

PENENTUAN DEBIT RENCANA SITU DENGAN METODA NRECA DAN NAKAYASU (Lokasi Universitas Indonesia, Depok)

Determination Of Discharge Plan **Reservoir** With Nakayasu And NRECA Methods
(Location University Of Indonesia, Depok)

Oleh:

Teddy W Sudinda

Pusat Teknologi Lingkungan, Kedeputan TPSA, BPPT.

Abstrak

Situ merupakan salah satu bangunan yang berfungsi untuk menyimpan air, dapat diartikan sebagai reservoir air di permukaan tanah yang berasal dari air tanah atau air permukaan. Dari sudut hidrologi, situ memiliki berbagai fungsi seperti konservasi sumber daya air, mengurangi bahaya banjir dan kekeringan. Dalam tulisan ini dianalisis rata-rata debit bulanan dan debit banjir rencana situ baru di wilayah Universitas Indonesia. Perhitungan rata-rata debit bulanan pada situ baru dengan menggunakan metode perhitungan rata-rata bulanan NRECA dan penguapan yang terjadi pada wilayah studi. Perhitungan debit banjir dengan menggunakan metode hidrograf sintetik Nakayasu dengan memperhitungkan curah hujan harian maksimum dan distribusi curah hujan.

Kata kunci : Debit Banjir, Metoda Nreca, Metoda Hidrograf Nakayasu.

Abstract

Reservoir is one building that serves to store water, can be interpreted as a water reservoir in the surface soil from ground water or surface water. From the point of hydrology, it has various functions such as conservation of water resources, reduce the danger of flooding and drought. In this paper analyzed the average monthly discharge and flood discharge plans new reservoir in the Indonesia University area. Calculation of average monthly discharge in reservoir using the new calculation method the average monthly NRECA and evaporation that occurs in the study area. The calculation of flood discharge using hydrograph synthetic NAKAYASU taking into account the maximum daily rainfall and rainfall distribution.

Keywords: Flood Discharge, NRECA Method, NAKAYASU Hydrograph Method.

1. PENDAHULUAN

Air adalah salah satu bagian terpenting dalam kehidupan manusia, hewan, tumbuhan serta makhluk hidup lainnya yang ada di muka bumi ini. Oleh karena itu kita harus berusaha untuk melestarikan sumber daya air yang ada di lingkungan sekitar. Perkembangan, pertumbuhan dan kemunduran suatu tingkat kehidupan dan kebudayaan manusia pada suatu bangsa, secara langsung akan dipengaruhi oleh mampu tidaknya suatu bangsa tersebut menjaga kelestarian sumber daya airnya dengan baik dan mengembangkannya secara bijaksana. Air dapat dijumpai dimana-mana, namun secara kuantitas sering kali sangat terbatas. Begitu pula dengan ketersediannya berada pada waktu dan letak geografis yang tidak sesuai, dengan kebutuhan dan juga kualitasnya sering juga kurang memadai. Oleh karena itu, tanpa adanya usaha-usaha pengelolaan dari manusia, sedikit banyak, tidaklah mungkin dapat memanfaatkan air secara optimal guna kemakmuran

serta kesejahteraannya dengan jumlah, waktu dan lokasi yang dikehendaki. Suatu hal yang sangat menguntungkan adalah karena air merupakan kekayaan alam yang tidak bisa hilang. Yang selalu akan datang kembali pada suatu waktu, menurut siklus hidrologi. Apabila air yang akan datang dibiarkan mengalir ke laut dan tidak dimanfaatkan atau disimpan untuk digunakan untuk kepentingan bersama, berarti air akan terlewat begitu saja tanpa dapat dirasakan manfaatnya oleh manusia. Maka sebagai manusia mempunyai kewajiban untuk melestarikan dan membantu memperbaruinya, dengan cara memanfaatkan semaksimal mungkin.

Dipandang dari sudut hidrologis, situ mempunyai berbagai macam fungsi antara lain konservasi sumber daya air, yaitu mengurangi bahaya banjir dan kekeringan karena berfungsi sebagai *retarding* pada saat banjir sekaligus untuk pengisian kembali air tanah (*recharge*). Dipandang dari segi ekonomi, situ dapat menyediakan air baku baik secara langsung maupun tidak langsung, suplai untuk

tanaman pangan, sebagai potensi daerah wisata dan juga untuk konservasi lingkungan sekitarnya. Untuk mendapatkan besarnya debit yang kita perlukan, sebelumnya harus mendapatkan data-data aliran sungai yang terdekat dan kemungkinannya sebagai sumber air untuk situ yang akan dibuat.

Saat ini untuk mendapatkan data-data tersebut tidaklah mudah, khususnya pada sungai-sungai yang bukan merupakan sungai-sungai utama. Oleh karena itu cara lain yang dapat digunakan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan adalah dengan menghitung dari data curah hujan yang terjadi pada daerah sekitar lokasi situ yang akan dibuat. Kemudian debit akan didapat dari hasil analisa hidrograf banjirnya. Dalam pembahasan nanti, akan dilakukan suatu analisa hidrologi yang menyangkut besarnya debit aliran (*inflow*) ke dalam situ baru, berdasarkan data yang ada. Sehingga sumber daya air yang ada, dapat dapat bermanfaat seoptimal mungkin dan diharapkan terjadi keseimbangan antara volume penyimpanan air dengan pengeluaran air.

Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan topik yang dibahas yaitu analisis kuantitas situ baru, maka perlu dilakukan pembatasan lingkup pembahasan. Pembatasan-pembatasan ini dilakukan berdasarkan ketersediaan data yang ada. Pembahasan mengenai hidrograf, pertama adalah tentang pengertian dari teori hidrograf, hidrograf satuan tentang pengenalan sistem dan linearitasnya, karakteristik hidrograf, hingga pada hidrograf satuan yang menunjukkan adanya hujan efektif yang kemudian ditransformasikan menjadi limpasan. Karena data-data mengenai observasi hidrograf banjir pada sungai-sungai yang tidak ada, maka penulis memakai hidrograf satuan sintesis untuk mencari Debit Banjir Rencana dan Debit Rata-rata Bulanan Andalan. Untuk mencari debit banjir digunakan metode *Nakayasu* dan untuk mendapatkan debit kering, maka digunakan metode *NRECA*. Tahap berikutnya adalah menarik kesimpulan yang diperoleh dari pengamatan dan analisa yang dilakukan.

2. LOKASI STUDI DAN DATA

2.1 Lokasi Situ

Lokasi rencana situ dengan luas area 1.5 ha terletak di kawasan kampus Universitas Indonesia (UI) Depok, Propinsi Jawa Barat terutama sekitar asrama mahasiswa Universitas Indonesia, di sebelah hilir jalan Lingkar Utara UI di sebelah hilir waduk UI lama (waduk UI-3) daerah tersebut berada di selatan DKI Jakarta. Lokasi dapat dicapai dari Jakarta dengan waktu sekitar 30 – 60 menit melalui jalan raya Jakarta – Depok – Bogor yang merupakan jalan propinsi

tingkat I, maupun menggunakan kereta api trayek tetap Jakarta – Bogor yang melalui stasiun Kampus UI Depok. Wilayah selatan kampus UI Depok berbatasan dengan Kotip Depok, Jawa Barat, sedangkan bagian utara berbatasan dengan kecamatan Srengseng – Pasar Minggu Jakarta.

Saat ini Universitas Indonesia memiliki jumlah mahasiswa kurang lebih 35.000 mahasiswa dan menempati lahan seluas 312 hektar. Dengan lahan seluas itu, hanya sepertiga luas lahan yang dipergunakan untuk mendirikan bangunan perkuliahan, sarana dan prasarana lainnya, sisanya berupa lahan konservasi yang terdiri dari hutan (Tata Hijau) dan situ-situ (Ekosistem Perairan). Sumber air untuk rencana Situ ini dari sungai yang telah dibendung di 6 lokasi dalam kampus UI membentuk waduk buatan yang diurutkan dari hulu adalah Situ Kenanga, Situ Aghatis, Situ Mahoni, Situ Puspa dan Situ Ulin (yang tergabung menjadi satu, hanya dibatasi oleh jalan setapak), yang terakhir adalah Situ Salam. Yang aliran airnya saling berhubungan, kecuali Situ Kenanga. Situ-situ yang berada di wilayah kampus UI ini, mempunyai tiga *inlet*, yang masing-masing terdapat pada Situ Kenanga, Situ Aghatis dan Situ Mahoni. Air yang mengalir melalui *inlet* tersebut berasal dari saluran drainase penduduk sekitar dan aliran Sungai Kali Baru Barat yang merupakan anak Sungai Ciliwung. Dan *outlet* nya berada di Situ Salam, yang pada akhirnya bermuara di Sungai Kali Baru Barat juga.

Untuk mendapatkan gambaran mengenai rencana tata ruang wilayah kota Depok dan lokasi Situ baru dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1: Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Depok
Sumber : Pemda Depok

Situ-situ tersebut dibuat mempunyai beberapa tujuan, diantaranya tujuan *micro* dan *macro*. Tujuan *micro* adalah untuk menjaga kelembapan suhu udara, konservasi air, dan penampungan drainase di sekitar kampus. Dan tujuan *macro* adalah sebagai tempat persapan air untuk wilayah Jakarta dan wilayah sekitar. Sehingga pada musim hujan, besaran laju limpasan dapat dikendalikan oleh situ-situ, hingga luapan air yang berlebihan dapat dicegah. Namun sebaliknya pada musim kemarau potensi air yang tersimpan pada situ tersebut dapat menjamin untuk dimanfaatkan oleh masyarakat kampus dan penduduk sekitar. Semakin lama, dengan jumlah penduduk sekitar kampus yang bertambah, jumlah mahasiswa yang semakin meningkat, suhu udara makin memanas akibat semakin menipisnya lapisan ozon dan sering terjadinya banjir di Jakarta, adanya lima situ yang berada di wilayah kampus UI dirasa kurang efektif lagi, maka perlu dibuat lagi sebuah situ baru untuk dapat memenuhi semua tujuan diatas. Situ baru yang akan dibuat, terletak disekitar Situ Puspa dengan asrama mahasiswa. Dengan desain luasan kurang lebih 1.5 ha dan dengan kedalaman 10m.



Gambar 2. Peta Universitas Indonesia
Sumber : Gedung Biru, UI

2.2 Curah Hujan dan Aliran Sungai

Umumnya hujan turun sepanjang tahun dengan curah hujan maksimum 551 mm/bulan pada bulan Oktober sedangkan curah hujan minimum 3 mm/bulan pada bulan Agustus dan besarnya curah hujan rata-rata adalah 2556 mm/tahun. Secara regional kampus UI terletak pada daerah kipas aluvial

dimana datarannya mempunyai kemiringan berkisar antara 10 – 15 % hingga di beberapa tempat didapat daerah bergelombang dan di area depresi merupakan lembah aluvial sungai dengan lebar bervariasi antara 40 m sampai dengan 75 m dengan beda tinggi antara 2 m sampai dengan 5 m. Daerah ini merupakan bagian dari daerah aliran Sungai Cisadane yang mengalir ke arah utara yaitu ke arah kota Jakarta. Dengan anak sungai Kali Baru Cabang Tengah. Aliran air yang akan masuk ke dalam Situ Baru ini adalah air yang mengalir dari sungai Kali Baru Cabang Tengah dan air yang berasal dari Situ yang ada sebelum Situ Pondok Cina, yaitu Situ Paladen. Data hujan bulanan maksimum dan data evapotranspirasi terlampir pada Tabel 1 dan Tabel 2 (Lampiran) .

3. METODA DAN ANALISIS

3.3. Metoda Analisis

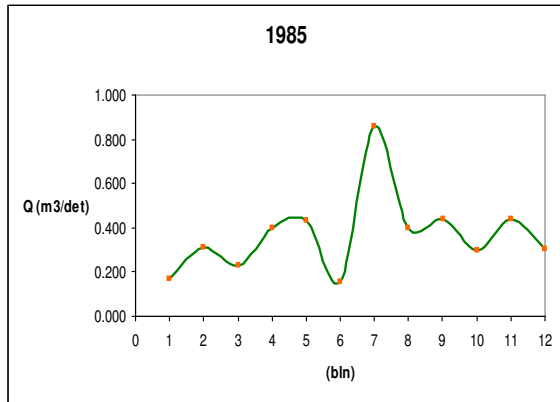
Untuk mengukur debit rencana pada Situ Baru ini adalah harus menentukan debit kering dan debit banjirnya. Debit Rata-rata Bulanan dicari dengan menggunakan metode *NRECA* dan untuk menghitung debit banjirnya menggunakan hidrograf sintetik Nakayasu.

3.3.1 Metode NRECA

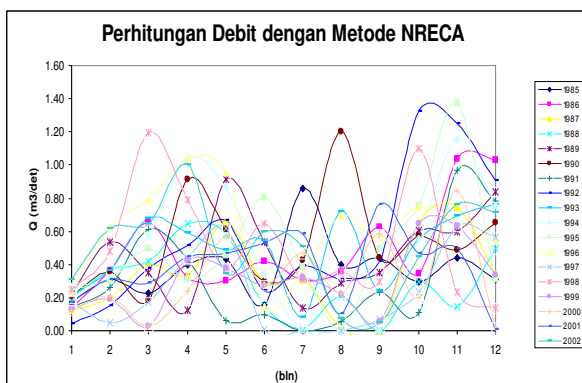
Untuk menghitung Debit Rata-rata Bulanan maka digunakan Metode *Nreca*. Debit aliran masuk kedalam situ berasal dari hujan yang turun di dalam cekungan (situ). Sebagian dari hujan tersebut akan menguap dan sebagian lagi turun mencapai permukaan tanah yang akan menjadi air limpasan dan air tanah itu sendiri. Yang akan mengisi pori-pori tanah. Jika pori-pori tanah sudah mengalami kejenuhan, air akan mengalir masuk kedalam tampungan air tanah. Gerak air ini disebut sebagai perkolasi. Sedikit demi sedikit air dari tampungan air tanah akan mengalir keluar sebagai mata air menuju alurnya dan disebut aliran dasar. Sisa curah hujan yang mengalir diatas permukaan, disebut aliran permukaan yang akan bersama aliran dasar akan menuju situ-situ.

Cara perhitungan ini paling sesuai untuk daerah yang mempunyai cekungan, yang setelah hujan berhenti masih ada aliran air di sungai selama beberapa hari. Kondisi ini akan terjadi bila tangkapan hujan cukup luas, sehingga cocok untuk dibuatnya situ yang ukurannya besar, walaupun metoda ini juga dapat digunakan untuk situ yang relatif kecil.

Berikut adalah hasil perhitungan debit kering menurut *NRECA*, Gambar 3 dan Gambar 4 memperlihatkan hubungan antara waktu dan Debit untuk thn 1985 - 2002. Debit andalan bulanan $Q_{80\%}$ terlampir pada Tabel 3 (Lampiran).



Gambar 3 : Debit Kering tahun 1985.



Gambar 4 : Debit Kering Tahun 1985 – 2002.

3.3.2 Debit Banjir Rencana (Q_{banjir})

Untuk mengetahui Banjir Rencana harus ditentukan berdasarkan hujan, dengan sendirinya harus menetapkan besarnya hujan rencana. Curah hujan rencana adalah hujan terbesar tahunan dengan sesuatu kemungkinan tertentu, atau hujan dengan suatu periode ulang tertentu.

Untuk menetapkan besarnya curah hujan rencana diadakan pengamatan hujan di daerah aliran sungai selama suatu periode cukup panjang. Salah satu cara yang dipermudah untuk menentukan besarnya hujan rencana adalah sebagai berikut :

- 1) Dengan pengamatan, meliputi besarnya hujan dalam satu hari, dua hari, tiga hari, empat hari, lima hari, tergantung pada tujuan penggunaannya.
- 2) Dari hasil pengamatan tersebut, ditentukan masa ulang untuk hujan masing-masing dengan analisa frekuensi.
- 3) Digambarkan pada grafik, disini akan didapat lengkung-lengkung yang menunjukan antara besar hujan selama suatu periode tertentu dan masa ulangnya.

Sebagai hujan rencana ditetapkan hujan dengan masa ulang tertentu. Dengan analisa

frekuensi atau dengan hitung probabilitas dapat diramalkan seberapa besar harapan bahwa dalam suatu jangka waktu tertentu, misalnya 10 tahun, akan terjadi hujan-hujan yang besarnya sama dengan atau melebihi hujan rencana tadi. Juga dapat diramalkan seberapa besar harapan bahwa hujan rencana akan disamai atau dilampaui besarnya.

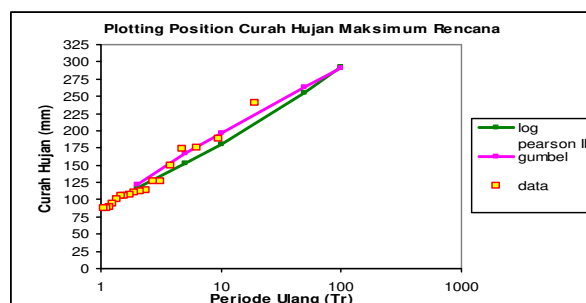
Oleh karena tidak adanya pencatatan yang akurat pada daerah studi, maka yang dapat dipergunakan untuk melakukan analisis debit banjir rencana secara langsung dengan cara analisis frekuensi debit banjir maksimum tahunan, maka untuk analisis debit banjir rencana terlebih dahulu dilakukan analisis curah hujan.

3.3.3 Analisis Frekuensi Hujan

Analisis frekuensi data curah hujan rencana dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa distribusi probabilitas dalam hidrologi, antara lain yaitu : Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Pearson III. Pemilihan metode yang dapat digunakan di cek dari X^2 (Chi Kuadrat test), untuk mengetahui sejauh mana tingkat kecocokannya. Harga $X^2=0.05$ atau 5% merupakan batas dimana sebaran data percontohan populasi masih dapat dianggap cocok, bila $X^2 < X_{0.05}$ maka data percontohan masih dapat dianggap mewakili populasi yang ada.

Tabel 4 : Hasil Perhitungan Curah Hujan Maksimum Rencana.

No	Tr	Gumbell (mm)	log Pearson III (mm)
1	2	121.298	116.61
2	5	166.887	152.62
3	10	197.007	180.64
4	50	263.497	254.83
5	100	291.578	292.17



Gambar 5: Perhitungan Curah Hujan Maksimum Rencana.

Dari analisis frekuensi dengan metode Gumbel dan metode Log Pearson III, hasil pemeriksaan dengan

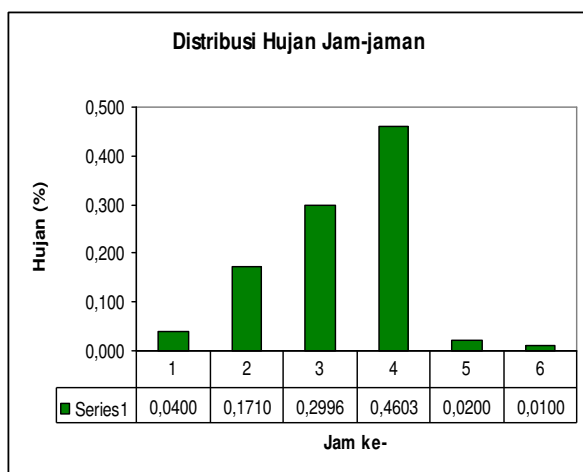
metode Chi Kuadrat menyatakan bahwa kedua metode tersebut dapat digunakan. Karena X^2 sebaran Log Pearson III lebih kecil dari sebaran Gumbel, maka sebaran data percontoh lebih mengikuti sebaran kekekapan Log Pearson III. Dan jika dilihat dari grafik Plotting Possition Curah Hujan Harian Maksimum Rencana bahwa plotting yang ditunjukkan oleh data curah hujan yang ada, lebih mendekati pada grafik yang ditunjukkan oleh distribusi Log Pearson III. Sehingga distribusi yang dianggap paling memenuhi dan sesuai dengan data yang ada adalah distibusi Log Pearson III.

Tabel 5 : Distribusi Yang Sesuai.

No	Tr	Log Pearson III (mm)
1	2	116.61
2	5	152.62
3	10	180.64
4	50	254.83
5	100	292.17

3.4 Distribusi Hujan Tiap Jam

Oleh karena itu, karena tidak adanya data akibat pengukuran yang pasti maka digunakanlah pola pendekatan distribusi hujan untuk mendistribusikan hujan harian menjadi tiap jam. Data distribusi hujan jam-jaman ini diambil dari distribusi hujan yang ada pada Situ Empang, mengingat mempunyai induk aliran sungai yang sama yaitu melalui sungai Cisadane. Berikut adalah tabelnya:



Sumber : Pengembangan SDA Cilcis PU

Gambar 6 : Distribusi Hujan Jam-Jaman.

3.5 Metode NAKAYASU

Dikarenakan adanya keterbatasan yang ada maka digunakan metode hidrograf sintetik untuk mendapatkan debit Banjir Rencana dengan kala ulang tertentu. Dari metode ini akan didapatkan nilai-nilai puncak debit banjir (Q_p ; mm³/det). Metode ini juga biasanya digunakan untuk situ yang luasannya tidak terlalu besar tetapi berada di luasan daerah pengaliran yang sangat luas. Dan menghasilkan rumus sebagai berikut :

$$C_p = \frac{C \times A \times R_0}{3.6(0.3T_p + T_{0.3})}$$

Q_p : Debit puncak banjir(m³/det)

R_0 : Hujan satuan (mm)

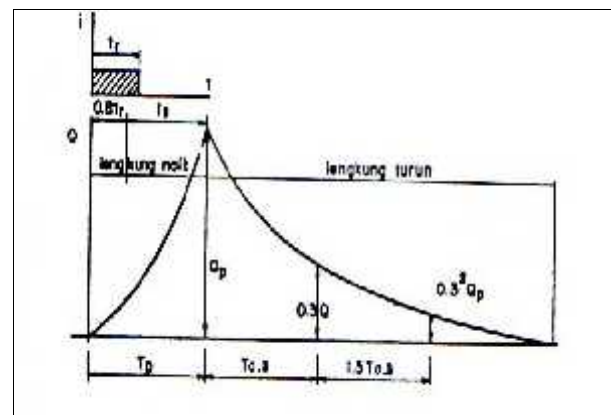
T_p : Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0.3}$: Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam)

$$Q_n = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2.4}$$

Q_n : Limpasan sebelum mencapai debit puncak (m³/det)

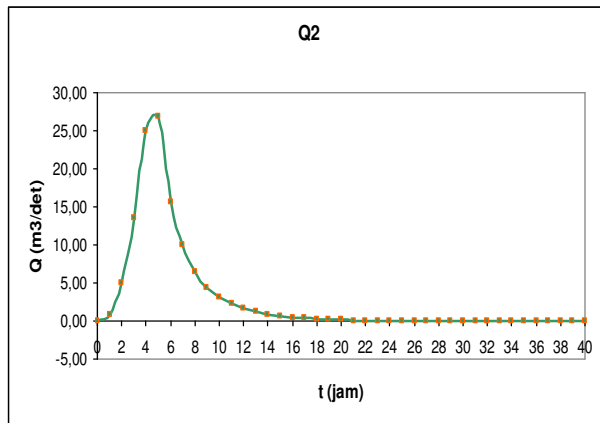
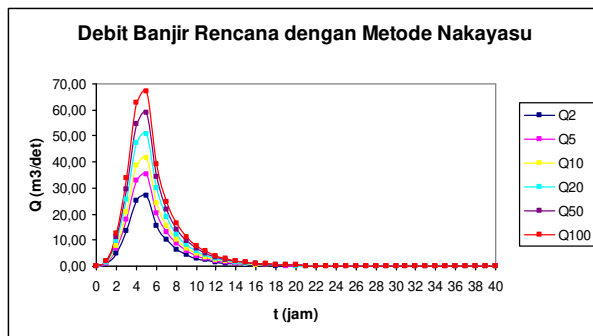
T : wWktu (jam) bagian lengkung turun (acreasing limb):



Sumber : Hidrologi Teknik

Gambar 7: Hirdrograf Sintetik NAKAYASU.

Hasil perhitungan banjir rencana dengan Metoda Nakayasu dapat dilihat pada lampiran Tabel 4. dan Tabel 5. Untuk lebih jelasnya hasil perhitungan di tampilkan dalam bentuk kurva pada Gambar 8 dan Gambar 9 .

Gambar 8: Hidrograf Debit Banjir Rencana (Q_2).

Gambar 9 : Hidrograf Debit Banjir Rencana.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

- Dari perhitungan yang telah dilakukan pada Situ Baru didapat bahwa Debit Andalan semakin meningkat dengan debit rata-rata 0,382 m³/det sehingga dapat menjadi sumber cadangan air. Debit Banjir telah dapat diperkirakan dengan perioda ulang 50 tahun 60,722 m³/det. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya Situ Baru maka akan memberikan manfaat bagi tata air dan masyarakat sekitarnya.
- Pola distribusi hujan yang ada pada Situ Empang, dapat digunakan untuk analisa debit, mengingat mempunyai induk aliran sungai yang sama yaitu melalui sungai Cisadane.
- Metode Nreca dapat digunakan untuk menghitung Debit Rata-rata Bulanan dan Metode Hidrograf Sintetik Nakayasu untuk menghitung Debit Banjirnya.

4.2 Saran

- Untuk mengoptimalkan Situ Baru ini, dapat dilakukan dengan memperluas ataupun memperdalam dimensi Situ.

- Diperlukan adanya stasiun-stasiun pencatat hujan agar mendapatkan hasil pengukuran yang lebih baik.
- Adanya hasil pengamatan tentang Evaporasi yang akurat, sehingga dapat menghasilkan perhitungan yang baik.
- Diperlukan hasil pencatatan hujan yang lebih akurat.
- Perlu diadakannya penelitian tentang Pola Distribusi Hujan pada daerah Bogor dan sekitarnya.
- Untuk hasil yang lebih akurat tentang Debit, maka ada baiknya dilakukan suatu perhitungan dengan menggunakan Metode-metode lainnya, sehingga dapat dilakukan perbandingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Harto, Sri. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Kasiro, Ibnu, Wanny Adhidarma, BS Rusli, CL Nugroho, Sunarto. 1994. *Pedoman Kriteria Desain Embung Kecil Untuk Daerah Semi Kering Di Indonesia*. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.
- Kinsley, Ray K. 1989. *Hidrologi Untuk Insinyur*. Jakarta. Erlangga.
- Kinsley, Ray K. 1991. *Teknik Sumber Daya Air*. Jakarta. Erlangga.
- Singh, E Vijay P. 1975. *Elementary Hydrology*. Department of Civil Engineering Louisiana State University.
- Soemartono, CD. 1995. *Hidrologi Teknik*. Jakarta. Erlangga.
- W.J, Martha, Adhidarma W. 1982. *Mengenal Dasar-dasar Hidrologi*. Jakarta. Nova.

Lampiran :

Tabel 1 : Data Hujan Harian Maksimum Dan Atau Data Hujan Bulanan Maksimum.

Curah Hujan (mm)												
Tahun	jan	feb	mar	ap	mei	jun	jul	agust	sept	okt	nov	dec
1985	375	353	231	337	323	156	514	285	298	232	279	213
1986	311	436	526	233	241	281	232	264	387	252	543	528
1987	295	282	404	293	460	218	235	103	50	413	436	213
1988	434	381	344	445	371	148	89	200	80	243	151	307,2
1989	464,1	505,9	280,9	150,2	553,6	333	147,3	230,2	255,1	367,2	345,9	443,6
1990	442,4	373,4	192,8	638,6	381,8	211,9	283	645,5	288,1	346,3	291,8	357,8
1991	311,5	348,3	547,1	306,2	117,2	125,1	7,3	121,8	214,9	154	559,5	439,3
1992	132	301,4	444,8	426,8	441,5	193	276,7	244,7	288,3	705,1	638	470,7
1993	461,9	365,8	518,7	382,5	323,4	329,7	121	427,4	202,3	345,5	389,5	409,5
1994	562,7	322,59	445,7	593,3	489,6	229,1	30,4	45,4	45,4	363,5	609,9	413,8
1995	516,3	312,7	383,5	245,3	318	470,4	263,5	9,8	335,3	455,8	708,9	212,7
1996	508,3	537,4	504,3	596,4	517,7	138,4	243,4	403	342,4	424,7	354,8	307,8
1997	390,8	109,3	230,4	404,4	457,3	50,6	24,2	33,8	136,4	231	421,5	357,4
1998	523,6	423,4	773,3	455,7	259,3	369,3	221,8	252,3	224,9	573,1	180,6	135,2
1999	306,2	270,8	97,6	398	325,5	228,6	257,3	207,4	122,9	421	381,3	234,1
2000	297,3	285,9	98,4	276,2	461,4	227,1	326,7	208,5	377,6	191	479,9	78,8
2001	382,8	352,1	276,3	363,9	334,5	340,4	365,8	142,3	444,7	307,2	304,1	69,6
2002	628,9	475,3	414,2	576,7	240,2	345,4	312,5	128,2	118,4	297,7	415,7	384,9

Sumber : BMG, Jakarta

Tabel 2 : Data Evapotranspirasi (Penguapeluhan) Dan Evaporasi (Penguapan) Bulanan.

No	Bulan	Temperatur (°C)		Kelembapan Udara	Kecepatan Angin	Penyinaran Matahari	Solar rad.	Eto (evapotranspirasi)
		max.	min.	(%)	(km/hari)	(jam)	MJ/m2/hr	(mm/bln)
1	jan	24,40	24,40	90,00	44,10	2,70	13,80	87,73
2	feb	24,60	24,60	88,80	44,10	3,50	15,30	86,52
3	mar	24,80	24,80	88,90	75,20	4,00	15,80	98,58
4	ap	25,40	25,40	87,20	44,90	6,30	18,30	107,40
5	mei	25,40	25,40	87,10	44,90	7,80	18,90	110,67
6	jun	25,10	25,10	84,70	44,90	7,40	17,40	97,50
7	jul	25,10	25,10	82,40	44,90	8,30	19,00	108,81
8	agust	25,50	25,50	82,60	44,90	8,50	20,70	122,14
9	sept	25,30	25,30	81,70	57,90	7,50	20,70	121,20
10	okt	25,50	25,50	83,00	44,90	6,70	20,10	123,69
11	nov	25,30	25,30	85,20	57,90	4,90	17,20	105,00
12	dec	24,90	24,90	87,50	75,20	4,90	15,70	99,20

Sumber : Pekerjaan Desain Situ dan Waduk Resapan, Kabupaten Bogor – Depok, PU

Tabel 3 : Debit Andalan Bulanan (Q80%).

jan	feb	mar	ap	mei	jun	jul	agust	sept	okt	nov	dec
0.0378	0.0453	0.0259	0.1250	0.0635	0.0060	0.0006	0.0001	0.0000	0.1128	0.1456	0.0050
0.1257	0.1488	0.0269	0.2384	0.3026	0.0980	0.0010	0.0004	0.0005	0.1996	0.2353	0.0173
0.1270	0.1944	0.1715	0.3057	0.3407	0.1444	0.0039	0.0042	0.0019	0.2305	0.4382	0.1345
0.1318	0.1998	0.1823	0.3200	0.3758	0.1518	0.0165	0.0225	0.0495	0.2934	0.4846	0.3057
0.1344	0.2035	0.2268	0.3339	0.3809	0.1573	0.0795	0.0581	0.0545	0.2980	0.4960	0.3107
0.1346	0.2617	0.2886	0.3964	0.4350	0.2405	0.1342	0.0736	0.0667	0.3437	0.5966	0.3364
0.1689	0.3012	0.3519	0.4289	0.4533	0.2734	0.3062	0.1020	0.2319	0.4489	0.6311	0.3457
0.1731	0.3072	0.3783	0.4325	0.4687	0.2758	0.3070	0.2085	0.2391	0.4666	0.6329	0.4932
0.1774	0.3081	0.4006	0.4389	0.4897	0.2878	0.3079	0.2210	0.2953	0.5529	0.6514	0.5499
0.2007	0.3135	0.4196	0.4460	0.5599	0.2920	0.3201	0.2246	0.3518	0.5579	0.6945	0.5650
0.2053	0.3603	0.4960	0.5134	0.5811	0.3385	0.3511	0.2876	0.4161	0.5691	0.7483	0.6535
0.2158	0.3614	0.5788	0.5883	0.6125	0.4162	0.3841	0.3138	0.4382	0.6020	0.7606	0.7115
0.2170	0.3616	0.6097	0.6469	0.6190	0.5258	0.3934	0.3538	0.4425	0.6482	0.8469	0.7572
0.2408	0.3660	0.6473	0.7911	0.6592	0.5337	0.4261	0.3559	0.4913	0.6546	0.9690	0.7597
0.2451	0.4803	0.6503	0.9100	0.6628	0.5419	0.4672	0.3983	0.5663	0.7486	1.0391	0.7856
0.2491	0.5378	0.6830	1.0053	0.8655	0.5941	0.5088	0.6921	0.5805	0.7570	1.1528	0.8366
0.2702	0.6206	0.7883	1.0382	0.9138	0.6471	0.5862	0.7207	0.6222	1.0959	1.2486	0.9049
0.3059	0.6225	1.1966	1.0466	0.9573	0.8030	0.8603	1.1996	0.7603	1.3269	1.3710	1.0329

Tabel 4 : Perhitungan Debit Banjir Dengan Metode Nakayasu.

METODE HIDROGRAF NAKAYASU

hujan Rencana R2 = 116,61 mm

distribusi Rrencana =

t	1	2	3	4	5	6	jam
hujan	0,0400	0,1701	0,2996	0,4603	0,0200	0,0100	mm/jam

hujan efektif =

t	1	2	3	4	5	6	jam
hujan	4,6644	19,8354	34,9364	53,6756	2,3322	1,1661	mm/jam

Akibat Hujan (mm)									
t	U(t,1)	4,664	19,835	34,936	53,676	2,332	1,166	total	ket
0	0,000	0,000						0,000	Qa
1	0,174	0,811	0,000					0,811	Qa
2	0,334	1,557	3,448	0,000				5,005	Qd1
3	0,176	0,819	6,620	6,073	0,000			13,512	Qd1
4	0,106	0,493	3,484	11,659	9,331	0,000		24,967	Qd2
5	0,069	0,321	2,096	6,137	17,913	0,405	0,000	26,872	Qd2
6	0,045	0,209	1,366	3,691	9,429	0,778	0,203	15,676	Qd2
7	0,032	0,149	0,891	2,406	5,671	0,410	0,389	9,915	Qd2
8	0,023	0,108	0,633	1,569	3,697	0,246	0,205	6,458	Qd3
9	0,017	0,078	0,459	1,115	2,410	0,161	0,123	4,347	Qd3
10	0,012	0,057	0,333	0,809	1,714	0,105	0,080	3,098	Qd3
11	0,009	0,041	0,242	0,587	1,243	0,074	0,052	2,240	Qd3
12	0,006	0,030	0,175	0,426	0,902	0,054	0,037	1,624	Qd3
13	0,005	0,022	0,127	0,309	0,654	0,039	0,027	1,179	Qd3
14	0,003	0,016	0,092	0,224	0,475	0,028	0,020	0,855	Qd3
15	0,002	0,011	0,067	0,163	0,344	0,021	0,014	0,620	Qd3
16	0,002	0,008	0,049	0,118	0,250	0,015	0,010	0,450	Qd3
17	0,001	0,006	0,035	0,086	0,181	0,011	0,007	0,327	Qd3
18	0,001	0,004	0,026	0,062	0,132	0,008	0,005	0,237	Qd3
19	0,001	0,003	0,019	0,045	0,095	0,006	0,004	0,172	Qd3
20	0,000	0,002	0,013	0,033	0,069	0,004	0,003	0,125	Qd3
21	0,000	0,002	0,010	0,024	0,050	0,003	0,002	0,090	Qd3
22	0,000	0,001	0,007	0,017	0,036	0,002	0,002	0,066	Qd3
23	0,000	0,001	0,005	0,012	0,026	0,002	0,001	0,048	Qd3
24	0,000	0,001	0,004	0,009	0,019	0,001	0,001	0,035	Qd3
25	0,000	0,000	0,003	0,007	0,014	0,001	0,001	0,025	Qd3
26	0,000	0,000	0,002	0,005	0,010	0,001	0,000	0,018	Qd3
27	0,000	0,000	0,001	0,003	0,007	0,000	0,000	0,013	Qd3
28	0,000	0,000	0,001	0,003	0,005	0,000	0,000	0,010	Qd3
29	0,000	0,000	0,001	0,002	0,004	0,000	0,000	0,007	Qd3
30	0,000	0,000	0,001	0,001	0,003	0,000	0,000	0,005	Qd3
31	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,003	Qd3
32	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,002	Qd3
33	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,002	Qd3
34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	Qd3
35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	Qd3
36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Qd3
37	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Qd3
38	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Qd3
39	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Qd3
40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Qd3

Tabel 5 : Debit Banjir Dengan Metode Nakayasu.

Berikut adalah hasil Debit Banjir Rencana dari R_2 , R_5 , R_{10} , R_{25} , R_{50} , R_{100} :

Debit Banjir Rencana (m^3/det)						
t	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,811	1,061	1,256	1,536	1,772	2,032
2	5,005	6,550	7,753	9,483	10,937	12,540
3	13,512	17,685	20,932	25,604	29,529	33,855
4	24,967	32,677	38,677	47,309	54,561	62,556
5	26,872	35,171	41,628	50,920	58,725	67,330
6	15,676	20,517	24,284	29,704	34,258	39,277
7	9,915	12,977	15,359	18,788	21,668	24,843
8	6,458	8,452	10,004	12,237	14,112	16,180
9	4,347	5,689	6,734	8,237	9,499	10,891
10	3,098	4,055	4,799	5,870	6,770	7,762
11	2,240	2,932	3,470	4,245	4,895	5,613
12	1,624	2,126	2,516	3,078	3,550	4,070
13	1,179	1,542	1,826	2,233	2,576	2,953
14	0,855	1,119	1,325	1,620	1,869	2,142
15	0,620	0,812	0,961	1,175	1,356	1,554
16	0,450	0,589	0,697	0,853	0,984	1,128
17	0,327	0,427	0,506	0,619	0,714	0,818
18	0,237	0,310	0,367	0,449	0,518	0,594
19	0,172	0,225	0,266	0,326	0,376	0,431
20	0,125	0,163	0,193	0,236	0,272	0,312
21	0,090	0,118	0,140	0,171	0,198	0,227
22	0,066	0,086	0,102	0,124	0,143	0,164
23	0,048	0,062	0,074	0,090	0,104	0,119
24	0,035	0,045	0,054	0,065	0,075	0,087
25	0,025	0,033	0,039	0,047	0,055	0,063
26	0,018	0,024	0,028	0,034	0,040	0,046
27	0,013	0,017	0,020	0,025	0,029	0,033
28	0,010	0,013	0,015	0,018	0,021	0,024
29	0,007	0,009	0,011	0,013	0,015	0,017
30	0,005	0,007	0,008	0,010	0,011	0,013
31	0,003	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
32	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007
33	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,005
34	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003
35	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
36	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
37	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001
38	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
39	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000