

PENGARUH PASANG SURUT TERHADAP FLUKTUASI MUKA AIR DENGAN PINTU AMBANG TETAP

(Studi Kasus: Desa Bantan Tengah Kabupaten Bengkalis)

Alfis Putra¹⁾, Siswanto²⁾, Rinaldi²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil S1, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil S1
Fakultas Teknik Universitas Riau, Jl. Subrantas KM 12,5 Pekanbaru 28293

Email: alfis.putra@student.unri.ac.id¹⁾

siswanto@gmail.com²⁾

ri.naldi@yahoo.com²⁾

ABSTRACT

The irrigation system in fields at Bantan Tengah Village, Bengkalis Regency not be function maximally. It seems from the inability of the irrigation channel and sluice to flow the discharge. The flood occurred the paddy field around the research location become overflow. Flood analysis do with evaluate the dimension of channel and sluice then compare it with the discharge which count by Rational Method. Channel dimension analysis count by software HEC-RAS 4.0. The profile analysis do with 4 types of simulation of two return period, which is 5 years and 10 years. Result of the research show in existing condition known maximum high of the overflow occurred for frequently 5 years is 72 cm at tide and 78 cm at wave then for frequently 10 years is 77 cm at tide and 82 cm at wave. The modification accomplish by change the dimension of width bottom the channel from 0,8 m to 1,5 m so it be able to overcome the flood maximally.

Keywords: Flood, Rational Method, HEC-RAS 4.0

1. PENDAHULUAN

Sawah tadah hujan merupakan sawah yang sistem pengairannya sangat bergantung dan mengandalkan curah hujan. Jenis sawah ini hanya menghasilkan di musim hujan. Di musim kering sawah ini dibiarkan tidak diolah karena air sulit didapat atau tidak ada sama sekali. Sawah tadah hujan umumnya hanya dipanen setahun sekali. Beberapa daerah di Provinsi Riau sudah berhasil menerapkan sistem pertanian sawah tadah hujan salah satunya di Kabupaten Bengkalis. Daerah ini terletak di pesisir pantai timur Provinsi Riau yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Pengaruh pasang surut air laut memiliki dampak negatif bagi areal persawahan seperti intrusi air laut.

Intrusi air laut merupakan proses masuknya air laut ke daratan. Proses masuknya air laut berlangsung dengan dua cara yaitu dengan menyusupnya air melalui

pori-pori tanah atau batuan serta naiknya permukaan air laut sehingga air laut dapat mengalir ke daratan. Proses naiknya air laut ke daratan dapat mengakibatkan sawah tadah hujan terganggu produktifitasnya. Oleh karena itu, perlu dibangun suatu sistem irigasi yang dapat mengurangi dampak intrusi air laut diantaranya yaitu membangun pintu air di saluran irigasi.

Penelitian ini akan disimulasikan menggunakan *software HEC-RAS* untuk menirukan fenomena kejadian intrusi air laut pada daerah irigasi. Kejadian pasang surut dimodelkan pada *software HEC-RAS* dengan posisi bagian hulu adalah saluran irigasi dan bagian hilir adalah pintu air.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pasang Surut

Menurut Pariwono (1989), fenomena pasang surut diartikan sebagai naik turunnya muka laut secara berkala akibat

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

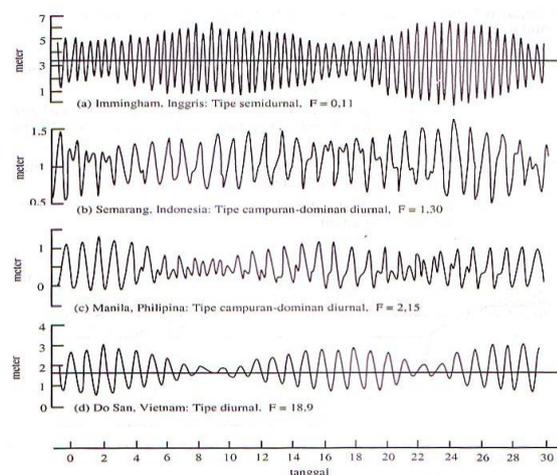
Gaya tarik gravitasi menarik air laut ke arah bulan dan matahari dan menghasilkan dua tonjolan (*bulge*) pasang surut gravitasional di laut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital.

2.1.1 Pasang Surut Air Laut

Permukaan air laut bukanlah merupakan suatu permukaan yang tetap (tenang), akan tetapi senantiasa berubah-ubah setiap saat. Perubahan kedudukan permukaan air laut yang berupa naik dan turunnya permukaan air laut disebut pasang surut air laut, disingkat pasang laut.

2.1.2 Tipe Pasang Surut

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Di suatu daerah dalam satu hari dapat terjadi satu kali atau dua kali pasang surut.



Gambar 2.1 Tipe Pasang Surut
(Sumber: Tugas Akhir Perancangan Saluran Irigasi Pasang Surut, Teknik Sipil UGM Yogyakarta, 1996)

2.1.3 Permukaan Air Laut Rata-rata

Permukaan air laut rata-rata (*mean sea level*), yang disini disingkat sebagai MLR atau dalam bahasa Inggris dengan *MSL*, merupakan permukaan air laut yang dianggap tidak dipengaruhi oleh keadaan pasang surut. Permukaan tersebut umumnya digunakan sebagai referensi ketinggian titik-titik di atas permukaan bumi. Kedudukan permukaan air laut rata-rata setiap saat berubah sesuai dengan perubahan dari posisi benda-benda langit, serta kerapatan (*density*) air laut di tempat tersebut sebagai akibat perubahan suhu air, salinitas, dan tekanan atmosfer.

2.2 Sawah Tadah Hujan

Sawah yang sistem pengairannya sangat mengandalkan curah hujan. Jenis sawah ini hanya dihasilkan pada musim hujan. Di musim kering sawah ini dibiarkan tidak diolah karena air sulit didapat atau tidak ada sama sekali. Sawah tadah hujan umumnya hanya dipanen setahun sekali. Intensitas penggunaan tenaga kerja di sawah tadah hujan lebih tinggi karena petani harus menyulam (menanam kembali) lebih sering dibandingkan sawah beririgasi, akibat suplai air yang tidak stabil.

2.3 Aliran Melalui Saluran Terbuka

Zat cair dapat diangkut dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun buatan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (*closed conduits*), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (*open channels*). Sungai, saluran irigasi, selokan dan estuari merupakan saluran terbuka sedangkan terowongan, pipa, aquaduct, gorong-gorong, dan siphon merupakan saluran tertutup.

2.4 Kajian Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya,

sifat-sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup. Dalam kehidupan di bumi ini, siklus hidrologi terjadi setiap hari dan setiap waktu. Siklus Hidrologi dapat diartikan sebagai proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi. (Triatmodjo, 2009).

Analisa hidrologi merupakan hal yang paling awal dilakukan dalam perencanaan suatu bangunan air. Dengan menganalisa hidrologi akan didapat data-data perencanaan yang dibutuhkan dalam proses mendesain saluran drainase untuk mengatasi permasalahan banjir.

2.4.1 Pengertian Hujan (*Precipitation*)

Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1987) dalam Triatmodjo (2009), presipitasi adalah nama umum dari uap yang mengondensasi dan jatuh berbentuk hujan, embun, kondensasi, kabut salju dan es ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi. Bentuk presipitasi yang akan dibahas hanya dalam bentuk hujan saja. Adapun karakteristik yang perlu ditinjau dalam analisis dan perencanaan hidrologi.

2.4.2 Pengertian Data Curah Hujan

Penentuan data curah hujan penting dilakukan agar didapat data hujan rerata dari sekian banyak data curah hujan yang dimiliki. Curah hujan yang terjadi pada suatu daerah sangat berbeda-beda, maka dari itu diperlukan metode khusus untuk mendapatkan hujan rerata pada suatu titik daerah yang diinginkan. Ada tiga metode yang dapat digunakan untuk menentukan hujan rerata suatu kawasan, yaitu:

1. Metode Rerata Aritmatik (Aljabar).
2. Metode Thiessen.
3. Metode Isohiet.

2.4.3 Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan membutuhkan analisis frekuensi yang sering digunakan dalam ilmu hidrologi. Tujuan digunakan analisis frekuensi data hidrologi yaitu

berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim. Dalam siklus hidrologi tidak terlepas dari peristiwa-peristiwa ekstrim (luar biasa) seperti hujan lebat, banjir dan kekeringan.

Prosedur perhitungan analisis frekuensi dimulai dengan menentukan parameter statistik meliputi (Suripin, 2004):

$$\text{Rata-rata} : x_{rt} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\text{Standar deviasi} : S_d = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{rt})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Koefisien Variansi} : C_v = \frac{S_d}{x_{rt}}$$

$$\text{Asimetri} : C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - x_{rt})^3}{(n-1)(n-2)S_d^3}$$

$$\text{Kurtosis} : C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{rt})^4$$

2.4.4 Koefisien Aliran Permukaan

Koefisien aliran permukaan (C) adalah suatu koefisien yang menjadi perbandingan antara besarnya jumlah air yang dialirkan oleh suatu jenis permukaan terhadap jumlah air yang ada. Faktor utama yang mempengaruhi C adalah, laju infiltrasi, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan. Jika DPS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda, maka C yang dipakai adalah koefisien DPS yang dapat dihitung dengan persamaan:

$$C_{komposit} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \times A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

A_i = luas lahan dengan jenis penutup tanah i.

C_i = koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i.

n = jumlah data.

2.4.5 Program HES-RAS 4.0

Alat bantu analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS) 4.0*. Perangkat lunak HEC-RAS merupakan *software* yang

digunakan untuk menghitung analisis hidraulika, yaitu perhitungan profil muka air pada aliran permanen (*steady flow*) dan tidak permanen (*unsteady flow*). *HEC-RAS* dirancang untuk mensimulasi fenomena pada jaringan saluran alami maupun buatan. Kunci utama pemodelan pada *HEC-RAS* adalah penggunaan representasi data geometri dan perhitungan geometri serta perhitungan hidraulika berulang.

1. Persamaan Energi

Persamaan energi pada kondisi aliran permanen dituliskan dalam bentuk berikut ini.

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} + h_e$$

dengan:

Y_1, Y_2 = kedalaman aliran.

Z_1, Z_2 = elevasi dasar saluran.

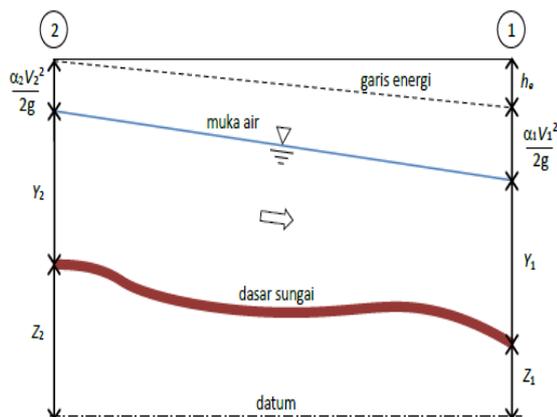
V_1, V_2 = kecepatan rata-rata (debit dibagi luas tampang basah).

α_1, α_2 = koefisien.

g = gravitasi.

h_e = kehilangan tinggi energi.

Pada aliran permanen, *HEC-RAS* menghitung profil muka air disepanjang alur berurut dari satu tampang ke tampang lintang berikutnya. Ilustrasi persamaan energi pada *HEC-RAS* dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Diagram Aliran Berubah Beraturan

3. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian tugas akhir ini berada pada Kabupaten Bengkalis, Desa Bantan Tengah memiliki daerah penelitian

pada koordinat 1°32'38.6"N dan 102°15'47.01"E. Luasan area sawah yang tergenang banjir yaitu 135,496 ha, sebelah utara berbatasan langsung dengan Selat Melaka, sebelah barat dan selatan berbatasan langsung dengan hutan, dan sebelah timur berbatasan langsung dengan perumahan warga.

Iklm dilokasi tersebut adalah musim hujan dan hujan kemarau musim hujan terjadi pada bulan September sampai dengan bulan Maret, dan untuk musim kemarau terjadi pada bulan April sampai dengan Agustus.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian dibagi menjadi dua macam yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan sumber data yang diperoleh langsung dari sumber asli (tidak melalui media perantara) seperti data hasil pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan, sedangkan data sekunder adalah sumber data yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara seperti hasil data pengukuran dari suatu instansi terkait.

Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini adalah dimensi saluran irigasi, dimensi pintu air dan mengamati pola arah aliran langsung di lapangan. Sedangkan data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data curah hujan, data pasang surut dan peta atau gambar desain TAM Selat Baru Bantan Kabupaten Bengkalis yang diperoleh dari konsultan perencanaan.

3.2.1 Data Curah Hujan

Data curah hujan bertujuan untuk memperoleh informasi distribusi hujan pada lokasi penelitian di DAS Dumai. Data curah hujan harian yang didapat kemudian diolah menjadi data curah hujan maksimum tahunan. Selanjutnya, data curah hujan maksimum tahunan yang telah diperoleh digunakan untuk menganalisis debit banjir rencana di lokasi penelitian tugas akhir.

3.2.2 Data Pasang Surut

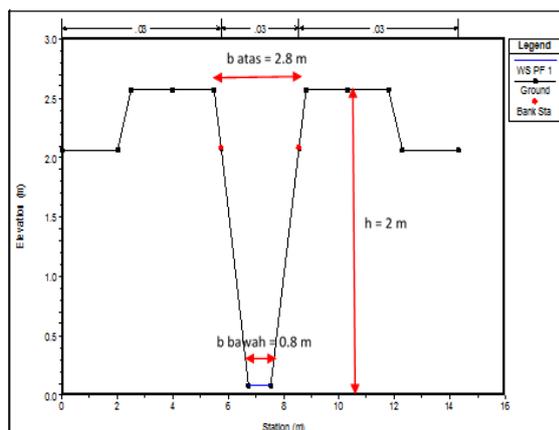
Data pasang surut bertujuan untuk memperoleh informasi fluktuasi muka air laut pada lokasi penelitian di DAS Dumai. Data pasang surut yang digunakan yaitu data pasang surut Melaka tanggal 11 April 2017 bertepatan dengan bulan purnama.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini meliputi studi literatur, pengumpulan data, analisis hidrologi, pemodelan hidraulika dan analisis hasil pemodelan.

3.3.1 Pemodelan Hidraulika

Pemodelan hidraulika saluran dilakukan menggunakan program HEC-RAS dengan membuat model saluran dan pintu air. Pemodelan hidraulika bertujuan untuk mengetahui distribusi aliran akibat debit banjir dan pasang surut pada saluran. Dimensi saluran irigasi dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Profil Dimensi Saluran Eksisting

3.3.2 Analisis Hasil Pemodelan

Analisis hasil pemodelan dilakukan pada kondisi *unsteady* menggunakan pasang surut dengan hidrograf 6 jam. Hasil analisis yang ditinjau yaitu tinggi banjir di pintu air akibat kondisi *unsteady*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan curah hujan maksimum yang mana data dari hujan maksimum akan

diolah menjadi Intensitas hujan. Data yang digunakan untuk mencari intensitas hujan dalam penelitian ini yaitu data hujan harian 16 tahun (tahun 2000 sampai dengan tahun 2015). Dari data tersebut, akan dilakukan analisis frekuensi hujan untuk mencari Intensitas Hujan yang terjadi pada durasi waktu tertentu.

4.1.1 Analisis Frekuensi

Analisis curah hujan maksimum dilakukan untuk memperoleh intensitas hujan, semakin banyak seri data yang digunakan maka semakin kecil kesalahan dalam analisis. Data curah hujan harian maksimum tahun 2000 sampai dengan 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Dumai (mm/hari)

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum
2000	90
2001	131
2002	110
2003	135
2004	136
2005	87
2006	95
2007	125
2008	102
2009	104
2010	90
2011	82
2012	106
2013	25
2014	60
2015	60

4.1.2 Analisis frekuensi

Analisis frekuensi bertujuan untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai untuk menghitung curah hujan rencana. Pemilihan jenis distribusi untuk menghitung curah hujan yang sesuai berdasarkan nilai koefisien asimetris (C_s), koefisien variansi (C_v) dan koefisien kurtosis (C_k). Perhitungan parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Analisis Parameter Statistik

No.	X_i (mm)	X_i^2 (mm ²)	$X_i - X_{rerata}$ (mm)	$(X_i - X_{rerata})^2$ (mm ²)	$(X_i - X_{rerata})^3$ (mm ³)	$(X_i - X_{rerata})^4$ (mm ⁴)
1	90,00	8.100,00	-6,13	37,52	-229,78	1.407,42
2	131,00	17.161,00	34,88	1.216,27	42.417,26	1.479.302,07
3	110,00	12.100,00	13,88	192,52	2.671,15	37.062,27
4	135,00	18.225,00	38,88	1.511,27	58.750,45	2.283.923,79
5	136,00	18.496,00	39,88	1.590,02	63.401,87	2.528.149,69
6	87,00	7.569,00	-9,13	83,27	-759,80	6.933,16
7	95,00	9.025,00	-1,13	1,27	-1,42	1,60
8	125,00	15.625,00	28,88	833,77	24.074,98	695.165,12
9	102,00	10.404,00	5,88	34,52	202,78	1.191,33
10	104,00	10.816,00	7,88	62,02	488,37	3.845,94
11	90,00	8.100,00	-6,13	37,52	-229,78	1.407,42
12	82,00	6.724,00	14,13	199,52	-2.818,16	39.806,48
13	106,00	11.236,00	9,88	97,52	962,97	9.509,30
14	25,00	625,00	71,13	5.058,77	359.804,71	25.591.109,65
15	60,00	3.600,00	36,13	1.305,02	-47.143,69	1.703.065,78
16	60,00	3.600,00	36,13	1.305,02	-47.143,69	1.703.065,78
Jumlah	1.538	161.406		13.565,75	26.5161,19	36.084.946,80

Hasil analisis parameter statistik yang didapat dari perhitungan, menunjukkan distribusi yang dapat digunakan berdasarkan data yang tersedia adalah distribusi Log Person III. Hasil pemilihan distribusi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Hasil Pemilihan Distribusi

Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	Keterangan
Normal	$(X_{rt} \pm s) = 68,27 \%$	62,50%	Tidak Memenuhi
	$(X_{rt} \pm 2s) = 95,44 \%$	93,75%	Tidak Memenuhi
	$C_s \approx 0$	-0,743	Tidak Memenuhi
	$C_k \approx 3$	0,687	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s \approx Cv^3 + 3Cv$	0,969	Tidak Memenuhi
	$C_k \approx Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	4,715	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s \approx 1,14$	-0,742	Tidak Memenuhi
	$C_k \approx 5,4$	0,687	Tidak Memenuhi
Log Person III	Selain dari nilai diatas		Memenuhi

4.1.3 Distribusi Log Person III

Curah Hujan Harian Maksimum yang dapat dilihat dari Tabel 4.1 dianalisis dengan menggunakan distribusi Log Person

III yang telah di tentukan sebelumnya. Perhitungan distribusi Log Person III dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Perhitungan Distribusi Log Person III

No.	X_i (mm)	Log X_i	$(\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rerata})^2$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rerata})^3$
1	90,00	1,954	0,0000	0,0000
2	131,00	2,117	0,0267	0,0044
3	110,00	2,041	0,0076	0,0007
4	135,00	2,130	0,0311	0,0055
5	136,00	2,134	0,0322	0,0058
6	87,00	1,940	0,0002	0,0000
7	95,00	1,978	0,0006	0,0000
8	125,00	2,097	0,0204	0,0029
9	102,00	2,009	0,0030	0,0002
10	104,00	2,017	0,0040	0,0003
11	90,00	1,954	0,0000	0,0000
12	82,00	1,914	0,0016	-0,0001
13	106,00	2,025	0,0051	0,0004
14	25,00	1,398	0,3092	-0,1719
15	60,00	1,778	0,0309	-0,0054
16	60,00	1,778	0,0309	-0,0054
Jumlah		31,264	0,5035	-0,1629
Log X_{rerata}		1,954		

4.1.4 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Pengujian kesesuaian distribusi frekuensi dapat dilakukan dengan metode pengujian Smirnov-Kolgomorov dan Chi-Kuadrat.

a. Uji Smirnov-Kolgomorov

Uji ini diperoleh dengan memplot data curah hujan dan probabilitasnya, untuk memperoleh perbandingan empiris dalam bentuk grafis. Dari hasil plot ini dapat diketahui penyimpangan terbesar (Δ_{maks}). Penyimpangan ini kemudian dibandingkan dengan penyimpangan kritik yang masih diizinkan (Δ_0). Pada pengujian ini nilai derajat kepercayaan (α) yang digunakan sebesar 5%.

Tabel 4.5 Perhitungan Uji Smirnov-Kolgomorov

No.	X_i	$P(x_m)$	$\text{Log } X$	K	Pr	$P'(x_m)$	$P(x_m) - P'(x_m)$
1	25	5,88	1,398	-3,035	95,343	4,657	1,226
2	60	11,76	1,778	-0,960	82,236	17,764	5,999
3	60	17,65	1,778	-0,960	82,236	17,764	0,117
4	82	23,53	1,914	-0,219	67,328	32,672	9,142
5	87	29,41	1,940	-0,079	62,728	37,272	7,860
6	90	35,29	1,954	0,001	60,093	39,907	4,613
7	90	41,18	1,954	0,001	60,093	39,907	1,269
8	95	47,06	1,978	0,129	55,891	44,109	2,949
9	102	52,94	2,009	0,298	50,365	49,635	3,306
10	104	58,82	2,017	0,344	47,751	52,249	6,575
11	106	64,71	2,025	0,389	44,842	55,158	9,548
12	110	70,59	2,041	0,477	39,186	60,814	9,774
13	125	76,47	2,097	0,780	19,550	80,450	3,979
14	131	82,35	2,117	0,891	9,935	90,065	7,712
15	135	88,24	2,130	0,962	3,032	96,968	8,733
16	136	94,12	2,134	0,980	2,000	98,000	3,882

Δ_{maks}
 Perhitungan = 0,098
 (bukan dalam %)

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui $\Delta_{maks} = 0,098 < \Delta_0 = 0,33$, sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi Log Person III dari hasil uji Smirnov-Kolgomorov diterima.

b. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan bahwa persamaan distribusi peluang yang telah dipilih (Log Person III) dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

Tabel 4.6 Perhitungan XT Untuk Setiap Peluang

No	P (%)	K	Sd	$\text{Log } X_T$	X_T
1	20,00	0,775	0,183	2,096	124,726
2	40,00	0,464	0,183	2,039	109,415
3	60,00	0,154	0,183	1,982	95,984
4	80,00	-0,606	0,183	1,843	69,664

Perhitungan uji Chi-Kuadrat distribusi Log-Person III untuk data curah

hujan harian dari tahun 2000-2015 dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat

No	Kelas	Batas kelas	Ei	Oi	$(O_i - E_i)^2$	$((O_i - E_i)^2) / E_i$
1	I	$x > 124,726$	3,2	4	0,640	0,200
2	II	$109,726 < x < 124,726$	3,2	1	4,840	1,513
3	III	$95,984 < x < 109,726$	3,2	3	0,040	0,013
4	IV	$69,664 < x < 95,984$	3,2	5	3,240	1,013
5	V	$x < 69,664$	3,2	3	0,040	0,013
Jumlah			16	16	8,800	2,750

4.1.5 Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana dilakukan untuk kala ulang 5 tahun dan 10 tahun. Adapun contoh perhitungan curah hujan rencana untuk kala ulang 5 tahun adalah sebagai berikut.

Diketahui:

$Sd = 0,183$

$Cs = -2,018$

Interpolasi

$Cs = -2 \quad K = 0,777$

$Cs = -2,2 \quad K = 0,752$

Maka, nilai K untuk $Cs = -2,018$

$$K = \frac{0,752 - 0,777}{-2,2 - (-2)} \times (-2,018 - (-2)) + 0,777$$

$K = 0,775$

$\text{Log } X_5 = \text{Log } X + (K \times S)$

$\text{Log } X_5 = 1,954 + (0,775 \times 0,183)$

$\text{Log } X_5 = 2,096$

$X_5 = 124,726 \text{ mm}$

Untuk perhitungan curah hujan rencana kala ulang 5 tahun dan 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4.8 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Periode Ulang (Tahun)	Probabilitas	Log X	Curah Hujan Rencana (mm)
5	20	2,096	124,726
10	10	2,117	130,963

4.1.6 Perhitungan Intensitas Hujan

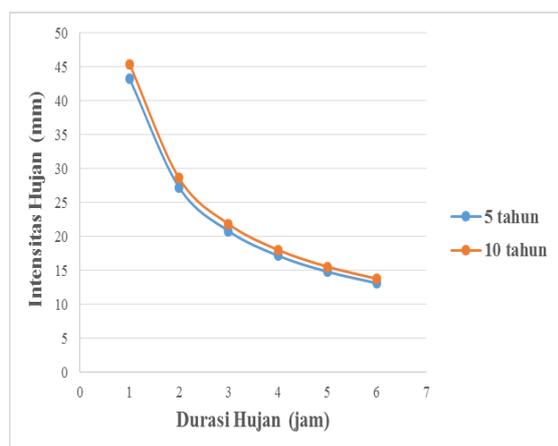
Intensitas hujan yang terjadi disetiap wilayah tinjauan ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rencana, waktu konsentrasi air di saluran. Intensitas ini akan berpengaruh pada besarnya debit aliran terjadi khususnya dari limpasan langsung air hujan.

Hitungan yang sama dilanjutkan untuk durasi dan kedalaman hujan yang lain. Hasil hitungan dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9 Perhitungan Intensitas Hujan

Durasi		Intensitas (mm/jam)	
		5 tahun	10 tahun
Menit	Jam		
60	1	43,240	45,402
120	2	27,240	28,602
180	3	20,788	21,827
240	4	17,160	18,018
360	6	13,095	13,750

Hasil perhitungan yang ada pada Tabel 4.9 diplot dalam bentuk grafik IDF (Intensitas Durasi Frekuensi), pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Grafik IDF

4.2 Menghitung Debit Rencana

Perhitungan debit rencana pada Desa Bantan Tengah Kabupaten Bengkalis dengan luas tangkapan hujan 135,496 ha pada ulang 5 tahun dan 10 tahun, dapat

dilihat pada Tabel 4.10, Tabel 4.11 dan Tabel 4.12.

Tabel 4.10 Perhitungan Debit Rencana Kala Ulang 5 Tahun

Waktu (jam)	C	I (mm/jam)	A (ha)	Q (m ³ /s)
1	0,6	43,240	135,496	9,766
2	0,6	27,240	135,496	6,152
3	0,6	20,788	135,496	4,695
4	0,6	17,160	135,496	3,875
5	0,6	14,788	135,496	3,340
6	0,6	13,095	135,496	2,958

Tabel 4.11 Perhitungan Debit Rencana Kala Ulang 10 Tahun

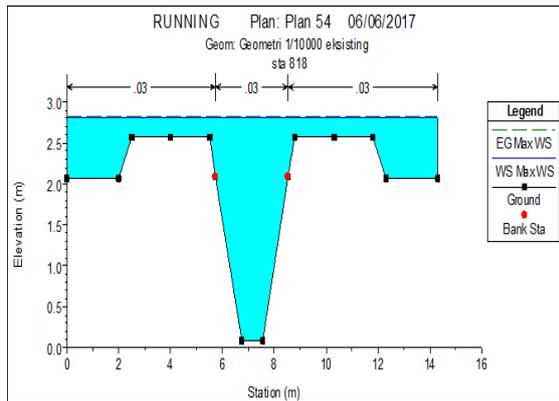
Waktu (jam)	C	I (mm/jam)	A (ha)	Q (m ³ /s)
1	0,6	45,402	135,496	10,254
2	0,6	28,602	135,496	6,460
3	0,6	21,827	135,496	4,930
4	0,6	18,018	135,496	3,069
5	0,6	15,527	135,496	3,507
6	0,6	13750	135,496	3,105

Tabel 4.12 Rekapitulasi Perhitungan Debit Rencana

Jam	Q	
	5 tahun	10 tahun
1	9,766	10,254
2	6,152	6,460
3	4,695	4,930
4	3,875	4,069
5	3,340	3,507
6	2,958	3,105

4.3 Analisis Debit Rencana Pada Saluran Eksisting

Debit banjir rencana yang didapat pada perhitungan sebelumnya, kemudian dilakukan simulasi dengan program *HEC-RAS*. Tampilan gambar kapasitas saluran irigasi dapat dilihat pada penjelasan berikut ini.

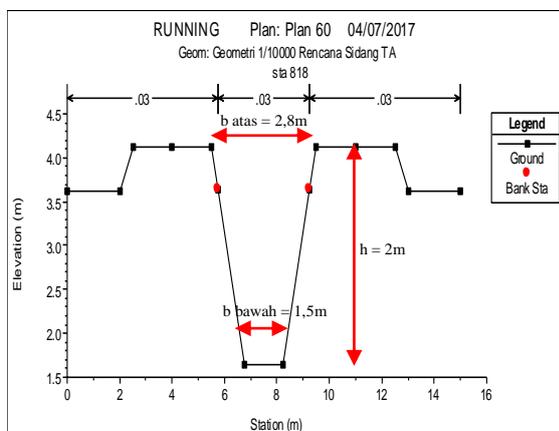


Gambar 4.2 Kondisi Penampang Saluran Irigasi Eksisting Stasion +818m

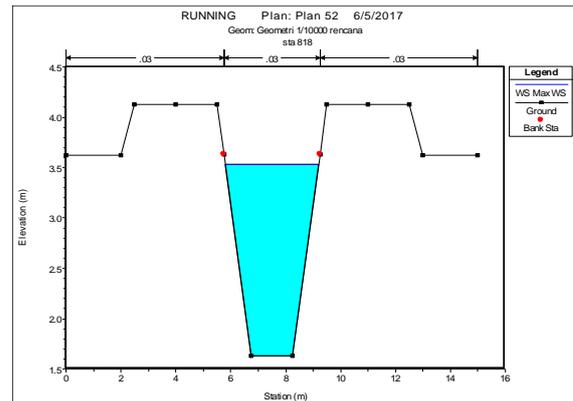
Gambar 4.2 menjelaskan bahwa ketinggian elevasi muka air dengan kala ulang 5 tahun kondisi pasang pada sta +818m adalah 2,79 meter dari elevasi dasar sawah yaitu 2,07 meter. Hal ini menunjukkan bahwa air pada saluran irigasi sta +818m meluap dan sawah disekitarnya mengalami banjir. Tinggi genangan sawah akibat banjir yaitu 72 cm.

4.4 Analisis Debit Rencana Pada Saluran Rencana

Analisis rencana dilakukan dengan memodifikasi dimensi saluran irigasi agar dapat menanggulangi banjir. Modifikasi yang dilakukan yaitu dengan mengubah dimensi lebar bagian bawah menjadi 1,5 meter yang sebelumnya hanya 0,8 meter. Profil dimensi saluran rencana dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4.3 Profil Dimensi Saluran Rencana



Gambar 4.4 Kondisi Penampang Saluran Irigasi Rencana Stasion +818m

Gambar 4.4 menjelaskan bahwa kondisi tinggi elevasi muka air dengan kala ulang 5 tahun kondisi pasang pada sta +818m tidak meluap sehingga aman dari banjir.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil evaluasi saluran irigasi di wilayah Desa Bantan Tengah, Kabupaten Bengkalis menunjukkan bahwa kondisi dimensi saluran dan pintu air *eksisting* tidak mampu menahan debit banjir akibat pasang surut dengan kala ulang 5 tahun dan 10 tahun.
2. Berdasarkan hasil analisis saluran irigasi rencana menunjukkan bahwa saluran irigasi mampu menahan debit banjir akibat pasang surut dengan kala ulang 5 tahun dan 10 tahun. Hal ini dapat dilihat dari simulasi program yang menjelaskan air tidak meluap dari saluran irigasi rencana.
3. Modifikasi dimensi saluran irigasi pada area sawah disekitar laut efektif untuk menanggulangi banjir agar tidak merugikan masyarakat disekitarnya.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat dikemukakan dalam penelitian, yaitu:

1. Dalam proses pembuatan geometri, memasukkan data *cross section* dan *long*

section pada program HEC-RAS harus teliti dan cermat karena sering mengakibatkan *error*.

2. Dalam menghitung debit rencana, hendaknya mengetahui pola daerah tangkapan air yang masuk ke saluran secara tepat dengan melakukan pemodelan pada program-program tertentu agar luasan dan nilai koefisien limpasan lahan sesuai dengan kondisi dilapangan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Pariwono, J.I., 1989. *Gaya Penggerak Pasang Surut, Pasang Surut*, Ed. Ongkosongo, O.S.R., dan Suyarso, P3O-LIPI, Jakarta.

<http://www.pasanglaut.com/as/malaysia/melaka> [diakses pada tanggal 20 Maret 2017].

Googleearth. 2017 diperoleh dari: <www.googleearth.com> [diakses pada tanggal 24 Maret 2017].

Dronkers, J.J., 1964. *Tidal Computations in rivers and coastal waters*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam.

Raju, K.G. Ranga. 1986. *Aliran melalui saluran terbuka*. Erlangga. Jakarta.

Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

<http://teknikmesinunisma.blogspot.co.id/2015/06/makalah-bangunan-air-dan-alat-ukur.html> [diakses pada tanggal 14 Oktober 2016].

<http://dokumen.tips/documents/macam-pintu-air.html> [diakses pada tanggal 16 Oktober 2016].

Istiarto. 2011. *Simulasi aliran 1 dimensi dengan bantuan software HEC-RAS*. [online]. Diperoleh dari :a<www.istiarto.staff.ugm.ac.id/index.php/training/modul-hec-ras> [diakses pada tanggal 09 Oktober 2016].

US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. 2008. *HEC-RAS River Analysis*

System-Hydraulic Reference Manual version 4.0, 1-411.

Widya K, Haris. 2008. *Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Wulan Dengan Menggunakan Program HEC-RAS 4.0 Pada Kondisi UNSTEADY*, Skripsi Sarjana. Semarang: Universitas Katolik Soegijapranata.