

**ANALISIS KAPASITAS RUAS SUNGAI CILIWUNG HILIR (GUNUNG
SAHARI) TERHADAP DEBIT BANJIR SERTA
PENANGGULANGANNYA PADA DAS MARINA DKI JAKARTA**

NASKAH PUBLIKASI

TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Teknik



MUHAMMAD HAFIS ADLI RAHMAN

NIM. 105060100111020

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

ANALISIS KAPASITAS RUAS SUNGAI CILIWUNG HILIR (GUNUNG SAHARI) TERHADAP DEBIT BANJIR SERTA PENANGGULANGANNYA PADA DAS MARINA DKI JAKARTA

Muhammad Hafis Adli Rahman, Agus Suharyanto, Indradi Widjatmiko

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Jawa Timur – Indonesia

Email: hafisadli@yahoo.com

ABSTRAK

Provinsi DKI Jakarta memiliki luas daerah $\pm 661,52 \text{ Km}^2$, kota DKI Jakarta merupakan dataran rendah yang dialiri oleh 13 sungai yang bermuara ke utara pulau Jawa, aliran air di DKI Jakarta sebagian dibuang ke laut dengan sistem gravitasi dan sebagian lagi dengan sistem pompanisasi. Banjir yang setiap tahun yang terjadi di DKI Jakarta tidak lepas dari pengaruh sungai-sungai yang melintasinya. Sungai-sungai besar berhulu di bagian selatan DKI Jakarta yaitu daerah Bogor yang mempunyai ketinggian lebih dari 200 m dpl dan curah hujan tinggi, sehingga DKI Jakarta secara alamiah menjadi daerah tempat berakumulasi air dari hulu sungainya. Kawasan yang rentan terhadap banjir dan genangan adalah Jakarta Utara, khususnya untuk sungai Ciliwung Gunung Sahari karena sungai Ciliwung Gunung Sahari ini melewati beberapa kawasan penting seperti stasiun Gambir, Istana Negara, Monas, Balai Kota DKI Jakarta, Masjid Istiqlal. Oleh sebab itu di wilayah ini harus mempunyai penanganan khusus, sektor ini sangat vital untuk DKI Jakarta.

Pintu Air Hai Lai Marina yang merupakan pintu air pengontrol drainase aliran Sungai Ciliwung serta sebagai pintu pasang surut (*Tidal Gate*) terletak di hilir aliran kali Ciliwung Gunung Sahari. Pintu Air ini merupakan pemisah antara Sungai Ciliwung dan Laut Utara Jakarta. Sistem kerja Pintu Air Hai Lai Marina ini tergantung perbedaan antara ketinggian muka air laut dengan muka air Sungai Ciliwung Gunung Sahari. Saat muka air laut tinggi pintu air ini ditutup agar air laut tidak masuk ke dalam aliran Sungai Ciliwung Gunung Sahari dan jika muka air laut lebih rendah maka pintu air dibuka agar aliran dari Sungai Ciliwung bisa masuk ke laut.

Hasil pemodelan untuk kala ulang 5 tahun diperlukan pompa dengan kapasitas total $50\text{m}^3/\text{dtk}$ untuk menurunkan muka air sungai agar tidak meluap, pemodelan untuk kala ulang 10 tahun diperlukan pompa dengan kapasitas total $60\text{m}^3/\text{dtk}$ untuk menurunkan muka air sungai agar tidak meluap, pemodelan untuk kala ulang 25 tahun diperlukan pompa dengan kapasitas total $70\text{m}^3/\text{dtk}$ untuk menurunkan muka air sungai agar tidak meluap.

Kata kunci: Banjir, Jakarta, Ciliwung

ABSTRACT

DKI Jakarta has an area of 661.52 km² ± area, the city of Jakarta is a lowland area drained by 13 rivers that empties into the north of the island of Java, DKI Jakarta water flow in partially discharged into the sea with a system of gravity and partly by pumping system. Floods occur every year in Jakarta did not escape the influence of the rivers which cross it. Disgorge large rivers in the southern part of Jakarta, namely Bogor area that has a height of more than 200 m above sea level and high rainfall, so the Jakarta naturally be areas where water accumulates on the upstream of the river. The area is prone to flooding and inundation are North Jakarta, especially for mountain Ciliwung river because the river Ciliwung Sahari Sahari this mountain pass some important areas such as Gambir station, the National Palace, the National Monument, the City Hall, the Istiqlal Mosque. Therefore, in these areas must have special handling, this sector is vital to Jakarta.

Floodgates Hai Lai Marina which is a drainage controlling the flow of the Ciliwung as well as the ups and downs (Tidal Gate) located downstream river flows Ciliwung Mount Sahari. Pintu Air is a barrier between the river and the North Sea Ciliwung Jakarta. Working system Sluice Hai Lai Marina depends difference between the height of sea level with the river water level Ciliwung Gunung Sahari. When the sea level high water gate is closed so that sea water does not get into the flow of the mountain Ciliwung Sahari and if the sea level is lower then the floodgates opened so that the flow of the river Ciliwung can get into the sea.

Modeling results for the return period of 5 years needed pumps with a total capacity of 50m³/sec for lower the water level of the river so as not to overflow, modeling for a return period of 10 years the needed a pump with a total capacity 60m³/s for lower the water level of the river so as not to overflow, modeling for 25 year return period needed a pump with a total capacity of 70m³/s for lower the water level of the river so as not to overflow.

Keywords : Flood, Jakarta, Ciliwung

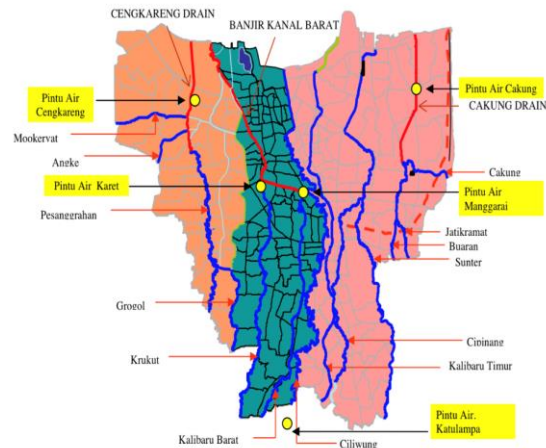
PENDAHULUAN

Latar Belakang

Provinsi DKI Jakarta memiliki luas daerah ± 661,52 Km², kota DKI Jakarta merupakan dataran rendah yang dialiri oleh 13 sungai yang bermuara ke utara pulau jawa, aliran air di DKI Jakarta sebagian dibuang ke laut dengan sistem gravitasi dan sebagian lagi dengan sistem pompanisasi. Pembangunan di DKI Jakarta sangat pesat karena merupakan pusat dari pemerintahan Indonesia. Dengan pembangunan diberbagai sektor, yang menjadi daya tarik masyarakat dari berbagai daerah untuk menetap dan memperoleh kesejahteraan di kota ini. Banjir di DKI Jakarta banyak melanda pemukiman. Hujan yang jatuh dan mengalir pada permukaan tanah yang diperkeras sebagai fasilitas pemukiman dan terletak di agak terjal (hulu), landai (tengah) hingga datar (hilir) berpotensi sebagai aliran limpasan (*overland flow*) dan aliran air permukaan (*runoff*) penyumbang terjadinya banjir. Pemukiman dan fasilitasnya sebagai salah satu penyebab arah dan besaran pergerakan aliran air permukaan terhalang atau terhambat untuk menuju tempat yang lebih rendah sehingga pada saat hujan dengan intensitas tinggi dan lama terjadi akumulasi aliran air yang besar. Dalam perjalanan air ini permukaan ke sungai sewaktu hujan lebat dan lama menyebabkan air limpasan permukaan mengumpul dan merendam di bagian yang lebih rendah seperti rawa dan situ dan ke sungai hingga ke laut jawa (Teluk Jakarta).

Banjir yang setiap tahun yang terjadi di DKI Jakarta tidak lepas dari pengaruh sungai-sungai yang melintasinya. Sungai-sungai besar berhulu di bagian selatan DKI Jakarta yaitu daerah Bogor yang mempunyai ketinggian lebih dari 200 m dpl dan curah hujan tinggi, sehingga DKI Jakarta secara alamiah menjadi daerah tempat berakumulasi air dari hulu sungainya. Bila kapasitas saluran sungai tidak mampu menampung debit maka

banjir sudah pasti terjadi. Berdasarkan data lapangan daerah yang menjadi rawan banjir adalah di daerah utara DKI Jakarta. Melihat gambar 1.1 ini faktanya bahwa Pemerintah Pusat (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat) dan Pemda DKI Jakarta telah banyak berusaha dan melakukan antisipasi terhadap banjir, namun kenyataannya belum terealisasi dilapangan sepenuhnya.



Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung
Cisadane Departemen PU.

Kawasan yang rentan terhadap banjir dan genangan adalah Jakarta Utara, khususnya untuk sungai ciliwung gunung sahari karena sungai ciliwung gunung sahari ini melewati beberapa kawasan penting seperti stasiun gambir, Istana Negara, Monas, Balaikota DKI Jakarta, Masjid Istiqlal. Oleh sebab itu di wilayah ini harus mempunyai penanganan khusus, sektor ini sangat vital untuk DKI Jakarta. Pemerintah sudah berupaya menanggulangi banjir di kawasan tersebut, dengan mengeruk sampah disungai, mengangkat sedimentasi, menaikan pinggiran sungai, tetapi tetap saja kawasan tersebut tidak terhindar dari banjir, oleh karena itu studi yang dilakukan akan membahas lebih lanjut mengenai penanggulangan banjir di kawasan sungai ciliwung hilir (gunung sahari).

Rumusan Masalah

Dalam evaluasi debit banjir sungai ciliwung hilir terhadap DAS marina DKI

Jakarta, Permasalahan yang ada dirumuskan sebagai berikut :

1. Berapa debit banjir sungai tersebut?
2. Apakah kapasitas sungai tersebut mampu menampung debit banjir?
3. Apabila kapasitas sungai tidak mencukupi maka berapa jumlah pompa yang dibutuhkan untuk mengatasi debit banjir di DAS Marina?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembahasan masalah ini adalah sebagai berikut :

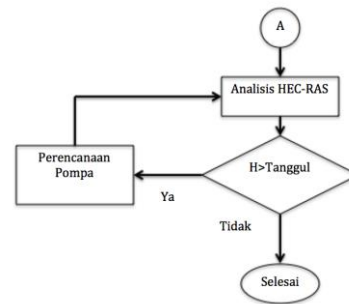
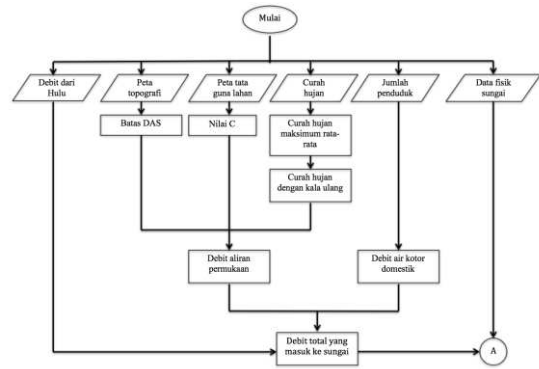
1. Mengetahui jumlah debit banjir sungai tersebut.
2. Mengetahui apakah kapasitas sungai tersebut mampu menampung debit banjir.
3. Mengetahui berapa banyak pompa dan berapa kapasitas pompa yang diperlukan agar dapat mengatasi debit banjir di DAS Marina.

Batasan Masalah

Banyak hal yang harus diperhitungkan dalam mengevaluasi debit banjir yang terjadi

Seperticurah hujan, kondisi sungai, topografi, sosial masyarakat sebagai faktor non-teknis dll.Untuk itu pada pembahasan masalah ini perlu adanya batasan-batasan, sehingga pembahasan masalah tidak melebar dan lebih fokus tertuju ke pokok permasalahan. Batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Data yang dipakai adalah data sekunder.
2. Tidak membahas kontruksi rumah pompa.
3. Kondisi sungai ciliwung hilir DAS marina dianggap normal.
4. Tidak memperhitungkan pasang surut air laut.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Umum

Hidrologi adalah sesuatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita ini menyangkut masalah kualitas dan kuantitasnya. Secara khusus SNI No. 1724-1989-F, hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas, pada permukaan dan di dalam tanah. Definisi tersebut terbatas pada hidrologi rekayasa. Secara luas hidrologi meliputi pula berbagai bentuk air, termasuk transformasi antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, diatas dan dibawah permukaan tanah. Di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpan air yang mengaktifkan kehidupan di planet bumi ini (CD.Soemarto, 1999).

Polder

Sistem polder adalah suatu teknologi penanganan banjir dan air laut pasang dengan kelengkapan sarana fisik, yang meliputi sistem drainase, kolam retensi, pintu dan pompa air, dalam Sistem Polder tidak ada aliran permukaan bebas seperti

pada daerah tangkapan air alamiah, tetapi dilengkapi dengan sistem pengendali pada pembuangannya dengan pompa untuk mengendalikan air keluar. Fungsi utama polder adalah sebagai pengendali muka air di dalam Sistem Polder tersebut, muka air di dalam sistem dikendalikan supaya tidak terjadi banjir atau genangan. Air di dalam sistem dikendalikan sedemikian rupa sehingga jika ada kelebihan air yang berpotensi dapat menyebabkan banjir, maka kelebihan air itu akan dipompa keluar dari sistem. Keunggulan Sistem Polder adalah mampu mengendalikan banjir dan genangan akibat aliran di hulu, hujan setempat dan air laut pasang, sedangkan kelemahannya adalah Sistem Polder ini sangat bergantung pada pompa, jika pompa mati maka kawasan akan tergenang, dan biaya pemeliharaan relatif mahal. Biasanya pompa digunakan pada suatu daerah dengan dataran rendah atau keadaan topografi atau kontur yang cukup datar, sehingga saluran-saluran yang ada tidak mampu mengalir secara gravitasi. Jumlah dan kapasitas pompa yang disediakan di dalam stasiun pompa harus disesuaikan dengan volume air yang harus dikeluarkan. Pompa yang menggunakan tenaga listrik disebut pompa jenis sentrifugal, sedangkan pompa yang menggunakan tenaga diesel dengan bahan bakar solar adalah submersible.

Curah Hujan Rencana

Data curah hujan yang dipakai untuk perhitungan debit banjir adalah hujan yang terjadi pada daerah aliran sungai pada waktu yang sama. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah dan dinyatakan dalam mm (Sosrodarsono, 2003).

Metode Rata-Rata Aljabar

Metode ini adalah perhitungan dengan mengambil nilai rata-rata pengukuran curah hujan di stasiun hujan di dalam area tersebut. Metode ini akan menghasilkan hasil yang akurat jika topografi relatif datar.

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) \dots \dots (1)$$

Dimana:

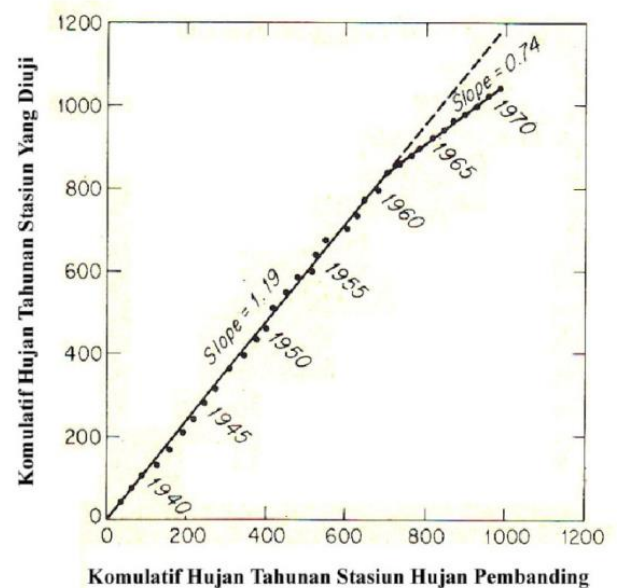
R = curah hujan rata-rata DAS (mm)

R₁, R₂, R₃ R_n = curah hujan pada setiap stasiun pengamat (mm)

n = jumlah stasiun pengamat

Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Setelah memiliki data curah hujan dan memiliki data masing-masing stasiun curah hujan di daerah studi langkah selanjutnya menguji dengan uji konsistensi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data curah hujan yang didapat ini memenuhi syarat dan layak dipakai atau tidak. Cara menguji konsistensi data yaitu dengan Lengkung Massa Ganda (*Double Mass Curve*).



Pemilihan Distribusi Sebaran

Ada berbagai macam distribusi teoritis yang kesemuanya dapat dibagi menjadi 2 yaitu distribusi diskrit dan distribusi kontinu. Berikut ini adalah distribusi kontinu yang terdiri dari Normal, Gumbel, Log Pearson Tipe III dan Log Normal (CD Soewarno, 1999).

Tabel 1 Pemilihan Distribusi Sebaran

Jenis Sebaran	Syarat
Normal	Cs = 0 Ck = 3
Gumbel	Cs ≤ 1,1396 Ck ≤ 5,4002
Log Pearson Tipe III	Cs ≠ 0
Log Normal	Cs ≈ 3Cv+CV ² = 3 Ck = 5,383

Sumber : CD. Soemarto, 1999

Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof

Uji kecocokan *smirnov-klomogorof* sering juga disebut uji kecocokan non parameterik (*non parametric test*) karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedurnya adalah sebagai berikut :

Rumus yang dipakai (Soewarno, 1995)

$$u = \frac{P_{hitung}}{P(c)} - \frac{P(x_i)}{\Delta x} \dots\dots\dots (2)$$

Prosedur uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorof* adalah :

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya nilai masing-masing data tersebut :
 $X_1 \rightarrow P(X_1)$
 $X_2 \rightarrow P(X_2)$
 $X_m \rightarrow P(X_m)$

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya) :
 $X_1 \rightarrow P'(X_1)$
 $X_2 \rightarrow P'(X_2)$
 $X_m \rightarrow P'(X_m)$
 $X_n \rightarrow P'(X_n)$
3. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
 $D = \text{Maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)]$
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirno - Kolmogorof test*), ditentukan harga D0

Tabel 2 Nilai D0 Kritis Untuk Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof

Jumla h data	α derajat kepercayaan			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n>50	1.07/n	1.22/n	1.36/n	1.63/n

Sumber : Soewarno, 1995

Intesitas Curah Hujan

Intesitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intesitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intesitasnya. Hubungan antara intesitas, lama hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam

lengkung intensitas – durasi – frekuensi (IDF = *Intensity – Duration – Frequency Curve*). Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF. Data hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari pos penangkar hujan otomatis. Selanjutnya berdasarkan data hujan jangka pendek tersebut lengkung IDF dapat dibuat. (Suripin, 2004).

Untuk menentukan debit banjir rencana (*design flood*) perlu didapatkan harga suatu intensitas curah hujan terutama bila digunakan metoda rasional. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau (Loebis, 1987). Untuk menghitung intensitas curah hujan dapat digunakan beberapa rumus empiris sebagai berikut :

1. Mononobe

Seandainya data curah hujan yang ada hanya curah hujan harian, maka intensitas curah hujannya dapat dirumuskan (Loebis, 1987) :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Nakayatsu yang berasal dari Jepang telah menyelidiki hidrograf satuan pada beberapa sungai di Jepang. Hidrograf satuan sintetik ini banyak digunakan dalam perencanaan bendungan, akan tetapi hidrograf satuan ini juga terdapat penyimpangan yang cukup besar jika dibandingkan dengan hidrograf satuan

terukur (Sri Harto, 1993). Rumus yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{C.A.R_o}{2.6(0.3T_p - T_{0.3})} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

Q_p = debit puncak banjir (m³/det)

R_o = Hujan satuan (mm)

T_p = Tenggang waktu (time lag) dari permulaan hujan hingga puncak banjir (jam)

T_{0.3} = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak

1. Rumus Kurva Menaik pada hidrograf

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

dimana:

Q_a = debit banjir sebelum debit puncak

t = waktu (jam)

2. Kurva menurun

a. $Q_d > 0,3 Q_p$: $Q_d = Q_p * 0,3^{\frac{t-T_p}{T_{0.3}}}$

b. $0,3Q_p > Q_d > 0,32Q_p$
 $= Q_d = Q_p * 0,3^{\frac{t-T_p+0,5T_{0.3}}{1,5T_{0.3}}}$

c. $0,32Q_p > Q_d$: $Q_d = Q_p * 0,3^{\frac{t-T_p+1,5T_{0.3}}{2T_{0.3}}}$

3. T_p = t_g + 0,8 t_r

Untuk :

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

L > 15 km t_g = 0,4 + 0,058 L

Dimana:

L = Panjang sungai/aliran (km)

t_g = Waktu konsentrasi (jam)

t_r = 0,5 t_g sampai t_g (jam)

T_{0.3} = αt_g (jam)

4. Dengan besarnya α
 - 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 $\alpha = 3$
5. Asumsi yang dipergunakan dalam perhitungan ini adalah :
 - a. Panjang sungai
 - b. Luas catchment area

Menghitung Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan jumlah penduduk sangat terkait dengan sistem penyediaan air bersih dalam suatu daerah. Pertumbuhan penduduk juga sangat menentukan banyaknya kebutuhan air bersih di masa yang akan datang. Berikut metode menghitung pertumbuhan penduduk :

Metode Aritmatika

Metode perhitungan dengan cara aritmatika didasarkan pada kenaikan rata-rata jumlah penduduk dengan menggunakan data terakhir dan rata-rata sebelumnya. Dengan cara ini perkembangan dan penambahan penduduk akan bersifat linier. Perhitungan ini menggunakan persamaan berikut :

$$P_n = P_t + I(n) \text{ dan } I = \frac{P_n - P_t}{t} \dots$$

..... (4)

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk tahun ke n

P_t = Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun ke I

P_o = Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun terakhir

t = Jumlah tahun yang diketahui

n = Jumlah interval

Analisis Kebutuhan Air Bersih

Analisis kebutuhan air bersih untuk masa yang akan datang menggunakan perhitungan yang telah ditetapkan, dengan adanya analisis kebutuhan air bersih ini ditargetkan kebutuhan masyarakat

terhadap air bersih dapat dipenuhi di masa yang akan datang.

Analisis Sektor Domestik

Analisis sektor domestik merupakan aspek penting dalam menganalisis kebutuhan penyediaan di masa yang akan datang. Analisis sektor domestik untuk masa yang akan datang dilaksanakan dengan dasar analisis pertumbuhan penduduk pada wilayah studi. Beberapa kategori kebutuhan air domestik untuk kota :

- Kotakategori I(Metropolitan)
- Kota kategori II(Kota Besar)
- Kota kategori III(Kota Sedang)
- Kota kategori IV(Kota Kecil)
- Kota kategori V(Desa)

Analisis Sektor Non Domestik

Analisis sektor non domestik dilaksanakan dengan mengacu pada analisis data pertumbuhan terakhir fasilitas-fasilitas social ekonomi yang ada pada wilayah studi.

Pemodelan Hidrolika

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's - River Analysis System) merupakan program aplikasi untuk pemodelan aliran saluran terbuka seperti drainase, sungai dan saluran terbuka lainnya. *HEC-RAS* sendiri mempunyai empat komponen model satu dimensi yaitu:

1. Menghitung profil muka air aliran tetap
2. Menghitung profil muka air aliran tidak tetap
3. Menghitung angkutan sedimen
4. Menghitung kualitas air

dalam pemodelan input *HEC-RAS* untuk pemodelan keempat komponen tersebut dapat memakai data geometri yang sama, *routine* hitungan hidraulika yang sama, dan beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air dilakukan.

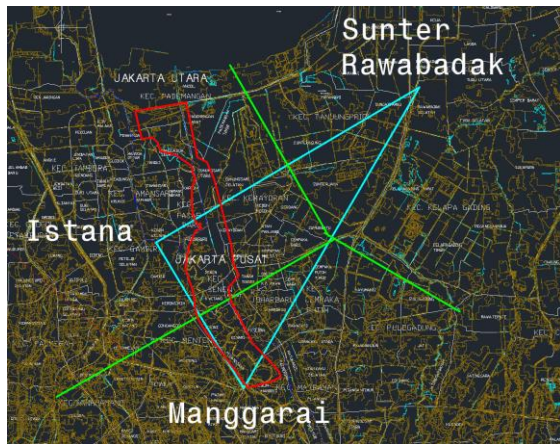
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Debit Curah Hujan

Untuk menganalisa debit curah hujan lokasi studidata hujan yang dipakai berasal dari 3 stasiun pengamat terdekat disekitar lokasi, yaitu :

1. Sta. Manggarai
2. Sta. Istana
3. Sta. Sunter Rawabadak

Setelah mengetahui lokasi stasiun terdekat selanjutnya mengecek apakah data curah hujan 3 stasiun pengamat berpengaruh terhadap daerah studi, gambar 1 menunjukkan hasil penggambaran Metode Poligon Thiessen terhadap stasiun pengamat.



Gambar 1 Lokasi Stasiun Pengamat dan Metode Poligon Thiessen

Setelah mengecek dengan Poligon Thiessen hanya 2 stasiun pengamat yang data hujannya berpengaruh untuk lokasi studi, yaitu :

1. Sta.Manggarai
2. Sta. Istana

Dari hasil diatas dipilih perhitungan menggunakan metode aljabar dengan cara mengambil data curah hujan maksimum setiap tahunnya di masing-masing stasiun pengamat dan dirata-ratakan,data yang digunakan adalah data curah hujan 10 tahun terakhir. Data curah hujan harian maksimum dari 2 stasiun pengamat tersebut dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3 Curah Hujan Maksimum Tahunan

Tahun	Manggarai (mm)	Istana (mm)	Rata2 (mm)
2005	130	119	125
2006	105	98	102
2007	175	122	149
2008	182.5	150	166.25
2009	92	140	116
2010	114	105	110
2011	97	85	91
2012	90	102	96
2013	153	218	186
2014	138	153	146

Tabel 4 Perhitungan Pemilihan Jenis Sebaran

Tahun	Hujan Max (Xi)	Xi - X	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
2005	124.5000	-3.3991	11.5542	-39.2745	133.4998
2006	101.5000	-26.3991	696.9151	-18397.9641	485690.5902
2007	148.5000	20.6009	424.3951	8742.8998	180111.1789
2008	160.9915	33.0923	1095.1029	36239.5143	1199250.2677
2009	116.0000	-11.8991	141.5897	-1684.7974	20047.6544
2010	109.5000	-18.3991	338.5287	-6228.6394	114601.6625
2011	91.0000	-36.8991	1361.5472	-50239.9317	1853810.7102
2012	96.0000	-31.8991	1017.5557	-32459.1602	1035419.5784
2013	185.5000	57.6009	3317.8581	191111.4493	11008182.1721
2014	145.5000	17.6009	309.7900	5452.5671	95969.8232
Jumlah	1278.9915	0.0000	8714.8365	132496.6633	15993217.1374
n	10				
Rata-rata	127.8991				

Dari data perhitungan jenis sebaran diatas dapat menghitung persamaan-persamaan yang digunakan untuk mencari koefisien distribusi.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{1278.9915}{10} = 127,8991$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{8714.8365}{9}} = 31.1178$$

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{31.1178}{127.8991} = 0.2433$$

$$Cs = \frac{n \cdot \sum(x-\bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10.132496.6633}{9.8.31.1178^3} = 0,6107$$

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum(x-\bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{10^2 \cdot 15993217.1374}{9.8.7.31.1178^4} = 3,3843$$

Dari hasil pengamatan yang didapat, maka disimpulkan bahwa distribusi yang digunakan adalah Distribusi Gumbel.

Tabel 5 Perhitungan Curah Hujan Maksimum Gumbel

Tahun	Hujan Max. (Xi)	Xi - X	(Xi - X) ²
2005	124.5000	-3.399	11.554
2006	101.5000	-26.399	696.915
2007	148.5000	20.601	424.395
2008	160.9915	33.092	1095.103
2009	116.0000	-11.899	141.590
2010	109.5000	-18.399	338.529
2011	91.0000	-36.899	1361.547
2012	96.0000	-31.899	1017.556
2013	185.5000	57.601	3317.858
2014	145.5000	17.601	309.790
Jumlah	1278.9915	0.000	8714.8365

Tabel 6 Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel

No	Tr	Yt	K	Xt
1	5	1.4999	1.0338	160.0698
2	10	2.2504	1.8094	184.2034
3	25	3.1985	2.7893	214.6962
4	50	3.9019	3.5163	237.3175
5	100	4.6001	4.2379	259.7717

Uji Kesesuaian Distribusi Smirnov - Kolmogorov

Dengan n = 10

tingkat kesalahan $\alpha = 0,05$

Δ kritis = 0,41

Hasil perhitungan Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat pada Tabel 4.8 didapat :

Δ maks = 12,83210 % = 0,128

Δ maks < Δ kritis = 0,128 < 0,410

Sehingga sebaran data dapat diterima dengan Distribusi Gumbel.

Dari perhitungan diatas disimpulkan bahwa uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov dapat diterima.

Koefisien Pengaliran

Menghitung nilai koefisien pengaliran (C) dengan cara menghitung rata-rata dari koefisien berdasarkan luas daerah tata guna lahan pada lokasi studi.



Gambar 2 Tata Guna Lahan Lokasi Studi

Sumber : Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta No.1 Tahun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah 2030

$$C = \frac{(Aa \times Ca) + (Ab \times Cb) + \dots + (An \times Cn)}{A_{total}}$$

$$= \frac{(0.25 \times 1.0288) + (0.8 \times 3.0814) + (0.95 \times 1.2667) + (0.4 \times 4.0041)}{10.7890}$$

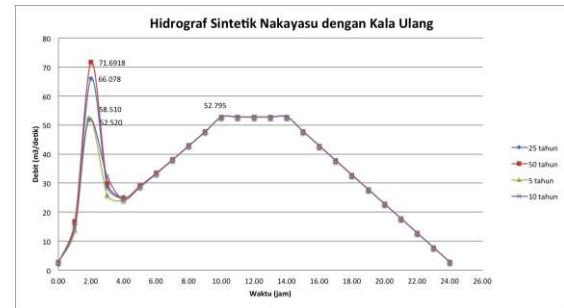
$$= 0.60$$

Tabel 7 Perhitungan Distribusi Hujan Metode Mononobe

Jam	Kala Ulang (T)				
	5	10	25	50	100
1	55.4931	63.8597	74.4310	82.2734	90.0578
2	34.9585	40.2291	46.8886	51.8290	56.7329
3	26.6783	30.7006	35.7827	39.5529	43.2953
4	22.0225	25.3428	29.5380	32.6502	35.7395
5	18.9784	21.8397	25.4550	28.1371	30.7993
6	16.8063	19.3401	22.5417	24.9168	27.2743

Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Berikut grafik hidrograf satuan sintetik nakayasu sungai ciliwung hilir DAS Hulu



Gambar 3 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu DAS Hulu dengan Kala Ulang

Analisis Pertumbuhan Penduduk

Tabel 8 Data Pertumbuhan Penduduk

No	Tahun	Penduduk(jiwa)
1	2005	1480573
2	2006	1497192
3	2007	1513997
4	2008	1530991
5	2009	1548176
6	2010	1565554
7	2011	1583127
8	2012	1600896
9	2013	1618866
10	2014	1637037

A. Metode Geometrik

$$P_n = P_0(1+r)^n$$

$$r = 1.122\%$$

$$= 0,011$$

Didapat persamaan :

$$P_n = 1637037(1 + 0.011)^n$$

B. Metode Aritmatik

$$P_n = P_0 + nr$$

$$r = \frac{(P_n - P_0)}{t}$$

$$= \frac{(1637037 - 1400573)}{(2014 - 2005)}$$

$$= 17384,800$$

Didapat persamaan :

$$P_n = P_0 + nr$$

$$P_{11} = 1637037 + 17384,888 \cdot 11$$

Dipilih metode Geometri karena menghasilkan koefisien korelasi mendekati 1 dibanding metode yang lainnya. Hasil kenaikan jumlah penduduk dapat dilihat ditabel berikut ini :

Tabel 9 Kenaikan Jumlah Penduduk

No	Tahun	n	Penduduk (jiwa)
1	2014	0	1637037
2	2019	5	1730998
3	2024	10	1830352
4	2029	15	1935409
5	2034	20	2046496
6	2039	25	2163959
7	2044	30	2288164
8	2049	35	2419498
9	2054	40	2558370
10	2059	45	2705213
11	2064	50	2860485
12	2069	55	3024668
13	2074	60	3198276
14	2079	65	3381847
15	2084	70	3575956
16	2089	75	3781205
17	2094	80	3998235
18	2099	85	4227722
19	2104	90	4470381
20	2109	95	4726968
21	2114	100	4998283

Analisis Kebutuhan Air Bersih

Debit domestik dan non domestik adalah kebutuhan air bersih yang digunakan penduduk didalam suatu wilayah, fasilitas umum yang ada pada wilayah studi pada tabel dibawah ini :

Tabel 10 Fasilitas Umum pada Wilayah Studi

No	Fasilitas	Total
1	Sekolah	119
2	Masjid	50
3	Mall	23
4	Rumah Sakit	11
5	Hotel	65

Debit buangan yang digunakan kala ulang 25 tahun dengan $Q = 80\%$ (diambil persentase terbesar untuk antisipasi)

$$11.5874 \text{ m}^3/\text{dtk} = 9.2699 \text{ m}^3/\text{dtk} \text{ (lihat tabel 11)}$$

Tabel 11 Kebutuhan Air Bersih FHM dan FMD

Tahun	Q (m ³ / dt)		
	normal	FHM	FJP
	1	1.25	2
2014	4.5425	5.6781	9.0850
2019	4.7679	5.9599	9.5358
2024	5.0076	6.2595	10.0152
2029	5.2556	6.5695	10.5113
2034	5.5199	6.8998	11.0397
2039	5.7937	7.2421	11.5874
2044	6.0851	7.6064	12.1702
2049	6.3876	7.9845	12.7752
2054	6.7092	8.3865	13.4184
2059	7.0435	8.8044	14.0870
2064	7.3986	9.2483	14.7973
2069	7.7683	9.7104	15.5366
2074	8.1607	10.2009	16.3215
2079	8.5697	10.7121	17.1394
2084	9.0036	11.2545	18.0073
2089	9.4564	11.8205	18.9127
2094	9.9364	12.4205	19.8729
2099	10.4379	13.0473	20.8758
2104	10.9693	13.7117	21.9387
2109	11.5250	14.4063	23.0501
2114	12.1138	15.1422	24.2275

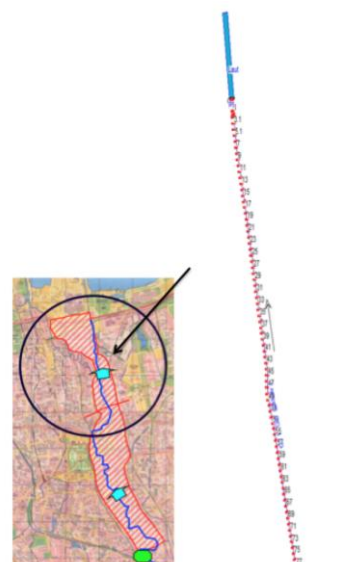
Debit Rancangan Total

Besarnya debit rancangan total didapat dari penjumlahan antara HSS Nakayasu dan debit buangan. hasil perhitungan debit rancangan total dapat dilihat pada tabel

Tabel 12 Hasil Perhitungan Debit Rancangan Total

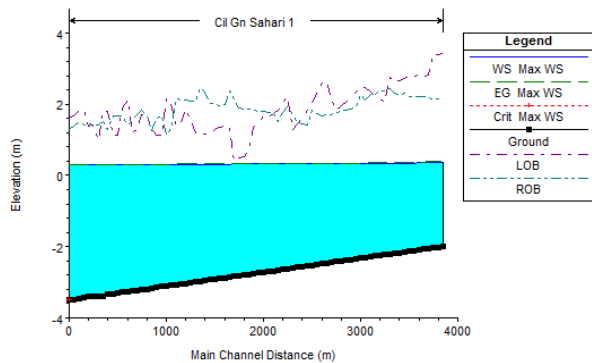
Kala Ulang	Q (m ³ /dtk)		
	HSS Nakayasu	Debit Buangan	Total
5	52.5201	7.6286	60.1487
10	58.5097	8.0122	66.5218
25	66.0775	9.2699	75.3474
50	71.6918	11.8378	83.5296

Pemodelan Menggunakan HEC-RAS

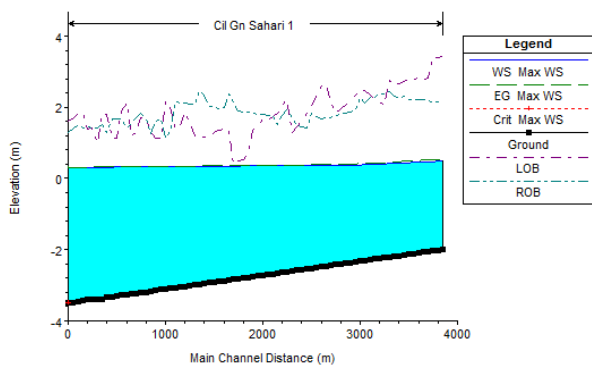


Gambar 4 Skema Pemodelan Sungai Ciliwung Gunung Sahari DAS Hilir

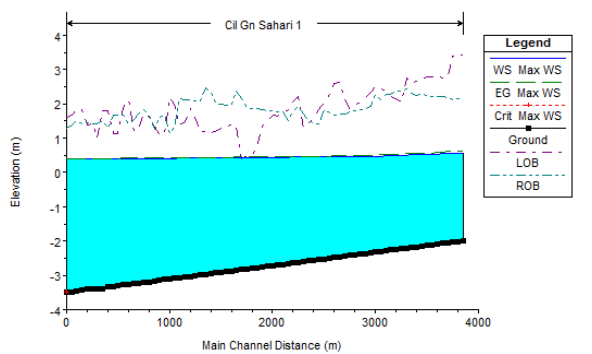
Profil Muka Air dengan Masing-Masing Kala Ulang



Gambar 5 Profil Muka Air Sungai Potongan Melintang Kala Ulang 5 Tahun dengan Kapasitas Pompa 50m³/dtk



Gambar 6 Profil Muka Air Sungai Potongan Melintang Kala Ulang 10 Tahun dengan Kapasitas Pompa 60m³/dtk



Gambar 7 Profil Muka Air Sungai Potongan Melintang Kala Ulang 25 Tahun dengan Kapasitas Pompa 70m³/dtk

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari bab IV maka disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Debit total dengan kala ulang dengan masing-masing asumsi adalah
 - a. kala ulang 5 tahun : 60.1487m³/dtk
 - b. kala ulang 10 tahun : 66.5218m³/dtk
 - c. kala ulang 25 tahun : 75.3474m³/dtk
 - d. kala ulang 50 tahun : 83.5296m³/dtk
2. Kesimpulan yang didapat dari hasil pemodelan kondisi eksisting kapasitas sungai tidak mampu menampung debit banjir, oleh sebab itu dibutuhkan pemasangan pompa untuk menanggulangi banjir di DAS Marina DKI Jakarta.
3. Jumlah dan kapasitas pompa yang diperlukan untuk membantu menanggulangi banjir di DAS Marina DKI Jakarta adalah sebagai berikut :
 - Kala ulang 5 tahun membutuhkan kapasitas pompa sebesar 50m³/dtk
 - Kala ulang 10 tahun membutuhkan kapasitas pompa sebesar 60m³/dtk
 - Kala ulang 25 tahun membutuhkan kapasitas pompa sebesar 70m³/dtk

Saran

1. Usulan kebutuhan kapasitas pompa rencana yang dibutuhkan agar dapat maksimal mengatasi banjir di lokasi tersebut adalah:
Total kapasitas pompa rencana : 70m³/dtk (11 unit pompa utama dengan kapasitas masing-masing 10 m³/dtk dan 2 unit pompa cadangan dengan kapasitas 5m³/dtk)
2. Agar memaksimalkan hasil simulasi di lapangan diperlukan dukungan dan kesadaran masyarakat dengan tidak membuang sampah sembarangan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. Kejadian Banjir Jabodetabek. Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane, Departemen Pekerjaan Umum (PU), Jakarta, 2007.

Chow Ven Te, *Open Channel Hydraulics*, Alih Bahasa : Ir. Suyatman, Erlangga, Jakarta, 1992.

Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Analisis Kebutuhan Air Bersih, Jakarta, 1996.

Harto Br, Sri. Ir. Diplh, Analisis Hidrologi, Jakarta, 1993.

Soemarto, CD, Hidrologi Teknik, Jakarta, 1995.

Kodoatie, Robert J. dan Sugiyanto, Banjir – Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan, Yogyakarta, 2002.

Loebis, J., Banjir Rencana Untuk Bangunan Air, Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1987.

Suripin, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Yogyakarta, 2004.

Tahara, Haruo. Pompa dan Kompresor, pemilihan, pemakaian dan pemeliharaan. Alih bahasa Sularso, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 2006.