

ANALISIS HIDROGRAF BANJIR SALURAN IIRIGASI CIBALOK BOGOR**Iban Satriadi**Program Studi Teknik Sipil FT Universitas Ibn Khaldun Bogor e-mail: satriadiiban@gmail.com**ABSTRAK**

Perkembangan suatu kota akan memberikan dampak perubahan fungsi lingkungan. Salah satunya adalah perubahan tata guna lahan, seperti halnya Kota Bogor yang merupakan salah satu kawasan penyangga ibu kota. Kota Bogor memiliki sistem jaringan irigasi yang bersumber dari Sungai Cisadane, yaitu Saluran Cibalok. Seiring dengan makin berkurangnya lahan pertanian di wilayah Bogor, fungsi saluran irigasi berubah menjadi saluran drainase. Selain itu, dengan tidak dimanfaatkannya air irigasi, maka beban saluran menjadi semakin berat. Sebagai akibatnya, seringkali terjadi luapan pada saluran irigasi tersebut, dan menggenangi daerah yang berada di sepanjang saluran. Dengan perubahan ini, perlu dilakukan analisis hidrograf banjir terhadap perubahan fungsi saluran irigasi tersebut, ditinjau dari kondisi hidrologi, yaitu besar debit maksimum, dan hidroliknya, yaitu kapasitas saluran. Dari hasil analisis maka diperoleh model manajemen saluran irigasi, untuk mengatasi permasalahan luapan saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Berdasarkan hasil analisis hidrograf satuan sintetik Nakayasu pada saluran irigasi Cibalok didapat debit rencana dengan periode ulang 2 tahun 58,84 m³/det, 5 tahun 75,98 m³/det, 10 tahun 81,87 m³/det, dan 20 tahun 86,47 m³/det, dan elevasi banjir yang terjadi yaitu untuk rencana 2 tahun 1,18 m, 5 tahun 2,05 m, 10 tahun 2,33m dan 25 tahun 2,51 m.

Kata Kunci: Hidrograf banjir, Saluran Irigasi Cibalok, Kapasitas maksimum

1. PENDAHULUAN

Kota Bogor dilewati dua buah sungai yang besar yaitu Sungai Ciliwung di sebelah timur dan sungai Cisadane di sebelah barat. Sebagaimana halnya dengan kota-kota lain di Indonesia, Bogor tumbuh dari daerah pertanian yang subur dengan sistem irigasi teknis, sehingga saluran irigasi baik saluran pembawa maupun saluran pembuang merupakan jaringan yang melayani daerah pertanian tersebut. Dengan demikian sistem irigasi yang ada pada saat itu berfungsi untuk pemenuhan daerah irigasi. Seiring dengan perkembangan kota, maka daerah irigasi semakin lama semakin sedikit. Lahan pertanian berubah menjadi daerah pemukiman dan industri. Perubahan tata guna lahan (land use) tersebut menimbulkan dampak yang cukup signifikan terhadap perubahan nilai limpasan permukaan (run-off coefficient), yang berpengaruh pada sistem drainase (Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kota Bogor 2015-2020). Meningkatnya kawasan terbangun secara langsung berakibat meningkatnya koefisien pengaliran (koefisien limpasan permukaan) dan menjadikan debit limpasan permukaan dari air hujan menjadi semakin besar seiring dengan meningkatnya intensitas hujan dan koefisien pengaliran, sehingga menyebabkan terjadinya banjir dan genangan sebagai akibat berkurangnya lahan resapan air serta sistem drainase yang tidak baik. Saluran irigasi yang berfungsi membawa air ke daerah pertanian

memiliki karakter fisik semakin hilir semakin sempit bahkan habis, karena airnya terbagi habis ke sawah-sawah. Dengan makin berkurangnya luas lahan irigasi, maka air yang mengalir pada saluran irigasi tidak dimanfaatkan, bahkan seringkali bertambah di bagian hulu akibat adanya limpasan. Karena saluran di hilir semakin kecil luas penampangnya, maka penyempitan ini seringkali mengakibatkan masalah, antara lain fenomena backwater, dan pada akhirnya mengakibatkan limpasan dan genangan. Salah satu saluran irigasi di Kota Bogor yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya adalah Saluran Irigasi Cibalok, dan dampak dari ketiadaan berfungsi saluran irigasi Cibalok yaitu sering terjadinya luapan pada saat hujan, sehingga menggenangi kawasan yang dilalui aliran irigasi tersebut. Penelitian ini akan membahas masalah limpasan yang terjadi pada kawasan yang dilalui Saluran Irigasi Cibalok.

2. TINJAUAN USTAKA**2.1 Siklus Hidrologi**

Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus-menerus, dimana kita tidak tahu kapan dan dari mana berawalinya dan kapan pula akan berakhir. Serangkaian peristiwa tersebut dinamakan siklus hidrologi (hydrologic cycle). Siklus hidrologi mulai terjadi ketika air menguap dari permukaan samudera akibat energi panas matahari, laju dan jumlah penguapan bervariasi, namun

jumlah penguapan terbesar terjadi di dekat equator, hal ini disebabkan radiasi matahari lebih kuat. (Suripin 2004). Uap air yang dihasilkan dibawa udara yang bergerak, dalam kondisi yang memungkinkan uap air tersebut mengalami kondensasi dan membentuk butir-butir air yang jatuh kembali sebagai presipitasi berupa hujan atau salju

2.2 Presipitasi

Presitasi merupakan istilah umum untuk menyatakan uap air yang mengkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dalam segala bentuknya dalam rangkaian siklus hidrologi. Jika air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan dan jika berupa padat disebut salju (Suripin 2003). Kejadian hujan dapat dipisahkan menjadi dua grup, yaitu hujan aktual dan hujan rencana.

2.2.1 Analisis hujan

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat, maka untuk kawasan yang luas, suatu alat penakar hujra belum dapat menggambarkan hujra wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam dan di sekitar kawasan tersebut. Ada tiga macam cara yang umum digunakan untuk menghitung

hujan rata-rata kawasan: 1. Rata-rata aljabar, 2. Poligon theissen, 3. Isohyet.

2.2.2 Analisis frekuensi dan probabilitas

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang (*return period*) adalah waktu hipotik dimana hujan dengan satu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. ada dua macam seri data yang dipergunakan dalam analisis frekuensi, yaitu:

1) Data Maksimum Tahunan
Data maksimum tahunan merupakan data yang diambil hanya satu besaran maksimum yang dianggap berpengaruh terhadap analisis berikutnya, seri data seperti ini dikenal dengan seri data maksimum (*maximum annual series*).

2) Seri Parsial
Seri parsial yaitu dengan menetapkan suatu besaran tertentu sebagai batas bawah, selanjutnya semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis seperti biasa.

empat jenis frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah:

1. Distribusi Normal,
2. Distribusi Log Normal,
3. Distribusi Log Person III, dan
4. Distribusi Gumbel.

Tabel 1 Syarat distribusi frekuensi curah hujan

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	Cs = 0
2	Log Normal	Ck = 3.Cv ²
3	Pearson Type III	Cs = 3.Cv
4	Log Pearson Type III	Cs ≤ 0
5	Gumbel	Cs ≠ 0
		Cs = 1,1396
		Ck ≤ 5,4002

(Sumber: Hadidhy, 2010)

2.2.3 Uji Kecocokan dengan Chi-kuadrat

Uji kecocokan diperlukan sebagai parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fittest test*) distribusi frekuensi data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian yang sering digunakan adalah 1) chi-kuadrat, 2) Smirnov-Kkolmogorov.

Uji chi-kuadrat dimaksud untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X² yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

2.3 Limpasan (Run Off)

Limpasan merupakan gabungan antara aliran permukaan, aliran aliran yang

tertunda pada cekungan-cekungan, dan aliran bawah permukaan (Suripin 2003). Aliran pada saluran irigasi atau sungai tergantung dari berbagai faktor secara bersamaan. Dalam kaitannya dengan limpasan, faktor yang berpengaruh secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu faktor meteorologi dan karakteristik daerah tangkapan saluran atau daerah aliran sungai (DAS).

2.3.1 Memperkirakan laju aliran puncak dengan metode analisis hidrograf nakayasu

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan dalam suatu DAS. Untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut. Adapun karakteristik tersebut adalah:

a. Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*).

b. Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time log*).

c. Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograf*).

d. Luas daerah pengaliran.

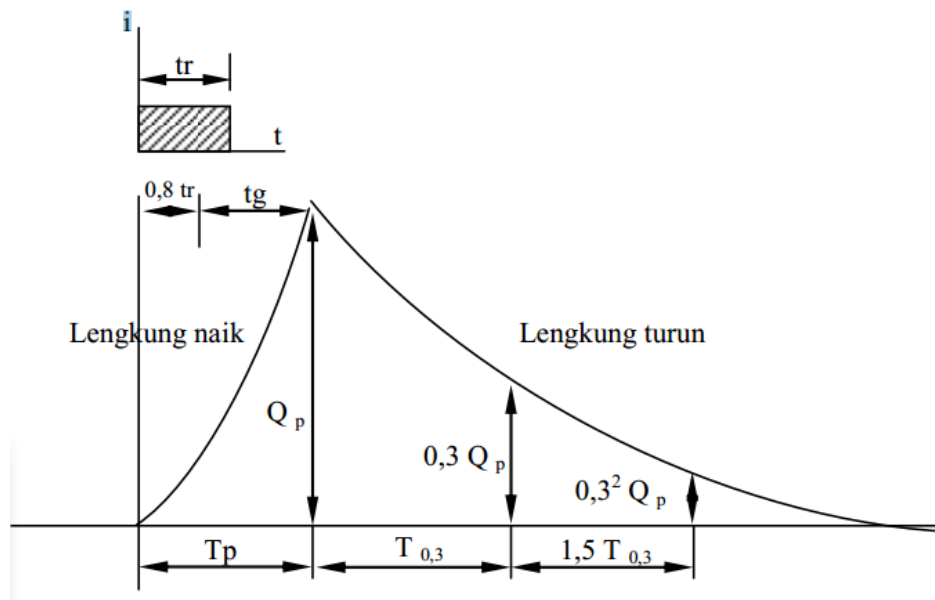
e. Panjang alur sungai utama (*length of the longest channel*).

Bentuk persamaan hidrograf santuan sintesis nakayasu sebagai berikut: dimana:

Q_p = debit puncak banjir (m³/detik) R_o = hujan satuan (mm)

T_p = tenggang waktu (*time log*) dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam).

$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam).



Gambar 1 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Untuk menentukan T_p dan $T_{0,3}$ dapat digunakan persamaan: $T_p = t_g + 0,8 t_r$

$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g$

t_g dihitung berdasarkan rumus :

$t_g = 0,21 L^{0,7}$ untuk $L < 15$ km

$t_g = 0,40 + 0,058 L$ untuk $L > 15$ km

t_r = lama hujan efektif yang besarnya

$0,5 \leq t_r \leq 1 t_g$ Persamaan kurva hidrograf satuan

sintetisnya adalah : a. Bagian lengkung naik untuk $0 \leq t \leq T_p$

Q_a = limpasan sebelum mencapai debit puncak (m³/detik) Q_d = limpasan sesudah mencapai debit puncak (m³/detik) t = waktu (jam)

L = panjang alur sungai (km) t_g = waktu konsentrasi (jam) α = konstanta

Sedangkan harga α mempunyai kriteria sebagai berikut :

a. Daerah pengaliran biasa $\alpha = 2$

b. Bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat $\alpha = 1,5$

c. Bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat $\alpha = 3$

2.4 Analisis Hidraulika Saluran

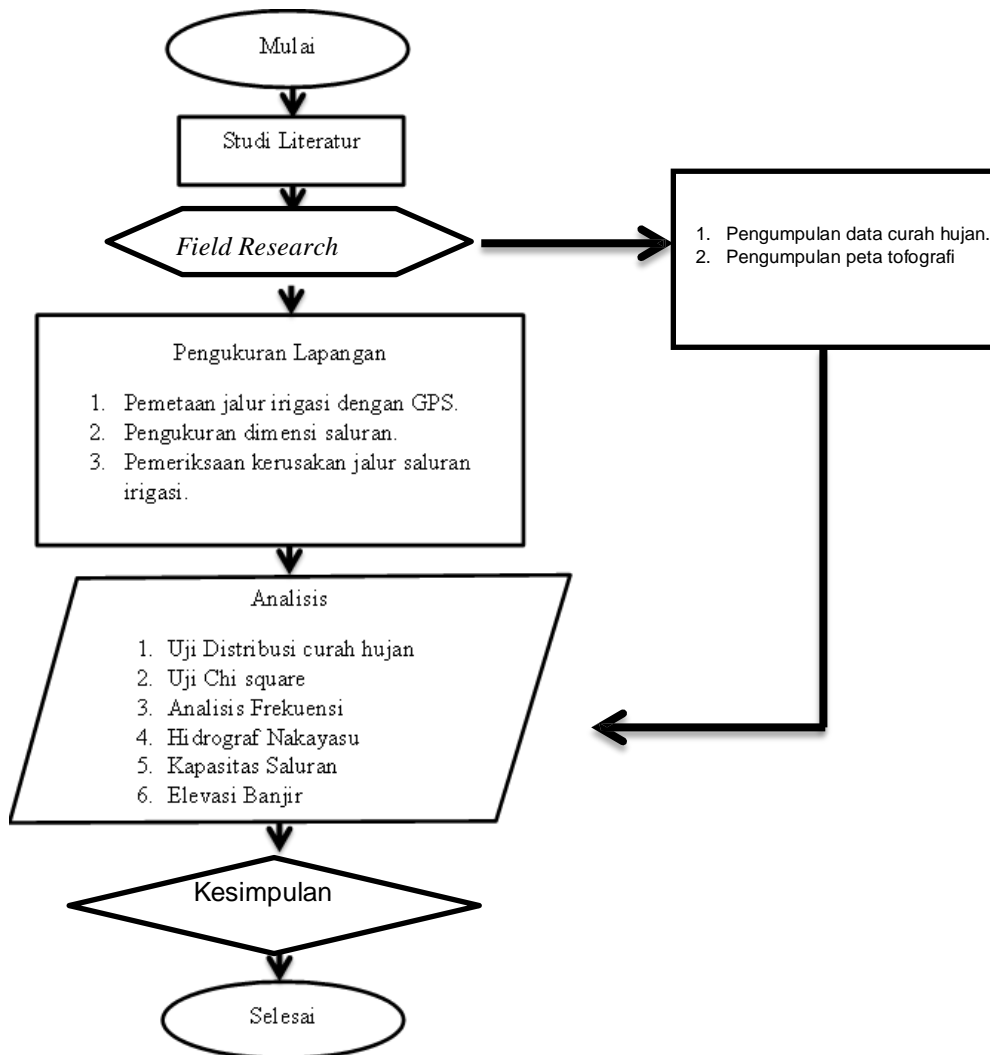
Zat cair dapat diangkut dari suatu tempat ketempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun buatan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran tertutup yang bagian atasnya disebut saluran tertutup (*closed conduits*), sedangkan yang terbuka atasnya disebut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

saluran terbuka sedangkan terowongan, pipa, aquaduct, gorong-gorong, dan siphon merupakan saluran tertutup. Aliran permukaan bebas dapat di klasifikasikan menjadi beberapa tipe tergantung kriteria yang digunakan. Berdasarkan perubahan kedalaman dan kecepatan mengikuti

frekuensi waktu, maka aliran dibedakan menjadi aliran permanen (*steady*) dan tidak permanen (*unsteady*), sedangkan berdasarkan fungsi ruang, maka aliran dibedakan menjadi aliran seragam (*uniform*) dan tidak seragam (*non-uniform*).

3 METODOLOGI

Metode penelitian ini yang diterapkan dalam pelaksanaan diuraikan melalui pentahapan. Alur metode penelitian ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2 Alur Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dan kualitatif berupa pengumpulan data. Telaah dokumen melalui kepustakaan baik dari buku-buku, dokumen-dokumen arsip-arsip dan lainnya yang berkaitan dengan fokus penelitian. Penelitian lapangan (*Field Research*). Pengumpulan data primer dengan cara meninjau secara langsung ke lokasi penelitian. Dalam hal ini penulis berusaha melakukan kajian dengan cara: studi pustaka, observasi.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis frekuensi curah hujan

Analisis frekuensi dilakukan untuk

memgetahui frekuensi curah hujan yang diperlukan untuk menentukan jenis sebaran (distribusi). Analisis ini menggunakan seri data maksimum tahunan.

Tabel 2 Analisis Frekuensi Curah Hujan Stasiun Gadog/Ciawi

Tahun	X_i	$X_i - X_a$	$X_i - X_a^2$	X_i^2	$(X_i - X_a)^3$	$(X_i - X_a)^4$
1996	80,00	-127,41	162.33,76	6.400,00	-2.068.371,73	263.534.891,84
1997	7,00	-200,41	40.164,88	49,00	-8.049.513,56	1.613.217.218,51
1998	152,00	-55,41	3.070,46	23.104,00	-170.139,81	9.427.747,14
1999	118,00	-89,41	7.994,46	13.924,00	-714.799,10	63.911.449,34
2000	127,00	-80,41	6.466,05	16.129,00	-519.946,64	41.809.827,21
2001	125,00	-82,41	6.791,70	15.625,00	-559.715,90	46.127.174,79
2002	127,00	-80,41	6.466,05	16.129,00	-519.946,64	41.809.827,21
2003	130,00	-77,41	5.992,58	16.900,00	-463.896,29	35.911.030,82
2004	109,00	-98,41	9.684,88	11.881,00	-953.105,68	93.796.812,14
2005	154,00	-53,41	2.852,82	23.716,00	-152.373,97	8.138.562,60
2006	118,00	-89,41	7.994,46	13.924,00	-714.799,10	63.911.449,34
2007	140,00	-67,41	4.544,35	19.600,00	-306.342,38	20.651.080,76
2008	121,00	-86,41	7.466,99	14.641,00	-645.236,05	55.755.985,65
2009	85,00	-122,41	14.984,64	7.225,00	-1.834.296,24	22.4539.440,08
2010	96,00	-111,41	12.412,58	9.216,00	-1.382.907,59	154.072.174,90
2011	74,00	-133,41	17.798,70	5.476,00	-2.374.555,84	316.793.684,74
Jumlah	1763,00		17.0919,36	213.939,00	-2.1429.946,55	3.053.408.357,06
Rata-Rata (Xa)	207,41					

Tabel 3 Syarat Distribusi dan Hasil Analisis Frekuensi Curah Hujan

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Analisis Frekuensi
1	Normal	Cs = 0 Ck = 3.Cv ²	Cs = -1,34 Cv = 12,96
2	Log Normal	Cs = 3.Cv	Ck = 8,23
3	Pearson Type III	Cs ≤ 0	Distribusi <i>Pearson Type III</i>
4	<i>Log Pearson Type III</i>	Cs ≠ 0	memenuhi: Cs ≤ 0
5	<i>Gumbel</i>	Cs = 1,1396 Ck ≤ 5,4002	

Dari hasil analisis frekuensi curah hujan diperoleh syarat distribusi hujan untuk analisis hujan rencana adalah metode *Pearson Type III*.

menentukan apakah persamaan distribusi yang dipilih telah dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis, pengambilan keputusan ini menggunakan parameter χ^2 persamaan Uji Chi Kuadrat sebagai berikut

4.1.2 Analisis Uji Chi Kuadrat

Uji Chi Kuadrat dimaksudkan untuk

Tabel 4. Analisis Uji Chi Kuadrat

No Kelas	Kemungkinan	ef	of	ef-of	(ef-of) ² /ef
1	-0,0515 ≤ P ≤ 0,1691	3,2	3	0,2	0,0125
2	0,1691 ≤ P ≤ 0,3897	3,2	3	0,2	0,0125
3	0,3897 ≤ P ≤ 0,6109	3,2	4	-0,8	0,2
4	0,6109 ≤ P ≤ 0,8309	3,2	4	-0,8	0,2
5	0,8309 ≤ P ≤ 1,0515	3,2	2	1,2	0,45
Jumlah			16		0,875

χ^2 = harga Chi Kuadrat = 0,875 < χ^2_{cr} = 7,815 distribusi memenuhi syarat.

Analisis Hujan Rencana

Tabel 5. Nilai k Pearson Type III dengan Cs= -1,34

Cs	Periode ulang (tahun)			
	2	5	10	25
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282
-1,34	0,216	0,8356	1,0545	1,2232
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198

Untuk mengetahui periode ulang rencana hujan masing-masing tahun, didapat dari persamaan:

$$X_{Tr} = X_a + k_{Tr} (S)$$

Tabel 6. Hujan Rencana Di Wilayah Stasiun Gadog

Variabel	satuan	periode ulang (tahun)			
		2	5	10	25
K	mm	0,216	0,8356	1,0545	1,2232
X _a	mm	207,41	207,41	207,41	207,41
S	mm	106,75	106,75	106,75	106,75
X_{tr}	mm	230	297	320	338

4.1.3 Analisis Hidrograf Banjir

Hidrograf Banjir Metode Nakayasu Dengan Koefisien Pengaliran 0,80

Luas DPS (A) = 4,20 Km²

Panjang (L) = 9,80 Km

Koef. Pengaliran = 0,80

tr = 0,97 jam

Tp = tg + 0.8 * tr

Tp = 1,74 jam

T0.3 = a * tg

T0.3 = 1,45 jam

Qp = C * A * Ro / 3.6 / (0.3 Tp + T0.3) Qp = 0,47 m³/det

Qa = Qp (t / Tp)^{2.4}

Qd > 0.3 Qp : Qd1 = Qp * 0.3^{((t-Tp) / T0.3)}

0.3 Qp > Qd > 0.09 Qp : Qd2 = Qp * 0.3^{((t - Tp + 0.5T0.3) / (1.5T0.3))}

0.09 Qp > Qd : Qd3 = Qp * 0.3^{((t - Tp + 1.5 T0.3) / (2 T0.3))}

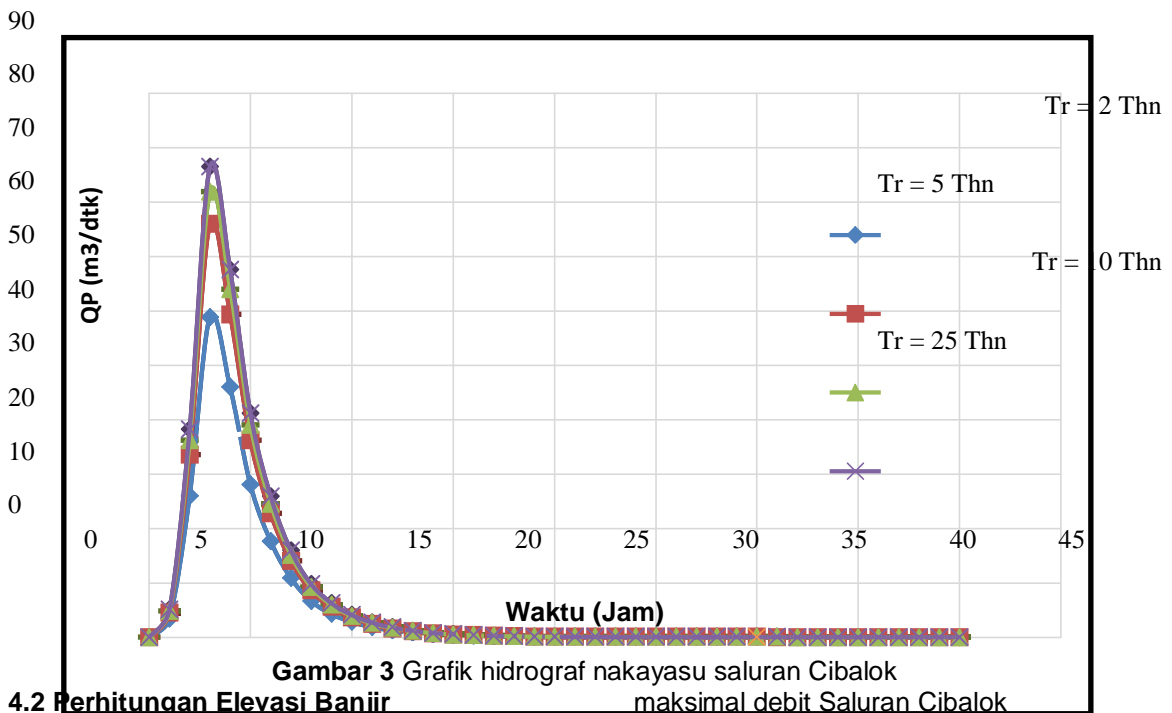
$\frac{0.3}{60} Qp = 0,141$

0.09 Qp = 0,04248 Qd = 0,124381

Jumlah hidrograf yang terjadi pada saluran tahun dengan koefisien pengaliran 0,80
Cibalong dengan periode ulang 2, 5, 10, 25

Tabel 7 Jumlah hidrograf dengan periode ulang 2, 5, 10, 25 tahun

Jam ke-	Tr = 2 Thn	Tr = 5 Thn	Tr = 10 Thn	Tr = 25 Thn
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	3,43	4,43	4,78	5,04
2	25,98	33,54	36,14	38,17
3	58,84	75,98	81,87	86,47
4	45,96	59,35	63,95	67,55
5	28,03	36,20	39,00	41,20
6	17,62	22,76	24,52	25,90
7	10,83	13,99	15,07	15,92
8	6,63	8,56	9,22	9,74
9	4,26	5,50	5,92	6,25
10	2,78	3,59	3,87	4,09
11	1,83	2,37	2,55	2,70
12	1,21	1,56	1,69	1,78
13	0,80	1,03	1,11	1,18
14	0,53	0,68	0,74	0,78
15	0,35	0,45	0,49	0,51
16	0,23	0,30	0,32	0,34
17	0,15	0,20	0,21	0,22
18	0,10	0,13	0,14	0,15
19	0,07	0,09	0,09	0,10
20	0,04	0,06	0,06	0,06
21	0,03	0,04	0,04	0,04
22	0,02	0,02	0,03	0,03
23	0,01	0,02	0,02	0,02
24	0,01	0,01	0,01	0,01
25	0,01	0,01	0,01	0,01
26	0,00	0,00	0,01	0,01
27	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00



4.2 Perhitungan Elevasi Banjir

4.2.1 Analisis Kapasitas Saluran Yang Ada

Analisa ini dilakukan sebagai kontrol terhadap perhitungan elevasi banjir. Dari data-data yang ada dapat dihitung kapasitas

dengan persamaan sebagai berikut : $V = (1/n) \cdot R^{(2/3)} \cdot I^{(1/2)}$ (m/detik)
 $R = A_p/P$ (m) $P = B + 2 \cdot y$
 $A_p = B \cdot y$ (m²) $A_p = Q/V$ (m²)

Tabel 8 Perhitungan kapasitas *eksisting* Saluran Cibalok

Ruas	L	Elevasi	I	B	H	A _p	P	R	V	Q
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m/det)	(m ³ /det)
Ruas Cblk 0		450								
	1089		0.0009	7.0	0.50	1.40	7.40	0.1892	0.3329	0.4660
Cblk 1		449								
	920		0.0196	5.0	1.20	2.50	6.00	0.4167	2.6010	6.5026
Cblk 2		431								
	1015		0.0207	3.5	0.90	1.23	4.20	0.2917	2.1087	2.5831
Cblk 3		410								
	2809		0.0214	7.0	1.10	2.45	7.70	0.3182	2.2705	5.5628
Cblk 4		350								
	1888		0.0201	5.0	2.00	2.00	5.30	0.3774	2.4695	4.9390
Cblk 5		312								
	1211		0.0248	4.5	2.50	2.25	5.50	0.4091	2.8912	6.5052
Cblk 6		282								
	419		0.0191	4.5	3.00	1.80	5.30	0.3396	2.2421	4.0357
Cblk 7		274								
	112		0.0179	6.0	2.20	2.40	5.30	0.4528	2.6267	6.3040
Cblk 8		272								
	122		0.0164	4.5	3.50	1.80	5.30	0.3396	2.0775	3.7395
Cblk 9		270								
	134		0.0149	3.5	2.50	1.40	4.30	0.3256	1.9273	2.6982
Cblk10		268								

4.2.2 Elevasi Banjir

Elevasi banjir yang terjadi pada daerah tinjauan yaitu:

Tabel 9 Nilai rata-rata elevasi banjir

Lokasi	Tr2	Tr 5	Tr 10	Tr 25
Gang Aut	1,18	2,05	2,33	2,51

5. KEIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil analisis yang dilakukan pada saluran Irigasi Cibalok dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada analisis distribusi dan probabilitas menghasilkan kesesuaian pada nilai Cs untuk jenis distribusi *Pearson Type III*, dimana nilai Cs = -1,34 dan pada uji probabilitas distribusi probabilitas χ^2 terhadap metode *Pearson Type III* tingkat kepercayaan data masih memenuhi syarat.
2. Perhitungan debit banjir menggunakan Hidrograf satuan Sintesis metode Nakayasu lebih tepat digunakan untuk Saluran Irigasi Cibalok dikarenakan memberikan gambaran mengenai debit ketika awal hujan, saat banjir dan berakhirnya banjir.
3. Kapasitas *eksisting* Saluran Cibalok berada pada 43,3361 m³/det sedangkan debit banjir rencana menggunakan metode hidrograf Nakayasu pada periode 2 tahun 58,84 m³/det, 5 tahun 75,98 m³/det, 10 tahun 81,87 m³/det, dan 20 tahun 86,47 m³/det. Dengan demikian pada periode-periode tersebut pada saluran Cibalok terjadinya genangan pada kawasan pengairannya.
4. Elevasi genangan pada kawasan tersebut memiliki ketinggian untuk rencana 2 th 1,33, 5 th 2,54, 10 th 3,22 dan 25 6,33 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Cipta Aji, Herlambang, 2012, *Pemodelan Fisik Aliran Air*, Vol. 9 No 10, Jakarta
- Kementrian PU RI, Direktorat Jendral Pengairan, 1986. *Keputusan Direktur Jendral Pengairan Nomor: 185/KPTS/A/1986 Tentang Standar Perencanaan Irigasi*. Jakarta
- J Robert, Kodoatie. 2002. *Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Edisi II. Andi. Yogyakarta
- Martha Joyce, Adidarma Wanny. 1989. *Mengenai Dasar-Dasar Hidrologi*. Nova. Bandung
- Maryono Agus, dkk. 2002. *Hidrolika Terapan*. Padhya Paramita. Jakarta
- Soemarto, C.D. 1997. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional. Surabaya
- Sri Harto Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Suharjono. 1994. *Kebutuhan Air Tanaman*. Institut Teknologi Nasional. Malang Suripin.
2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi.
- Triatmodjo, Bambang, 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta Yogyakarta
- <http://vancivil.blogspot.co.id/2016/01/hidrologi-hidrolika.html>, diakses pada hari rabu, 20 April 2016