maka data tersebut masih dalam batasan konsisten. Nilai-nilai tersebut disajikan pada Tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2.3 Nilai  $Q/n^{0.5}$  dan  $R/n^{0.5}$

n	$Q/\sqrt{n}$			$R/\sqrt{n}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.10	1.22	1.42	1.34	1.43	1.60
30	1.12	1.24	1.46	1.40	1.50	1.70
40	1.13	1.26	1.50	1.42	1.53	1.74
50	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.50	1.62	1.86
$\infty$	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2.00

Sumber: Harto (2009: 41)

## II.9 Analisa Distribusi Frekuensi

Dalam analisa hidrologi selanjutnya, diperlukan besaran curah hujan rencana yang terjadi di daerah tersebut. Curah hujan rencana adalah berupa besaran jumlah hujan yang terjadi selama satu hari dalam satuan milimeter, dalam berbagai kala ulang yang telah direncanakan.

Untuk mendapatkan suatu distribusi yang sesuai dengan data yang tersedia, maka digunakan analisis frekuensi. Persyaratan yang digunakan untuk memilih distribusi frekuensi adalah dengan mencari koefisien kurtosis ( $C_k$ ) dan koefisien kepeccengan ( $C_s$ ) dengan batasan tertentu. Masing-masing distribusi mempunyai sifat-sifat tertentu. Untuk menentukan jenis distribusi digunakan parameter-parameter sebagaimana disajikan pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4 Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

No Distribusi	Persyaratan
1 Normal	$(x_{\text{rerata}} \pm s) = 68,27\%$ $(x_{\text{rerata}} \pm 2s) = 95,44\%$ $C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2 Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3 Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
4 Log Pearson	Selain dari nilai di atas

Sumber: Triatmodjo (2010: 250)

Persamaan untuk perhitungan koefisien kepeccengan ( $C_s$ ) dan koefisien puncak ( $C_k$ ):

$$C_s = \frac{n \sum (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2-7)$$

$$C_k = \frac{n^2 \sum (x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (2-8)$$

Dengan:

- $C_s$  = *skewness*/ kepeccengan
- $C_k$  = *kurtosis*/ koefisien puncak
- $S$  = simpangan baku
- $n$  = jumlah data

Penetapan seri data yang akan dipakai dalam analisis dapat dilakukan dengan 2 cara antara lain:

1. Seri maksimum (*maximum annual series*)

Metode ini dilakukan dengan mengambil suatu data maksimum setiap tahun. Metode ini memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut:

- a. Jumlah data dalam seri = panjang data yang tersedia
- b. Hanya besaran maksimum saja yang dianggap berpengaruh dalam analisis selanjutnya.

Sedangkan kelemahan dari metode tersebut adalah besar hujan atau banjir kedua dalam suatu tahun yang mungkin lebih besar dari hujan atau banjir maksimum dalam tahun yang lain tidak diperhitungkan pengaruhnya dalam analisis yang berarti kurang realistis.

## 2. Seri partial (*partial series/PAT = peak above threshold*)

Metode dilakukan dengan cara:

- a. Menentukan batas bawah tertentu (*threshold*) dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu seperti alasan-alasan fisik hidrologis.
- b. Semua besaran hujan yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dalam satu seri, namun dalam praktek dianjurkan rata-rata jumlah data tidak lebih dari lima.

Menurut Suripin (2004: 34) dalam ilmu statistik dikenal beberapa jenis distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah:

- 1). Distribusi Normal
- 2). Distribusi Log Normal,
- 3). Distribusi Gumbel, dan
- 4). Distribusi Log Pearson tipe III

### II.9.1 Distribusi Normal

Distribusi normal adalah distribusi yang simetris terhadap sumbu vertikal. Berbentuk lonceng yang juga dikenal distribusi Gauss. Distribusi normal memiliki dua parameter, yaitu: rerata  $\mu$  dan deviasi standar  $\sigma$  dari populasi. Dalam pelaksanaannya, nilai rerata  $x$  dan deviasi standar  $s$  yang diturunkan dari data sampel dengan tujuan untuk menggantikan  $\mu$  dan  $\sigma$ . Fungsi distribusi normal mempunyai bentuk:

$$p(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(X-\mu)^2/(2\sigma^2)} \quad (2-9)$$

dengan  $X$  merupakan variabel random dan  $p(X)$  adalah merupakan fungsi dari probabilitas kontinyu. Apabila variabel  $X$  ditulis dalam bentuk berikut :

$$z = \frac{X-\mu}{\sigma} \quad (2-10)$$

Maka persamaan (2-12) menjadi

$$p(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} \quad (2-11)$$

dengan  $z$  adalah satuan standar. Terdistribusi normal dengan rerata nol dan deviasi standar satu. Nilai  $z$  ditampilkan pada Tabel 2.5 di bawah ini.

Tabel 2.5 Faktor frekuensi distribusi normal

<b>Z</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>	<b>0.04</b>	<b>0.05</b>	<b>0.06</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>	<b>0.09</b>
<b>0.0</b>	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
<b>0.1</b>	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
<b>0.2</b>	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
<b>0.3</b>	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
<b>0.4</b>	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
<b>0.5</b>	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
<b>0.6</b>	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
<b>0.7</b>	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
<b>0.8</b>	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
<b>0.9</b>	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
<b>1.0</b>	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
<b>1.1</b>	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
<b>1.2</b>	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
<b>1.3</b>	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
<b>1.4</b>	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
<b>1.5</b>	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
<b>1.6</b>	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
<b>1.7</b>	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
<b>1.8</b>	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
<b>1.9</b>	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
<b>2.0</b>	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
<b>2.1</b>	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
<b>2.2</b>	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
<b>2.3</b>	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
<b>2.4</b>	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
<b>2.5</b>	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
<b>2.6</b>	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
<b>2.7</b>	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
<b>2.8</b>	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
<b>2.9</b>	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
<b>3.0</b>	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
<b>3.1</b>	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
<b>3.2</b>	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
<b>3.3</b>	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
<b>3.4</b>	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998
<b>3.5</b>	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998
<b>3.6</b>	0.4998	0.4998	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
<b>3.7</b>	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
<b>3.8</b>	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
<b>3.9</b>	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

Sumber: Triatmodjo (2010:220)

Persamaan (2-10) dapat ditulis dalam bentuk lain sebagai berikut:

$$X = \bar{x} + K \sigma \quad (2-12)$$

dengan:

$X$  = nilai pada periode ulang tertentu

$\bar{x}$  = nilai rerata

- K = faktor frekuensi untuk sebaran normal (Tabel 2.6)  
 $\sigma$  = standart deviasi

Tabel 2.6 Faktor frekuensi untuk sebaran normal

Tr	K
1.001	-3.05
1.010	-2.33
1.050	-1.64
1.250	-0.84
2.000	0.00
2.500	0.25
4	0.67
5	0.84
10	1.28
20	1.64
25	1.71
50	2.05
100	2.33
200	2.58
500	2.88
1000	3.09

Sumber: Hadisusanto (2010: 40)

### II.9.2 Distribusi Log Normal

Distribusi log normal merupakan distribusi yang digunakan jika nilai-nilai dari variabel random tidak mengikuti distribusi normal, akan tetapi nilai logaritmanya memenuhi distribusi normal. Dalam hal ini fungsi dari densitas probabilitas diperoleh dengan melakukan transformasi, yang dalam hal ini digunakan persamaan transformasi berikut:

$$y = \ln x \quad \text{atau} \quad y = \log x$$

Parameter untuk distribusi log normal adalah rerata dan deviasi standar dari  $y$  yaitu  $\mu_y$  dan  $\sigma_y$ . Dengan menggunakan transformasi tersebut maka.

$$p(X) = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{-(y-\mu_y)^2/(2\sigma_y^2)} \quad (2-13)$$

Perhitungan distribusi log normal dilakukan dengan menggunakan tabel yang sama dengan distribusi normal yaitu Tabel 2.6

### II.9.3 Distribusi Gumbel

Distribusi gumbel sering digunakan untuk menganalisis data maksimum, seperti untuk perhitungan analisis frekuensi banjir. Persamaan yang digunakan adalah:

$$x = \bar{x} + \frac{y^T - y^n}{s_n} \sigma \quad (2-14)$$

dengan:

$X$  = nilai ekstrim

$\bar{x}$  = nilai rata-rata

$Y_t$  = *reduced variate*, sebagai fungsi probabilitas atau dengan rumus:

$$y_T = -\ln \left[ \ln \left( \frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \quad (2-15)$$

$Y_n$  = *reduced variate mean* (Tabel 2.7)

$S_n$  = standar deviasi variat (Tabel 2.7)

$\sigma$  = simpangan baku (deviasi standar)

Tabel 2.7 Hubungan  $n$  (besar sampel) dengan  $Y_n$  dan  $S_n$

$n$	$Y_n$	$S_n$	$n$	$Y_n$	$S_n$	$n$	$Y_n$	$S_n$
8	0.4843	0.9043	39	0.5430	1.1388	70	0.5548	1.1854
9	0.4902	0.9288	40	0.5436	1.1413	71	0.5550	1.1863
10	0.4592	0.9496	41	0.5442	1.1436	72	0.5552	1.1873
11	0.4996	0.9676	42	0.5448	1.1458	73	0.5555	1.1881
12	0.5053	0.9933	43	0.5453	1.1480	74	0.5557	1.1890
13	0.5070	0.9971	44	0.5458	1.1499	75	0.5559	1.1898
14	0.5100	1.0095	45	0.5463	1.1519	76	0.5561	1.1906
15	0.5128	1.0206	46	0.5468	1.1538	77	0.5563	1.1915
16	0.5157	1.0316	47	0.5473	1.1557	78	0.5565	1.1923
17	0.5181	1.0411	48	0.5477	1.1574	79	0.5567	1.1930
18	0.5202	1.0493	49	0.5481	1.1590	80	0.5569	1.1938
19	0.5220	1.0565	50	0.5485	1.1607	81	0.5570	1.1945
20	0.5236	1.0628	51	0.5489	1.1623	82	0.5572	1.1953
21	0.5252	1.0696	52	0.5493	1.1638	83	0.5574	1.1959
22	0.5268	1.0754	53	0.5497	1.1658	84	0.5576	1.1967
23	0.5283	1.0811	54	0.5501	1.1667	85	0.5578	1.1973
24	0.5296	1.0864	55	0.5504	1.1681	86	0.5580	1.1980
25	0.5309	1.0915	56	0.5508	1.1696	87	0.5581	1.1987
26	0.5320	1.1961	57	0.5511	1.1708	88	0.5583	1.1994
27	0.5332	1.1004	58	0.5518	1.1721	89	0.5585	1.2001
28	0.5343	1.1047	59	0.5518	1.1734	90	0.5586	1.2007
29	0.5353	1.1086	60	0.5521	1.1747	91	0.5587	1.2013
30	0.5362	1.1124	61	0.5524	1.1759	92	0.5589	1.2020
31	0.5371	1.1159	62	0.5527	1.1770	93	0.5591	1.2026
32	0.5380	1.1193	63	0.5530	1.1782	94	0.5592	1.2032
33	0.5388	1.1226	64	0.5533	1.1793	95	0.5593	1.2038
34	0.5396	1.1255	65	0.5535	1.1803	96	0.5595	1.2044
35	0.5402	1.1285	66	0.5538	1.1814	97	0.5596	1.2049
36	0.5410	1.1313	67	0.5540	1.1824	98	0.5598	1.2055
37	0.5418	1.1339	68	0.5543	1.1834	99	0.5599	1.2060
38	0.5424	1.1363	69	0.5545	1.1844	100	0.5600	1.2065

Sumber: Triatmodjo (2010: 227)

### II.9.4 Distribusi Log Pearson tipe III

Parameter-parameter statistik yang dibutuhkan dalam perhitungan Distribusi Log Pearson tipe III adalah nilai rerata, simpangan baku atau standar deviasi dan koefisien kepeccengan.

Adapun prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut (Soemarto,1987: 243):

1. Mengubah data hujan harian maksimum sebanyak n buah, yaitu  $R_1, R_2, \dots, R_n$  menjadi  $\log R_1, \log R_2, \dots, \log R_n$ .
2. Menghitung nilai rerata dengan rumus

$$\overline{\log R} = \frac{\sum_{i=1}^n \log R_i}{n} \quad (2-15)$$

3. Menghitung besarnya standar deviasi dengan rumus

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log R_i - \overline{\log R})^2}{n - 1}} \quad (2-17)$$

4. Menghitung koefisien kepeccengan dengan rumus

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log R_i - \overline{\log R})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} \quad (2-18)$$

5. Menghitung logaritma data debit dengan kala ulang tertentu

$$\text{Log } R = \overline{\log R} + G \cdot S \quad (2-19)$$

dimana:

$\text{Log } R$  = logaritma besarnya Hujan untuk periode ulang T tahun ( $\text{m}^3/\text{dtk}$ ).

$\overline{\log R}$  = rerata dari logaritma data Hujan (mm).

$G$  = faktor sifat distribusi Log Pearson tipe III yang merupakan fungsi koefisien kepeccengan ( $C_s$ ) terhadap probabilitas ( $P$ ) pada Tabel II.8

$S_i$  = simpangan baku (standar deviasi).

6. Mencari antilog dari  $\log R$  dengan tujuan untuk mendapatkan debit dengan kala ulang tertentu.

Tabel 2.8 Faktor sifat distribusi Log Pearson tipe III

Skew Coef. (Cs)	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	25	50	100	200
	Percent Change										
	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
3	-0.667	-0.665	-0.66	-0.636	-0.396	0.42	1.18	2.278	3.152	4.061	4.97
2.9	-0.69	-0.688	-0.681	-0.651	-0.39	0.44	1.196	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.384	0.46	1.21	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.74	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.097	3.932	4.783
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.695	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718
2.5	-0.799	-0.79	-0.771	-0.711	-0.36	0.518	1.25	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.029	3.8	4.584
2.3	-0.867	-0.85	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.33	0.574	1.284	2.24	2.97	3.705	4.454
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.23	2.942	3.656	4.372
2	-0.99	-0.949	-0.896	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-1.037	-0.984	-0.92	-0.788	-0.294	0.627	1.31	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-1.087	-1.02	-0.945	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-1.14	-1.056	-0.97	-0.808	-0.268	0.66	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.78	3.388	3.99
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.24	0.69	1.333	2.146	2.745	3.33	3.91
1.4	-1.318	-1.163	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-1.388	-1.206	-1.064	-0.838	-0.21	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.34	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-1.518	-1.28	-1.107	-0.848	-0.18	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.758	1.34	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-1.66	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.967	3.401
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	-0.132	0.78	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.116	0.79	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-1.88	-1.458	-1.2	-0.857	-0.099	0.8	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-1.965	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.91	2.311	2.686	3.041
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.88	2.261	2.615	2.949
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.05	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-2.175	-1.586	-1.258	-0.85	-0.033	0.83	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-2.225	-1.616	-1.27	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.4	2.67
0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0	0.842	1.282	1.751	2.064	2.064	2.576
0	-2.336	-1.645	-1.282	-0.824	0	0.842	1.282	1.75	2.054	2.326	2.576
-1	-2.4	-1.673	-1.292	-0.836	0.017	0.846	1.27	1.716	2	2.252	2.482
-2	-2.472	-1.7	-1.301	-0.83	0.033	0.85	1.258	1.68	1.945	2.178	2.388
-3	-2.544	-1.762	-1.309	-0.824	0.05	0.853	1.245	1.643	1.89	2.104	2.294
-4	-2.615	-1.75	-1.317	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201
-5	-2.686	-1.774	-1.323	-0.808	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
-6	-2.755	-1.797	-1.328	-0.8	0.099	0.857	1.2	1.528	1.72	1.88	2.016
-7	-2.824	-1.819	-1.333	-0.79	0.116	0.857	1.183	1.488	1.633	1.8	1.936
-8	-2.891	-1.839	-1.336	-0.78	0.132	0.856	1.166	1.484	1.608	1.733	1.837
-9	-2.957	-1.858	-1.339	-0.769	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.66	1.749
-1	-3.022	-1.877	-1.34	-0.758	0.164	0.852	1.108	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.1	-3.087	-1.894	-1.341	-0.745	0.18	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581
-1.2	-3.149	-1.91	-1.34	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.424
-1.3	-3.211	-1.925	-1.339	-0.719	0.21	0.838	1.064	1.24	1.324	1.383	1.351
-1.4	-3.271	-1.938	-1.337	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.196	1.27	1.316	1.282
-1.5	-3.33	-1.961	-1.333	-0.69	0.24	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.216
-1.6	-3.388	-1.962	-1.329	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.168	1.197	1.155
-1.7	-3.444	-1.972	-1.324	-0.66	0.268	0.808	0.97	1.075	1.116	1.14	1.097
-1.8	-3.499	-1.981	-1.318	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.044
-1.9	-3.533	-1.989	-1.31	-0.627	0.294	0.788	0.92	0.996	1.023	1.037	0.995
-2	-3.605	-1.996	-1.302	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.969	0.98	0.99	0.949
-2.1	-3.656	-2.001	-1.294	-0.592	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.346	0.907
-2.2	-3.705	-2.006	-1.284	-0.574	0.33	0.732	0.849	0.888	0.9	0.905	0.889
-2.3	-3.753	-2.009	-1.274	-0.555	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869
-2.4	-3.8	-2.011	-1.262	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.83	0.832	0.833
-2.5	-3.845	-2.012	-1.25	-0.518	0.36	0.711	0.771	0.793	0.796	0.799	0.8
-2.6	-3.889	-2.013	-1.238	-0.499	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	-3.932	-2.011	-1.224	-0.479	0.376	0.681	0.724	0.738	0.74	0.74	0.741
-2.8	-3.973	-2.01	-1.21	-0.46	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.734	0.714
-2.9	-4.013	-2.007	-1.195	-0.44	0.33	0.651	0.681	0.683	0.689	0.69	0.69
-3	-4.051	-2.003	-1.18	-0.42	0.39	0.636	0.66	0.666	0.666	0.667	0.667

Sumber: Soemarto (1987: 245)

## II.10 Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi adalah uji yang dimaksudkan untuk mengetahui kebenaran dari hasil hipotesa, dalam hal ini yang dihipotesa adalah distribusi frekuensi data hujan. Sebelum melakukan perhitungan dan analisa. Keandalan data harus dipastikan terlebih dahulu. Pengujian dilakukan untuk memastikan ketepatan data dimaksud agar hasil perhitungan tersebut dapat dipergunakan untuk perhitungan selanjutnya.

Dalam kajian ini dilakukan uji kesesuaian distribusi yang berguna untuk mengetahui apakah data yang ada sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Pengujian ini dilakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu Uji Smirnov-Kolmogorov dan Uji Chi Kuadrat (*Chi Square*).

### II.10.1 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov adalah uji yang digunakan untuk menguji simpangan data secara mendatar. Uji ini dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai, yaitu:

1. Data curah hujan diurutkan dari kecil ke besar
2. Menghitung harga probabilitas dengan menggunakan persamaan Weibull sebagai berikut:

$$P(x) = \frac{m}{(n+1)} \times 100\% \quad (2-20)$$

dengan:

P = Probabilitas (%)

m = Nomor urut data

n = Jumlah data

3. Hitung nilai peluang teoritis,  $P(x<)$ , dengan rumus  $P(x<) = 1 - P(x)$
4. Hitung fungsi  $f(t)$  dengan rumus:

$$f(t) = \frac{(X - \bar{X})}{S_x} \quad (2-21)$$

5. Berdasarkan nilai  $f(t)$  dapat ditentukan luas daerah kurva distribusi normal  $P'(x)$ . Luas kurva distribusi normal ditunjukkan pada Lampiran. Nilai  $P'(x)$  diperoleh dengan rumus  $P'(x) = 1 - \text{Luas kurva}$
6. Hitung  $P'(x<)$  dengan rumus,  $P'(x<) = 1 - P'(x)$
7. Hitung nilai  $\Delta\text{HIT}$  dengan rumus  $\Delta\text{HIT} = P'(x<) - P(x<)$
8. Apabila harga  $\Delta\text{HIT} < \Delta\text{cr}$ , maka dapat disimpulkan bahwa, penyimpangan yang terjadi masih dalam batas-batas yang diijinkan. Nilai  $\Delta\text{cr}$  dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Nilai kritis ( $\Delta cr$ ) Smirnov – Kolmogorov

Ukuran Sampel (n)	Level of Significance $\alpha$ (persen)				
	20	15	10	5	1
1	0.9	0.925	0.95	0.975	0.995
2	0.684	0.726	0.776	0.842	929
3	0.565	0.597	0.642	0.708	0.829
4	0.494	0.525	0.564	0.624	0.734
5	0.446	0.474	0.51	0.563	0.669
6	0.41	0.436	0.47	0.521	0.618
7	0.381	0.405	0.438	0.486	0.577
8	0.358	0.381	0.411	0.457	0.543
9	0.339	0.36	0.388	0.432	0.514
10	0.322	0.342	0.368	0.409	0.486
11	0.307	0.326	0.352	0.391	0.468
12	0.295	0.313	0.338	0.375	0.45
13	0.284	0.302	0.325	0.361	0.433
14	0.274	0.292	0.314	0.349	0.418
15	0.266	0.283	0.304	0.338	0.404
16	0.258	0.274	0.295	0.328	0.391
17	0.25	0.266	0.286	0.318	0.38
18	0.244	0.259	0.278	0.309	0.37
19	0.237	0.252	0.272	0.301	0.361
20	0.231	0.246	0.264	0.294	0.352
<b>Rumus</b>	<b>1.07</b>	<b>1.14</b>	<b>1.22</b>	<b>1.36</b>	<b>1.63</b>
<b>Asimtotik</b>	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$

Sumber: Limantara (2010: 65)

### II.10.2 Uji Chi-Kuadrat

Uji *Chi Square* adalah uji yang dilakukan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah digunakan dapat mewakili dari distribusi statistik dari sampel data yang dianalisis (Soewarno, 1995:194). Adapun langkah-langkah perhitungan dari uji *chi Square* ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah kelas dengan menggunakan persamaan *Sturgess*.

$$K = 1 + 3,322 \log n \quad (2-22)$$

2. Menghitung  $\chi^2$  hitung dengan rumus

$$\chi^2 = \frac{\sum_{j=1}^k (O_j - E_j)^2}{E_j} \quad (2-23)$$

dimana :  $\chi^2$  hit = nilai *Chi Square* hitung

k = jumlah kelas

$O_j$  = frekuensi pengamatan kelas

$E_j$  = frekuensi teoritis kelas

3. Menentukan  $\chi^2$  dari tabel dengan menentukan taraf signifikan ( $\alpha$ ) dan derajat kebebasan ( $v$ )
4. Menyimpulkan hasil perhitungan apabila  $\chi^2$  hitung  $< \chi^2_{cr}$  maka distribusi terpenuhi dan apabila nilai  $\chi^2$  hitung  $> \chi^2_{cr}$  maka distribusi tidak terpenuhi. Besarnya nilai  $\chi^2_{cr}$  dapat dilihat pada Tabel 2.10 di bawah ini.

Tabel 2.10 Nilai Kritis untuk Distribusi Chi Kuadrat ( $\chi^2$ )

Dk	$\alpha$ derajat kepercayaan							
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.000039	0.00016	0.00098	0.00393	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.01	0.0201	0.0506	0.103	5.991	7.378	9.21	10.597
3	0.0717	0.115	0.216	0.352	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	9.488	11.143	13.277	14.86
5	0.412	0.554	0.831	1.145	11.07	12.832	15.086	16.75
6	0.676	0.872	1.237	1.635	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.69	2.167	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.18	2.733	15.507	17.535	20.09	21.955
9	1.735	2.088	2.7	3.325	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.94	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	19.675	21.92	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	21.026	23.337	26.217	28.3
13	3.565	4.107	5.009	5.892	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.66	5.629	6.571	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	26.296	28.845	32	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.39	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.884	7.633	8.907	10.117	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.26	9.591	10.851	31.41	34.17	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.26	10.196	11.689	13.091	36.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	36.415	39.364	42.98	45.558
25	10.52	11.524	13.12	14.611	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.16	12.198	13.844	15.379	38.885	41.923	45.642	48.29
27	11.808	12.879	14.573	16.151	40.113	43.194	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.256	16.047	17.708	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.953	16.791	18.493	43.773	46.979	50.892	53.672

Sumber: Bonnier, 1980 (dalam Soewarno,1995 : 223)

## II.11 Koefisien Pengaliran (*run-off coefficient*)

Koefisien Pengaliran (C) merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu kawasan akibat turunnya hujan dengan jumlah air hujan yang turun di kawasan tersebut. Besarnya koefisien pengaliran tergantung pada kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan pada suatu kawasan yang meliputi: keadaan hujan, luas dan bentuk daerah pengaliran, kemiringan daerah pengaliran, daya infiltrasi dan perkolasi tanah, kebasahan tanah, suhu, udara, angin, evaporasi, tata guna lahan.

$$C = \frac{\text{Jumlah Limpasan}}{\text{Jumlah Curah Hujan}} \quad (2-24)$$

Tabel 2.11 Koefisien limpasan (Mononobe)

Kondisi pengaliran dan sungai	Harga dari f
Daerah pegunungan yang curam	0,75-0,90
Daerah pegunungan tersier	0,70-0,80
Tanah bergelombang dan hutan	0,50-0,75
Tanah daratan yang ditanami	0,45-0,60
Persawahan yang diairi	0,70-0,80
Sungai di daerah pegunungan	0,75-0,85
Sungai kecil di dataran	0,45-0,75
Sungai besar yang lebih dari setengah daerah pengalirannya	0,50-0,75

Sumber: Sosrodarsono (1989: 38)

Pada DAS dengan berbagai tata guna lahan yang berbeda dapat ditetapkan dengan mengambil nilai rata-rata berdasarkan bobot luas (Chow dkk,1988). Pendekatan untuk menggambarkan hubungan antara besaran debit maksimum (*peak flow*) dan volume banjir dengan luas tata guna lahan adalah dengan meminimalkan nilai koefisien limpasan gabungan ( $C_{\text{komposit}}$ ). Nilai koefisien limpasan gabungan merupakan fungsi luas dan nilai koefisien limpasan masing-masing tata guna lahan. Rumus umum koefisien limpasan gabungan sebagaimana ditulis pada persamaan berikut.

$$C_{\text{komposit}} = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_{\text{total}}} \quad (2-25)$$

dengan:

- $C_{\text{komposit}}$  = koefisien limpasan gabungan
- $C_1$  = koefisien limpasan jenis tata guna lahan 1
- $A_1$  = luasan jenis tata guna lahan 1
- $A_{\text{total}}$  = luas seluruh DAS
- $n$  = banyaknya jenis tata guna lahan

## II.12 Waktu Konsentrasi ( $t_c$ )

Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) suatu DAS adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik control) setelah tanah menjadi jenuh dan depresi-depresi kecil terpenuhi. Dalam hal ini diasumsikan bahwa

jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka setiap bagian DAS secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik control (Suripin, 2004).

$$t_c = \frac{0,06628L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (2-26)$$

dengan:

- tc : waktu konsentrasi
- L : jarak lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang akan ditinjau (km)
- S : kemiringan antara elevasi lahan maksimum dan minimum

### II.13 Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan merupakan tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah semakin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya. Analisis intensitas curah hujan dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi di masa lampau. Intensitas hujan dapat diperoleh dari data hujan otomatis sehingga diperoleh hujan dengan durasi singkat. Apabila data yang tersedia adalah data hujan harian Mononobe (Suyono dan Takeda, 1983) dengan persamaan sebagai berikut:

$$I_T = \frac{R_{24}}{t} \cdot \left( \frac{t}{T} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2-27)$$

dengan:

- $I_T$  = intensitas curah hujan dalam T jam (mm/jam)
- $R_{24}$  = curah hujan harian (mm)
- t = lama curah hujan (jam)
- T = waktu hujan dari awal sampai jam ke t (jam)

Umumnya, untuk perencanaan saluran drainase di kawasan perumahan, taman kota, kampus perumahan umumnya menggunakan kala ulang 5 tahun. Namun, pada kawasan-kawasan dengan tingkat resiko tinggi, seperti daerah industri, bandara, kawasan strategis, dan sejenisnya kala ulangnya harus lebih tinggi, 10-25 tahun. Makin tinggi kala ulang maka debit rancangan menjadi lebih besar. Akibatnya dimensi bangunan dan saluran yang menjadi besar, dan tentu saja akan lebih mahal.

Umumnya, penetapan periode ulang didasarkan pada:

- Besarnya kerugian yang akan terjadi jika bangunan dirusak oleh banjir, dan sering tidaknya perusakan itu terjadi.
- Umur ekonomis bangunan.

- Biaya pembangunan saluran.

Lebih rinci, Departemen Pekerjaan Umum (1986) memberikan pedoman besar kala ulang untuk perencanaan drainase, sebagai berikut:

Tabel 2.12 Periode ulang hujan untuk perencanaan

No.	Jenis bangunan yang direncanakan	Periode Ulang
1.	Kawasan pertanian, halaman, taman, kebun	2
	Kawasan perumahan, perkantoran	5
	Kawasan bangunan khusus (industri, energi, perhubungan dan sejenisnya)	
	- Ringan	5
	- Menengah	10
	- Berat	25
	- Bangunan khusus resiko tinggi	50
2.	Saluran pada jaringan Tersier dan Sekunder	
	- Resiko Kecil	2
	- Resiko Besar	5
3.	Saluran Primer	
	- Resiko Kecil	5
	- Resiko Besar	10
4.	Saluran dan bangunan pada DPSal dengan luasan	
	- 25-50 Ha	5
	- 50-100 Ha	5-10
	- 100-500 Ha	10-25
5.	Pengendalian Banjir Tingkat Makro (Bendungan, waduk, dan sejenisnya)	100
6.	Bangunan Drainase Jalan Raya (gorong-gorong, saluran tepi dan bangunan lain)	
	- Jalan Raya Biasa	5-10
	- Jalan By Pass	10-25
	- Jalan Tol	25-50

Sumber: Anonim (2003: -)

## II.14 Luas Daerah Pengaliran (DPSal)

Daerah Pengaliran Saluran (DPSal) merupakan daerah yang mengalirkan air hujan ke dalam saluran dan/atau badang air penerima lainnya (Lampiran I Permen PU, 2014: 15). Sedangkan menurut Suhardjono (2015: 136) luas daerah pengaliran adalah suatu daerah dimana semua curah hujan yang jatuh dan mengalir menuju ke titik tinjau tertentu di saluran drainase. Untuk menghitung luas area DPSal dapat digunakan aplikasi Autocad ataupun ArcMap Versi 10.3.

## II.15 Debit Akibat Hujan

Debit akibat hujan untuk drainase perkotaan biasanya dihitung dengan menggunakan rumus Rasional, yang telah mengalami beberapa modifikasi, diantaranya Metode Melchior, Metode Der Wedulen, dan Metode Harper (Suhardjono, 2005: 107).

Metode Rasional menghitung debit banjir drainase berupa debit puncak banjir, sehingga termasuk banjir rancangan non hidrograf. Berikut disajikan rumus Rasional modifikasi (Suhardjono, 2015: 107):

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (2-28)$$

dengan:

$Q$  = debit banjir rancangan ( $m^3/dt$ )

0,278 = faktor konversi (agar satuan menjadi  $m^3/dt$ )

$C$  = koefisien limpasan

$I$  = intensitas hujan pada durasi yang sama dengan waktu konsentrasi dan pada periode ulang hujan tertentu ( $mm/jam$ )

$A$  = luas daerah pengaliran ( $km^2$ )

Untuk curah hujan selama 1 jam dengan nilai intensitas hujan 1  $mm/jam$  pada daerah seluas 1  $km^2$ , maka besarnya debit banjir adalah  $0,278m^3/dt$ , dan debit banjir tersebut akan melimpas merata selama 1 jam (Suhardjono, 2015: 105)

## II.16 Analisa Profil Aliran

Elevasi muka air pada saluran/sungai dianalisis untuk mengetahui pada areal mana terjadi luapan/genangan pada saluran/sungai dan dapat digunakan untuk mengetahui letak dimana hambatan terjadi pada alur sungai, sehingga dapat diketahui dan ditentukan dimensi dari perbaikan sungai/saluran.

Sebagai instrumen analisa profil muka air memanjang digunakan program HEC-RAS versi 5.0.1 untuk kondisi aliran *unsteady* dengan adanya pengaruh pasang surut. Penyelesaian perhitungan berdasarkan pada persamaan aliran satu dimensi pada saluran terbuka. Aliran satu dimensi ini ditandai dengan besarnya kecepatan yang sama pada seluruh penampang atau dengan kecepatan rerata.

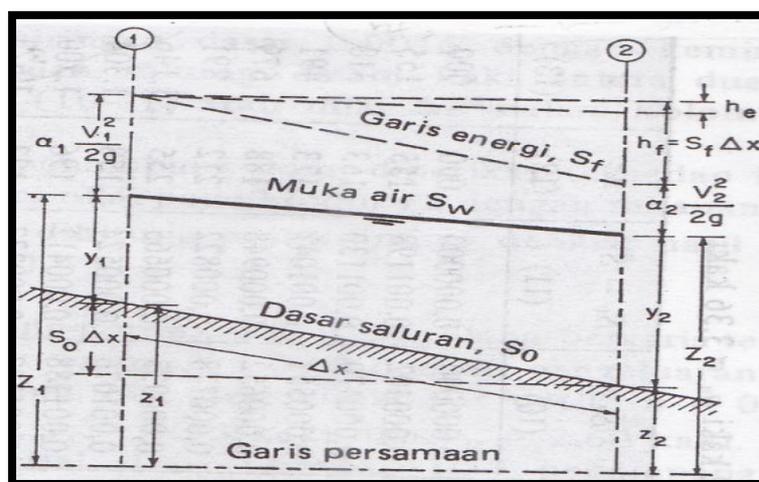
### II.16.1 Persamaan Energi

Persamaan energi digunakan sebagai dasar untuk perhitungan aliran *steady* pada saluran terbuka, diberikan dengan persamaan berikut ini (Chow, 1997: 243):

$$h_1 + \alpha_1 \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = h_2 + \alpha_2 \frac{U_2^2}{2g} + z_2 + h_f + h_e \quad (2-29)$$

dengan:

- $g$  = percepatan gravitasi (m/dtk)
- $h_f$  = tinggi kehilangan akibat gesekan (m)
- $h_e$  = tinggi kehilangan akibat perubahan penampang (m)
- $U$  = kecepatan rerata (m/dtk)
- $\alpha$  = koefisien distribusi kecepatan
- $z$  = ketinggian dari datum (m)
- $h$  = kedalaman air (m)



Gambar 2.15 Energi dalam saluran terbuka  
Sumber: Chow (1997:239)

Langkah perhitungan profil muka air yang akan digunakan oleh modul aliran permanen HEC-RAS 5.0.1 berdasarkan pada penyelesaian persamaan energi (satu-dimensi). Kehilangan energi dianggap disebabkan oleh gesekan (Persamaan *Manning*) dan kontraksi atau ekspansi (koefisien dikalikan beda tinggi kecepatan). Persamaan momentum digunakan manakala ditemui aliran berubah cepat (*rapidly varied flow*), misalnya campuran regime aliran sub-kritis dan super-kritis (*hydraulic jump*), aliran melalui jembatan, aliran di percabangan anak sungai (*stream junctions*).

Modul aliran permanen HEC-RAS mampu memperhitungkan pengaruh berbagai hambatan aliran, seperti jembatan (*bridges*), gorong-gorong (*culverts*), bendung (*weirs*), ataupun hambatan di bantaran sungai. Modul aliran permanen dirancang untuk dipakai pada permasalahan pengelolaan bantaran sungai dan penetapan asuransi risiko banjir berkenaan dengan penetapan bantaran sungai dan dataran banjir. Modul aliran permanen dapat pula dipakai untuk perkiraan perubahan muka air akibat perbaikan alur atau pembangunan tanggul.

### II.16.2 Kehilangan Tinggi Energi

Kehilangan tinggi energi pada penampang sungai diakibatkan oleh gesekan dan perubahan penampang. Kehilangan akibat gesekan dievaluasi sebagai hasil dari kemiringan garis energi  $S_f$  dan panjang  $L$  (Anonim, 2001:2-3), seperti terlihat dalam persamaan berikut:

$$h_f = L \cdot \bar{S}_f \quad (2-30)$$

$$S_f = \left( \frac{Q}{K} \right)^2 \quad (2-31)$$

$$\bar{S}_f = \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2} \quad (2-32)$$

dengan:

$h_f$  = kehilangan energi akibat gesekan (m)

$L$  = jarak antar sub bagian (m)

$S_f$  = kemiringan garis energi (*friction slope*)

$K$  = pengangkutan aliran tiap sub bagian

$Q$  = debit air (m<sup>3</sup>/dtk)

Adapun kehilangan tinggi energi akibat perubahan penampang terdiri dari dua yaitu akibat kontraksi dan ekspansi. Kontraksi dan ekspansi terjadi akibat adanya *back water* yang disebabkan oleh perubahan dimensi, atau perubahan kemiringan dasar saluran atau sungai yang sangat curam sekali. Kehilangan tinggi energi akibat kontraksi dan ekspansi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut: (Anonim, 2001:2-11)

$$h_e = C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2-33)$$

dengan:

$C$  = koefisien akibat kehilangan tinggi kontraksi dan ekspansi

Program ini akan mengasumsi, kontraksi terjadi jika tinggi kecepatan di hilir lebih besar dari tinggi kecepatan di hulu dan ekspansi terjadi pada kondisi sebaliknya.

### II.16.3 Persamaan Kontinuitas

Dasar persamaan kontinuitas adalah hukum konservasi massa. Hukum kekekalan massa menyatakan laju aliran massa netto di dalam suatu elemen adalah sama dengan laju perubahan massa tiap satuan waktu. Secara sederhana hukum kontinuitas dapat ditulis dengan persamaan berikut:

$$V_1 A_1 = V_2 A_2 \quad (2-34)$$

dengan:

$$Q = \text{debit (m}^3/\text{dtk)}$$

$$A = \text{luas penampang (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{kecepatan (m/dtk)}$$

### II.16.4 Persamaan Momentum

Persamaan momentum menyatakan bahwa pengaruh dari semua gaya luar terhadap volume kontrol dari cairan dalam setiap arah sama dengan besarnya perubahan momentum dalam arah itu, yaitu (Raju, 1986:11):

$$\Sigma F_x = \Delta \cdot Q \cdot \Delta U \quad (2-35)$$

$$W \sin \theta + P_1 - P_2 - F_f - F_a = \rho Q (U_2 - U_1) \quad (2-36)$$

dengan :

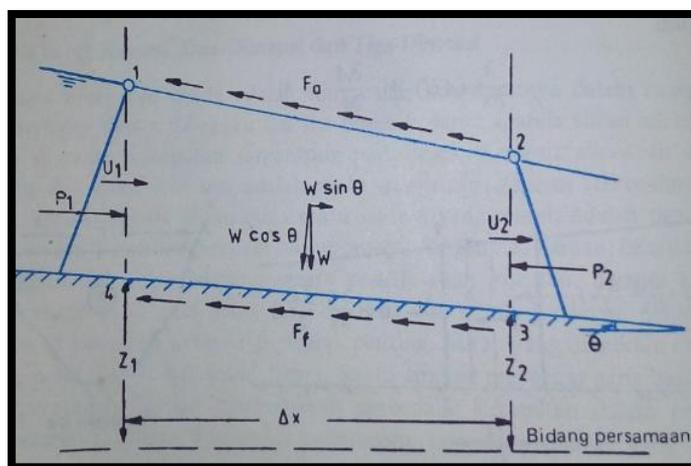
$P_1$  dan  $P_2$  = muatan hidrostatis pada potongan 1 dan 2

$W$  = berat volume kontrol

$\theta$  = kemiringan dasar dengan garis mendatar

$F_f$  = gesekan batas terhadap panjang  $\Delta x$

$F_a$  = tahanan udara pada permukaan bebas



Gambar 2.16 Prinsip momentum pada saluran terbuka  
Sumber: Raju (1986:10)

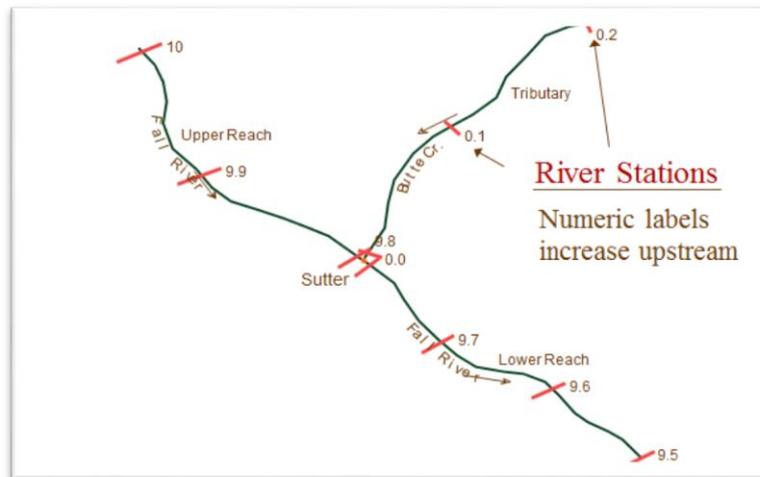
## II.17 Model Aliran 1 Dimensi (HEC-RAS 5.0.1)

### II.17.1 Geometri Data

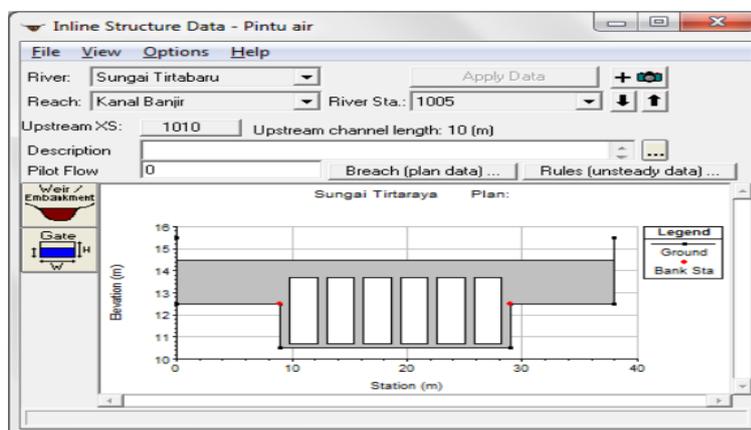
Data utama yang diperlukan pada suatu sistem sungai/saluran adalah: data potongan melintang sungai, panjang antar potongan melintang (panjang jangkauan), koefisien kehilangan energi, dan data percabangan sungai/saluran yang akan dikaji. Skema jaringan sungai/saluran menggambarkan bentuk jangkauan dari sungai yang saling berhubungan satu

sama lain. Pada program ini, skema sistem sungai/saluran merupakan data awal yang diperlukan sebelum data pendukung lainnya yang dimasukkan.

Setiap potongan melintang sungai/saluran pada skema sistem sungai/saluran diberi nama stasiun sebagai identifikasi yang dapat berupa nama sungai/saluran berupa inisial, dan nomor stasiun dimana penampang melintang sungai/saluran tersebut berada. Adapun contoh skema sistem sungai disajikan pada Gambar 2.17. Sedangkan contoh pintu air pada saluran disajikan pada Gambar 2.18.



Gambar 2.17 Contoh skema sistem sungai



Gambar 2.18 Contoh pintu air pada saluran  
Sumber: Istiarto (2014: 7)

a. Koefisien Kekasaran Manning

Aliran dalam suatu penampang melintang tidak dibagi menjadi beberapa sub bagian, kecuali terjadi perubahan dalam area saluran utama. Dan program akan menerapkannya dalam perhitungan pada penampang melintang. Jika tidak dapat diterapkan, maka program akan menghitung satu nilai  $n$  kekasaran untuk seluruh bagian saluran. Untuk perhitungan  $n$  komposit, saluran utama dibagi menjadi  $n$  bagian,

dimana setiap sub bagian diketahui parameter basah  $P_i$  dan koefisien kekasarannya  $n_i$ . (Anonim, 2001 : 2-7).

$$n_c = \left| \frac{\sum_{i=1}^N (P_i n_i^{1,5})}{P} \right|^{2/3} \quad (2-37)$$

dengan:

$n_c$  = koefisien kekasaran komposit

$P$  = parameter basah untuk saluran utama

$P_i$  = parameter basah untuk sub bagian ke-i

$n_i$  = koefisien kekasaran untuk sub bagian ke-i

Tabel 2.13 Nilai koefisien kekasaran *manning*

Tipe saluran dan deskripsinya	Minimum	Normal	Maksimum
<b>A.Gorong-gorong Tertutup Terisi Sebagian</b>			
A-1.Logam			
a. Kuningan,halus	0.009	0.01	0.013
b. Baja			
1. Ambang penerus dan dilas	0.01	0.012	0.014
2.Dikeling dan pilin	0.013	0.016	0.017
c. Besi tuang			
1.Dilapis	0.01	0.013	0.014
2.Tidak dilapis	0.011	0.014	0.016
d.Besi tempa			
1.Tidak dilapis	0.012	0.014	0.015
2.Dilapis seng	0.013	0.016	0.017
e.Logam beralur			
1. Cabang pembuang	0.017	0.019	0.021
2.Pembuang banjir	0.021	0.024	0.03
A-2.Bukan Logam			
a.Lusit	0.008	0.009	0.01
b.Kaca	0.009	0.01	0.013
c.Semen			
1.Acian	0.01	0.011	0.013
2.Adukan	0.011	0.013	0.015
d.Beton			
1.Gorong-gorong, lurus dan bebas kikisan	0.01	0.011	0.013
2. Gorong-gorong dengan lengkungan, sambungan dan sedikit kikisan	0.011	0.013	0.014
3. Dipoles	0.011	0.012	0.014
4.Saluran pembuang dengan bak kontrol, mulut pemasukan dan lain-lain,lurus	0.013	0.015	0.017
5.Tidak dipoles,seperti baja	0.012	0.013	0.014
6.Tidak dipoles,seperti kayu halus	0.012	0.014	0.016
7.Tidak dipoles,seperti kayu kasar	0.015	0.017	0.02
e.Kayu			
1.Dilengkungkan	0.01	0.011	0.013
2.Dilapis,diawetkan	0.015	0.017	0.02
f.Lempung			
1.Saluran pembuang,dengan ubin biasa	0.011	0.013	0.017
2.Saluran pembuang, dipoles	0.011	0.014	0.017
3.Saluran pembuang,dipoles,dengan bak kontrol,mulut pembuangan dan lain-lain	0.013	0.015	0.017
4.Cabang saluran pembuang dengan sambungan terbuka	0.014	0.016	0.018
g.Bata			
1.Diglasir	0.011	0.013	0.015
2.Dilapis adukan semen	0.012	0.015	0.017
h.Pembuangan air kotor dengan saluran lumpur dengan lengkungan dan sambungan	0.012	0.013	0.016
i.Bagian dasar dilapis,saluran pembuang dengan dasar licin	0.016	0.019	0.02
j.Pecahan batu semen	0.018	0.025	0.03

<b>Tipe sakuran dan deskripsinya</b>	<b>Minimum</b>	<b>Normal</b>	<b>Maksimum</b>
<b>B.Saluran,dilapis atau dipoles</b>			
B-1.Logam			
a.Baja dengan permukaan licin			
1.Tidak dicat	0.011	0.012	0.014
2.Dicat	0.012	0.013	0.017
b.Baja dengan permukaan bergelombang	0.021	0.025	0.03
B-2.Bukan logam			
a.Semen			
1.Acian	0.01	0.011	0.013
2.Adukan	0.011	0.013	0.015
b.Kayu			
1.Diserut,tidak diawetkan	0.01	0.012	0.014
2.Diserut,diawetkan dengan creosoted	0.011	0.012	0.015
3.Tidak diserut	0.011	0.013	0.015
4.Papan	0.012	0.015	0.018
5.Dilapis dengan kertas kedap air	0.01	0.014	0.017
c.Beton			
1.Dipoles dengan sendok kayu	0.011	0.013	0.015
2.Dipoles sedikit	0.013	0.015	0.016
3.Dipoles	0.015	0.017	0.02
4.Tidak dipoles	0.014	0.017	0.02
5.Adukan semprot,penampang rata	0.016	0.019	0.023
6.Adukan semprot, penampang bergelombang	0.018	0.022	0.025
7.Pada galian batu yang teratur	0.017	0.02	
8. Pada galian batu yang tak teratur	0.022	0.027	
d.Dasar beton dipoles sedikit dengan tebing dari			
1.Batu teratur dalam adukan	0.015	0.017	0.02
2.Batu tak teratur dalam adukan	0.017	0.02	0.024
3.Adukan batu,semen,diplester	0.016	0.02	0.024
4.Adukan batu dan semen	0.02	0.025	0.03
5.Batu kosong atau rip-rap	0.02	0.03	0.035
e.Dasar kerikil dengan tebing dari			
1.Beton acuan	0.017	0.02	0.025
2.Batu tak teratur dalam adukan	0.02	0.023	0.026
3.Batu kosong atau rip-rap	0.023	0.033	0.036
f.Bata			
1.Diglasir	0.011	0.013	0.015
2.Dalam adukan semen	0.012	0.015	0.018
g.Pasangan batu			
1.Batu pecah disemen	0.017	0.025	0.03
2.Batu kosong	0.023	0.032	0.035
h.Batu potong,diatur	0.013	0.015	0.017
i.Asfal			
1.Halus	0.013	0.013	
2.Kasar	0.016	0.016	
j.Lapisan dari tanaman	0.03		0.5

<b>Tipe sakuran dan deskripsinya</b>	<b>Minimum</b>	<b>Normal</b>	<b>Maksimum</b>
<b>C.Digali atau dikeruk</b>			
a.Tanah lurus dan seragam			
1.Bersih,baru dibuat	0.016	0.018	0.02
2.Bersih, telah melapuk	0.018	0.022	0.025
3.Kerikil,penampang seragam,bersih	0.022	0.025	0.03
4.Berumput pendek,sedikit tanaman pengganggu	0.022	0.027	0.033
b.Tanah,berkelok-kelok dan tenang			
1.Tanpa tumbuhan	0.023	0.025	0.03
2.Rumput dengan beberapa tanaman pengganggu	0.025	0.03	0.033
3.Banyak tanaman pengganggu atau tanaman air pada saluran yang dalam	0.03	0.035	0.04
4.Dasar tanah dengan tebing dari batu pecah	0.028	0.03	0.035
5.Dasar berbatu dengan tanaman pengganggu pada tebing	0.025	0.035	0.04
6.Dasar berkerakal dengan tebing yang bersih	0.03	0.04	0.05
c.Hasil galian atau kerukan			
1.Tanpa tetumbuhan	0.025	0.028	0.033
2.Semak-semak kecil di tebing	0.035	0.05	0.06
d.Pecahan batu			
1.Halus,seragam	0.025	0.035	0.04
2.Tajam,tidak beraturan	0.035	0.04	0.05
e.Saluran tidak dirawat,dengan tanaman pengganggu dan belukar tidak dipotong			
1.Banyak tanaman pengganggu setinggi air	0.05	0.08	0.12
2.Dasar bersih,belukar di tebing	0.04	0.05	0.08
3.Idem,setinggi muka air tertinggi	0.045	0.07	0.11
4.Banyak belukar setinggi air banjir	0.08	0.1	0.14
<b>D.Saluran Alam</b>			
D-1.Saluran kecil (lebar atas pada taraf banjir < 100 kaki)			
a.Saluran di dataran			
1.Bersih lurus, terisi penuh, tanpa rekahan atau ceruk dalam	0.025	0.030	0.033
2.Seperti di atas, banyak batu - batu,tanaman pengganggu	0.030	0.035	0.040
3.Bersih , berkelok - kelok, berceruk,bertebing	0.033	0.040	0.045
4.Seperti di atas, dengan tanaman pengganggu, batu- batu	0.035	0.045	0.050
5.Seperti di atas, tidak terisi penuh,banyak kemiringan dan penampang yang kurang efektif	0.040	0.048	0.055
6.seperti no.4, berbatulebih banyak	0.045	0.050	0.060
7.Tenang pada bagian lurus, tanaman pengganggu, ceruk dalam	0.050	0.070	0.080
8.Banyak tanaman pengganggu, ceruk dalam atau jalan air penuh kayu dan ranting	0.075	0.100	0.150

<b>Tipe Saluran dan Deskripsinya</b>	<b>Minimum</b>	<b>Normal</b>	<b>Maksimum</b>
b.Saluran di pegunungan , tanpa tetumbuhan di saluran tebing umumnyaterjal, pohon dan semak - semak sepanjang tebing			
1.Dasar : keriki, kerakal dan sedikit batu besar	0.030	0.040	0.050
2.Dasar : kerakal dengan batu besar	0.040	0.050	0.070
D-2.Dataran banjir			
a.Padang rumput tanpa belukar			
1.Rumput pendek	0.025	0.030	0.035
2.Rumput tinggi	0.030	0.035	0.050
b.Daerah pertanian			
1.Tanpa tanaman	0.020	0.030	0.040
2.Tanpa dibariskan	0.025	0.035	0.045
3.Tanaman tidak dibariskan	0.030	0.040	0.050
c.Belukar			
1.Belukar terpecah, banyak tanaman pengganggu	0.035	0.050	0.070
2.Belukar jarang dan pohon, musim dingin	0.035	0.050	0.060
3.Belukar jarang dan pohon, musim semi	0.040	0.060	0.080
4.Belukar sedang sampai rapat, musim dingin	0.045	0.070	0.110
5.Belukar sedang sampai rapat, musim semi	0.070	0.100	0.160
d.Pohon -pohonan			
1.Willow rapat, musim semi, lurus	0.110	0.150	0.200
2.Tanah telah dibersihkan, tunggul kayu tanpa tunas	0.030	0.040	0.050
3.Seperti di atas, dengan tunas - tunas lebat	0.050	0.060	0.080
4.Banyak batang kayu, beberapa tumbang, ranting - ranting, taraf banjir di bawah cabang pohon	0.080	0.100	0.120
5.Seperti di atas taraf bajir mencapai cabang pohon	0.100	0.120	0.160
D-3.Saluran besar (lebar atas pada taraf banjir > 100 kaki). Nilai <i>n</i> lebih kecil dari dari saluran kecil dengan perincian yang sama, sebab tebing memberikan hambatan efektif yang lebih kecil			
a.Penampang beraturan tanpa batu besar atau belukar	0.025	.....	0.060
b.Penampang tidak beraturan dan kasar	0.035	.....	0.100

Sumber: Chow (1959:109)

#### b. Jarak Jangkauan

Ukuran jarak antara potongan melintang diberikan dengan jarak jangkauan. Jarak jangkauan antar potongan melintang untuk saluran kiri, saluran utama dan saluran kanan memiliki jarak yang sama pada sungai yang lurus. Namun ada beberapa kondisi dimana ketiga saluran ini memiliki jarak yang berbeda misalnya pada belokan sungai.

#### c. Koefisien Kontraksi dan Ekspansi

Kontraksi dan ekspansi terjadi akibat *back water* yang disebabkan perubahan penampang, atau perubahan kemiringan dasar saluran yang sangat curam sekali. Angka koefisien kontraksi dan ekspansi yang digunakan pada studi ini adalah angka koefisien untuk aliran subkritis dengan kondisi berubah berangsur-angsur (*gradual transitions*) yaitu sebesar 0.1 dan 0.3.

Tabel 2.14 Koefisien kontraksi dan ekspansi untuk aliran subkritis

Kondisi	Kontraksi	Ekspansi
<i>No Transition</i>	0	0
<i>Gradual</i>	0.1	0.3
<i>Typical bridge</i>	0.3	0.5
<i>Abrupt</i>	0.6	0.8

Sumber: Anonim (2001:3-20)

### II.17.2 Data Aliran Tak Tetap (*Unsteady Flow*)

Aliran tak tetap (*unsteady flow*) yaitu apabila kedalaman air berubah menurut waktu:  $\delta h/dt \neq 0$ , demikian pula kecepatannya berubah menurut waktu:  $\delta u/dt \neq 0$ . Dalam banyak hal, perhitungan aliran saluran terbuka dilakukan dengan menganggap aliran tetap karena perhitungan aliran tetap memang lebih sederhana. Namun apabila perubahan kondisi aliran terhadap waktu cukup besar seperti dalam hal banjir dan gelombang maka perhitungan harus dilakukan berdasarkan aliran tidak tetap (Anggrahini, 2005: 4)

Data aliran ini dimasukan dengan tujuan untuk menampilkan perhitungan profil muka air. Data aliran tak tetap ini terdiri meliputi : kondisi batas (*boundary conditions*) dan kondisi awal (*initial conditions*).

- Kondisi Batas (*Boundary Conditions*)

Kondisi batas dibutuhkan untuk menetapkan permukaan air pada akhir dari sistem sungai (bagian hulu dan hilir). Terdapat beberapa macam kondisi batas yang akan diperlukan dalam analisa ini yaitu :

1. *Flow Hydrograph*

Kondisi batas ini dapat digunakan untuk dua keadaan yaitu baik kondisi batas hulu ataupun kondisi batas hilir, tetapi biasanya digunakan untuk kondisi batas hulu. Data yang dimasukkan berupa data debit.

2. *Stage Hydrograph*

Kondisi batas ini dapat dibutuhkan untuk dua keadaan yaitu baik kondisi batas hulu maupun kondisi batas hilir, yaitu data yang dimasukkan adalah data tinggi muka air terhadap waktu.

3. *Rating Curve*

Rating curve merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara debit dan tinggi muka air (elevasi).

- Kondisi Awal (*Initial Conditions*)

Sebagai tambahan untuk kondisi batas, kita harus menetapkan suatu kondisi awal dari sistem pada saat akan memulai proses simulasi perhitungan *unsteady flow*. Kondisi awal terdiri atas informasi data aliran dan dalam proses ini kita hanya perlu memasukkan satu aliran untuk semua *reach* (jangkauan).

### II.17.3 Evaluasi Hasil Simulasi

Kriteria evaluasi untuk menetapkan model irigasi pasang surut yang berhasil:

1. Apakah putaran pasang surut membawahkan jumlah air yang cukup ke lahan, dan berapa lama tinggi air saluran bertahan di atas tinggi lahan tersebut ?
2. Apakah kedalaman banjir pasang surut tidak melebihi kedalaman banjir yang diizinkan untuk tanaman padi?

## II.18 Pemilihan Pompa Untuk Irigasi

### II.18.1 Kriteria dan Prosedur Pemilihan Pompa

Faktor utama pemilihan pompa untuk irigasi adalah:

- a. Keperluan irigasi untuk tanaman
- b. Debit sumber air (sungai, kolam dan sumur)
- c. Ketersediaan pompa dan biaya dari jenis kebutuhan dan energy.

### II.18.2 Kapasitas Debit Pompa Berdasarkan Kebutuhan Tanaman

Kapasitas debit pompa diharapkan mampu memenuhi kebutuhan puncak tanaman. Debit pompa air tersebut tergantung pada luas areal pada tanaman yang akan diairi, keperluan puncak tanaman, periode rotasi dan durasi operasi pompa air dalam satu hari. Debit pompa dapat dihitung menggunakan persamaan, yaitu (Kalsim, 2001: 19):

$$q = \sum \frac{A \times y}{R \times T} \times \frac{1000}{36} = 27,78 \times \sum \frac{A \times y}{R \times T} \quad (2-38)$$

dengan:

- q : Debit pompa air (liter/detik)
- A : Luas areal tanaman (hektar)
- y : Kedalaman air irigasi (cm)
- R : Periode rotasi (hari)
- T : Durasi pemompaan per hari (jam/hari)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Bab metode penelitian meliputi (a) kondisi daerah studi, (b) kerangka pemikiran dan (c) sistematika penyelesaian studi.

#### **III.1 Kondisi Daerah Studi**

##### **III.1.1 Lokasi Studi**

Secara astronomis, Kabupaten Seruyan terletak pada posisi astronomi antara  $0^{\circ}77'$  Lintang Selatan dan  $3^{\circ} 56'$  Lintang Selatan dan antara  $111^{\circ}49'$  Bujur Timur dan  $112^{\circ}84'$  Bujur Timur. Kabupaten Seruyan memiliki luas wilayah sebesar 16.404 km<sup>2</sup>. Dengan bentang wilayah yang luas ini, perlu komitmen yang kuat dari pemerintah termasuk masyarakat untuk menjaga kelestarian lingkungan. Di sadari bahwa saat ini laju degradasi sumber daya alam dan lingkungan jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan laju kemampuan sumber daya manusia yang ada melakukan upaya perbaikan. Kondisi ini menuntut seluruh lapisan masyarakat harus terlibat secara aktif dalam pembangunan yang berkelanjutan dan beradaya saing yang tinggi.

Berdasarkan peta Provinsi Kalimantan Tengah letak Kabupaten Seruyan berada di tengah-tengah ini merupakan posisi yang sangat geostrategis. Kabupaten Seruyan yang langsung berhadapan dan berbatasan dengan laut Jawa. Warga dari kabupaten tetangga seperti: Kabupaten Kotawaringin Timur, Kabupaten Katingan, dan Kabupaten Malawi, yang hendak bepergian ke pulau Jawa dan Sumatera, lebih dekat jika melalui Kabupaten Seruyan. Daripada harus melalui Kota Palangkaraya maupun Banjarmasin. Sehingga, dengan posisi geostrategis ini diharapkan mampu meningkatkan keunggulan komparatif pelabuhan laut teluk Sigintung Kuala Pembuang yang dimiliki Kabupaten Seruyan. Posisi ini akan memberikan dampak positif untuk perekonomian Kabupaten Seruyan khususnya yang ada di sekitar wilayah Kecamatan Seruyan Hilir. Kabupaten Seruyan memiliki potensi usaha, meliputi: perkebunan, pertanian, perikanan, hutan, pertambangan, peternakan, pariwisata, industri kecil dan menengah.

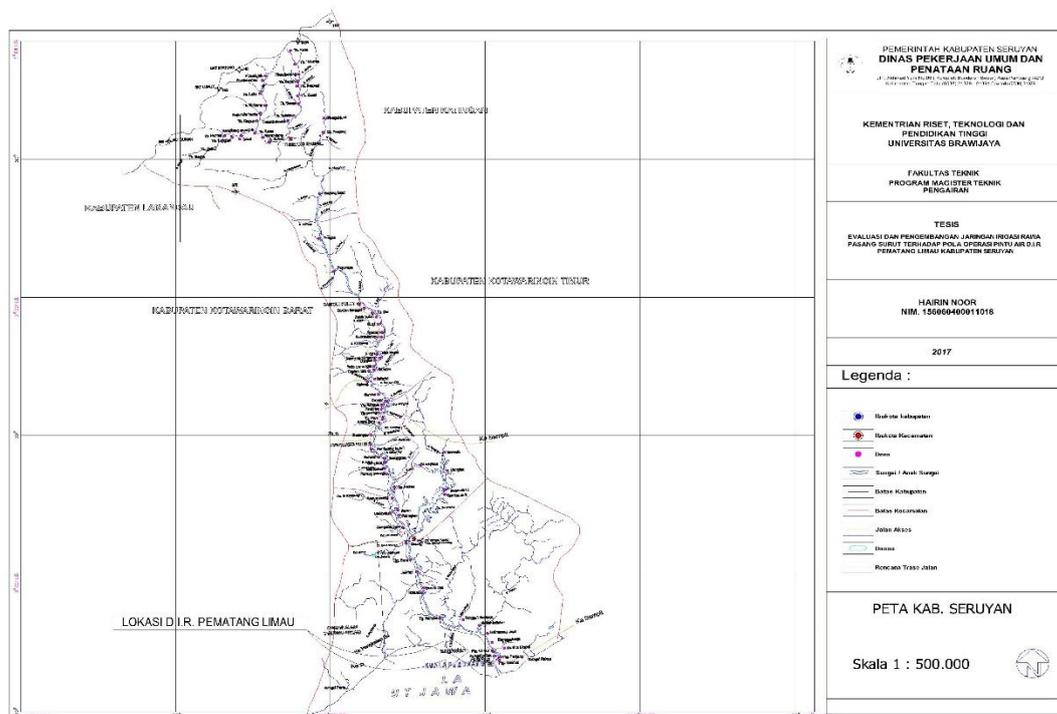
Kabupaten Seruyan memiliki topografi bervariasi, membujur secara vertikal dari selatan ke utara. Kabupaten Seruyan wilayah selatan sampai bagian tengah, dan melebar dari arah Timur ke Barat. Kawasan yang meliputi pantai dan dataran rendah yang relatif datar, melandai dari selatan ke arah tengah dengan kemiringan 0-1% terletak

antara 0-4 m dari permukaan laut. Dataran tinggi yang berbukit terletak wilayah bagian tengah sampai utara.

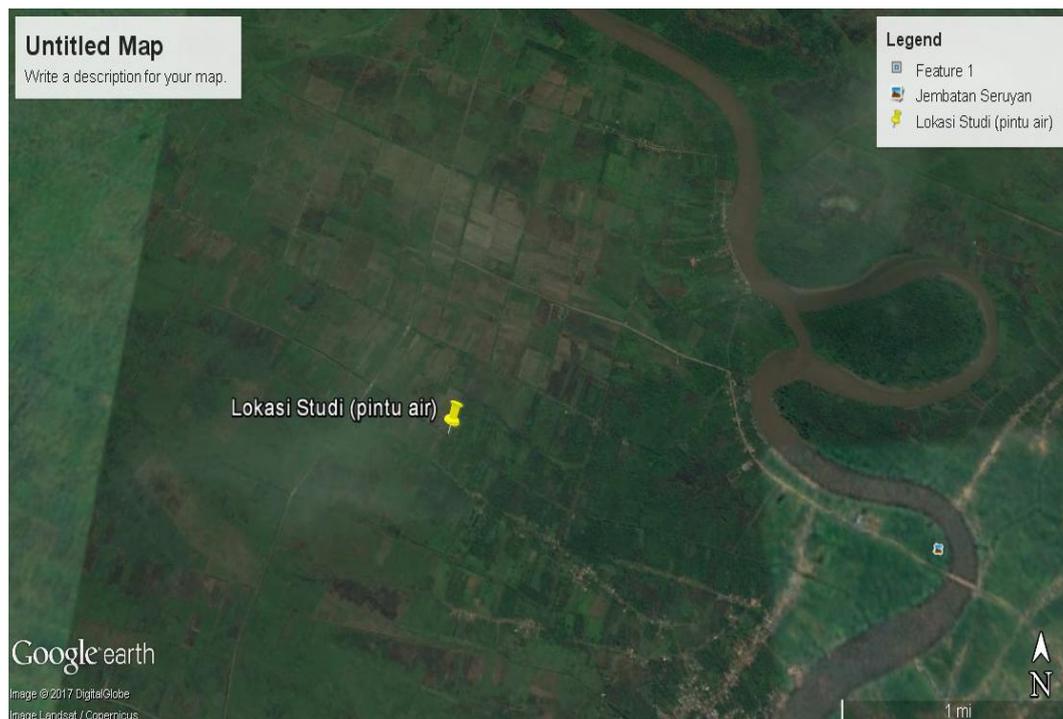
Kabupaten Seruyan memiliki sungai Seruyan dengan panjang  $\pm$  350 km. Sungai yang mengalir dari pegunungan Schwaner di utara menuju Laut Jawa di bagian Selatan. Sungai Seruyan memiliki 6 (enam) buah anak sungai yang besar dan dipergunakan sebagai sumber air ataupun sebagai sarana transportasi bagi masyarakat. Keenam anak sungai tersebut adalah Danau Sembuluh, Pukun, Salau, Manjul, Kale dan Kuala Besar. Air sungai tersebut dimanfaatkan oleh sebagian besar masyarakat untuk mandi, cuci, kakus dan air minum, serta untuk irigasi persawahan.

Pengembangan daerah reklamasi rawa D.I.R Pematang Limau sangat diperlukan untuk peningkatan kebutuhan pangan masyarakat lokal maupun regional dengan memanfaatkan potensi yang ada. Dengan meningkatkan intensitas panen dari satu kali setahun menjadi dua kali setahun melalui sistem pertanian beririgasi. Selain itu dengan adanya fasilitas pengairan di daerah ini nantinya diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat di sekitar daerah pengembangan melalui usaha bidang pertanian.

Secara administrasi Daerah Irigasi Rawa (DIR) Pematang Limau terletak di Kelurahan Kuala Pembuang I Kecamatan Seruyan Hilir Kabupaten Seruyan Provinsi Kalimantan Tengah. Peta Kabupaten Seruyan disajikan pada Gambar 3.1. Sedangkan lokasi D.I.R Pematang Limau disajikan pada Gambar 3.2.

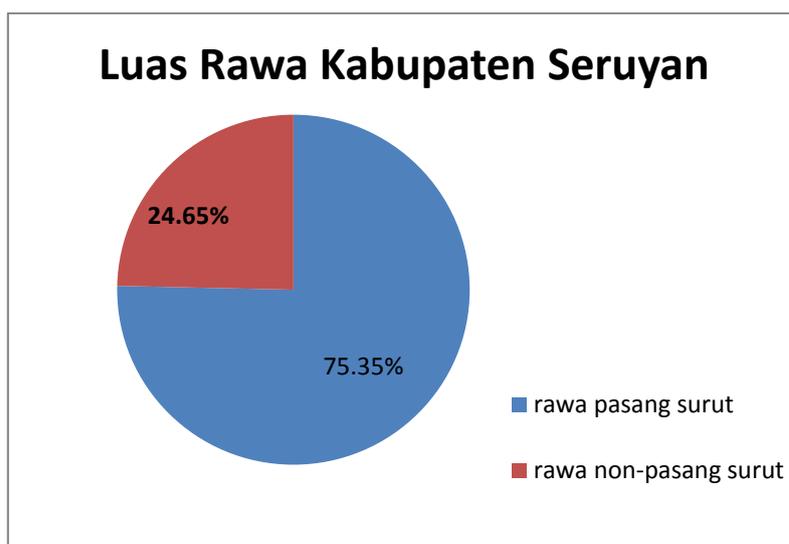


Gambar 3.1 Peta Kabupaten Seruyan



Gambar 3.2 Lokasi Studi D.I.R Pematang Limau

Kabupaten seruyan memiliki luas rawa sebesar  $\pm 28.313$  ha yang tersebar di 10 (sepuluh) kecamatan, lahan rawa tersebut terdiri dari rawa pasang surut dan rawa non-pasang surut (seperti pada gambar 3.3). Rawa pasang surut terkonsentrasi berada di kecamatan seruyan hilir dan seruyan hilir timur, kedua kecamatan tersebut terletak tidak terlalu jauh dengan laut sehingga dipengaruhi fluktuasi muka air pasang surut.



Gambar 3.3 Luas rawa Kabupaten Seruyan

### III.1.2 Keadaan Topografi

Keadaan topografi daerah kajian termasuk daerah datar (*flat*) seperti pada gambar 3.4, di bagian lahan terdapat cekungan yang relatif dangkal. Sebagian kecil dari daerah rawa telah dibuka dengan kondisi tata guna lahan yang terdiri dari:

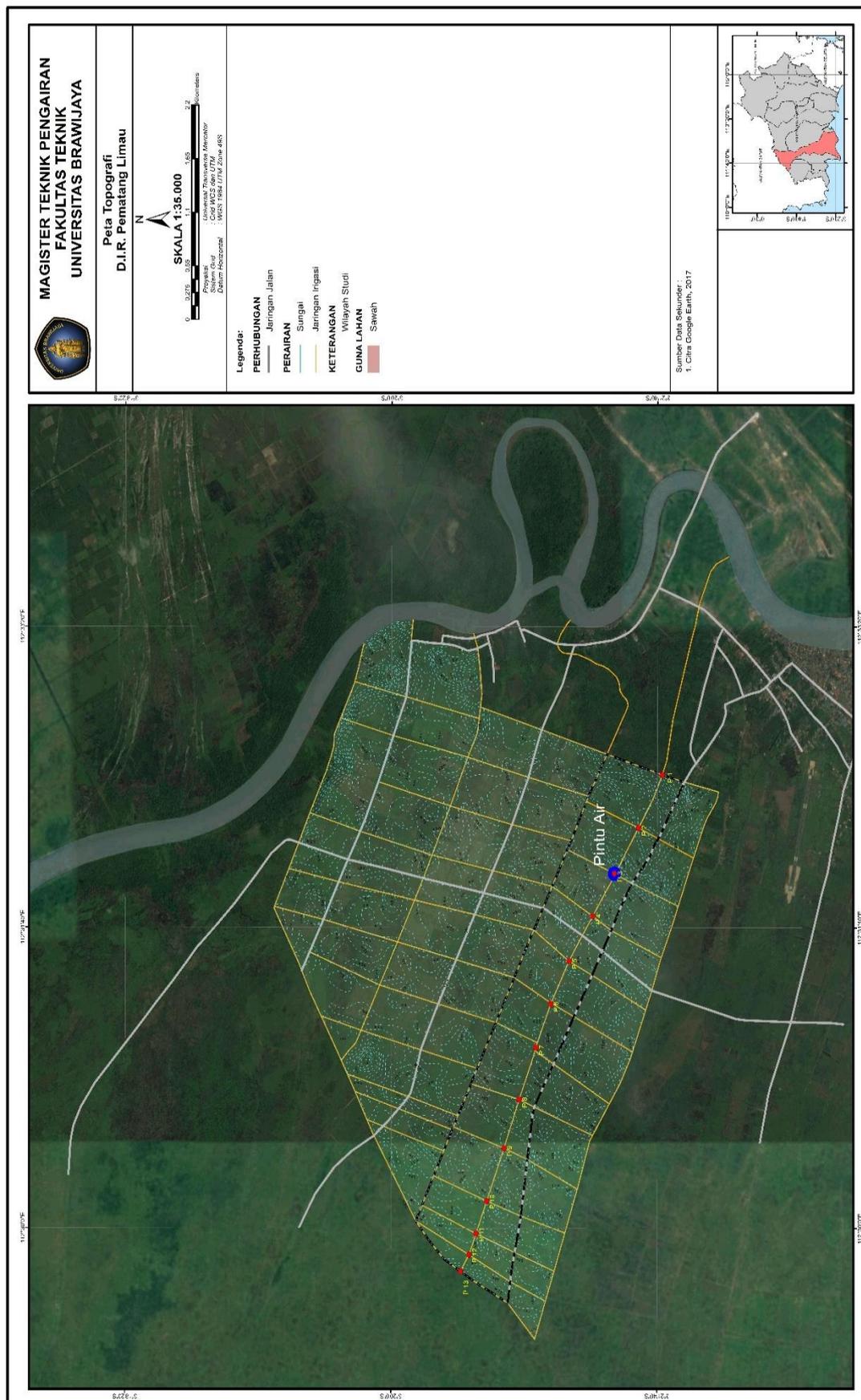
- Areal persawahan tadah hujan dan ladang palawija.
- Daerah permukiman/perkampungan penduduk.
- Jalur transportasi desa dan jalan setapak.
- Semak belukar rawa dan hutan galam.

Kawasan D.I.R Pematang Limau sebagian besar telah dimanfaatkan oleh masyarakat, lokasi sebagai lahan tanaman pangan, palawija dan lahan permukiman dan fasilitas pedesaan. Mata pencarian penduduk pada umumnya adalah bertani dengan mengusahakan padi dan palawija.

Pada musim penghujan sebagian daerah rawa di wilayah kegiatan tergenang air hujan (banjir) bersamaan dengan saat terjadinya pasang, sedangkan pada musim kemarau air pasang hanya mampu mengairi sebagian kecil lahan persawahan penduduk, karena air pasang hanya mampu mencapai sejauh + 1,0 – 2,5 km dari sungai. Hal ini diakibatkan oleh menurunnya fungsi sistem saluran yang ada, sudah tertutup endapan/sedimentasi dan semak-semak, selain itu kondisi pintu air yang ada berfotensi menghambat debit air pasang karena dimensinya jauh lebih kecil dari lebar saluran. Menurunnya fungsi sistem saluran yang ada menjadi penyebab menurunnya produktifitasnya pertanian saat ini.

Menurunnya produktifitasnya pertanian dimaksud salah satunya disebabkan kerapuhan lahan rawa yang berpangkal pada adanya lapisan pirit dan daya sanggah tanah yang lemah, sehingga hara akan mudah hilang dan tercuci. Terjadinya oksidasi bahan sulfidik yang mengandung lapisan pirit dalam tanah diawali dari kekurangan air dalam tanah sehingga permukaan air tanah turun melampaui posisi lapisan pirit. Kondisi seperti ini menyebabkan terjadinya reaksi antara senyawa pirit ( $\text{FeS}_2$ ) dengan oksigen ( $\text{O}_2$ ) yang menghasilkan unsur dan senyawa yang beracun bagi tanaman. Oksidasi pirit terjadi akibat terurainya senyawa pirit oleh oksigen sebagai rentetan penurunan muka air tanah yang berada di level lapisan pirit.

Untuk menanggulangi masalah tersebut diatas diperlukan saluran-saluran primer/sekunder yang lebih lancar serta mengevaluasi dimensi bangunan pintu air yang ada di lokasi tersebut, namun untuk tercapainya sasaran yang efisien perlu dilakukan evaluasi menyeluruh.



Gambar 3.4 Gambar peta topografi

### III.1.3 Keadaan Hidrotopografi

Keadaan hidrotopografi adalah elevasi keadaan lapangan yang dikaitkan dengan ketinggian muka air pasang surut di daerah terdekat dengan saluran, atau dengan kata lain merupakan kemampuan suplai air pasang surut di lokasi pekerjaan. Hidrotopografi menetapkan apakah suatu irigasi pasang surut dimungkinkan atau tidak, dan sangat dipengaruhi oleh cara-cara pengelolaan air di lapangan. Klasifikasi kategori hidrotopografi ditentukan oleh kondisi pasang yang terjadi dan kondisi topografi lahan di lokasi pekerjaan.

D.I.R Pematang Limau sebagian besar termasuk kategori Kategori – C, yaitu Daerah pasang surut yang apabila terjadi pasang tertinggi, airnya mencapai daerah perakaran tanaman. Pada kategori ini lahan terluapi > 4 - 5 kali siklus pasang purnama, dan air tanah dipengaruhi pasang surut dan sisanya merupakan termasuk kategori – B, yaitu Daerah pasang surut yang apabila terjadi pasang tertinggi, airnya mencapai lahan. Pada kategori ini lahan terluapi > 4 - 5 kali siklus pasang purnama, pada sebagian musim penghujan.

Kondisi di atas dapat saja berubah setiap saat jika elevasi lahan mengalami perubahan (umpamanya terjadi penurunan) atau elevasi muka air yang berubah. Umumnya, air pasang naik disaluran lebih rendah dari pada muka air pasang naik disungai atau didekat pertemuan sungai dengan saluran. Dan seberapa jauh rendahnya itu, tergantung kepada kondisi pemeliharaan dari saluran tersebut. Kalau pemeliharaan saluran jelek, maka air pasang tidak dapat sepenuhnya meresap, sedangkan lahan yang dahulu terluapi air pasang dan terima manfaat dari fluktuasi pasang surut, tidak dapat terluapi lagi jika tidak terpelihara. Kondisi *existing* jaringan irigasi D.I.R Pematang Limau disajikan pada Gambar 3.5.



a). Saluran primer bagian hilir



b). Saluran primer bagian tengah



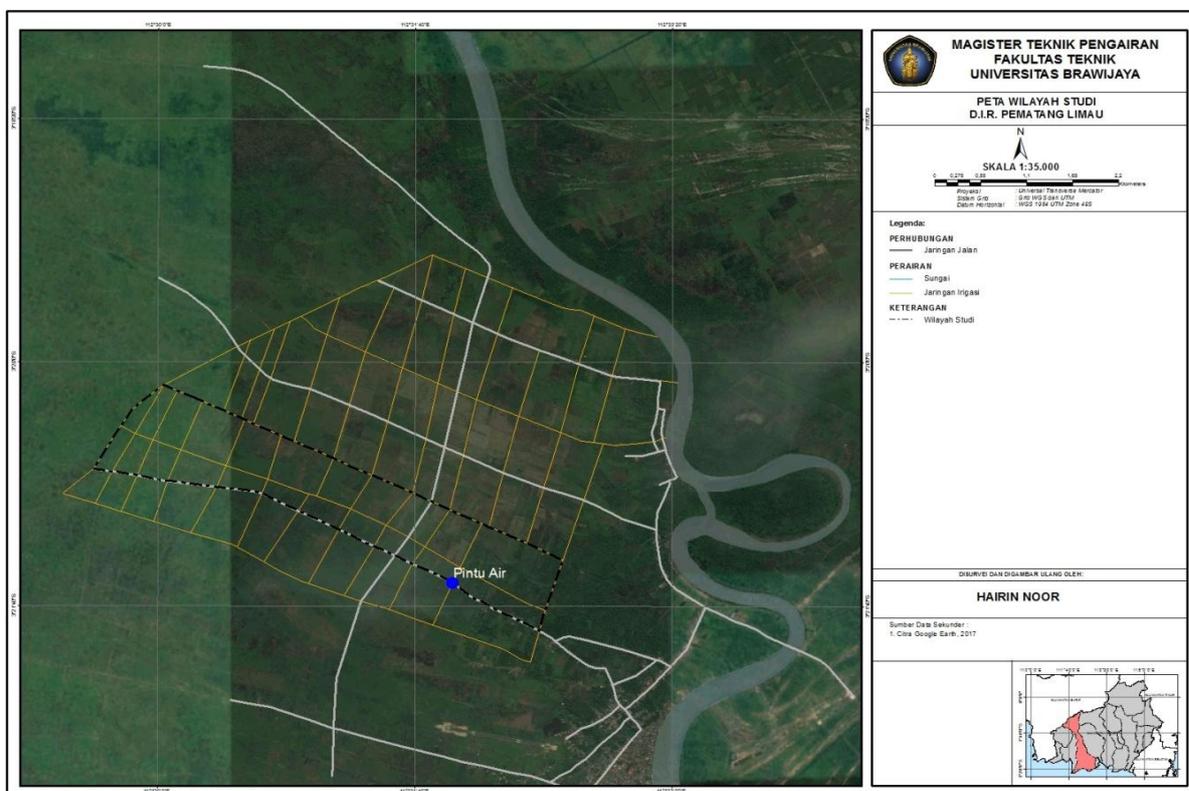
c). Saluran primer bagian hulu

d). Saluran sekunder tiga kanan

Gambar 3.5 Kondisi *existing* saluran

### III.1.4 Sistem Irigasi DIR. Pematang Limau

D.I.R Pematang Limau termasuk tipe daerah irigasi pasang surut yang merupakan suatu tipe irigasi yang memanfaatkan limpasan air sungai akibat peristiwa terjadinya pasang surut air laut. Lahan yang dimanfaatkan untuk tipe irigasi ini merupakan lahan yang mendapat pengaruh langsung dari peristiwa pasang surut air laut. Air limpasan yang menggenang berupa air tawar dari sungai akan menekan dan mencuci kandungan tanah sulfat masam dan akan dibuang atau dicuci pada saat air laut surut. Peta jaringan Daerah Irigasi Rawa (D.I.R) Pematang Limau disajikan pada Gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.6 Peta jaringan daerah irigasi rawa Pematang Limau



a). Bagian sisi hilir pintu air



b). Bagian sisi hulu pintu air (musim hujan)



c). Kondisi beda elevasi hulu dengan hilir pintu air

Gambar 3.7 Kondisi *existing* pintu air saluran primer

### III.2 Kerangka Pemikiran

Sebagaimana telah disinggung dalam di sub bahasan latar belakang pada Bab I, bahwasanya kondisi eksisting jaringan irigasi D.I.R Pematang Limau. Pada saat ini terjadinya penurunan fungsi, serta bangunan pintu air yang ada tidak berfungsi dengan baik. Kecenderungan yang terjadi pintu air yang ada hanya mengandalkan potensi air hujan tidak mempertimbangkan potensi pasokan air pasang. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari masyarakat petani di lokasi studi, pada saat terjadi pasang (tidak ada hujan) debit air pasang tidak mampu mengalir atau menjangkau hingga ke ujung saluran primer, sehingga tidak mampu menggenangi sebagian lahan yang berada di bagian hulu saluran. Selain itu di saat musim basah/penghujan D.I.R Pematang Limau mengalami kelebihan air yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman.

Beberapa hipotesa awal yang dapat ditarik mengenai penyebab terjadinya kekurangan air ataupun kelebihan air tersebut adalah:

- 1). Kondisi pintu air yang ada disaluran primer relatif kecil dan tidak berfungsi sebagaimana mestinya, kondisi tersebut berpotensi menghambat debit air masuk.
- 2). Kondisi pintu air di saluran sekunder semuanya tidak berfungsi/rusak jumlahnya pun terbatas

- 3). Kelebihan air di saat terjadi pasang bersamaan datangnya hujan, sebagai akibat minimnya pengetahuan atau tidak berfungsinya petugas PPA (penjaga pintu air).

### III.3 Sistematika Penyelesaian Studi

#### III.3.1 Pengumpulan data

Data yang diperlukan untuk mendukung penyelesaian penelitian ini adalah:

1. Peta tata guna lahan

Peta tata guna lahan adalah peta untuk mengetahui tata guna lahan *existing* di lokasi studi DIR. Pematang Limau yang berada di kecamatan Seruyan Hilir, peta dimaksud diperoleh dari citra satelit Google Earth 2016, peta diperlukan untuk mengetahui nilai koefisien pengaliran yang terjadi di wilayah studi. Peta tata guna lahan wilayah studi disajikan pada Gambar 3.10.

2. Data curah hujan

Data curah hujan yang dipergunakan adalah data curah hujan harian maksimum yang didapat dari stasiun curah hujan di sekitar wilayah DIR. Pematang Limau, yaitu: Stasiun Stasiun Kantor Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Seruyan dan Stasiun Kantor Pengamat Pengamat Pengairan Seruyan Hilir Timur. Data curah hujan yang tersedia mulai tahun 2005 s/d 2016. Data tersebut digunakan untuk menghitung hujan rancangan dengan kala ulang tertentu. Lokasi studi dan stasiun curah disajikan pada Gambar 3.8 sedangkan Gambar 3.9 stasiun pencatat curah hujan.

3. Data Topografi

Data topografi lahan diperlukan untuk melakukan perhitungan luasan daerah pengaliran pada *cathment area* yang berpengaruh terhadap debit rancangan peta ini diperoleh dari Citra satelit Google Earth 2016 di dengan bantuan *ArcMap* Versi 10.3.

4. Data sistem tata air

Sistem tata air digunakan mengetahui gambaran kondisi tata air jaringan irigasi sebagai dasar untuk membuat pemodelan, data tersebut terdiri dari:

- Data saluran irigasi (*existing*)

Pengukuran data penampang memanjang (*long section*) dan penampang melintang (*cross section*) dilakukan untuk membuat pemodelan aliran saluran primer.

- Data pintu air (*existing*)

Pengukuran dimensi pintu air kondisi *existing* untuk melakukan pemodelan hambatan debit air pasang terhadap tinggi elevasi muka air di bagian hulu (*upstream*) yang berpengaruh terhadap elevasi muka air terhadap lahan.

## 5. Data pasang surut

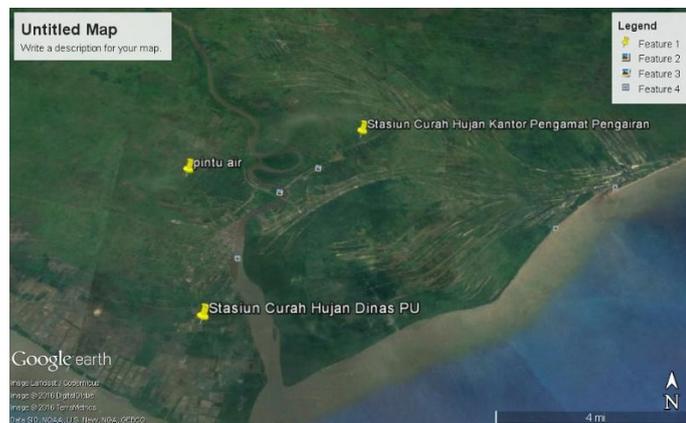
- Data fluktuasi pasang surut

Data pengukuran fluktuasi pasang surut dibutuhkan untuk mengetahui tipe pasang surut yang terjadi pada DIR. Pematang Limau.

Data pasang surut diperoleh dengan melakukan pengamatan selama 16 hari pada tahun 2017. Lokasi di saluran primer DAS Seruyan yang terletak  $03^{\circ} 36'39''$  dan  $112^{\circ} 55'50''$ .

- Data debit pasang

Data debit pasang digunakan untuk membuat pemodelan, data ini diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung di saluran primer DIR. Pematang Limau dengan menggunakan alat *current meter* di saat terjadi pasang.



Gambar 3.8 Lokasi studi dan stasiun curah hujan

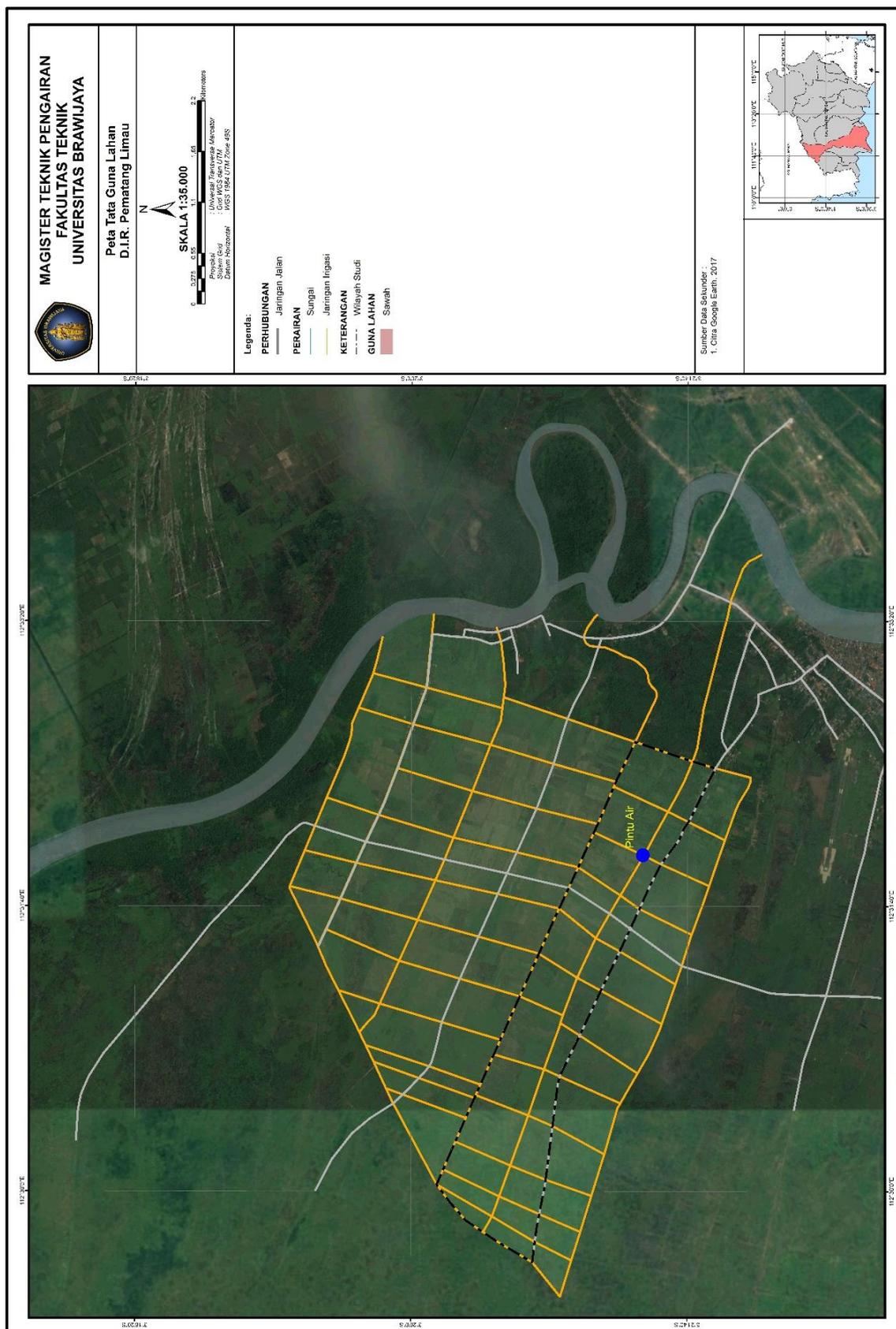


a). Stasiun Kantor Dinas Pekerjaan Umum Kab. Seruyan



b). Stasiun Kantor Pengamat Pengairan Seruyan Hilir Timur

Gambar 3.9 Stasiun Pencatat Curah Hujan



Gambar 3.10 Peta Tata Guna Lahan Wilayah Studi

### III.3.2 Tahapan Analisis

Pengolahan data dilakukan sesuai dengan ketentuan dan teori yang berlaku, hal ini dilakukan agar mendapatkan hasil yang diharapkan sesuai dengan data yang tersedia. Berdasarkan data yang tersedia maka dapat dilakukan langkah berikutnya untuk menyelesaikan kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung curah hujan curah harian maksimum tahunan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan debit air akibat curah hujan di wilayah *catchment area*.
2. Melakukan uji konsistensi/kesesuaian data curah hujan dengan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*).
3. Menghitung curah hujan dengan metode Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Person tipe III.
4. Melakukan uji kesesuaian distribusi secara vertikal Chi Kuadrat dan Uji Kesesuaian distribusi secara horizontal Smirnov Kolmogorov.
5. Menghitung intensitas hujan dengan Mononobe
6. Menentukan koefisien pengaliran (C), yaitu perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan dengan jumlah air hujan yang turun di daerah tersebut. Koefisien pengaliran tergantung pada karakteristik hujan dan daerah pengaliran pada daerah studi.
7. Menghitung debit rancangan dengan metode Nakayasu untuk simulasi HEC Ras
8. Menghitung luas daerah pengaliran saluran pada setiap saluran sekunder untuk mengetahui debit rancangan dengan metode Rasional.
9. Menghitung konstanta pasang surut untuk mendapat elevasi-elevasi penting pasang surut.
10. Mengevaluasi kapasitas saluran sekunder dengan debit rancangan saat kondisi basah atau musim hujan dengan curah hujan harian maksimum rerata.
11. Memodelkan profil memanjang (*long section*) saluran primer dengan bantuan HEC-RAS 5.01 kondisi kering atau tidak terjadi hujan dengan beberapa kali simulasi, yaitu:

Langkah-langkah dalam penyelesaian analisis hidrolis dengan menggunakan program HEC-RAS 5.0.1 ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat file *new project*

Langkah pertama pemodelan atau hitungan hidrolis adalah membuat direktori file *new project*. Adapun tampilan layar menu file *new project* disajikan pada Gambar 3.11.

## 2. Peniruan geometri saluran

Langkah kedua adalah membuat peniruan geometri saluran primer di dalam HEC-RAS dengan memasukkan data-data geometri saluran seperti potongan melintang (*cross section*) dan potongan memanjang (*long section*). Adapun tampilan layar peniruan geometri saluran disajikan pada Gambar 3.12.

## 3. Peniruan hidrolika (syarat batas)

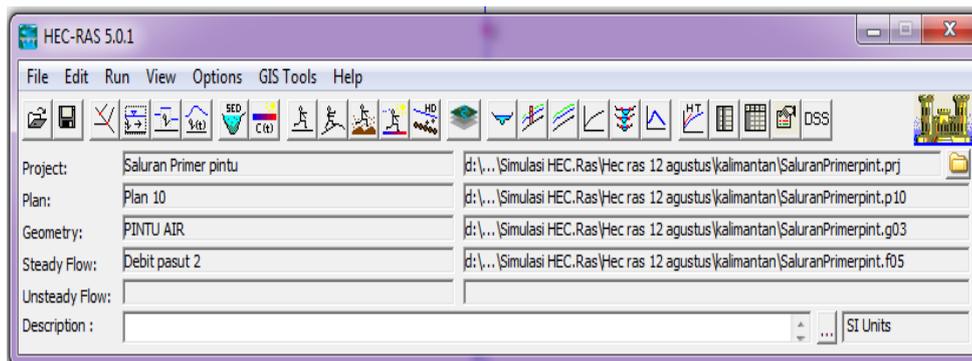
Langkah ketiga adalah memasukkan data-data aliran yang diperlukan dalam analisis hidrolik aliran, dalam studi ini menggunakan analisis hidrolik aliran tidak permanen (*unsteady flow*) dan syarat batas (*boundary condition*) pada masing-masing kondisi. Adapun tampilan layar peniruan geometri saluran disajikan pada Gambar 3.13 s/d 3.15.

## 4. Hitungan hidrolika

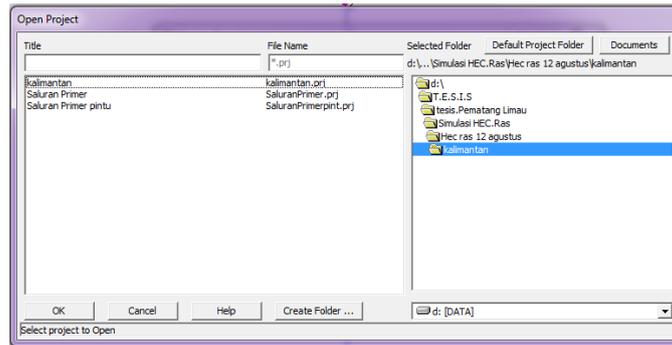
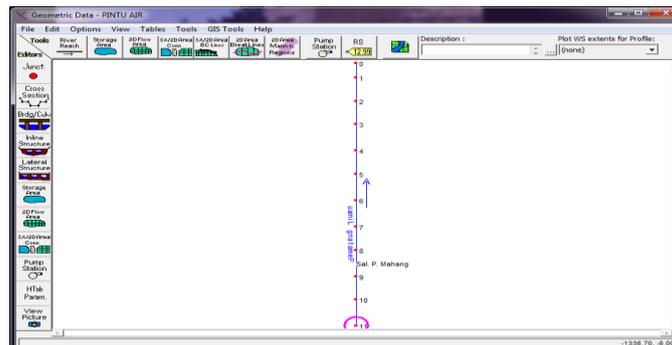
Hitungan hidrolik dilakukan setelah semua data telah dimasukkan baik berupa data geometri saluran, jenis aliran dan syarat batas dimasukkan, perhitungan hidrolik *unsteady flow* dapat dilakukan. Adapun tampilan layar proses hitungan hidrolika disajikan pada Gambar 3.16.

## 5. Presentasi hasil hitungan

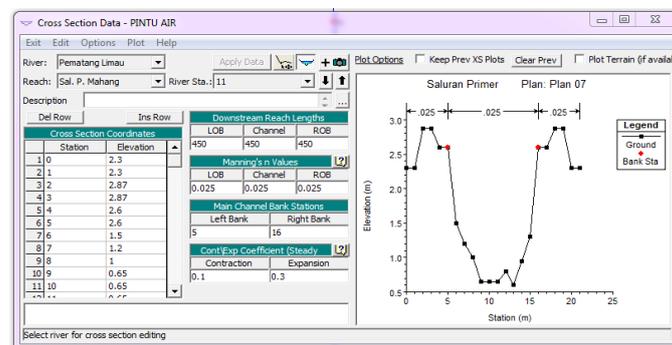
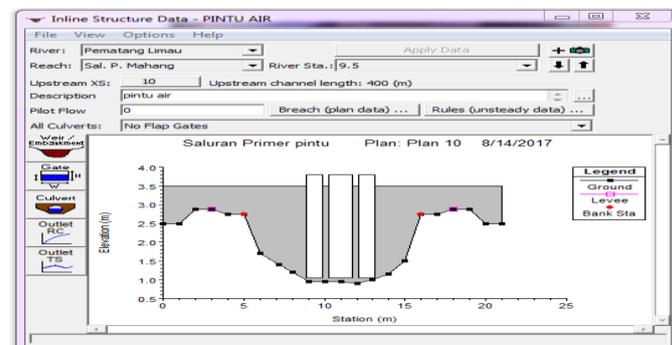
Setelah berhasil melakukan perhitungan hidrolik dengan menjalankan program aliran tidak permanen (*unsteady flow*), maka hasilnya dapat ditampilkan dengan menggunakan menu pada layar HEC-RAS. Adapun tampilan layar salah satu presentasi hasil hitungan disajikan pada Gambar 3.17.



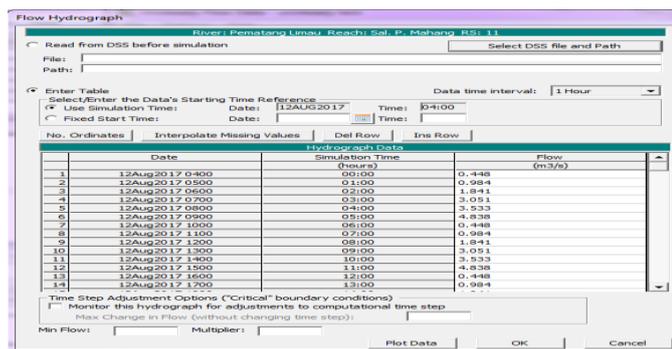
Gambar 3.11 Layar utama HEC-RAS 5.0.1

Gambar 3.12 Menu *open project*

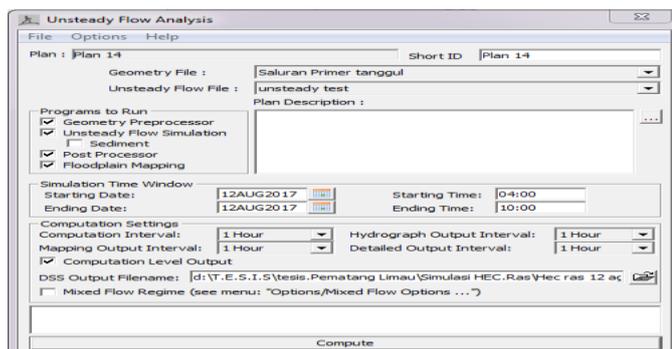
Gambar 3.13 Peniruan geometri saluran primer

Gambar 3.14 Peniruan *Cross section*

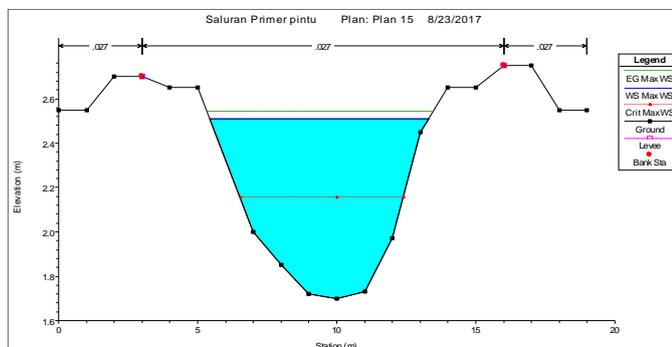
Gambar 3.15 Peniruan pintu air



Gambar 3.16 Input debit pasut



Gambar 3.17 Runing unsteady flow analysis



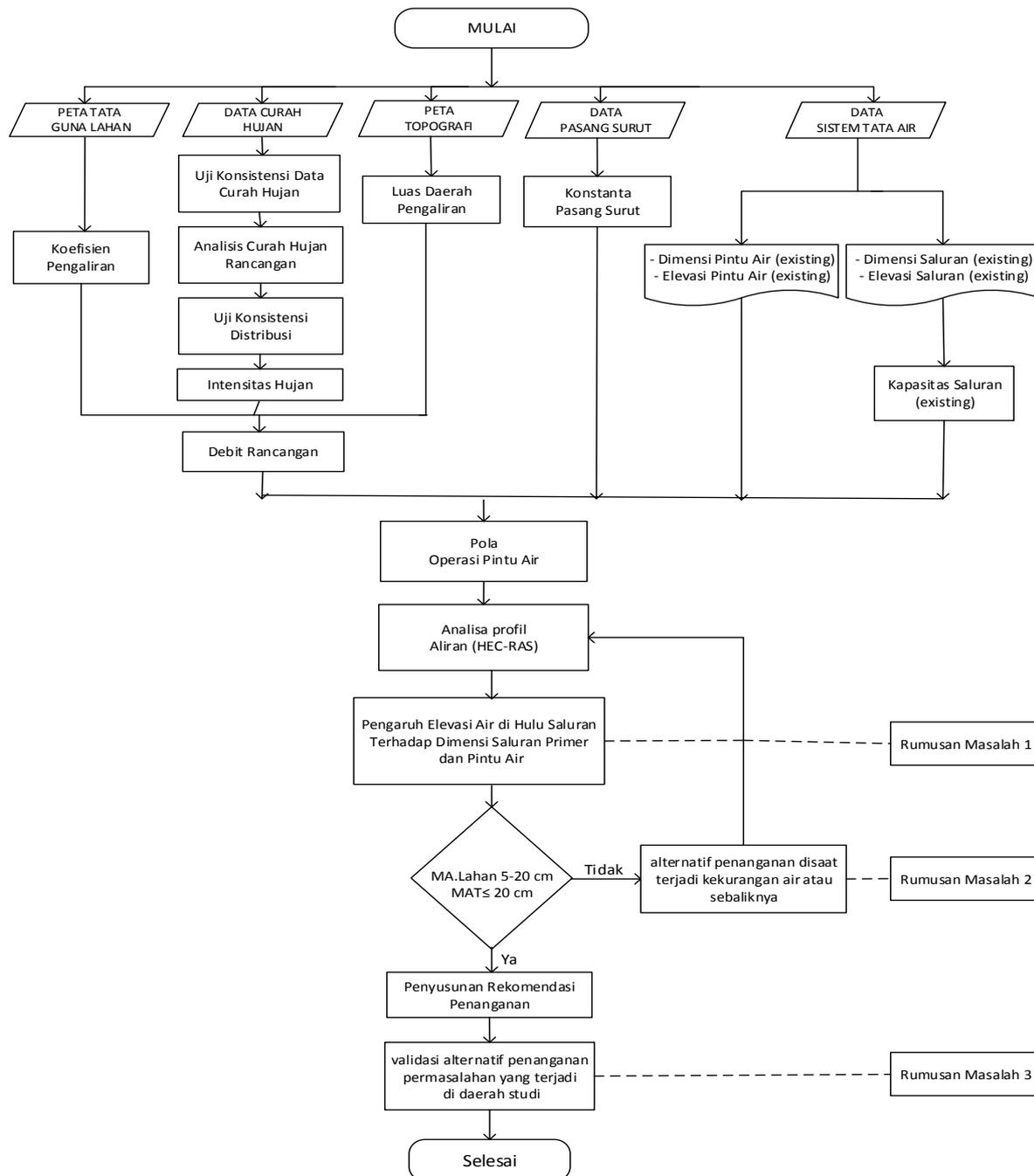
Gambar 3.18 Profil muka air hasil hitungan

### III.3.3 Tahapan Evaluasi dan Rekomendasi

Setelah tahapan analisis selesai dilakukan maka langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi, hal ini dilakukan untuk menyusun rekomendasi yang terdiri dari:

1. Membuat kajian atau rekomendasi berdasarkan hasil simulasi berupa profil memanjang (*long section*), jika elevasi muka air terhadap elevasi lahan berkisar 5-20 cm dengan cara mengevaluasi kondisi *existing* saluran dan dimensi pintu air air untuk memperlancar aliran (debit pasang) masuk.

2. Membuat kajian atau rekomendasi berdasarkan hasil simulasi berupa profil memanjang (*long section*), jika elevasi muka air tanah terhadap elevasi lahan  $\leq 20$  cm, dengan cara mengatur pola operasi pintu air jika elevasi muka air melampaui elevasi lahan (tergenang) melebihi ketentuan.
3. Membuat kajian atau rekomendasi pola operasi pintu air agar genangan yang terjadi pada lahan tidak melebihi dari 20 cm.



Gambar 3.19 Diagram Alir Penyelesaian Studi

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab hasil dan pembahasan meliputi (a) tinjauan umum, (b) analisis hujan, (c) uji konsistensi, (d) perhitungan curah hujan rerata, (e) perhitungan curah hujan rancangan, (f) uji kesesuaian distribusi, (g) distribusi hujan jam-jaman, (h) koefisien pengaliran (i) intensitas hujan rencana (j) luas daerah pengaliran saluran, (k) evaluasi saluran sekunder (l) pasang surut, (m) kondisi saluran primer, (o) kondisi lahan wilayah studi, (p) pengukuran debit pasang, (q) analisa profil aliran dan (r) rencana penanganan.

#### **IV.1 Tinjauan Umum**

Dalam rangka evaluasi jaringan irigasi dan pintu air di D.I.R Pematang Limau ini sebagai langkah awal dilakukan pengumpulan data. Adapun data tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan mengevaluasi. Dalam analisa dan pengolahan data dilakukan analisa hidrologi dan perhitungannya yang menghasilkan debit rencana. Kemudian dilakukan simulasi dengan bantuan software HEC. RAS 5.1.0.

#### **IV.2 Analisis Hujan**

Secara keseluruhan Kabupaten Seruyan memiliki 3 (tiga) stasiun pengukuran curah hujan (selanjutnya disingkat **SCH**), lokasinya terletak di Kecamatan Seruyan Hilir Timur 2 (dua) unit dan Kecamatan Seruyan Hilir 1 (satu) unit yang lokasinya berada di ibukota Kabupaten Seruyan yaitu Kuala Pembuang tepatnya berada di **Kantor Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang** (selanjutnya disingkat **PUPR**). SCH Kantor **Pengamat Pengairan Seruyan Hilir Timur I dan II** (selanjutnya disingkat **P2SHT**).

Hingga saat ini SCH yang berada di Kabupaten Seruyan semuanya menggunakan alat pengukuran manual, kendatipun kedua stasiun, yaitu: PUPR dan P2SHT.I memiliki stasiun perekaman hujan otomatis (*ARR, automatic rainfall recorder*) namun tidak berfungsi hal ini disebabkan faktor pendanaan dan tumpang tindihnya kewenangan antara pusat (Balai Wilayah Sungai Kalimantan II), propinsi (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Propinsi Kalimantan Tengah) dan daerah (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Seruyan) menjadi faktor penghambat dalam perbaikan SCH yang berada di Kabupaten Seruyan. Keterangan stasiun curah tersebut di atas disajikan dalam tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Stasiun curah hujan yang ada di Kabupaten Seruyan

No.	Nama Stasiun Pencatatan	Jenis	Lokasi	Koordinat	Kondisi
1	SCH. Dinas PUPR	Manual	Kec. Seruyan Hilir	112 <sup>o</sup> 54'913"BT 03 <sup>o</sup> 41'437"LS	Baik
2	SCH. Pengamat Pengairan Seruyan Hilir Timur (P2SHAT) I	Manual	Kec. Seruyan Hilir Timur	112 <sup>o</sup> 35'756"BT 03 <sup>o</sup> 20'351"LS	Baik
3	SCH. Pengamat Pengairan Seruyan Hilir Timur (P2SHAT) II	Manual	Kec. Seruyan Hilir Timur	112 <sup>o</sup> 35'750"BT 03 <sup>o</sup> 20'321"LS	Baik

Sumber: Dinas PUPR. Seruyan

#### IV.2.1 Penyiapan Data Curah Hujan

Studi ini menggunakan 2 (dua) SCH, hal ini disebabkan dari ketiga stasiun yang ada hanya SCH. PUPR dan SCH. P2SHT I yang memiliki data sepuluh tahun. Rekapitulasi data hujan bulanan dan tahunan dari tahun 2007-2016 untuk SCH. PUPR dan SCH. P2SHT I, masing-masing disajikan dalam Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.2 Rekapitulasi data curah hujan Sta. PUPR tahun 2007–2016

Tahun	Bulan												CH. Maks (mm/hr)
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sept	Okt	Nop	Des	
2007	132	97	25	125	76	120	62	94	56	106	58	87	132
2008	45	89	79	96	91	40	83	120	91	59	100	75	120
2009	135	97	152	42	76	16	5	-	-	69	59	20	152
2010	53	71	96	69	80	84	96	80	81	80	80	17	96
2011	-	34	73	52	58	24	66	-	74	97	87	63	97
2012	21	-	54	138	33	75	32	18	19	64	78	92	138
2013	33	13	56	51	31	18	68	85	3	54	58	64	85
2014	79	30	45	55	75	140	28	40	34	21	40	41	140
2015	81	91	45	97	90	97	-	-	-	62	50	56	97
2016	50	104	31	31	47	18	18	41	48	106	113	27	113
Keterangan : (-) Tidak ada hujan													1170

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.3 Rekapitulasi data curah hujan Sta. P2SHT I tahun 2007-2016

Tahun	Bulan												CH. Maks (mm/hr)
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sept	Okt	Nop	Des	
2007	72	67	52	138	56	171	48	81	76	41	67	55	171
2008	44	81	79	63	90	43	24	131	107	76	47	68	131
2009	77	24	24	30	75	19	43	-	4	74	30	43	77
2010	72	53	82	59	90	92	82	96	93	96	42	25	96
2011	45	52	49	83	37	36	38	-	30	75	48	37	83
2012	60	82	87	68	109	17	44	23	-	118	67	72	118
2013	62	27	96	85	84	40	75	93	26	75	68	84	96
2014	84	98	110	67	111	153	74	54	26	75	68	84	153
2015	109	40	61	62	55	14	14	9	-	14	56	41	109
2016	63	63	117	115	55	34	17	40	46	94	59	97	117
Keterangan : (-) Tidak ada hujan													1,149

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

### IV.3 Uji Konsistensi

Uji Konsistensi curah hujan, dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh dari stasiun hujan mempunyai sifat yang serupa satu sama lain atau tidak. Pengujian ini dilaksanakan dengan menggunakan data dari stasiun CH. PUPR dan P2SHT I. Uji Konsistensi dalam kajian ini menggunakan metode RAPS (*Rescale Adjusted Partial Sums*). Data hujan yang diuji adalah data hujan maksimum, sehingga sebelum melakukan analisis ini terlebih dahulu dipilih curah hujan harian maksimum dari masing-masing kedua stasiun yang diuji. Data yang diuji disajikan pada tabel 4.4. Sedangkan tabel uji konsistensi data hujan masing-masing stasiun disajikan pada tabel 4.5 dan 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.4 CH. Maks Stasiun PUPR dan Stasiun P2SHT

No.	Tahun	CH. Maks Sta.PUPR (mm)	CH. Maks Sta.P2SHT (mm)
1	2007	132,00	171,00
2	2008	120,00	130,60
3	2009	152,00	76,70
4	2010	96,00	96,40
5	2011	97,00	82,60
6	2012	138,00	117,80
7	2013	84,60	95,50
8	2014	140,45	152,70
9	2015	97,10	109,30
10	2016	112,80	116,80

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.5 Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun PUPR

No	Tahun	Hujan	Sk*	D <sub>y</sub> <sup>2</sup>	Sk**	[Sk**]
		mm/hari				
1	2007	132,000	15,005	22,515	0,688	0,688
2	2008	120,000	3,005	0,903	0,138	0,138
3	2009	152,000	35,005	122,535	1,605	1,605
4	2010	96,000	-20,995	44,079	-0,963	0,963
5	2011	97,000	-19,995	39,980	-0,917	0,917
6	2012	138,000	21,005	44,121	0,963	0,963
7	2013	84,600	-32,395	104,944	-1,486	1,486
8	2014	140,450	23,455	55,014	1,076	1,076
9	2015	97,100	-19,895	39,581	-0,912	0,912
10	2016	112,800	-4,195	1,760	-0,192	0,192
Jumlah		1169,950		475,431		
Rerata		116,995				

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

$$\begin{array}{lcl}
 n & = & 10 \\
 D_y & = & 21.80 \\
 Sk^{**} \text{ mak} & = & 1.605 \\
 Sk^{**} \text{ min} & = & -1.486
 \end{array}$$

$$Q = |Sk^{**mak}| = -1.486$$

$$R = Sk^{**mak} - Sk^{**min} = 3.091$$

$$Q/(n^{0.5}) = -0.47 < 1.05 \quad 90 \% \text{====>} \quad \text{Ok ! Data Hujan Konsisten}$$

$$R/(n^{0.5}) = 0.98 < 1.21 \quad 90 \% \text{====>} \quad \text{Ok ! Data Hujan Konsisten}$$

Tabel 4.6 Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun P2SHT I

No	Tahun	Hujan	Sk*	D <sub>y</sub> <sup>2</sup>	Sk**	[Sk**]
		mm/hari				
1	2007	171,000	56,060	314,272	1,971	1,971
2	2008	130,600	15,660	24,524	0,551	0,551
3	2009	76,700	-38,240	146,230	-1,345	1,345
4	2010	96,400	-18,540	34,373	-0,652	0,652
5	2011	82,600	-32,340	104,588	-1,137	1,137
6	2012	117,800	2,860	0,818	0,101	0,101
7	2013	95,500	-19,440	37,791	-0,684	0,684
8	2014	152,700	37,760	142,582	1,328	1,328
9	2015	109,300	-5,640	3,181	-0,198	0,198
10	2016	116,800	1,860	0,346	0,065	0,065
Jumlah		1149,400		808,704		
Rerata		114,940				

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

$$n = 10 \quad Sk^{** \text{ mak}} = 1.971$$

$$D_y = 28.44 \quad Sk^{** \text{ min}} = -1.345$$

$$Q = |Sk^{**mak}| = 1.971$$

$$R = Sk^{**mak} - Sk^{**min} = 3.316$$

$$Q/(n^{0.5}) = 0.62 < 1.05 \quad 90 \% \text{====>} \quad \text{Ok ! Data Hujan Konsisten}$$

$$R/(n^{0.5}) = 1.05 < 1.21 \quad 90 \% \text{====>} \quad \text{Ok ! Data Hujan Konsisten}$$

#### IV.4 Perhitungan Curah Hujan Rerata

Perhitungan data hujan maksimum harian rerata harus dilakukan secara benar. Penyusunan data untuk analisis frekuensi ini dilakukan untuk menghindari terjadinya kesalahan yang mengakibatkan hasil perhitungan menyimpang jauh dari yang seharusnya. Metode perhitungan curah hujan daerah dari pengamatan curah hujan di beberapa titik adalah menggunakan rerata Aljabar. Hasil perhitungan curah hujan rerata menggunakan metode Aljabar disajikan pada Tabel 4.7. Sedangkan lokasi peta stasiun hujan, yaitu SCH. PUPR dan P2SHT I disajikan pada Gambar 3.7 pada bab sebelumnya.

Tabel 4.7 Curah Hujan Harian Rerata

No.	Tahun	Bulan	Tanggal	Sta. PUPR (mm)	Sta. P2SHT. I (mm)	Rerata (mm)	CH. Maks
1	2007	1	24	132	47	90	145,50
		6	4	120	171	146	
2	2008	8	31	120	32	76	91,50
		8	8	52	131	92	
3	2009	3	17	152	-	76	76,00
		1	23	-	77	38	
4	2010	3	12	96	-	48	88,05
		10	30	80	96	88	
5	2011	10	27	97	55	76	76,15
		4	24	-	83	41	
6	2012	4	5	138	64	101	100,75
		10	16	-	118	59	
7	2013	8	6	85	-	42	56,30
		4	14	27	85	56	
8	2014	6	15	140	-	70	76,35
		6	14	-	153	76	
9	2015	6	7	97	-	49	54,65
		1	31	-	109	55	
10	2016	11	16	113	-	56	60,65
		3	29	5	117	61	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Catatan : \* Dihitung dengan menggunakan metode rata-rata Aljabar

■ CH maksimum tahunan yang terjadi di SCH. PUPR

■ CH maksimum tahunan yang terjadi di SCH. P2SHT.I

Tabel 4.8 Data Curah Hujan Setelah Diurutkan

No.	Tahun	CH. Maksimum (mm)
1	2015	54,65
2	2013	56,30
3	2016	60,65
4	2009	76,00
5	2011	76,15
6	2014	76,35
7	2010	88,05
8	2008	91,50
9	2012	100,75
10	2007	145,50

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

#### IV.5 Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rencana dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, yaitu: Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson tipe III.

##### IV.5.1 Perhitungan Distribusi Normal

Analisa frekuensi dilakukan untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 tahun. Berdasarkan setiap kala ulang dapat ditentukan nilai faktor frekuensi (k) mengacu pada Tabel 2.6. Selanjutnya dengan menggunakan Persamaan (2-12) dapat diketahui nilai hujan rancangan metode Normal. Di bawah ini contoh perhitungan metode Normal untuk kala ulang 5 tahun:

$$\begin{aligned} X &= \bar{x} + K \sigma \\ &= 82,59 + 0,84 \times 26,82 \\ &= 105,12 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Perhitungan Rerata dan Standar Deviasi

No.	Tahun	X (mm)
1	2	3
1	2015	54,65
2	2013	56,30
3	2016	60,65
4	2009	76,00
5	2011	76,15
6	2014	76,35
7	2010	88,05
8	2008	91,50
9	2012	100,75
10	2007	145,50
Mean X		82,59
Standar Deviasi X		26,82

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.10 Perhitungan Hujan Rancangan Metode Normal

Tr (tahun)	P (%)	K	X (mm)
2	0,500	-	82,59
5	0,200	0,84	105,12
10	0,100	1,28	116,92
25	0,040	1,71	128,45
50	0,020	2,05	137,57
100	0,010	2,33	145,08
200	0,005	2,58	151,78

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

#### IV.5.2 Perhitungan Distribusi Log Normal

Metode Log Normal secara umum sama dengan metode Normal, namun nilainya menggunakan nilai logaritma. Nilai faktor frekuensi (k) berdasarkan Tabel 2.6. Untuk perhitungan nilai hujan rancangan harus dihitung nilai antilog. Di bawah ini contoh perhitungan metode Log Normal untuk kala ulang 5 tahun:

$$X = \bar{x} + K \sigma$$

$$= 1,90 + 0,84 \times 0,13$$

$$= 2,01 \text{ mm}$$

$$\text{Antilog } 2,01 = 101,61 \text{ mm}$$

Tabel 4.11 Perhitungan Metode Log Normal

No.	Tahun	X (mm)	Log X
1	2	3	4
1	2015	54,65	1,74
2	2013	56,30	1,75
3	2016	60,65	1,78
4	2009	76,00	1,88
5	2011	76,15	1,88
6	2014	76,35	1,88
7	2010	88,05	1,94
8	2008	91,50	1,96
9	2012	100,75	2,00
10	2007	145,50	2,16
Mean X		82,59	1,90
Standar Deviasi X		26,82	0,13

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.12 Perhitungan Hujan Rancangan Metode Log Normal

Tr (tahun)	P (%)	K	X (mm)	Anti Log (mm)
2	0,500	-	1,90	79,22
5	0,200	0,84	2,01	101,61
10	0,100	1,28	2,06	115,75
25	0,040	1,71	2,12	131,48
50	0,020	2,05	2,16	145,41
100	0,010	2,33	2,20	157,98
200	0,005	2,58	2,23	170,13

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

### IV.5.3 Perhitungan Distribusi Gumbel

Pada metode gumbel nilai  $Y_n$  dan  $S_n$  ditentukan berdasarkan Tabel 2.7. Jumlah data adalah 10 sehingga nilai  $Y_n = 0,4952$  dan  $S_n = 0,9496$ . Penentuan nilai  $Y_t$  mengikuti Persamaan (2-14). Sedangkan nilai hujan rancangan metode gumbel mengikuti Persamaan (2-15). Di bawah ini contoh perhitungan metode gumbel untuk kala ulang 5 tahun:

$$y_T = -\ln \left[ \ln \left( \frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right]$$

$$y_T = -\ln \left[ \ln \left( \frac{5}{5-1} \right) \right]$$

$$= 1,5$$

$$x = \bar{x} + \frac{y_T - y_n}{S_n} \sigma$$

$$x = 82,59 + \frac{1,5 - 0,4952}{0,9496} 26,82$$

$$= 111,984 \text{ mm}$$

Tabel 4.13 Perhitungan Hujan Rancangan Metode Gumbel

Tr (tahun)	Yt	(Yt-Yn)/Sn	X (mm)
2	0,37	-0,10	79,972
5	1,50	1,10	111,984
10	2,25	1,89	133,178
25	3,20	2,88	159,957
50	3,90	3,63	179,824
100	4,60	4,36	199,543
200	5,30	5,09	219,191

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

### IV.5.4 Perhitungan Distribusi Log Pearson tipe III

Metode Log Pearson III hampir sama dengan metode Log Normal yaitu menggunakan nilai logaritma. Namun penentuan nilai faktor frekuensi (G) ditentukan berdasarkan nilai standart deviasi yang tercantum pada Tabel 2.8. Di bawah ini contoh perhitungan metode log pearson untuk kala ulang 5 tahun:

$$\text{Log R} = \overline{\log R} + G \cdot S$$

$$= 1,899 + 0,7995 \times 0,127$$

$$= 2,002$$

$$\text{Antilog } 2,002 = 100,395 \text{ mm}$$

Tabel 4.14 Perhitungan Log Pearson tipe III

No.	Tahun	X (mm)	Log X	$(\text{Log X} - \text{Log } X_{\text{rerata}})^3$
1	2	3	4	5
1	2015	54,65	1,74	-0,0042
2	2013	56,30	1,75	-0,0033
3	2016	60,65	1,78	-0,0016
4	2009	76,00	1,88	0,0000
5	2011	76,15	1,88	0,0000
6	2014	76,35	1,88	0,0000
7	2010	88,05	1,94	0,0001
8	2008	91,50	1,96	0,0002
9	2012	100,75	2,00	0,0011
10	2007	145,50	2,16	0,0184
CK			0,711	
Log $X_{\text{rerata}}$			1,899	
Standar Deviasi X			0,129	
CS			0,708	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.15 Hujan Rancangan Metode Log Pearson tipe III

T	P(%)	Cs	G	Log X	X (mm)
1	2	3	4	5	6
2	50	0,7075	-0,1193	1,8835	76,472
5	20	0,7075	0,7995	2,0017	100,395
10	10	0,7075	1,3416	2,0715	117,883
25	4	0,7075	1,9753	2,1530	142,228
50	2	0,7075	2,4229	2,2106	162,393
100	1	0,7075	2,8374	2,2639	183,610
200	0,5	0,7075	3,2350	2,3150	206,560

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.16 Rekapitulasi Hujan Rancangan

Tr	Normal (mm)	Log Normal (mm)	Gumbel (mm)	Log Person tipe III (mm)
2	82,59	79,22	79,972	76,472
5	105,12	101,61	111,984	100,395
10	116,92	115,75	133,178	117,883
25	128,45	131,48	159,957	142,228
50	137,57	145,41	179,824	162,393
100	145,08	157,98	199,543	183,610
200	151,78	170,13	219,191	206,560

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

#### IV.6 Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi perlu dilakukan untuk memilih analisa frekuensi yang digunakan. Pada studi ini menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov dan

*Chi-Square*. Hasil uji kesesuaian distribusi dengan menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat pada Tabel 4.17 s/d Tabel 4.20.

Tabel 4.17 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Normal

No	Tahun	X	P (%)	K	Px (%)	D [P-Px]
1	2011	82,60	0,091	-1,173	0,876	0,785
2	2013	84,60	0,182	-1,099	0,859	0,678
3	2008	91,50	0,273	-0,845	0,801	0,529
4	2010	96,00	0,364	-0,680	0,755	0,391
5	2015	109,30	0,455	-0,191	0,575	0,121
6	2016	112,80	0,545	-0,062	0,524	0,021
7	2012	117,80	0,636	0,122	0,451	0,185
8	2007	145,50	0,727	1,141	0,132	0,596
9	2009	152,00	0,818	1,380	0,086	0,732
10	2014	152,70	0,909	1,406	0,082	0,827
Standar Deviasi (S)		=	27,183			
Delta P Maks		=	0,827			
Der. Signifikan $\alpha$ (%)		=	5			
Banyak data (N)		=	10			
D Kritis		=	0,410			

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.18 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Log Normal

No	Tahun	X (mm)	Log X	P (%)	Z	Px (%)	D [P-Px]
1	2011	82,60	1,917	0,091	-1,283	0,901	0,810
2	2013	84,60	1,927	0,182	-1,181	0,878	0,696
3	2008	91,50	1,961	0,273	-0,847	0,802	0,529
4	2010	96,00	1,982	0,364	-0,643	0,742	0,379
5	2015	109,30	2,039	0,455	-0,091	0,536	0,081
6	2016	112,80	2,052	0,545	0,044	0,483	0,063
7	2012	117,80	2,071	0,636	0,228	0,409	0,228
8	2007	145,50	2,163	0,727	1,127	0,135	0,592
9	2009	152,00	2,182	0,818	1,313	0,095	0,723
10	2014	152,70	2,184	0,909	1,332	0,093	0,816
Rerata X		=	2,048				
Standar Deviasi (S)		=	0,102				
Delta P Maks		=	0,816				
Der. Signifikan $\alpha$ (%)		=	5				
Banyak data (N)		=	10				
D Kritis		=	0,410				

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.19 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Gumbel

No.	Tahun	X	P (%)	K	Pt	[P(X <sub>i</sub> )-P(X <sub>m</sub> )]
1	2011	82,60	9,09	-1,173	87,632	78,541
2	2013	84,60	18,18	-1,099	85,944	67,763
3	2008	91,50	27,27	-0,845	80,123	52,851
4	2010	96,00	36,36	-0,680	75,466	39,103
5	2015	109,30	45,45	-0,191	57,531	12,077
6	2016	112,80	54,55	-0,062	52,443	2,103
7	2012	117,80	63,64	0,122	45,115	18,522
8	2007	145,50	72,73	1,141	13,155	59,572
9	2009	152,00	81,82	1,380	8,607	73,211
10	2014	152,70	90,91	1,406	8,250	82,660
Mean X		=	114,480			
Standar Deviasi (S)		=	27,183			
Delta P Maks		=	0,827			
Der. Signifikan $\alpha$ (%)		=	5%			
Banyak data (N)		=	10			
D Kritis		=	0,410			

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.20 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Log Pearson tipe III

No	Tahun	X (mm)	P (%)	Log X	K	Pr (%)	Px	D[P-Px]
1	2011	82,6	0,091	1,917	-1,283	0,901	0,991	0,082
2	2013	84,6	0,182	1,927	-1,181	0,878	0,991	0,173
3	2008	91,5	0,273	1,961	-0,847	0,801	0,992	0,265
4	2010	96,0	0,364	1,982	-0,643	0,727	0,993	0,356
5	2015	109,3	0,455	2,039	-0,091	0,529	0,995	0,449
6	2016	112,8	0,545	2,052	0,044	0,481	0,995	0,541
7	2012	117,8	0,636	2,071	0,228	0,416	0,996	0,632
8	2007	145,5	0,727	2,163	1,127	0,136	0,999	0,726
9	2009	152,0	0,818	2,182	1,313	0,097	0,999	0,817
10	2014	152,7	0,909	2,184	1,332	0,094	0,999	0,908
Mean Log X		=	2,048					
Std. Dev Log X		=	0,102					
Cs Log X		=	0,200					
Delta P maks (%)		=	0,009					
Der. Signifikan $\alpha$ (%)		=	5					
Banyak data		=	10					
Delta kritis (%)		=	0,410					

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Pada perhitungan uji kesesuaian distribusi metode *Chi Square* data dibagi menjadi beberapa kelas. Jumlah kelas ditentukan berdasarkan Persamaan (2-25). Berikut ini perhitungannya. Hasil uji kesesuaian distribusi dengan menggunakan metode Uji *Chi Square* dapat dilihat pada Tabel 4.21 s/d Tabel 4.24.

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3,322 \log n \\ &= 1 + 3,322 \log 10 \\ &= 4,222 \approx 4 \end{aligned}$$

Tabel 4.21 Uji *Chi-Square* Distribusi NormalJumlah kelas (K) = 4.222  $\approx$  4

No.	P (%)	Tr (tahun)	Mean	Std. Deviasi	K	R (mm)
1	25	4,0	114,48	27,18	0,67	132,69
2	50	2,0	114,48	27,18	0,00	114,48
3	75	1,3	114,48	27,18	-0,66	96,46
4	100	1,0	114,48	27,18		0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Interval Kelas	Of	Ef	(Ef-Of)2/Ef
< 96,46	4	2,50	0,90
96,46 - 114,48	2	2,50	0,10
114,48 - 132,69	1	2,50	0,90
132,69 - ~	3	2,50	0,10
<b>Jumlah</b>	10	10	2,00
<b>Chi-square hitung</b>	=	2,00	
<b><math>\alpha</math> (%)</b>	=	5%	
<b>dk</b>	=	1	
<b>Chi-square kritis</b>	=	3,84	

Tabel 4.22 Uji *Chi-Square* Distribusi Log NormalJumlah kelas (K) = 4.222  $\approx$  4

No.	P (%)	Tr (tahun)	Mean	Std. Deviasi	K	R (mm)	Antilog R (mm)
1	25	4,0	2,05	0,10	0,67	2,12	130,690
2	50	2,0	2,05	0,10	0,00	2,05	111,652
3	75	1,3	2,05	0,10	-0,66	1,98	95,546
4	100	1,0	2,05	0,10			0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Interval Kelas		Of	Ef	(Ef-Of)2/Ef	
<	95,55	3	2,50	0,100	
95,55	-	111,65	2	2,50	0,100
111,65	-	130,69	2	2,50	0,100
130,69	-	~	3	2,50	0,100
<b>Jumlah</b>		10	10	0,40	
<b>Chi-square hitung</b>		=	0,40		
<b><math>\alpha</math> (%)</b>		=	5%		
<b>dk</b>		=	1		
<b>Chi-square kritis</b>		=	3,84		

Tabel 4.23 Uji *Chi-Square* Distribusi Gumbel

Jumlah kelas (K) =  $4,222 \approx 4$

No.	P (%)	Mean	Std. Deviasi	Tr	Yt	K	R (mm)
1	25	114,5	27,18	4,00	1,25	0,67	132,69
2	50	114,5	27,18	2,00	0,37	0,00	114,48
3	75	114,5	27,18	1,33	-0,33	-0,67	96,27
4	100	114,5	27,18	1,00			0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Interval Kelas		Of	Ef	(Ef-Of)2/Ef	
<	96,27	4	2,50	0,90	
96,27	-	114,48	2	2,50	0,10
114,48	-	132,69	1	2,50	0,90
132,69	-	~	3	2,50	0,10
<b>Jumlah</b>		10	10	2,00	
<b>Chi-square hitung</b>		=	2,00		
<b><math>\alpha</math> (%)</b>		=	5%		
<b>dk</b>		=	1		
<b>Chi-square kritis</b>		=	3,84		

Tabel 4.24 Uji *Chi-Square* Distribusi Log Pearson tipe III

Jumlah kelas (K) =  $4,222 \approx 4$

No.	P (%)	Mean	Std. Deviasi	Cs	K	R	
						Log	mm
1	25	2,05	0,10	0,20	0,71	2,12	131,95
2	50	2,05	0,10	0,20	-0,05	2,04	110,48
3	75	2,05	0,10	0,20	-0,74	1,97	93,74
4	100	2,05	0,10	0,20			0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Interval Kelas		Of	Ef	(Ef-Of)2/Ef
<	93,74	3	2,50	0,10
93,74	-	110,48	2	2,50
110,48	-	131,95	2	2,50
131,95	-	~	3	2,50
<b>Jumlah</b>		10	10	0,40
<b>Chi-square hitung</b>		=	0,40	
<b><math>\alpha</math> (%)</b>		=	5%	
<b>dk</b>		=	1	
<b>Chi-square kritis</b>		=	3,84	

Rekapitulasi hasil perhitungan menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov dan *Chi-Square* disajikan pada tabel 4.25 di bawah ini.

Tabel 4.25 Rekapitulasi Hasil Uji Kesesuaian Distribusi

Uji Distribusi	Distribusi Frekuensi			
	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Tipe III
<b>Uji S. Kolmogorof</b>				
$\Delta$ max	0,827	0,816	0,827	0,009
$\Delta$ kritis	0,410	0,410	0,410	0,410
<b>Hipotesa</b>	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>
<b>Uji Chi Square</b>				
$X^2$ hitung	2,000	0,400	2,000	0,400
$X^2$ kritis	3,841	3,841	3,841	3,841
<b>Hipotesa</b>	<b>Tidak Diterima</b>	<b>Tidak Diterima</b>	<b>Tidak Diterima</b>	<b>Diterima</b>

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

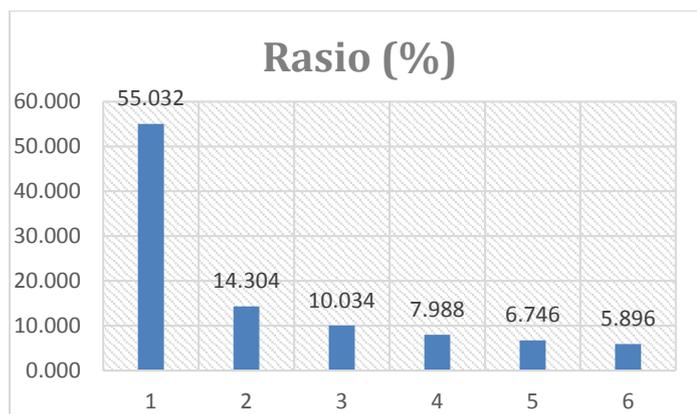
#### IV.7 Distribusi Hujan Jam-Jaman

Karena hingga saat ini SCH yang berada di Kabupaten Seruyan khususnya untuk daerah studi semuanya menggunakan alat pengukuran manual, sehingga analisa distribusi hujan jam-jaman dilakukan dengan menggunakan metode Mononobe, dengan durasi hujan selama 6 jam.

Tabel 4.26 Sebaran Rasio Hujan Jam-jaman dalam 6 jam

t (jam)	Distribusi hujan (Rt) 1 jam-an		Curah hujan jam ke-		Rasio (%)	Kumulatif (%)
1	0,5503	R <sub>24</sub>	0,550	R <sub>24</sub>	55,032	55,032
2	0,3467	R <sub>24</sub>	0,143	R <sub>24</sub>	14,304	69,336
3	0,2646	R <sub>24</sub>	0,100	R <sub>24</sub>	10,034	79,370
4	0,2184	R <sub>24</sub>	0,080	R <sub>24</sub>	7,988	87,358
5	0,1882	R <sub>24</sub>	0,067	R <sub>24</sub>	6,746	94,104
6	0,1667	R <sub>24</sub>	0,059	R <sub>24</sub>	5,896	100,00
<b>Jumlah</b>			1,000		100,00	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

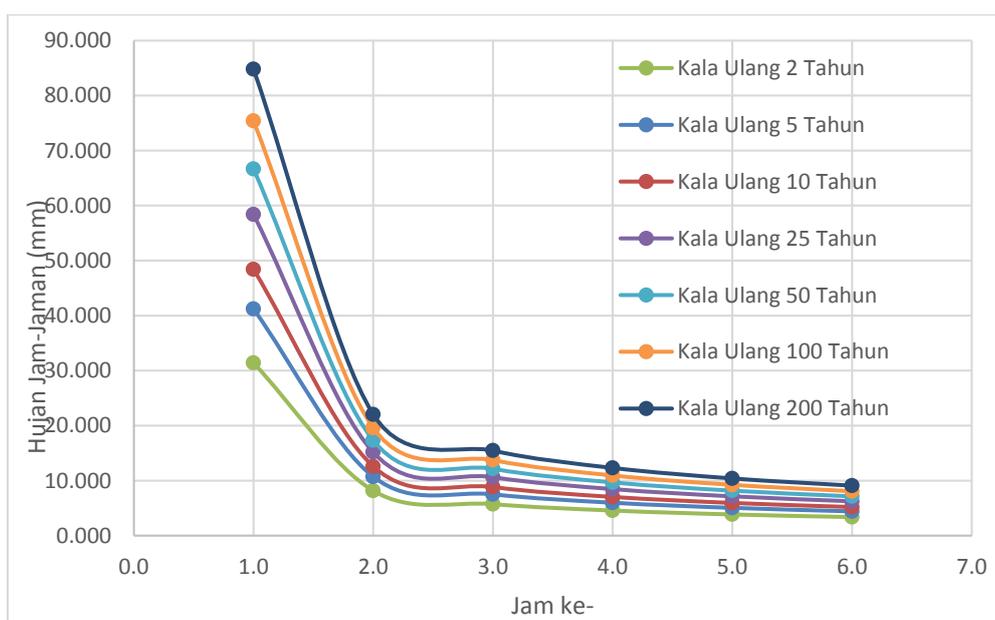


Gambar 4.1 Rasio Sebaran Distribusi Hujan

Tabel 4.27 Distribusi Hujan Netto Jam-Jaman

No	Jam ke	Rasio	Hujan Jam-jaman ( mm )						
			2	5	10	25	50	100	200
1	1,0	0,550	31,395	41,216	48,396	58,390	66,669	75,379	84,801
2	2,0	0,143	8,160	10,713	12,579	15,177	17,329	19,593	22,042
3	3,0	0,100	5,724	7,515	8,824	10,646	12,156	13,744	15,462
4	4,0	0,080	4,557	5,983	7,025	8,475	9,677	10,941	12,309
5	5,0	0,067	3,848	5,052	5,932	7,157	8,172	9,240	10,394
6	6,0	0,059	3,364	4,416	5,185	6,256	7,143	8,076	9,086
Hujan Rancangan (mm)			76,472	100,395	117,883	142,228	162,393	183,6099	206,5602
Koefisien Pengaliran			0,746	0,746	0,746	0,746	0,746	0,746	0,746
Hujan Efektif (mm)			57,048	74,895	87,941	106,102	121,145	136,973	154,094

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017



Gambar 4.2 Distribusi Hujan Netto Jam-Jaman

#### IV.8 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah air yang mengalir disuatu wilayah atau daerah akibat turunnya hujan dengan jumlah air yang turun di daerah tersebut. Nilai koefisien pengaliran di tiap-tiap saluran disesuaikan dengan jenis penggunaan lahan yang membebani saluran tersebut.

Besarnya nilai koefisien pengaliran didasarkan pada penggunaan lahan yang ada di wilayah studi yaitu berdasarkan peta tata guna lahan D.I.R Pematang Limau.

#### IV.9 Intensitas Hujan Rencana

Intensitas hujan rencana untuk masing-masing saluran sekunder menggunakan kala ulang 10 tahun berdasarkan Tabel 2.11 tentang periode ulang hujan untuk perencanaan. Sebelum melakukan perhitungan Intensitas Hujan Rencana ada beberapa hal yang perlu dihitung sebelumnya, yaitu:

##### 1). Perhitungan Kemiringan

Data kemiringan pada suatu lahan diperlukan untuk melakukan perhitungan waktu konsentarsi ( $t_c$ ), yaitu waktu tiba air di saluran sekunder. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 4.28 di bawah ini.

Tabel 4.28 Kemiringan lahan

No	Nama Saluran	Kode Saluran	Panjang (m)	El. Awal	El. Akhir	$\Delta$ Elev.	Kemiringan	Ket.
				(m)	(m)			
1	Sekunder Kanan 3	Sal Kn.3	450	2,30	2,20	0,10	0,00022	
2	Sekunder Kanan 4	Sal Kn.4	400	2,75	2,65	0,10	0,00025	
3	Sekunder Kanan 5	Sal Kn.5	450	3,07	2,95	0,12	0,00027	
4	Sekunder Kanan 6	Sal Kn.6	400	2,20	2,15	0,05	0,00013	
5	Sekunder Kanan 7	Sal Kn.7	450	2,05	2,00	0,04	0,00010	
6	Sekunder Kanan 8	Sal Kn.8	450	2,65	2,60	0,05	0,00011	
7	Sekunder Kanan 9	Sal Kn.9	400	2,22	2,20	0,02	0,00005	
8	Sekunder Kanan 10	Sal Kn.10	400	2,37	2,35	0,02	0,00005	
9	Sekunder Kanan 11	Sal Kn.11	250	2,63	2,60	0,03	0,00012	
10	Sekunder Kanan 12	Sal Kn.12	250	2,78	2,75	0,03	0,00012	
11	Sekunder Kiri 3	Sal Kr.3	450	2,30	2,20	0,10	0,00022	
12	Sekunder Kiri 4	Sal Kr.4	400	2,75	2,65	0,10	0,00025	
13	Sekunder Kiri 5	Sal Kr.5	450	3,07	2,95	0,12	0,00027	
14	Sekunder Kiri 6	Sal Kr.6	450	2,20	2,15	0,05	0,00011	
15	Sekunder Kiri 7	Sal Kr.7	400	2,05	2,00	0,04	0,00011	
16	Sekunder Kiri 8	Sal Kr.8	450	2,65	2,60	0,05	0,00011	
17	Sekunder Kiri 9	Sal Kr.9	400	2,22	2,20	0,02	0,00005	
18	Sekunder Kiri 10	Sal Kr.10	400	2,37	2,35	0,02	0,00005	

No	Nama Saluran	Kode Saluran	Panjang (m)	El. Awal	El. Akhir	$\Delta$ Elev.	Kemiringan	Ket.
				(m)	(m)			
19	Sekunder Kiri 11	Sal Kr.11	250	2,63	2,60	0,03	0,00012	
20	Sekunder Kiri 12	Sal Kr.12	250	2,78	2,75	0,03	0,00012	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

## 2). Waktu Konsentrasi ( $t_c$ )

Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) adalah waktu yang diperlukan untuk mengalir dari titik terjauh ke tempat keluaran DAS/saluran. Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) dihitung menggunakan Persamaan (2-26).

Tabel 4.29 Waktu konsentrasi ( $t_c$ )

No	Nama Saluran	Kode	Panjang Sal. (L)		Kemiringan	Waktu Konsentrasi
			m	km		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Sekunder Kanan 3	Sal Kn.3	450	0,450	0,00022	0,914
2	Sekunder Kanan 4	Sal Kn.4	400	0,400	0,00025	0,798
3	Sekunder Kanan 5	Sal Kn.5	450	0,450	0,00027	0,852
4	Sekunder Kanan 6	Sal Kn.6	400	0,400	0,00013	1,041
5	Sekunder Kanan 7	Sal Kn.7	450	0,450	0,00010	1,243
6	Sekunder Kanan 8	Sal Kn.8	450	0,450	0,00011	1,193
7	Sekunder Kanan 9	Sal Kn.9	400	0,400	0,00005	1,482
8	Sekunder Kanan 10	Sal Kn.10	400	0,400	0,00005	1,482
9	Sekunder Kanan 11	Sal Kn.11	250	0,250	0,00012	0,737
10	Sekunder Kanan 12	Sal Kn.12	250	0,250	0,00012	0,737
11	Sekunder Kiri 3	Sal Kr.3	450	0,450	0,00022	0,914
12	Sekunder Kiri 4	Sal Kr.4	400	0,400	0,00025	0,798
13	Sekunder Kiri 5	Sal Kr.5	450	0,450	0,00027	0,852
14	Sekunder Kiri 6	Sal Kr.6	450	0,450	0,00011	1,193
15	Sekunder Kiri 7	Sal Kr.7	400	0,400	0,00011	1,085
16	Sekunder Kiri 8	Sal Kr.8	450	0,450	0,00011	1,193
17	Sekunder Kiri 9	Sal Kr.9	400	0,400	0,00005	1,482
18	Sekunder Kiri 10	Sal Kr.10	400	0,400	0,00005	1,482
19	Sekunder Kiri 11	Sal Kr.11	250	0,250	0,00012	0,737
20	Sekunder Kiri 12	Sal Kr.12	250	0,250	0,00012	0,737

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Intensitas hujan rencana dihitung menggunakan Persamaan (2-27). Dengan memasukan curah hujan rancangan dan waktu konsentrasi masing-masing saluran sekunder. Adapun hasil perhitungan intensitas hujan disajikan pada Tabel 4.30 di bawah ini.

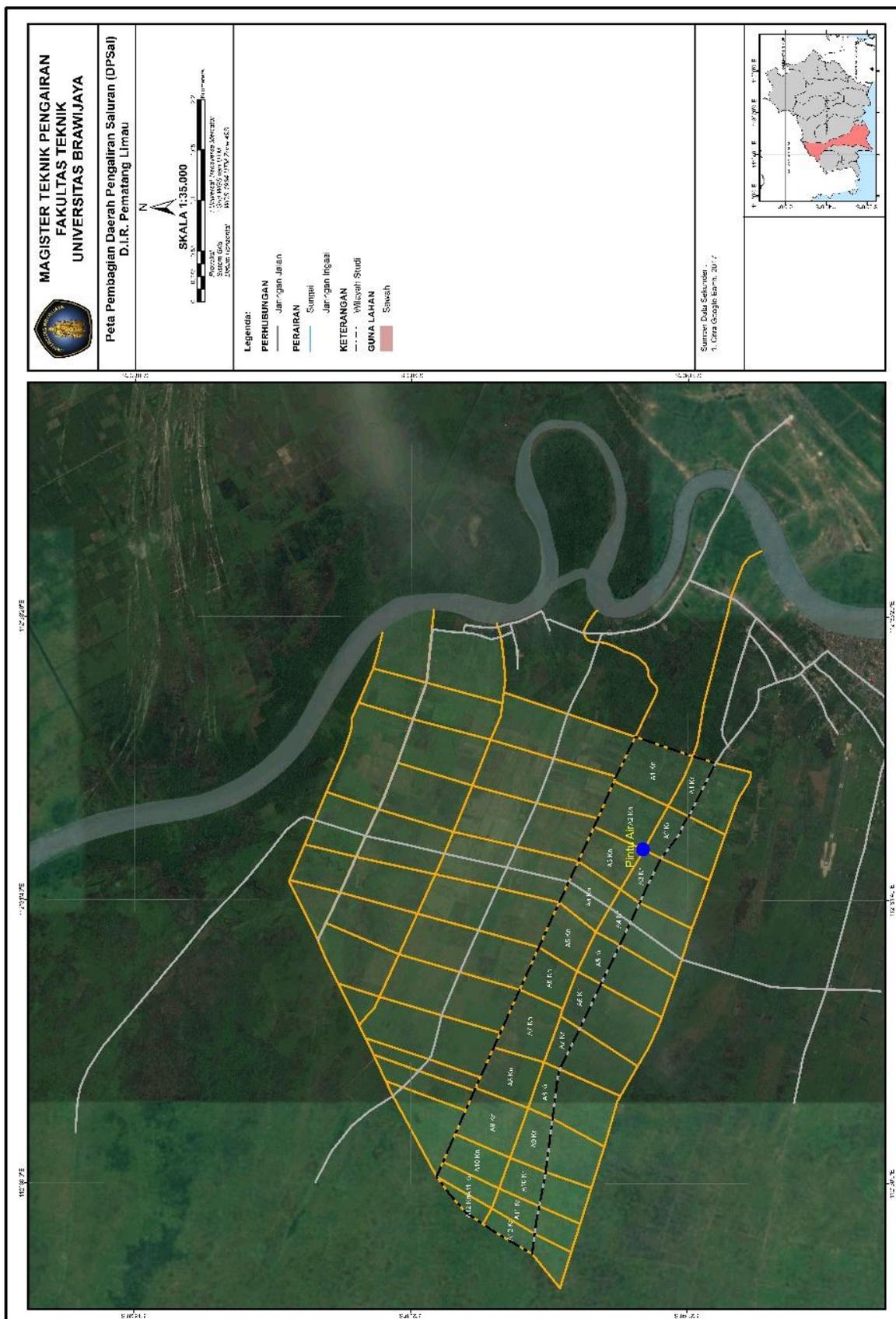
Tabel 4.30 Perhitungan intensitas hujan rencana

No	Tr	Saluran	tc (jam)	R24 (mm)	I (mm/jam)
1	2	3	4	5	6
1	10	Saluran Sekunder Kanan 3	0,914	48,396	17,817
2	10	Saluran Sekunder Kanan 4	0,798	48,396	19,509
3	10	Saluran Sekunder Kanan 5	0,852	48,396	18,671
4	10	Saluran Sekunder Kanan 6	1,041	48,396	16,329
5	10	Saluran Sekunder Kanan 7	1,243	48,396	14,516
6	10	Saluran Sekunder Kanan 8	1,193	48,396	14,913
7	10	Saluran Sekunder Kanan 9	1,482	48,396	12,907
8	10	Saluran Sekunder Kanan 10	1,482	48,396	12,907
9	10	Saluran Sekunder Kanan 11	0,737	48,396	20,568
10	10	Saluran Sekunder Kanan 12	0,737	48,396	20,568
11	10	Saluran Sekunder Kiri 3	0,914	48,396	17,817
12	10	Saluran Sekunder Kiri 4	0,798	48,396	19,509
13	10	Saluran Sekunder Kiri 5	0,852	48,396	18,671
14	10	Saluran Sekunder Kiri 6	1,193	48,396	14,913
15	10	Saluran Sekunder Kiri 7	1,085	48,396	15,894
16	10	Saluran Sekunder Kiri 8	1,193	48,396	14,913
17	10	Saluran Sekunder Kiri 9	1,482	48,396	12,907
18	10	Saluran Sekunder Kiri 10	1,482	48,396	12,907
19	10	Saluran Sekunder Kiri 11	0,737	48,396	20,568
20	10	Saluran Sekunder Kiri 12	0,737	48,396	20,568

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

#### IV.10 Luas Daerah Pengaliran Saluran (DPSal)

D.I.R Pematang Limau terletak di kecamatan Seruyan Hilir Kabupaten Seruyan dengan kondisi topografi relatif datar. Kawasan ini merupakan salah satu daerah sentra pertanian yang berada di Kabupaten Seruyan khususnya Kecamatan Seruyan Hilir dengan lokasi yang sangat strategis yaitu berdekatan dengan ibukota Kabupaten Seruyan. Pembagian masing-masing daerah aliran dan koefisien pengaliran dilakukan berdasarkan luas tangkapan (*catchment area*) masing-masing saluran sekunder yang bermuara pada saluran primer yang merupakan saluran yang menjadi pusat kajian. Pengamatan dan wawancara atau masukan dari masyarakat petani dilakukan untuk mengetahui arah aliran ataupun informasi diperoleh dari petugas OP baik juru atau pengamat pengairan dari dinas terkait yaitu Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Seruyan. Adapun pembagian Daerah Pengaliran Saluran (DPSal) disajikan pada Gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3 Pembagian Daerah Pengaliran Saluran (DPSal)

Luas masing-masing Daerah Pengaliran Saluran (*catchment area*) dihitung dengan bantuan *ArcMap* Versi 10.3. Hasil yang ditampilkan dalam meter persegi ( $m^2$ ) dan kemudian harus dirubah dalam satuan kilometer persegi ( $km^2$ ) seperti ditunjukkan pada tabel 4.31 di bawah ini.

Tabel 4.31 Luas Daerah Pengaliran Saluran (DPSal)

No.	Saluran	DPSal	A DPSal		
			M <sup>2</sup>	Ha	Km <sup>2</sup>
1	Sekunder 1	A1 kn	385.919,000	38,5919	0,3859
		A1 kr	157.562,000	15,7562	0,1576
2	Sekunder 2	A2 kn	342.765,000	34,2765	0,3428
		A2 kr	132.240,000	13,2240	0,1322
3	Sekunder 3	A3 kn	267.876,000	26,7876	0,2679
		A3 kr	120.645,000	12,0645	0,1206
4	Sekunder 4	A4 kn	274.031,000	27,4031	0,2740
		A4 kr	146.793,000	14,6793	0,1468
5	Sekunder 5	A5 kn	254.173,000	25,4173	0,2542
		A5 kr	143.127,000	14,3127	0,1431
6	Sekunder 6	A6 kn	239.277,000	23,9277	0,2393
		A6 kr	147.151,000	14,7151	0,1472
7	Sekunder 7	A7 kn	361.804,000	36,1804	0,3618
		A7 kr	112.316,000	11,2316	0,1123
8	Sekunder 8	A8 kn	303.996,000	30,3996	0,3040
		A8 kr	125.414,000	12,5414	0,1254
9	Sekunder 9	A9 kn	363.469,000	36,3469	0,3635
		A9 kr	204.810,000	20,4810	0,2048
10	Sekunder 10	A10 kn	231.758,000	23,1758	0,2318
		A10 kr	165.764,000	16,5764	0,1658
11	Sekunder 11	A11 kn	141.447,000	14,1447	0,1414
		A11 kr	133.750,000	13,3750	0,1338
12	Sekunder 12	A12 kn	88.877,000	8,8877	0,0889
		A12 kr	120.948,000	12,0948	0,1209
Jumlah DPSal (A)			4.965.912,00	496,5912	4,9659

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari hasil tabulasi perhitungan luas total Daerah Pengaliran Saluran (DPSal) D.I.R Pematang Limau adalah 4.965.912  $m^2$  atau 496,59 ha. Dari luas total DPSal tersebut luas yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya sebesar 3.947.426  $m^2$  atau 394,74 ha, luas tersebut diperoleh dari jumlah luasan *catchment area* pada saluran sekunder 3 hingga saluran sekunder 12 mengingat daerah tersebut berada di bagian hulu pintu air primer.

#### IV.11 Evaluasi Saluran Sekunder (*existing*)

Kala Ualang 10 tahun ditentukan berdasarkan Tabel 2.11 perihal periode ulang hujan untuk perencanaan yang saluran primer resiko besar kala ulang 10 tahun dan berdasarkan Saluran dan bangunan pada DPSal jika luasan 100-500 ha, maka periode ulang 10-25 tahun. Adapun hasil perhitungan kapasitas saluran sekunder (*existing*) disajikan pada Tabel 4.32 di bawah ini.

Tabel 4.32 Perhitungan kapasitas saluran sekunder (*existing*)

No	Nama Saluran	L (m)	h (m)	b (m)	T (m)	z	P	R	V (m/s)	n	s	A (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)
1	Sekunder Kanan 3	600	1.30	3.50	5.50	0.769	7.696	0.931	0.456	0.027	0.0002	5.850	3510.000	2.666
2	Sekunder Kanan 4	600	1.20	3.20	5.80	1.083	8.256	1.185	0.535	0.027	0.0002	5.400	3240.000	2.891
3	Sekunder Kanan 5	600	1.15	3.80	4.90	0.478	6.762	0.790	0.409	0.027	0.0002	5.003	3001.500	2.045
4	Sekunder Kanan 6	600	1.20	3.50	5.60	0.875	7.840	1.025	0.486	0.027	0.0002	5.460	3276.000	2.654
5	Sekunder Kanan 7	600	1.10	3.10	5.50	1.091	7.843	1.201	0.540	0.027	0.0002	4.730	2838.000	2.555
6	Sekunder Kanan 8	600	1.05	3.80	5.00	0.571	6.795	0.859	0.432	0.027	0.0002	4.620	2772.000	1.996
7	Sekunder Kanan 9	600	1.15	3.20	5.60	1.043	7.949	1.156	0.527	0.027	0.0002	5.060	3036.000	2.665
8	Sekunder Kanan 10	600	1.20	3.80	5.90	0.875	8.238	1.039	0.491	0.027	0.0002	5.820	3492.000	2.856
9	Sekunder Kanan 11	600	1.10	3.50	5.20	0.773	7.203	0.964	0.467	0.027	0.0002	4.785	2871.000	2.233
10	Sekunder Kanan 12	600	1.05	3.10	4.80	0.810	6.690	0.977	0.471	0.027	0.0002	4.148	2488.500	1.953
11	Sekunder Kiri 3	200	0.95	3.00	4.90	1.000	6.930	1.140	0.639	0.027	0.0002	3.753	750.500	2.398
12	Sekunder Kiri 4	200	0.78	3.20	5.60	1.538	8.734	1.696	0.833	0.027	0.0003	3.432	686.400	2.858
13	Sekunder Kiri 5	250	0.95	3.80	5.70	1.000	8.061	1.179	0.640	0.027	0.0002	4.513	1128.125	2.889
14	Sekunder Kiri 6	350	1.10	3.50	5.40	0.864	7.531	1.032	0.572	0.027	0.0002	4.895	1713.250	2.798
15	Sekunder Kiri 7	250	0.90	3.10	5.30	1.222	7.738	1.354	0.758	0.027	0.0003	3.780	945.000	2.867
16	Sekunder Kiri 8	200	0.85	3.20	5.10	1.118	7.349	1.270	0.813	0.027	0.0003	3.528	705.500	2.867
17	Sekunder Kiri 9	200	0.78	3.80	5.80	1.282	8.715	1.456	0.752	0.027	0.0003	3.744	748.800	2.817
18	Sekunder Kiri 10	200	0.95	3.50	5.90	1.263	8.700	1.402	0.734	0.027	0.0002	4.465	893.000	3.276
19	Sekunder Kiri 11	200	1.10	3.10	5.60	1.136	8.023	1.242	0.801	0.027	0.0003	4.785	957.000	3.832
20	Sekunder Kiri 12	200	0.90	3.40	5.90	1.389	8.899	1.530	0.852	0.027	0.0003	4.185	837.000	3.565
												Total	54.68	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari hasil tabulasi perhitungan pada Tabel 4.32 Perhitungan kapasitas saluran sekunder (*existing*) diperoleh debit (Q) masing-masing saluran sekunder. Selanjutnya adalah melakukan perhitungan debit hujan dengan kala ulang 10 tahun sebagai dasar untuk mengevaluasi kapasitas saluran sekunder. Adapun hasil perhitungan debit hujan disajikan pada Tabel 4.33 di bawah ini.

Tabel 4.33 Debit hujan kala ulang 10 tahun

No	Nama Saluran	$\Sigma A$	C	Intensitas Hujan	Q Hujan	Q Eksisting Sekunder	Q Total	Kondisi
		(Km <sup>2</sup> )		(mm/jam)	( m <sup>3</sup> /dt )	( m <sup>3</sup> /dt)	( m <sup>3</sup> /dt)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)=(7-6)	(9)
1	Sekunder Kanan 3	0,268	0,750	11,788	0,658	2,666	2,008	Memadai
2	Sekunder Kanan 4	0,274	0,750	12,907	0,737	2,891	2,153	Memadai
3	Sekunder Kanan 5	0,254	0,750	11,788	0,625	2,045	1,420	Memadai
4	Sekunder Kanan 6	0,239	0,750	12,907	0,644	2,654	2,010	Memadai
5	Sekunder Kanan 7	0,362	0,750	11,788	0,889	2,555	1,666	Memadai

No	Nama Saluran	$\Sigma A$	C	Intensitas Hujan	Q Hujan	Q Eksisting Sekunder	Q Total	Kondisi
		(Km <sup>2</sup> )		(mm/jam)	( m <sup>3</sup> /dt )	( m <sup>3</sup> /dt)	( m <sup>3</sup> /dt)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)=(7-6)	(9)
6	Sekunder Kanan 8	0,304	0,750	11,788	0,747	1,996	1,249	Memadai
7	Sekunder Kanan 9	0,363	0,750	12,907	0,978	2,665	1,687	Memadai
8	Sekunder Kanan 10	0,232	0,750	12,907	0,624	2,856	2,232	Memadai
9	Sekunder Kanan 11	0,141	0,750	18,535	0,547	2,233	1,687	Memadai
10	Sekunder Kanan 12	0,089	0,750	18,535	0,343	1,953	1,610	Memadai
11	Sekunder Kiri 3	0,121	0,750	11,788	0,297	2,398	2,102	Memadai
12	Sekunder Kiri 4	0,147	0,750	12,907	0,395	2,858	2,463	Memadai
13	Sekunder Kiri 5	0,143	0,750	11,788	0,352	2,889	2,537	Memadai
14	Sekunder Kiri 6	0,147	0,750	11,788	0,362	2,798	2,437	Memadai
15	Sekunder Kiri 7	0,112	0,750	12,907	0,302	2,867	2,564	Memadai
16	Sekunder Kiri 8	0,125	0,750	11,788	0,308	2,867	2,558	Memadai
17	Sekunder Kiri 9	0,205	0,750	12,907	0,551	2,817	2,265	Memadai
18	Sekunder Kiri 10	0,166	0,750	12,907	0,446	3,276	2,830	Memadai
19	Sekunder Kiri 11	0,134	0,750	18,535	0,517	3,832	3,315	Memadai
20	Sekunder Kiri 12	0,121	0,750	18,535	0,467	3,565	3,098	Memadai
<b>Jumlah total</b>					10,790	54,680	43,890	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

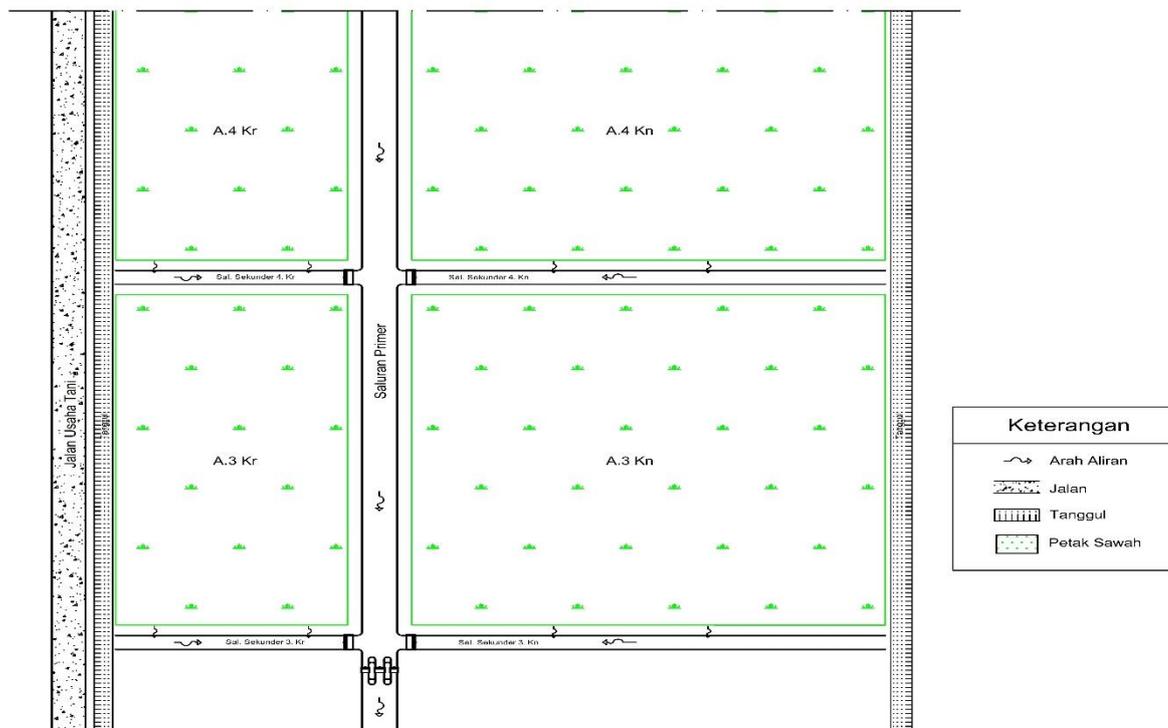
Dari hasil tabulasi perhitungan pada Tabel 4.33 debit hujan kala ulang 10 tahun diperoleh hasil bahwa secara keseluruhan saluran sekunder yang ada mampu menampung debit hujan jika sewaktu waktu debit hujan tersebut tidak diperlukan atau di saat tanaman padi sedang proses penyiangan. Sedangkan perhitungan genangan di lahan akibat hujan disajikan pada Tabel 4.34 di bawah ini.

Tabel 4.34 Perhitungan genangan pada lahan akibat hujan

No.	Nama Saluran	Debit hujan (m <sup>3</sup> /dt)	Debit 6 jam (m <sup>3</sup> )	DPSal (m <sup>2</sup> )	Genangan (m)
1	2	3	4	5	6=4/5
1	Sekunder 3	0,66	14.221,08	267.876,00	0,053
2	Sekunder 4	0,74	15.928,91	274.031,00	0,058
3	Sekunder 5	0,62	13.493,62	254.173,00	0,053
4	Sekunder 6	0,64	13.908,72	239.277,00	0,058
5	Sekunder 7	0,89	19.207,56	361.804,00	0,053
6	Sekunder 8	0,75	16.138,63	303.996,00	0,053
7	Sekunder 9	0,98	21.127,77	363.469,00	0,058
8	Sekunder 10	0,62	13.471,66	231.758,00	0,058
9	Sekunder 11	0,55	11.807,35	141.447,00	0,083
10	Sekunder 12	0,34	7.419,05	88.877,00	0,083
<b>Jumlah</b>					0,061

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari hasil tabulasi perhitungan pada Tabel 4.34 perhitungan genangan pada lahan akibat hujan diperoleh tinggi rerata sebesar 0,06 m atau 6 cm. Genangan diperlukan agar pirit tetap stabil dan tidak membahayakan tanaman. Adapun arah aliran air saat terjadi hujan disajikan pada Gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.4 Arah aliran air hujan

#### IV.12 Pasang Surut

D.I.R Pematang Limau terletak di kecamatan Seruyan Hilir dimana saluran primer yang merupakan intake dari wilayah studi bermuara pada DAS Seruyan merupakan daerah yang dipengaruhi pasang surut dengan jarak dari laut  $\pm 4$  kilometer. Pengukuran data pasang surut dilakukan pada Juni 2017 selama 16 hari. Tabel 4.35 menampilkan data pengukuran pasang surut.

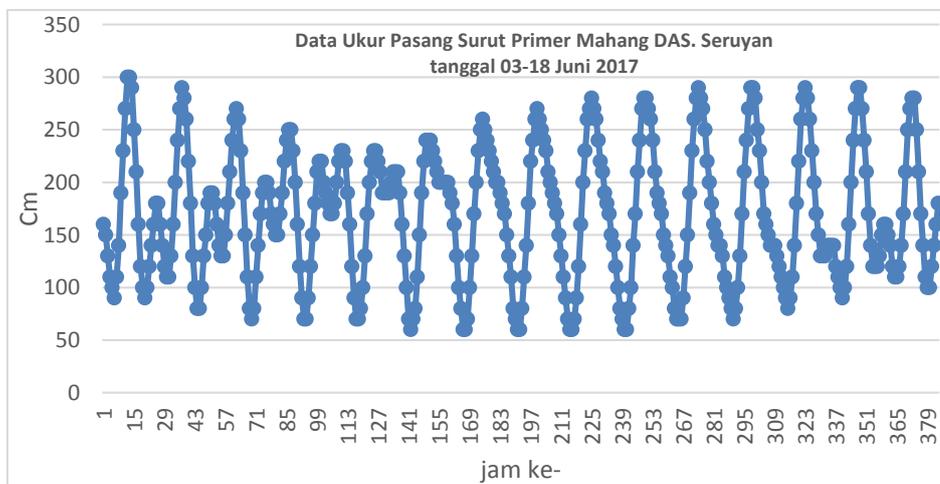
Tabel 4.35 Data Pengukuran Pasang Surut

No.	Waktu	Bulan Juni															
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1:00	160	180	180	170	150	130	110	100	80	70	60	70	80	100	120	150
2	2:00	150	180	190	190	180	170	150	130	110	90	80	70	70	90	110	140
3	3:00	130	160	190	200	210	200	190	170	140	120	100	90	80	80	100	120
4	4:00	110	140	180	200	220	220	220	200	180	160	140	120	100	90	90	110
5	5:00	100	120	160	190	220	230	240	230	220	200	170	150	130	110	100	110
6	6:00	90	110	140	170	200	230	240	250	240	230	210	190	170	140	120	120
7	7:00	110	110	130	160	190	220	240	260	260	260	240	230	210	180	160	140
8	8:00	140	130	130	150	180	210	230	250	270	270	270	260	240	220	200	170
9	9:00	190	160	150	150	170	190	220	240	260	280	280	280	270	260	240	210

No.	Waktu	Bulan Juni															
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10	10:00	230	200	180	170	170	190	210	230	250	270	280	290	290	280	270	250
11	11:00	270	240	210	190	180	190	200	220	240	260	270	280	290	290	290	270
12	12:00	300	270	240	220	200	190	200	210	230	240	260	270	280	280	290	280
13	13:00	300	290	260	240	220	200	200	200	210	220	240	250	250	260	270	280
14	14:00	290	280	270	250	230	210	200	200	200	210	210	220	230	230	240	250
15	15:00	250	260	260	250	230	210	200	190	190	190	190	200	200	200	210	210
16	16:00	210	220	230	230	220	210	190	180	180	180	180	180	170	170	170	170
17	17:00	160	180	190	200	190	190	180	170	170	170	170	160	160	150	140	140
18	18:00	120	130	150	160	160	160	160	150	150	150	150	150	150	130	120	110
19	19:00	100	100	110	120	120	130	130	130	130	140	140	140	140	130	120	100
20	20:00	90	80	80	90	90	100	100	110	110	120	130	140	140	130	120	100
21	21:00	100	80	70	70	70	70	80	80	90	100	110	130	140	140	130	120
22	22:00	120	100	80	70	70	60	60	70	70	80	100	110	130	140	150	140
23	23:00	140	130	110	90	80	70	60	60	60	70	80	100	120	140	160	160
24	0:00	160	150	140	120	100	80	70	60	60	60	70	90	110	140	160	180

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Berdasarkan data pengukuran pada Tabel 4.35 di atas dibuat grafik data pengukuran pasang surut untuk mengetahui fluktuasi muka air pada muara saluran primer. Adapun grafik yang menggambarkan fluktuasi pasang surut tersebut disajikan pada Gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 4.5 Grafik data pasang surut

Konstanta pasang surut diperoleh dengan menggunakan Metode *Least Square*. Pada studi ini untuk menghitung konstanta pasang-surut menggunakan aplikasi yang diberi nama PasutUGM berdasarkan data ukur pasang surut selang satu jam selama 16 hari. Program dibuat oleh Istiarto-JTSL FT UGM alamat website: <http://istiarto.staff.ugm.ac.id>. Tabel 4.31 menampilkan konstanta pasang surut hasil perhitungan.

Tabel 4.36 Konstanta Pasang Surut

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A(cm)	-	3,5853	8,1813	4,3037	3,6847	2,9815	0,9303	1,9126	5,3645	2,2301
g <sup>0</sup>	170,0862	52,0728	8,1813	14,5986	3,7505	62,5546	31,5646	18,5773	0,0840	0,2207

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Untuk mengukur tingkat dominasi antara harmonika *diurnal* atau *semi-diurnal*, dipakai suatu angka pembandingan (rasio), yang dikenal sebagai Angka Formzal (F), yaitu:

$$F = \frac{K1+O1}{M2+S2} = \frac{(3,6847+2,9815)}{(3,5853+8,1813)} = 0,8450$$

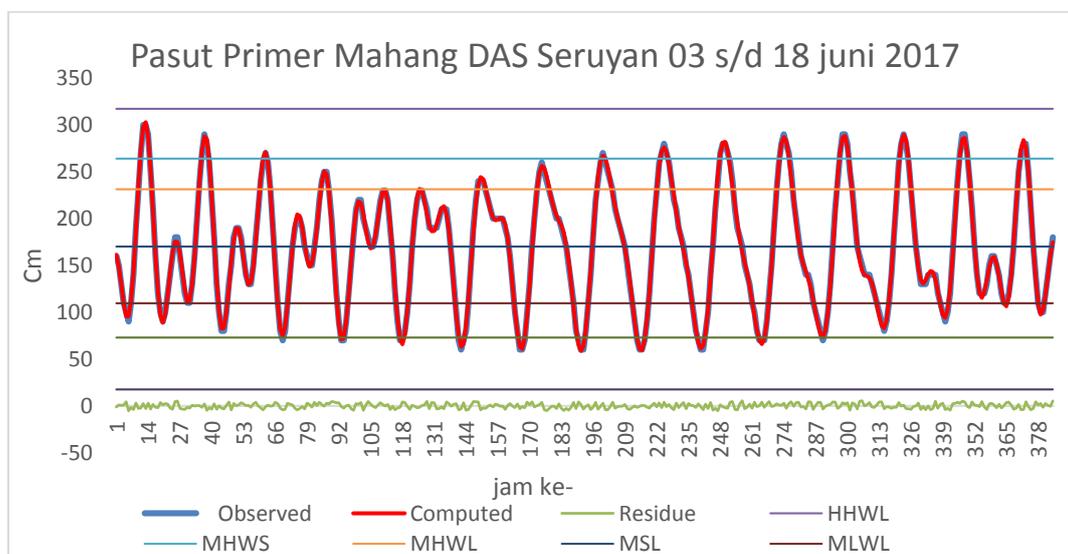
Dari hasil perhitungan tersebut di atas maka dapat disimpulkan pasang surut pada wilayah studi termasuk pasang surut campuran (*semi diurnal dominant*).

Tabel 4.37 dibawah ini menampilkan data elevasi penting pasang surut di wilayah studi. Adapun hasil perbandingan pengamatan dan peramalan pasang surut disajikan pada Gambar 4.42.

Tabel 4.37 Elevasi-Elevasi Penting Pasang Surut

No.	Keterangan	Pengamatan Elevasi (cm)	Peramalan Elevasi (cm)
1.	<i>Highest High Water Level (HHWL)</i>	317,1787	317,2288
2.	<i>Mean High Water Spring (MHWS)</i>	263,9541	263,9627
3.	<i>Mean High Water Level (MHWL)</i>	231,2907	231,2781
4.	<i>Mean Sea Level (MSL)</i>	170,0862	170,0788
5.	<i>Mean Low Water Level (MLWL)</i>	109,6286	109,6027
6.	<i>Mean Low Water Spring (MLWS)</i>	72,9624	72,9754
7.	<i>Lowest Low Water Level (LLWL)</i>	17,4755	17,4746

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017



Gambar 4.6 Kurva pasang surut primer mahang DAS Seruyan

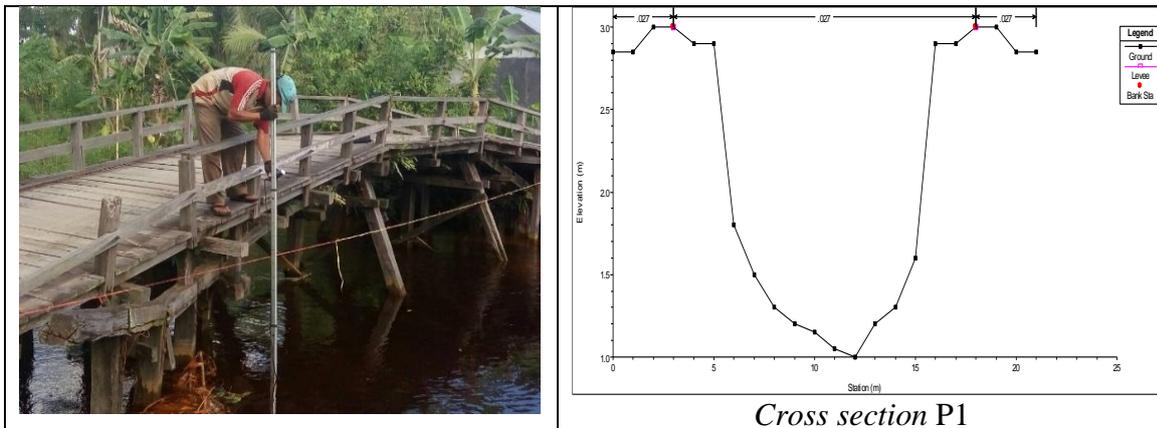
Dari hasil perhitungan elevasi pasang surut pada Tabel 4.37 dan kurva pasang surut pada Gambar 4.6 dapat disimpulkan bahwa Daerah Irigasi Rawa (D.I.R) Pematang Limau sangat dipengaruhi oleh fluktuasi muka air pasang surut terlihat pada gambar grafik muka air pasang pada saat tertentu melampaui muka air tinggi rerata (*mean high water level, MHWL*).

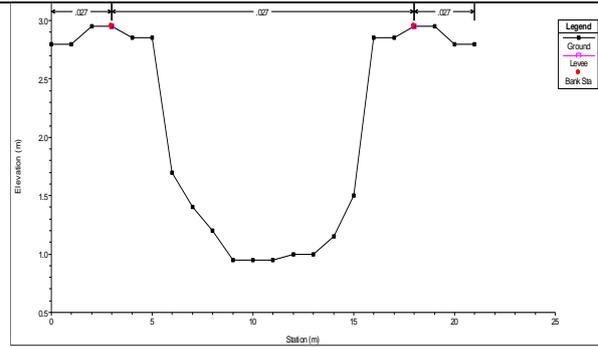
#### IV.13 Kondisi Saluran Primer (*existing*)

Secara umum kondisi fisik saluran primer yang ada masih baik dan sebagian kecil rusak ringan. Namun kondisi yang ada saat ini terjadinya pertumbuhan rumput/gulma yang sangat cepat sehingga kecepatan aliran mengalami perlambatan dan kondisi pintu air yang ada lebar ambang pintunya relatif kecil. Selain itu dalam dan lebar saluran primer bervariasi, bentuk penampang saluran sudah tidak berbentuk trapesium.

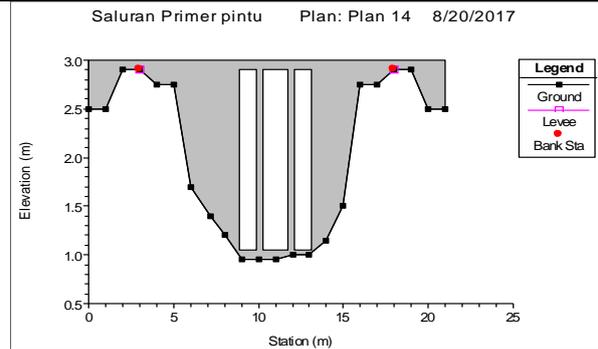
Kondisi air di saat terjadi pasang tidak bisa diatur hal ini disebabkan pintu air pada saluran primer tidak berfungsi dengan baik atau rusak. Selain itu tidak semua saluran sekunder memiliki bangunan pintu air, sehingga air yang masuk pada saluran primer hanya mampu mengalir lahan-lahan yang terdekat dekat pintu air primer saja dan tidak mampu menjangkau bagian-bagian hulu saluran primer.

Partisipasi masyarakat dalam pemeliharaan saluran sangat minim kecenderungan mengandalkan pemerintah yang memelihara saluran tersebut. Untuk mengatasi lajunya pertumbuhan rumput/gulma yang terjadi pada saluran, disarankan kepada dinas terkait untuk melakukan Operasi dan Pemeliharaan (OP) secara berkala, yaitu selama satu tahun dilaksanakan dua kali pemeliharaan. Kondisi saluran primer (*existing*) disajikan pada Gambar 4.7 di bawah ini.

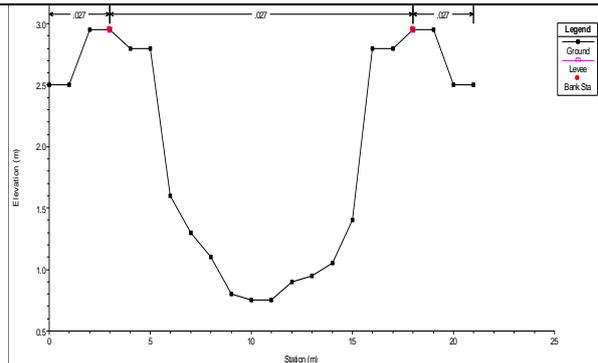




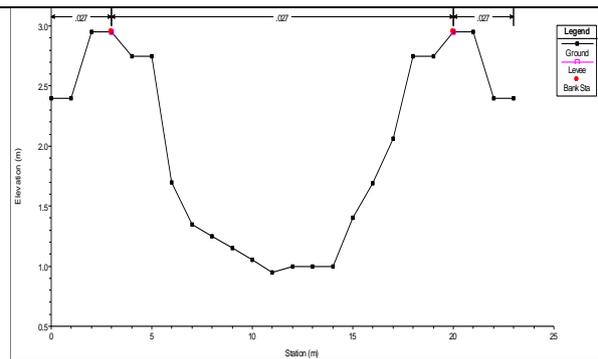
Cross section P2



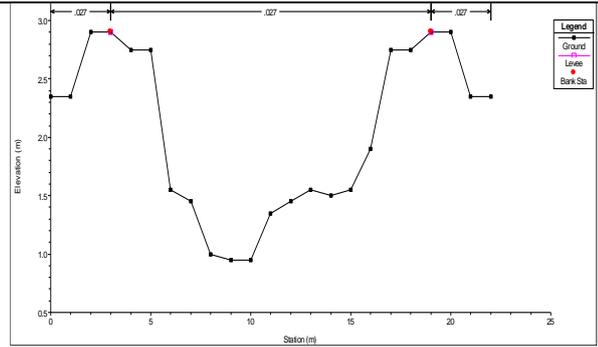
Cross section Pintu Air



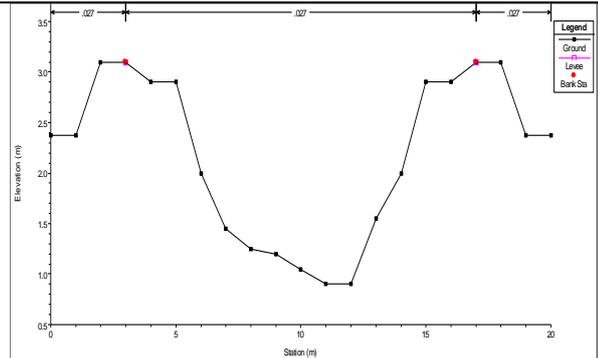
Cross section P3



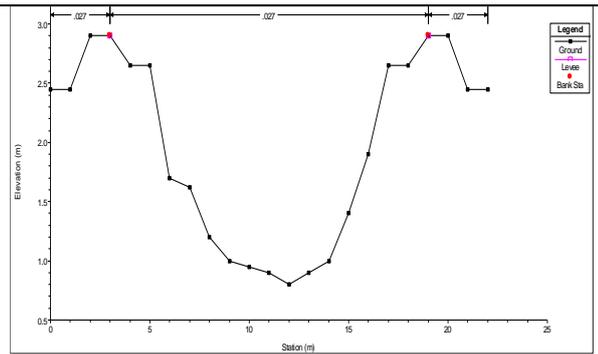
Cross section P4



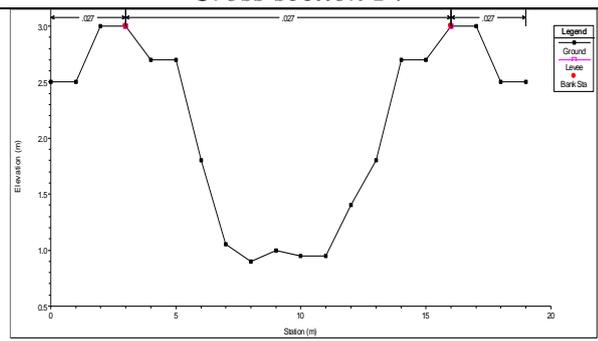
Cross section P5



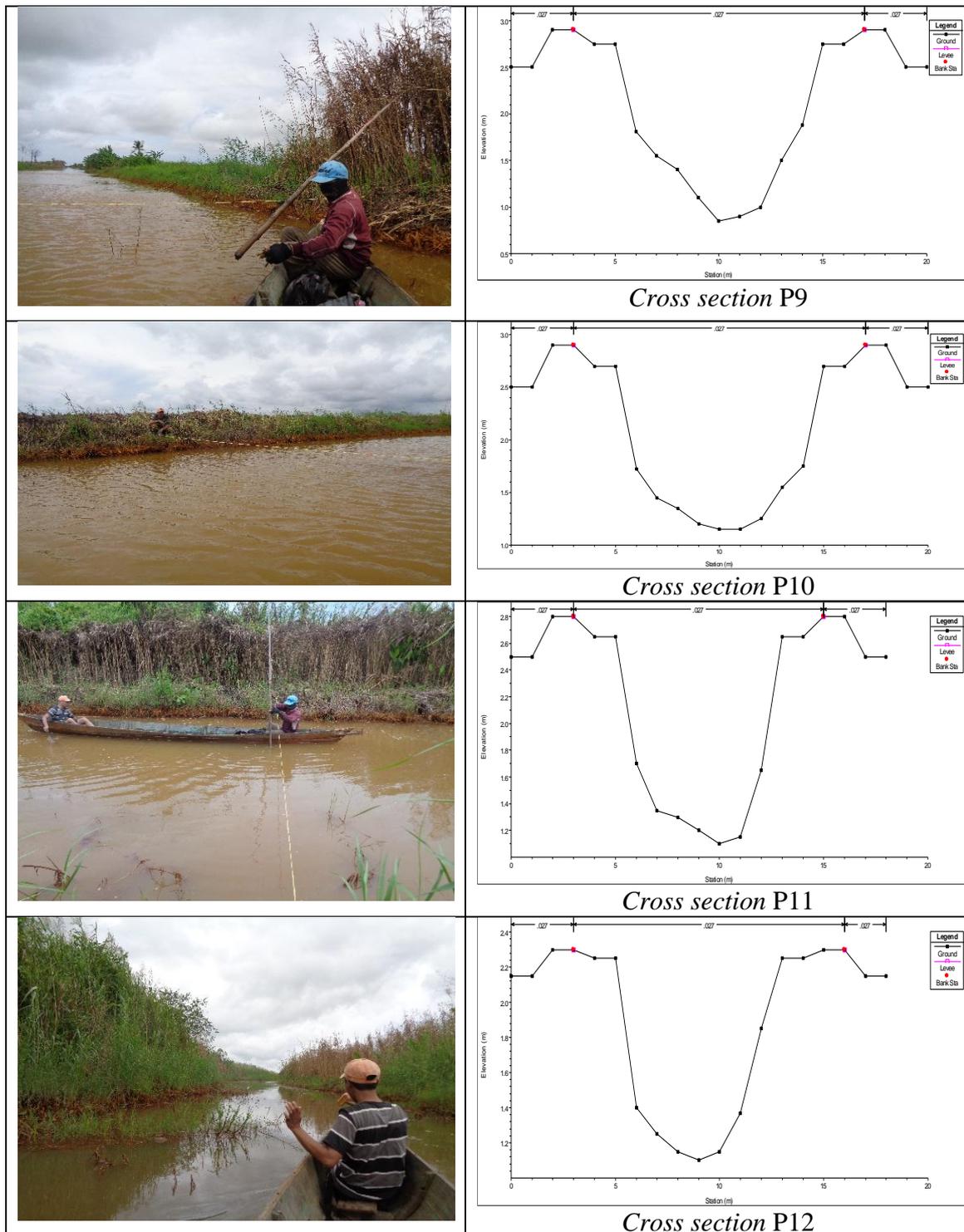
Cross section P6



Cross section P7



Cross section P8



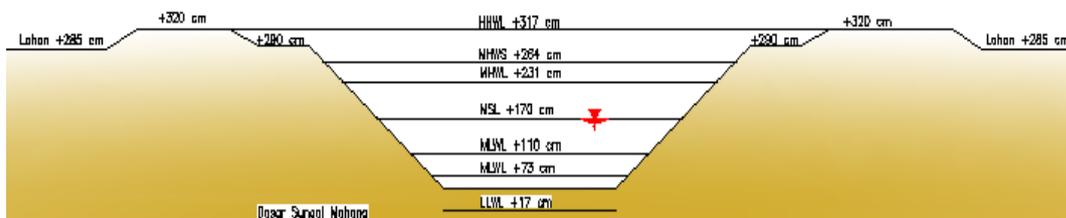
Gambar 4.7 Kondisi saluran primer (*existing*)

#### IV.14 Kondisi Lahan Wilayah Studi

Berdasarkan hasil evaluasi penggunaan lahan di lokasi studi tidak terlalu bervariasi mengingat sebagian besar lokasi masih berupa semak rumput, dan hal ini tentunya supaya bisa diberdayakan menjadi areal persawahan, begitu juga areal yang sudah dimanfaatkan umumnya sudah berupa areal persawahan. Sebagian kecil areal sudah digunakan untuk

kebun pisang, dan ladang/kebun campuran, sedangkan untuk daerah spot tanah pasir, supaya dapat dijadikan sebagai areal konservasi atau areal permukiman penduduk. Untuk kelestarian sumber daya alam dan lingkungan, seperti keberadaan saluran sekunder perlu mendapat perhatian yang cukup serius, sehingga di sini disarankan dibuatkan atau dicadangkan untuk jalur hijau di sepanjang sempadan saluran.

Berdasarkan data pengukuran selama 16 hari dan pembahasan pada sub bab sebelumnya diperoleh data elevasi pasang surut di wilayah studi yang disajikan pada Gambar 4.8 di bawah ini.



**KETERANGAN:**

HHWL : Highest High Water Level  
 MHWS : Mean High Water Spring  
 MHWL : Mean High Water Level  
 MSL : Mean Sea Level

MLWL : Mean Low Water Level  
 MLWS : Mean Low Water Spring  
 LLWL : Lowest Low Water Level

Gambar 4.8 Hidrometri

#### IV.15 Pengukuran Debit Pasang

Saluran primer mahang D.I.R Pematang Limau tidak memiliki AWLR (*automatic water level recorder*), sehingga perlu dilakukan pengukuran debit pasang, yaitu debit yang masuk pada saluran primer mahang. Pengukuran dilakukan pada tanggal 14 Juni 2017 dengan menggunakan alat *current meter*. Pengukuran dilakukan mulai pukul 05.00 WIB s/d 10.00 disaat kondisi muka air meningkat akibat pasang sampai kondisi muka air pasang tertinggi. Pengukuran dilakukan pada muara primer mahang, yaitu pada *Cross section* P1 seperti tersaji pada Gambar 4.9 dan data hasil pengukuran disajikan pada Tabel 4.38.



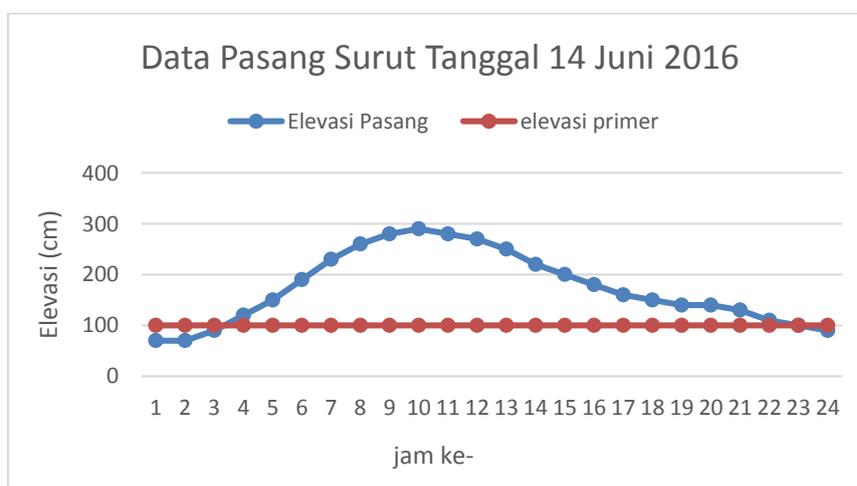
Gambar 4.9 *Cross section* pengukuran debit

Tabel 4.38 Pengukuran debit

Waktu	Lebar	Dalam	Dalam Kincir	Kecepatan (m/dt)		Luas (m <sup>2</sup> )	Debit (M <sup>3</sup> /det)	Debit Komulatif M <sup>3</sup> /det)
				Pd Titik	Rata-Rata			
14-Jun-17 05:00	11	0,50	0,2	0,20	0,20	2,238	0,448	0,448
14-Jun-17 06:00	11	0,90	0,2	0,20	0,20	4,920	0,984	1,432
14-Jun-17 07:00	11	1,30	0,6	0,20	0,20	9,205	1,841	3,273
14-Jun-17 08:00	11	1,60	0,6	0,20	0,25	12,205	3,051	6,324
14-Jun-17 09:00	11	1,80	0,6	0,30	0,35	14,130	4,946	11,269
14-Jun-17 10:00	11	1,90	0,6	0,40	0,45	16,125	7,256	18,526
Jumlah						58,823	18,526	

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Berdasarkan data pengukuran fluktuasi muka air pasang surut pada tanggal 14 juni 2016 dan data pengukuran debit pada Tabel 4.38 tersebut di atas, maka dibuat gambar grafik muka air pasang terhadap elevasi dasar saluran primer pada *Cross section* P1 yang disajikan pada Gambar 4.10 di bawah ini.



Gambar 4.10 Elevasi pasut terhadap elevasi lahan

#### IV.16 Analisa Profil Aliran

Analisis hidrolika pada saluran primer mahang dilakukan untuk mengetahui profil memanjang (*long section*) aliran. Analisis hidrolika muka air saluran primer mahang dilakukan pada D.I.R Pematang Limau Kecamatan Seruyan Hilir Kabupaten Seruyan sepanjang  $\pm 4,75$  km. Pada studi ini analisis hidrolika dilakukan dengan menggunakan

software program HEC-RAS 5.0.1. Adapun input data untuk empat skenario disajikan pada Tabel 4.39 di bawah ini.

Tabel 4.39 Input data empat skenario

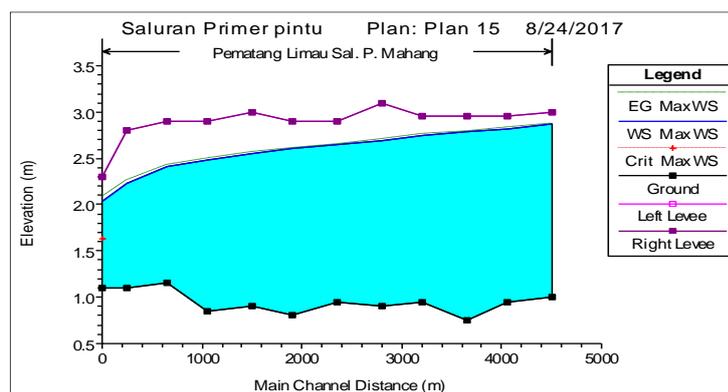
No.	Evaluasi	Simulasi			
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4
1	Saluran primer	<i>Existing</i>	<i>Existing</i>	<i>Existing</i>	<i>Existing</i>
2	Pintu air ( <i>existing</i> )	-	Dimensi: 1,0 x 2 = 2 bh 1,5 x 2 = 1 bh	-	Dimensi: 1,0 x 1,85 = 2 bh 1,5 x 1,85 = 1 bh
3	Pintu air ( <i>alternatif</i> )	-	-	Dimensi: 1,5 x 2 = 3 bh	-
4	Koefisien <i>manning</i> ( <i>n</i> )	0,027 (saluran berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu)	0,027 (saluran berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu)	0,027 (saluran berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu)	0,018 (saluran bersih, baru dibuat)

#### IV.16.1 Hasil Simulasi

Dari proses sebelumnya yang dilakukan maka dapat dilihat hasil analisa analisis hidrolis aliran tidak permanen (*unsteady flow*) pada masing-masing kondisi. Berikut ini hasil proses simulasi dengan empat skenario, yaitu:

##### a). Simulasi pertama

Simulasi saluran primer tanpa pintu air. Adapun *long section* hasil simulasi pertama disajikan pada Gambar 4.11, sedangkan tabel hasil simulasinya disajikan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.11 Profil aliran *long section*

Profile Output Table - Standard Table 1

HEC-RAS Plan: Plan 15 River: Pematang Limau Reach: Sal. P. Mahang Profile: Max WS

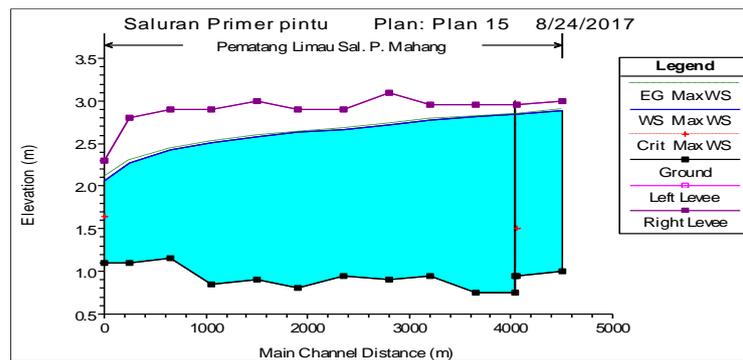
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Sal. P. Mahang	11	Max WS	7.26	1.00	2.87		2.88	0.000115	0.47	15.54	10.95	0.13
Sal. P. Mahang	10	Max WS	6.87	0.95	2.82		2.83	0.000089	0.42	16.31	10.95	0.11
Sal. P. Mahang	9	Max WS	6.54	0.75	2.78		2.79	0.000068	0.38	17.23	10.98	0.10
Sal. P. Mahang	8	Max WS	6.16	0.95	2.75		2.76	0.000081	0.35	17.41	15.01	0.10
Sal. P. Mahang	7	Max WS	5.86	0.90	2.70		2.71	0.000154	0.50	11.82	9.55	0.14
Sal. P. Mahang	6	Max WS	5.56	0.95	2.64		2.65	0.000108	0.40	13.77	11.78	0.12
Sal. P. Mahang	5	Max WS	5.22	0.80	2.60		2.61	0.000068	0.34	15.23	11.89	0.10
Sal. P. Mahang	4	Max WS	4.96	0.90	2.55		2.57	0.000148	0.47	10.47	8.68	0.14
Sal. P. Mahang	3	Max WS	4.74	0.85	2.49		2.50	0.000158	0.46	10.20	9.42	0.14
Sal. P. Mahang	2	Max WS	4.54	1.15	2.41		2.42	0.000224	0.51	8.89	9.39	0.17
Sal. P. Mahang	1	Max WS	4.37	1.10	2.24		2.26	0.000558	0.73	5.97	7.15	0.26
Sal. P. Mahang	0	Max WS	4.28	1.10	2.03	1.63	2.07	0.000995	0.84	5.07	7.95	0.34

Total flow in cross section.

Gambar 4.12 Data hasil simulasi long section

b). Simulasi kedua

Simulasi saluran primer dengan pintu air (*existing*). Adapun *long section* hasil simulasi kedua disajikan pada Gambar 4.13, sedangkan tabel hasil simulasinya disajikan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.13 Profil aliran long section

Profile Output Table - Standard Table 1

HEC-RAS Plan: Plan 15 River: Pematang Limau Reach: Sal. P. Mahang Profile: Max WS

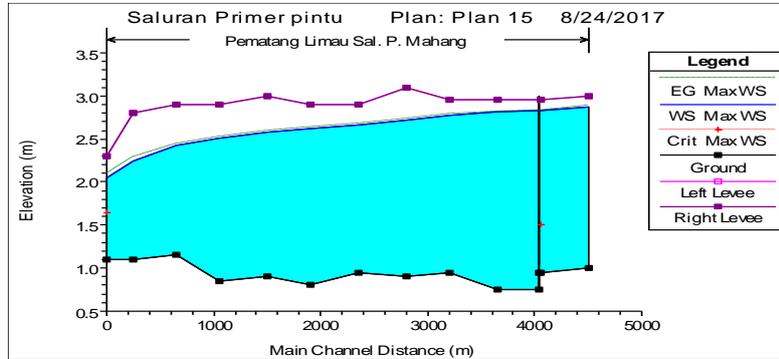
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Sal. P. Mahang	11	Max WS	7.26	1.00	2.89		2.90	0.000110	0.46	15.75	10.98	0.12
Sal. P. Mahang	10	Max WS	6.85	0.95	2.84	1.51	2.85	0.000084	0.41	16.57	10.98	0.11
Sal. P. Mahang	9.5	Inl Struct										
Sal. P. Mahang	9	Max WS	6.85	0.75	2.81		2.82	0.000087	0.39	17.59	13.20	0.11
Sal. P. Mahang	8	Max WS	6.41	0.95	2.78		2.78	0.000083	0.36	17.82	15.28	0.11
Sal. P. Mahang	7	Max WS	6.07	0.90	2.72		2.74	0.000156	0.50	12.07	9.61	0.14
Sal. P. Mahang	6	Max WS	5.75	0.95	2.67		2.68	0.000108	0.41	14.07	11.84	0.12
Sal. P. Mahang	5	Max WS	5.40	0.80	2.63		2.64	0.000069	0.35	15.53	11.95	0.10
Sal. P. Mahang	4	Max WS	5.13	0.90	2.58		2.59	0.000150	0.48	10.67	8.73	0.14
Sal. P. Mahang	3	Max WS	4.89	0.85	2.51		2.52	0.000158	0.47	10.42	9.47	0.14
Sal. P. Mahang	2	Max WS	4.69	1.15	2.43		2.44	0.000222	0.51	9.11	9.44	0.17
Sal. P. Mahang	1	Max WS	4.51	1.10	2.27		2.29	0.000537	0.73	6.18	7.21	0.25
Sal. P. Mahang	0	Max WS	4.42	1.10	2.06	1.64	2.10	0.001002	0.88	5.03	7.30	0.34

Total flow in cross section.

Gambar 4.14 Data hasil simulasi long section

c). Simulasi ketiga

Membuat lebar pintu menjadi 1,5m dari sebelumnya 1m. Adapun *long section* hasil simulasi ketiga disajikan pada Gambar 4.15, sedangkan tabel hasil simulasinya disajikan pada Gambar 4.16.



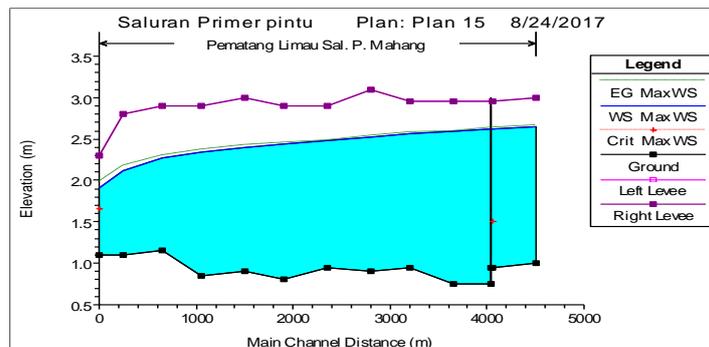
Gambar 4.15 Long section simulasi ketiga

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Sal. P. Mahang	11	Max WS	7.26	1.00	2.87		2.88	0.000113	0.46	15.61	10.96	0.12
Sal. P. Mahang	10	Max WS	6.86	0.95	2.83	1.51	2.83	0.000087	0.42	16.38	10.96	0.11
Sal. P. Mahang	9.5	Inl Struct										
Sal. P. Mahang	9	Max WS	6.86	0.75	2.81		2.82	0.000087	0.39	17.58	13.19	0.11
Sal. P. Mahang	8	Max WS	6.42	0.95	2.78		2.78	0.000084	0.36	17.81	15.27	0.11
Sal. P. Mahang	7	Max WS	6.08	0.90	2.72		2.74	0.000157	0.50	12.06	9.61	0.14
Sal. P. Mahang	6	Max WS	5.77	0.95	2.67		2.67	0.000109	0.41	14.05	11.83	0.12
Sal. P. Mahang	5	Max WS	5.41	0.80	2.63		2.63	0.000069	0.35	15.51	11.95	0.10
Sal. P. Mahang	4	Max WS	5.14	0.90	2.58		2.59	0.000151	0.48	10.65	8.73	0.14
Sal. P. Mahang	3	Max WS	4.91	0.85	2.51		2.52	0.000161	0.47	10.38	9.46	0.14
Sal. P. Mahang	2	Max WS	4.70	1.15	2.42		2.44	0.000228	0.52	9.06	9.43	0.17
Sal. P. Mahang	1	Max WS	4.53	1.10	2.25		2.28	0.000571	0.75	6.07	7.18	0.26
Sal. P. Mahang	0	Max WS	4.44	1.10	2.05	1.64	2.09	0.001000	0.85	5.20	8.03	0.34

Gambar 4.16 Tabel simulasi ketiga

d). Simulasi keempat

Merubah kekasaran manning semula 0,027 menjadi 0,018 dengan dimensi pintu air *existing*. Adapun *long section* hasil simulasi keempat disajikan pada Gambar 4.17, sedangkan tabel hasil simulasinya disajikan pada Gambar 4.18.

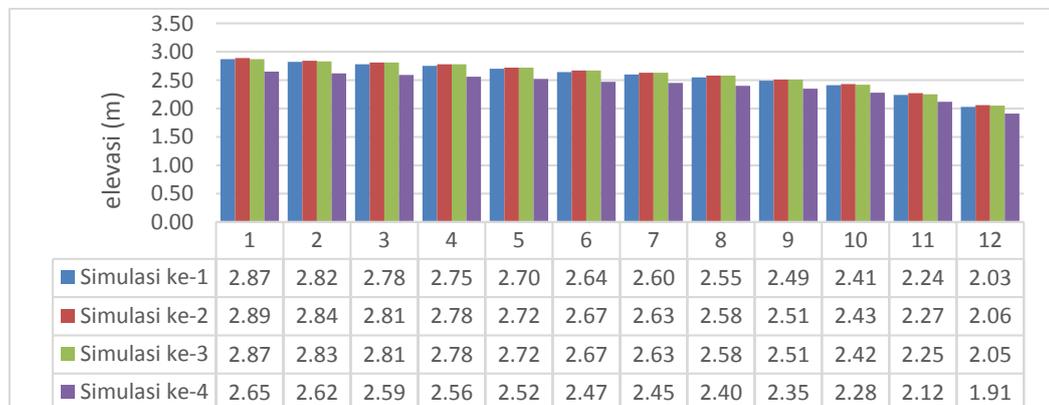


Gambar 4.17 Long section simulasi keempat

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
Sal. P. Mahang	11	Max WS	7.26	1.00	2.65		2.66	0.000083	0.55	13.19	10.58	0.16
Sal. P. Mahang	10	Max WS	6.93	0.95	2.62	1.51	2.63	0.000060	0.49	14.20	10.63	0.13
Sal. P. Mahang	9.5	Inl Struct										
Sal. P. Mahang	9	Max WS	6.93	0.75	2.59		2.60	0.000050	0.46	15.09	10.67	0.12
Sal. P. Mahang	8	Max WS	6.59	0.95	2.56		2.57	0.000053	0.44	15.02	12.55	0.13
Sal. P. Mahang	7	Max WS	6.32	0.90	2.52		2.54	0.000124	0.62	10.14	9.15	0.19
Sal. P. Mahang	6	Max WS	6.03	0.95	2.47		2.49	0.000089	0.51	11.83	11.45	0.16
Sal. P. Mahang	5	Max WS	5.72	0.80	2.45		2.46	0.000053	0.43	13.39	11.51	0.13
Sal. P. Mahang	4	Max WS	5.48	0.90	2.40		2.42	0.000117	0.60	9.17	8.34	0.18
Sal. P. Mahang	3	Max WS	5.26	0.85	2.35		2.36	0.000129	0.59	8.91	9.11	0.19
Sal. P. Mahang	2	Max WS	5.06	1.15	2.28		2.30	0.000191	0.66	7.69	9.13	0.23
Sal. P. Mahang	1	Max WS	4.88	1.10	2.12		2.17	0.000472	0.94	5.17	6.92	0.35
Sal. P. Mahang	0	Max WS	4.77	1.10	1.91	1.66	1.99	0.001001	1.20	3.99	6.76	0.50

Gambar 4.18 Tabel simulasi keempat

Dari keempat proses simulasi model hidrolis tersebut di atas dibuat perbandingan elevasi muka air profil memanjang (*long section*) disajikan pada Gambar 4.19 di bawah ini.

Gambar 4.19 Perbandingan elevasi *long section*

Berdasarkan Gambar 4.19 Perbandingan elevasi *long section*, simulasi kedua menunjukkan elevasi muka air tertinggi pada *cross section* 1-12, hal ini disebabkan karena, yaitu:

- Jika dibandingkan dengan simulasi ketiga input data dimensi pintu (*existing*) lebih kecil, yaitu:  $1,0 \times 2 = 2$  buah dan  $1,5 \times 2 = 1$  buah, sedangkan input data dimensi pintu air pada simulasi ketiga berukuran  $1,5 \times 2 = 3$  buah sehingga kecepatan aliran mengalami perlambatan dan elevasi muka air menjadi tinggi.
- Jika dibandingkan dengan simulasi keempat input data dimensi pintu (*existing*) sama dengan simulasi kedua berukuran  $1,0 \times 2 = 2$  buah dan  $1,5 \times 2 = 1$  buah yang berbeda adalah angka koefisien *mannig* jika pada simulasi kedua menggunakan 0,027 (saluran berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu), sedangkan pada simulasi keempat ini menggunakan 0,018 (saluran bersih, baru dibuat), sehingga kecepatan aliran tinggi dan berpengaruh terhadap elevasi muka menjadi rendah.

- Jika dibandingkan dengan simulasi kesatu, pada simulasi ini tidak memasukan data input data pintu air, sehingga kecepatan aliran tidak mengalami perlambatan karena tidak ada hambatan pintu air, jika kecepatan aliran besar maka elevasi muka air jadi rendah, karena input data debit pada simulasi ini sama.

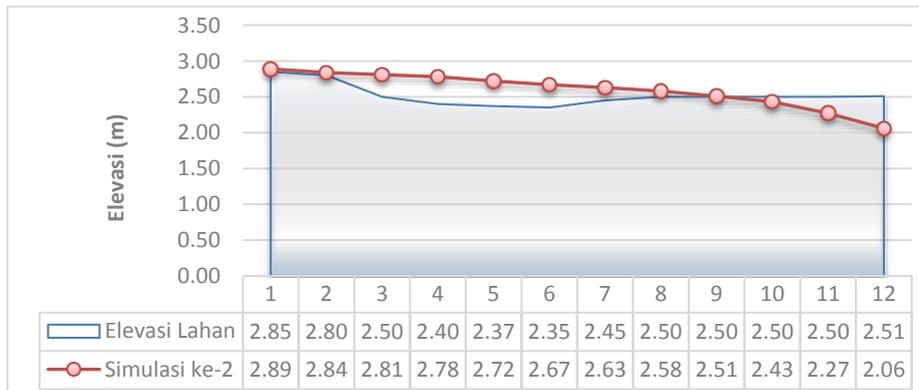
Berdasarkan uraian tersebut di atas maka dapat disimpulkan bahwa lebar pintu air (*existing*) dengan dimensi  $1,0 \times 2 = 2$  buah dan  $1,5 \times 2 = 3$  buah di anggap cukup baik.

#### IV.16.2 Evaluasi Simulasi (*existing*)

Evaluasi simulasi dilakukan pada hasil simulasi kedua model hidrolik saluran primer D.I.R Pematang Limau, yang dibagi menjadi dua parameter, yaitu:

##### (1) Elevasi muka air

Perbandingkan elevasi hasil simulasi dengan elevasi lahan atau petak sawah. Adapun tampilan profil memanjang disajikan pada Gambar 4.20 di bawah ini.

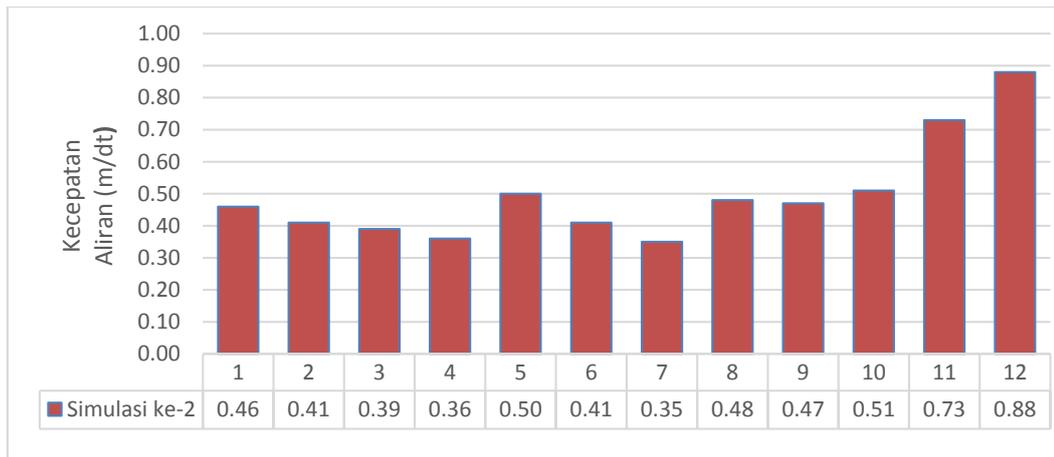


Gambar 4.20 Perbandingan elevasi muka air terhadap lahan

Pada *cross section* 1-2 kondisi elevasi lahan relatif tinggi hal ini disebabkan pada daerah tersebut merupakan daerah pemukiman, sedangkan *cross section* 3-9 merupakan lahan pertanian yang di olah secara terus menerus setiap tahunnya sehingga mengalami penurunan akibat pengolahan lahan. Untuk *cross section* 10-12 lahan tersebut peruntukannya untuk pertanian namun tidak dimanfaatkan hal ini disebabkan infrastruktur jalan dan jembatan belum memadai. Berdasarkan elevasi muka air profil memanjang (*long section*). Elevasi muka air mengalami penurunan hal ini disebabkan oleh gesekan dan perubahan pada penampang saluran primer. Akibat penurunan elevasi muka air tersebut lahan yang berada di kanan dan kiri *cross section* 10-12 tidak terluapi.

##### (2) Kecepatan aliran (m/dt)

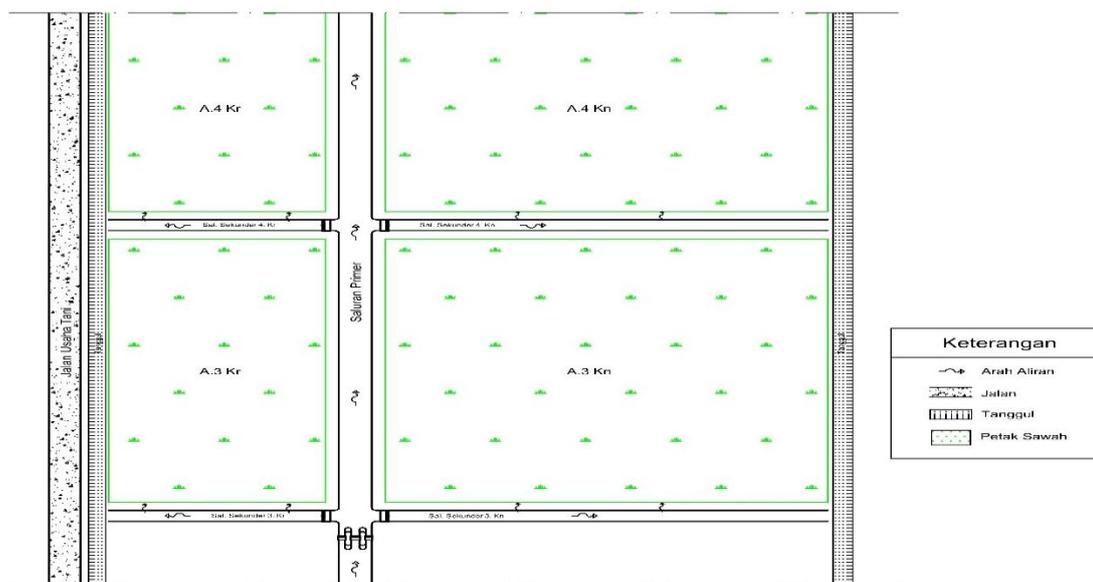
Kecepatan aliran berdasarkan hasil simulasi profil memanjang (*long section*) disajikan pada Gambar 4.21 di bawah ini.



Gambar 4.21 Grafik kecepatan aliran

Berdasarkan gambar grafik kecepatan aliran pada *cross section* 5, 8, 9, 10, 11 dan 12 mengalami peningkatan, hal ini disebabkan pada *cross section* tersebut mengalami penyempitan, yaitu lebar atas (*top width*) saluran primer lebih kecil dibandingkan dengan *cross section* 1, 2, 3, 4, 6, dan 7. Gambaran kondisi saluran primer saat ini secara keseluruhan lebar saluran sudah tidak sama akibat runtuhnya talud saluran dan penampang saluran sudah tidak berbentuk trapesium hal ini disebabkan saluran tidak hanya untuk sarana irigasi pasang surut, namun digunakan sebagai sarana navigasi hal ini erat kaitannya dengan budaya kearifan lokal yang mengandalkan perahu sebagai sarana transportasi. Lebar atas masing-masing saluran dapat dilihat pada Gambar IV-11 data hasil simulasi *long section* pada sub bab sebelumnya.

Adapun arah aliran air pada saat terjadi pasang yang dimodelkan dengan bantuan HEC-RAS 5.0.1 disajikan pada Gambar 4.22 di bawah ini



Gambar 4.22 Arah aliran air pada saat pasang

#### IV.17 Rencana Penanganan

Berdasarkan hasil dan evaluasi simulasi kondisi *existing* saluran primer dan pintu air tersebut, maka perlu dibuat langkah-langkah penanganan dari permasalahan yang terjadi. Adapun rencana penanganannya adalah sebagai berikut:

##### IV.17.1 Pola Operasi Pintu Air

Adapun langkah selanjutnya untuk mengatasi permasalahan tersebut di atas, perlu adanya pengaturan pola operasi buka/tutup pintu air, yaitu:

###### a. Pintu Air Primer

Pintu air saluran primer di tutup ketika elevasi puncak muka air pasang, serta membuat rekomendasi setiap saluran sekunder dibuat pintu air dan ketika proses pasang berlangsung pintu-pintu sekunder ditutup. Langkah-langkah ini dilakukan agar debit pasang yang masuk saluran primer tidak kembali/keluar ke sungai dan membuat elevasi muka air menjadi rata-rata, sehingga menaikkan elevasi muka air yang tidak tergenang khususnya *cross section* 10-12.

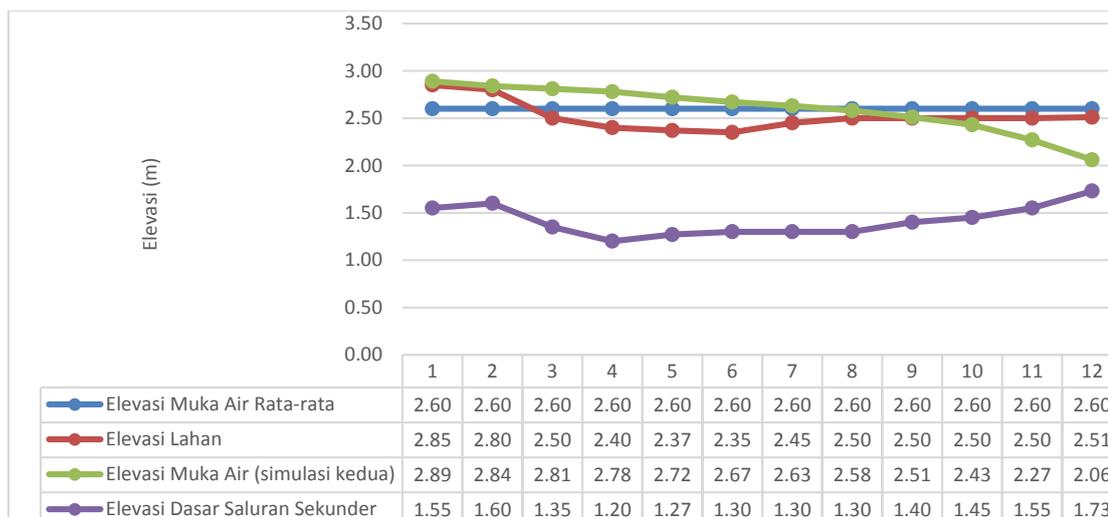
Adapun hasil perhitungan perbandingan elevasi muka air disajikan pada Tabel 4.40 di bawah ini.

Tabel 4.40 Perbandingan elevasi muka air

No.	Elevasi Lahan	Elevasi Dasar Saluran Sekunder	Elevasi Muka Air Rata-rata	Elevasi Muka Air (simulasi kedua)	Beda elevasi	Beda elevasi
1	2	3	4	5	6=5-2	6=4-2
1	2.85	1.55	2.60	2.89	0.04	-0.25
2	2.80	1.60	2.60	2.84	0.04	-0.20
3	2.50	1.35	2.60	2.81	0.31	0.10
4	2.40	1.20	2.60	2.78	0.38	0.20
5	2.37	1.27	2.60	2.72	0.35	0.23
6	2.35	1.30	2.60	2.67	0.32	0.25
7	2.45	1.30	2.60	2.63	0.18	0.15
8	2.50	1.30	2.60	2.58	0.08	0.10
9	2.50	1.40	2.60	2.51	0.01	0.10
10	2.50	1.45	2.60	2.43	-0.07	0.10
11	2.50	1.55	2.60	2.27	-0.23	0.10
12	2.51	1.73	2.60	2.06	-0.45	0.09

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Berdasarkan hasil tabulasi perhitungan pada Tabel 4.40 Perbandingan elevasi muka air di atas dibuatlah grafik untuk menggambarkan profil memanjang saluran yang disajikan pada Gambar 4.23 di bawah ini.



Gambar 4.23 Beda elevasi muka air

Berdasarkan Gambar 4.23 Beda elevasi muka air, dari total keseluruhan 12 *cross section* saluran primer, jika dibandingkan antara elevasi lahan dengan elevasi muka air (simulasi kedua), maka jumlah lahan pada *cross section* yang mampu diluapi sebanyak 9 termasuk *cross* 1 dan 2 yang sudah beralih fungsi, namun tidak mampu meluapi *cross section* 10-12. Sedangkan jika dibandingkan antara elevasi lahan dengan elevasi muka air rata-rata, maka jumlah lahan pada *cross section* yang mampu diluapi sebanyak 10, yaitu *cross section* 3-12, namun tidak mampu meluapi *cross section* 1-2 yang sebelumnya lahan ini untuk pertanian tetapi sudah beralih fungsi untuk pemukiman. Naiknya elevasi muka air diharapkan mampu meluapi lahan-lahan atau petak sawah yang berada di kanan atau kiri saluran primer. Tanaman padi untuk masa tumbuh dengan varietas unggul kedalaman air yang diijinkan 10 cm, sedangkan pada tanaman padi yang bukan varietas unggul, kedalaman air berkisar 5-15 cm. Penggenangan ini bertujuan untuk meminimalisir teroksidasinya zat asam atau pirit yang akan membahayakan tanaman. Selanjutnya dilakukan perhitungan tinggi terjadi akibat luapan air pasang.

#### b. Pintu Air Sekunder

Pengaturan pola operasi pintu air pada saluran sekunder dibagi menjadi dua pola, yaitu:

- (1) Pintu air sekunder dibuka secara bersamaan ketika muka air pada saluran primer sudah menjadi rata-rata.
- (2) Pintu air sekunder dibuka secara bergiliran ketika muka air pada saluran primer sudah menjadi rata-rata atau pintu ini dibuka untuk lahan yang membutuhkan air saja.

Selanjutnya dilakukan perhitungan tinggi genangan pada lahan sebagai akibat luapan air pasang.

### Perhitungan Genangan Akibat Pasang

Perhitungan genangan pada lahan berdasarkan hasil simulasi kedua pada saluran primer, dengan asumsi saluran sekunder tersisi penuh atau muka air pada saluran sekunder sama dengan elevasi lahan. Adapun hasil perhitungan disajikan pada Tabel 4.41 di bawah ini.

Tabel 4.41 Perhitungan genangan akibat pasang

No.	Nama Saluran	Lahan	A' (m <sup>2</sup> )	Panjang (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	DPSal (m <sup>2</sup> )	Genangan (m)	
							Bersamaan	Giliran
1	2	3	4	5	6=4 x 5	7	8=6/7	9
1	Sekunder 3		0,99					
		A3	1,49	450	671,25	388.521,00	0,002	0,01
2	Sekunder 4		1,99					
		A4	2,14	400	856,67	420.824,00	0,002	0,01
3	Sekunder 5		2,29					
		A5	2,39	450	1076,25	397.300,00	0,003	0,01
4	Sekunder 6		2,49					
		A6	1,99	450	896,25	386.428,00	0,002	0,01
5	Sekunder 7		1,49					
		A7	1,24	400	496,67	474.120,00	0,001	0,01
6	Sekunder 8		0,99					
		A8	0,99	450	446,25	429.410,00	0,001	0,01
7	Sekunder 9		0,99					
		A9	0,99	400	396,67	568.279,00	0,001	0,01
8	Sekunder 10		0,99					
		A10	0,99	400	396,67	397.522,00	0,001	0,01
9	Sekunder 11		0,99					
		A11	0,94	250	235,42	275.197,00	0,001	0,02
10	Sekunder 12		0,89					
		A12	0,89	200	178,33	209.825,00	0,001	0,03
<b>Jumlah Volume</b>					<b>5.650,42</b>	<b>3.947.426,0</b>	<b>0,001</b>	<b>0,015</b>

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

#### Kolom (4)

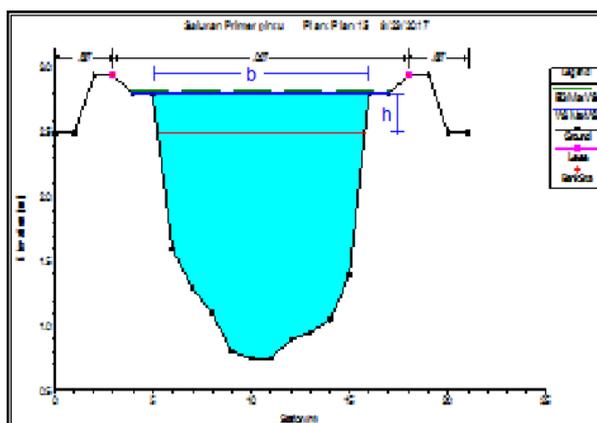
Contoh *cross section* sekunder 3 disajikan pada Gambar

$$A = b \times h$$

$$= 10 \times 0,1 = 0,99 \text{ m}^2 \text{ (sekunder 3)}$$

$$= 10 \times 0,2 = 1,99 \text{ m}^2 \text{ (sekunder 4)}$$

$$A' = \frac{A \text{ sekunder 3} + A \text{ sekunder 4}}{2} = \frac{0,99}{1,99} = 1,49 \text{ m}^2$$



Gambar 4.24 Cross section sekunder 3

Kolom (5)

Panjang saluran primer yaitu jarak antara sekunder 3 dengan sekunder 4.

Kolom (6)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Kolom (4)} \times \text{kolom (5)} \\ &= 1,49 \times 4.500 = 671,25 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kolom (8)

DPSal diperoleh dari Tabel IV-31, yaitu hasil penjumlahan dari A3 kr dan A3 kn.

Kolom (8)

$$\text{Tinggi genangan} = \frac{\text{Volume}}{\text{DPSal}} = \frac{671,25}{388.521,0} = 0,002 \text{ m atau 2 mm}$$

Dari hasil tabulasi perhitungan pada Tabel 4.41 Genangan akibat pasang, diperoleh kedalaman genangan rerata sebesar 0,001 m atau 1 mm dengan kondisi pintu air sekunder dibuka secara bersamaan. Sedangkan jika dilakukan dengan sistem giliran dengan membuka pintu air sekunder pada lahan yang membutuhkan air pada saat itu, misalkan pada lahan A3 saja, maka diperoleh kedalaman genangan rerata sebesar 0.015 m atau 1,5 cm. Kondisi ini terjadi disaat terjadi pasang namun tidak terjadi hujan. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut kedalaman genangan masih di bawah angka minimal hal ini disebabkan durasi air pasang yang relatif kecil sehingga berpengaruh terhadap volume air yang masuk ke saluran primer. Selain itu dimensi saluran primer relatif besar akibat rehabilitasi saluran yang dilakukan sehingga memperkecil elevasi muka air.

**Perhitungan Genangan Akibat Pasang dan Hujan**

Perhitungan genangan pada lahan akibat pasang diperoleh dari Tabel 4.41 berdasarkan hasil simulasi kedua. Sedangkan hasil perhitungan genangan akibat hujan diperoleh dari Tabel 4.34 Perhitungan genangan pada lahan akibat hujan. Adapun hasil perhitungan total

genangan yang terjadi di saat terjadi pasang bersamaan terjadinya hujan disajikan pada pada tabel 4.42 di bawah ini.

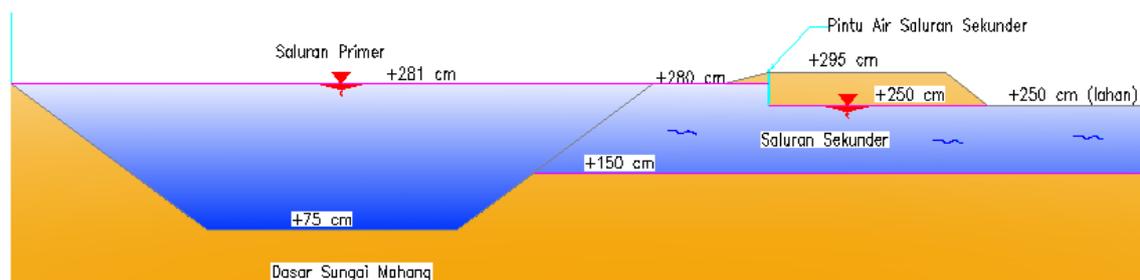
Tabel 4.42 Genangan akibat pasang dan hujan

No.	Saluran	Genangan (m)		Total Genangan (m)
		Akibat Pasang	Akibat Hujan	
1	2	3	4	4 = 3+4
1	Saluran Sekunder Kanan 3	0,002	0,053	0,055
2	Saluran Sekunder Kanan 4	0,002	0,058	0,060
3	Saluran Sekunder Kanan 5	0,003	0,053	0,056
4	Saluran Sekunder Kanan 6	0,002	0,058	0,060
5	Saluran Sekunder Kanan 7	0,001	0,053	0,054
6	Saluran Sekunder Kanan 8	0,001	0,053	0,054
7	Saluran Sekunder Kanan 9	0,001	0,058	0,059
8	Saluran Sekunder Kanan 10	0,001	0,058	0,059
9	Saluran Sekunder Kanan 11	0,001	0,083	0,084
10	Saluran Sekunder Kanan 12	0,001	0,083	0,084
11	Saluran Sekunder Kiri 3	0,002	0,053	0,055
12	Saluran Sekunder Kiri 4	0,002	0,058	0,060
13	Saluran Sekunder Kiri 5	0,003	0,053	0,056
14	Saluran Sekunder Kiri 6	0,002	0,053	0,055
15	Saluran Sekunder Kiri 7	0,001	0,058	0,059
16	Saluran Sekunder Kiri 8	0,001	0,053	0,054
17	Saluran Sekunder Kiri 9	0,001	0,058	0,059
18	Saluran Sekunder Kiri 10	0,001	0,058	0,059
19	Saluran Sekunder Kiri 11	0,001	0,083	0,084
20	Saluran Sekunder Kiri 12	0,001	0,083	0,084
<b>Rata-rata</b>		0,001	0,061	0,062

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari hasil tabulasi perhitungan pada Tabel 4.42 Genangan akibat pasang dan hujan, diperoleh tinggi genangan rerata sebesar 0,062 m atau 6,2 cm. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut kedalaman genangan yang terjadi pada saat air pasang bersamaan terjadinya hujan memenuhi syarat yang diinginkan yaitu berkisar 5-15 cm. Sehingga dapat disimpulkan daerah ini mengandalkan genangan yang disebabkan oleh hujan untuk masa pertumbuhan padi. Sedangkan pada proses pematangan hingga panen dapat mengandalkan potensi air pasang.

## POTONGAN MELINTANG SALURAN



Gambar 4.25 Beda elevasi muka air pada pintu sekunder

### IV.17.2 Perhitungan Irigasi Pompa

Perhitungan irigasi pompa dilakukan untuk mengatasi kekurangan air di saat terjadi musim kemarau atau tidak terjadi hujan dalam waktu lama. Irigasi pompa merupakan alternatif terakhir ketika proses pemanfaatan air pasang tidak dapat memenuhi kebutuhan air pada lahan. Berikut ini adalah perhitungan volume air pada saluran primer berdasarkan hasil simulasi kedua yang disajikan pada Tabel 4.43 di bawah ini

Tabel 4.43 Perhitungan volume air

No.	Nama Saluran	A (m <sup>2</sup> )	Panjang (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
1	2	3	4	5
1	Sekunder 3	17,59	450	
2	Sekunder 4	17,82	400	
3	Sekunder 5	12,07	450	
4	Sekunder 6	14,07	450	
5	Sekunder 7	15,53	400	
6	Sekunder 8	10,67	450	
7	Sekunder 9	10,42	400	
8	Sekunder 10	9,11	400	
9	Sekunder 11	6,18	250	
10	Sekunder 12	5,03	200	
Luas rerata		11,85		
Panjang total saluran primer			3.850	
Volume air = Rerata kolom (3) x kolom (4)				45.622,5

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

**Keterangan:**

Kolom (3)

Luas penampang basah saluran diperoleh dari Gambar 4.14 Data hasil simulasi *long section*.

Kolom (4)

Panjang saluran primer yaitu jarak antara *cross section*.

Perhitungan irigasi pompa dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2-38).

$$q = \sum \frac{A \times y}{R \times T} \times \frac{1000}{36} = 27,78 \times \sum \frac{394,74 \times 5}{6 \times 10} = 913,83 \text{ L/dt}$$

dengan:

- A : 394,74 Ha
- y : 5, 10, 15 dan 20 cm
- R : 6 hari
- T : 10 jam/hari

Perhitungan dengan kedalaman jika (y) 5 cm diperoleh q sebesar 913,83 l/dt atau 0,91 m<sup>3</sup>/dt. Untuk memperoleh jumlah kebutuhan pompa dengan asumsi kapasitas pompa per unit sebesar 4600 l/mnt atau 0,077 m<sup>3</sup>/dt.

$$\text{maka} = \frac{0,91}{0,077} = 11,92 \text{ atau } 12 \text{ unit}$$

Kebutuhan air per hari untuk 12 unit pompa, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Volume per hari} &= \text{kapasitas pompa} \times \text{jumlah unit pompa} \\ &= (0,077 \times 60 \times 60 \times 10) \times 12 \\ &= 33.120 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan volume air per hari sebesar 33.120 m<sup>3</sup> < 45.622 m<sup>3</sup> (volume air saluran primer), sehingga dapat disimpulkan volume yang tersedia memadai untuk 12 unit pompa per hari.

Tabel 4.44 Lama operasi pompa

No	Kedalaman (Y)	Hari Operasi
1	5	6
2	10	12
3	15	18
4	20	24

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.44, jika kedalaman 5 cm dengan luas lahan 394,74 Ha dan lama operasi 10 jam/hari selama 6 hari diperoleh jumlah kebutuhan unit pompa sebanyak 12 unit. Selanjutnya jumlah hari operasi tergantung dari kedalaman genangan yang diperlukan. Tinggi genangan disesuaikan dengan kebutuhan tanaman padi yang ada di wilayah studi.

### Deskripsi Produk

Lubang Inlet & Outlet	: 8"
Material Ruang Pompa	: Besi tuang kelabu
Material Kipas Pompa	: Besi tuang kelabu kuningan
Material Poros Pompa	: Baja anti karat
Putaran Kipas	: Berlawanan arah jarum jam
Kapasitas	: 4600 Ltr/mnt
Head	: 14 M
Motor Penggerak	: Diesel 23 HP



#### IV.17.3 Pengembangan D.I.R Pematang Limau

Berdasarkan uraian pada sub bab II Daerah Irigas Rawa Pematang Limau di Kecamatan Seruyan Hilir Kabupaten Seruyan, apabila ditinjau dari status jaringan termasuk dalam pengembangan Tahap I, dimana semua salurannya belum bisa dikendalikan dan diatur yang mengakibatkan tingkat pemanfaatan lahannyapun masih rendah.

Pengembangan dilakukan meningkatkan pada tahap II, yaitu: membuat pintu air disetiap saluran sekunder sebanyak 19 buah pintu air dan memperbaiki pintu air pada saluran primer dan saluran sekunder masing-masing sebanyak 1 unit serta menyediakan pompa air sebanyak 8 unit, agar sistem tata airnya bisa dikendalikan dan diatur, hasil budidaya pertanian meningkat.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil evaluasi menunjukkan elevasi muka air saluran primer pada *cross section* 10-12 berada di bawah elevasi lahan, sehingga lahan yang berada disisi kanan/kiri tidak tergenangi.
  - c. Dari keempat proses simulasi model hidrolis dilakukan pada saluran primer, simulasi kedua menunjukkan elevasi muka air tertinggi pada *cross section* 1-12, maka dapat disimpulkan pintu air *existing* yang ada masih ideal, dengan catatan perlu adanya perbaikan agar berfungsi sebagaimana mestinya.
  - d. Berdasarkan hasil perhitungan di saat kondisi hujan tidak terjadi pasang, saluran sekunder *existing* secara keseluruhan mampu menampung atau men *drain* jika debit air hujan tersebut tidak dibutuhkan, sedangkan jika air hujan dibutuhkan dari hasil perhitungan diperoleh kedalaman genangan pada lahan sebesar 0,061 m.
  - e. Berdasarkan hasil simulasi di saat kondisi pasang bersamaan terjadinya hujan dengan asumsi saluran sekunder terisi penuh, diperoleh kedalaman genangan pada lahan sebesar 0,062 m.
2. Alternatif penanganan untuk menaikkan elevasi muka air pada saluran primer *cross section* 10-12, yaitu:
  - a. Dari hasil perhitungan rata-rata muka air terhadap elevasi di bagian hulu/ujung saluran diperoleh angka elevasi 2,60 m dan kedalaman genangan pada lahan sebesar 0,001 m. Untuk memaksimal genangan dilakukan sistem giliran terhadap masing-masing petak lahan diperoleh genangan pada lahan sebesar 0,015 m.
  - b. Perlu dilakukan pengaturan pola operasi pintu air dengan menutup pintu air pada saluran primer ketika debit puncak air pasang yang masuk ke saluran dan menutup pintu-pintu air pada saluran sekunder agar proses pemerataan elevasi muka air dapat berjalan.
  - c. Alternatif terakhir untuk menaikkan tinggi genangan pada lahan antara 5-15 cm kondisi kemarau atau tidak terjadi hujan dalam jangka waktu lama perlu dilakukan pemampasan. Jika tinggi genangan yang diinginkan 5 cm dengan lama operasi

10 jam/hari selama 6 hari, maka jumlah unit pompa yang di butuhkan berjumlah 12 unit.

3. Adapun validasi alternatif penanganan, yaitu: memperbaiki pintu air pada saluran primer/sekunder, membuat pintu air untuk saluran sekunder yang belum memiliki pintu air sebanyak 19 buah dan menyediakan pompa air sebanyak 12 unit untuk mengatasi musim kering atau tidak terjadi hujan dalam waktu relatif lama.

## **V.2 Saran**

Berdasarkan hasil kajian pada studi ini penyusun menyarankan kepada pihak terkait, yaitu: Balai Wilayah Sungai Kalimantan II dan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Tengah, antara lain:

1. Perlu adanya kajian lanjutan untuk mengetahui pengaruh hambatan air yang terjadi dari muara saluran primer pada DAS Seruyan hingga persimpangan atau titik nol pada studi ini.
2. Membuat pintu air disetiap saluran sekunder dengan tujuan untuk menahan debit air hujan keluar ataupun menahan debit air pasang ketika muka air di lahan sudah terpenuhi, serta untuk proses peninggian muka air di ujung saluran agar muka air rata-rata mampu meluapi lahan dikanan/kiri saluran.
3. Mengatur pola operasi pintu air agar semua jaringan irigasi bisa di aliri dengan cara melakukan giliran bukaan pintu air pada saluran sekunder yang akan dibangun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustrisna, Itis dan Nugroho, Joko. 1997. Penerapan Model Matematik Duflow Untuk Evaluasi Jaringan Irigasi Lahan Rawa (Studi kasus pada pengembangan lahan gambut 1 juta ha di Kalimantan Tengah).
- Anonim. 2016 Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Pedoman Penulisan Skripsi, Tesis, Disertasi
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Seruyan. 2015. Kabupaten Seruyan Dalam Angka. Kuala Pembuang
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus dan Pelampung. SNI 8066
- Bhakty E, Tania. 2005. Pengaruh Kualitas Air Terhadap Kualitas Tanah pada Tata Saluran Irigasi Pasang Surut di Kabupaten Barito Kuala Kalimantan Selatan.
- Chow, Ven Te. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta : Erlangga.
- Gifariyono, Muhammad dan Triadi, L. Budi. 2008. Dampak Kenaikan Muka Air Laut Terhadap Kesesuaian Lahan Rawa Pasang Surut Tabunganen Kalimantan Selatan.
- Hadisusanto, Nugroho. 2010. Aplikasi Hidrologi. Jogja Mediautama. Malang.
- Harto,Sri. 2009. *Hidrologi: Teori, Masalah, Penyelesaian*. Yogyakarta: Nafiri.  
<http://istiarto.staff.ugm.ac.id/index.php/2015/10/program-aplikasi-pasang-surut/>
- Istianto, Haryo dan Marpaung F, Maruddin. 2011. Kajian Potensi Pemanfaatan Debit Banjir Pasang Surut Untuk Lahan Pertanian Padi Menggunakan Model Duflow (Studi Kasus Sungai Kahayan).
- Istianto. 2014. Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS Jenjang Lanjut: Junction and Inline Structures. UGM. Yogyakarta.
- Istianto. 2014. Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS Jenjang Lanjut: Gates. UGM. Yogyakarta.
- Kalsim, Dedi K. 2001. Irigasi Pompa. Bagian Teknik Tanah dan Air, Fateta IPB.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Rawa Pantai, 2008. Pengelolaan Rawa di Indonesia, Buku, 278 halaman.

- Limantara, L. M. 2010 Hidrologi Praktis. CV. Lubuk Agung. Bandung
- Mac Kinnon, K., Hatta, M., Gt., Halim, H., Mangalik, A., 2000. Ekologi Kalimantan, Prenhallindo, Jakarta.
- Mahfuzi. 2009. Kajian Tata Air Mikro (TAM) Sebagai Reduktor Oksidasi Pirit di Areal Rawa Sungai Kupang Kabupaten Hulu Sungai Selatan
- Noor, M., 2007. Rawa Lebak: Ekologi, Pemanfaatan dan Pengembangannya, PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Raju, Rangga. 1986. Aliran Melalui Saluran Terbuka. Jakarta : Erlangga
- Soemarto, C. D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya : Usaha Nasional.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi - Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data. Jilid II*. Bandung : Nova.
- Sosrodarsono, S dan Takeda K. 2006. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Suhardjono, dkk. 2010. Reklamasi Daerah Rawa Untuk Pengembangan Persawahan. Citra Malang.
- Suhardjono. 2015. Buku Ajar Drainase Perkotaan Jurusan Teknik Pengairan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Triadmodjo, Bambang. 2010. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta : Beta Offset
- Triadmodjo, Bambang. 2015. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset
- Yanto, Andri. 2001. Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Dalam Perencanaan Lahan Rawa Pasang Surut.

