

## MENANGGULANGI GENANGAN AIR HUJAN YANG TERJADI DI JALAN RAYA WIYUNG PADA DRAINASE PERKOTAAN GUNUNGSARI SURABAYA BARAT

Oleh : Kusnan\*)

---

### Abstrak :

Peran dan fungsi Kota Surabaya telah berkembang dengan pesatnya terutama dalam industri, perdagangan, maritim dan pendidikan, sehingga menarik bagi penduduk daerah kota lain untuk mengadu nasibnya di Kota Surabaya. Hal ini menyebabkan pesatnya arus urbanisasi, akibatnya jumlah penduduk meningkat sampai mendekati kurang lebih 3,5 juta jiwa. Pertambahan penduduk dengan segala aktivitasnya menuntut tambahan penyediaan sarana dan prasarana fisik seperti Perumahan, Perkantoran, Hotel, Fasilitas-fasilitas Perdagangan, Pendidikan dan Peribadatan serta fasilitas umum lainnya termasuk Jalan-jalan penghubungnya, sehingga dengan penambahan yang sangat pesat itu, mengakibatkan lahan untuk penyediaan jalan-jalan sangat menyempit, termasuk untuk kepentingan lahan Drainase (Saluran). Maka pada musim hujan akan timbul genangan-genangan air yang mengganggu sirkulasi perekonomian, untuk mengatasi hal tersebut di Jalan Raya Wiyung dibuat Box Culvert 2 (dua) buah dengan ukuran tinggi 3 m, tebal 25 cm dan lebar 3,5 m dari konstruksi beton (beton pracetak) diletakkan dibawah Jalan aspal Raya Wiyung, sehingga air genangan yang terjadi akan segera habis (kering). Sehubungan hal ini apakah dimensi box culvert dapat mengatasi genangan air yang terjadi pada musim hujan, ternyata Box Culvert yang terbangun telah terpenuhi mengatasi Genangan air, dengan luas penampang aliran basah tampungan  $21 \text{ m}^2 >$  luas aliran basah tampungan dari hasil penelitian di lapangan yaitu  $2,40 \text{ m}^2$ , berarti mempunyai kemampuan mengatasi genangan  $\pm 8,75$  kali dari hasil penelitian dan untuk kecepatan aliran air genangan ke Sungai Gunungsari/Bozem dibantu adanya pemasangan pompa.

**Kata kunci :** Bangunan Box Culvert untuk mengatasi air Genangan.

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang.

##### a. Peran dari Kota Surabaya

Surabaya sebagai ibukota Propinsi Jawa Timur merupakan kota terbesar ke dua di Indonesia mempunyai peran penting dan strategis di dalam pembangunan Bangsa dan Negara. Dalam kedudukannya sebagai ibu kota Propinsi yang sangat potensial bagi pembangunan Nasional, Kotamadya Surabaya mempunyai fungsi pelayanan untuk menunjang perekonomian Skala Nasional dan sekaligus menjadi salah satu simpul perdagangan Internasional.

Sehubungan dengan peran dan fungsinya tersebut, Surabaya telah berkembang dengan pesatnya terutama dalam bidang-bidang industri, perdagangan, maritim dan pendidikan sehingga menarik bagi penduduk Daerah lain untuk mengadu nasibnya di Kota. Hal ini menyebabkan pesatnya arus urbanisasi sehingga jumlah penduduk meningkat sampai mendekati kurang lebih 3,5 juta jiwa dengan mata pencaharian Non Pertanian. Pertambahan penduduk dengan segala aktivitasnya menuntut tambahan penyediaan sarana dan

prasarana fisik seperti Perumahan, Perkantoran, Hotel, Fasilitas-fasilitas Perdagangan, Pendidikan dan Peribadatan serta fasilitas umum lainnya termasuk jalan-jalan penghubungnya.

Karena luas lahan yang terbatas untuk menampung tuntutan tersebut, maka pembangunan fisik secara langsung juga berkembang dengan sangat pesat di semua wilayah Kota Surabaya. Daerah-daerah Kotamadya Surabaya yang semula berupa sawah-sawah dengan sistem irigasi dan tambak-tambak di pesisir utara dan timur telah berubah menjadi kawasan-kawasan industri dan Perumahan. Perkembangan ini menyebabkan bertambahnya lahan yang kedap air (impervious) dan berkurangnya lahan untuk meresapkan air ke dalam tanah (pervious) serta kurangnya lahan untuk menampung air hujan (tanah cekung yang kosong), yang selanjutnya menambah besar jumlah aliran permukaan (run off) yang harus dialirkan melalui saluran-saluran drainase.

\*) Dosen Teknik Sipil  
Universitas Negeri Surabaya - UNESA

### **b.Topografi**

Ditinjau dari kondisi topografinya wilayah Kotamadya Surabaya berada pada daratan rendah karena berada pada ketinggian 0 sampai 50 di atas permukaan air laut. Sebagian besar (80,72%) dari luas wilayah yaitu wilayah-wilayah utara, timur dan selatan berada pada ketinggian 0 sampai 10 m, sebagian (12,35%) yaitu wilayah tengah berada pada ketinggian 10 m sampai 20 m, dan sebagian lagi (6,7%) yaitu wilayah barat berada pada ketinggian 20 m sampai 50 m di atas permukaan air laut. Dari ketinggian tersebut dapat dinyatakan pula bahwa sebagian besar wilayah Kotamadya Surabaya (87,87%) mempunyai kemiringan lahan sebesar 0 sampai 2%, sisanya (13,13%) mempunyai kemiringan sebesar 2% sampai 15%. Dengan kondisi lahan yang sangat landai tersebut dapat diperkirakan bahwa kecepatan aliran air akan sangat kecil, kecuali wilayah barat yang mempunyai kemiringan 2%-15%, terjadi kecepatan aliran *run of* sangat deras. (termasuk wilayah kecamatan Wiyung).

### **c.Hidrologi**

Tinggi hujan rata-rata tahunan adalah sekitar 1420 mm dimana 90% jatuh di musim hujan dan 10% jatuh di musim kemarau. Curah hujan rata-rata bulanan tertinggi adalah sebesar 172 mm yang jatuh di bulan Januari, sedang curah hujan rata-rata bulanan terendah adalah sebesar 1,75 mm jatuh pada bulan September (Bapeko Surabaya 1997). Dari analisa data hujan Stasiun Meteorologi Juanda periode September 1991 sampai dengan bulan September 2000, diketahui bahwa hujan bulanan tertinggi adalah sebesar 127 mm jatuh pada bulan Maret dan bulanan terendah adalah sebesar 6 mm jatuh pada bulan Oktober.

Elevasi muka air tanah sangat tinggi, apabila diukur dari elevasi permukaan tanah hanya berada antara 30 cm sampai 90 cm di bawah permukaan tanah. Khususnya di wilayah pantai pada waktu musim hujan permukaan air tanah berada kurang dari 50 cm dari permukaan tanah. Kondisi ini kurang dapat membantu menampung air hujan dan tidak banyak mengurangi besarnya air permukaan (*runoff*).

### **d.Tata Guna Lahan**

Menurut catatan Bapeko Surabaya pada tahun 2000 lahan Kotamadya Surabaya terdiri dari Kawasan Budi Daya

sebesar 27.606,90 ha (84,59%) dan Kawasan Lindung sebesar 5.029,79 ha (15,41%). Dari Kawasan Budi Daya tersebut lebih dari 60% terdiri dari kawasan-kawasan: industri, perdagangan, pendidikan, perumahan dan fasilitas umum lainnya serta fasilitas pendukungnya seperti: jalan, lapangan parkir dan lain-lain.

Hasil monitoring SUP (Surabaya Urban Development Project) diperoleh gambaran tata guna lahan sebagai berikut:

Dari data tata guna lahan tersebut dapat dilihat bahwa kawasan Urban telah meningkat dengan pesatnya dari sekitar 60% di tahun 1994 menjadi 87,91% di tahun 2000. Pada saat ini dapat diperkirakan sudah mencapai lebih dari 90%.

Seperti telah diutarakan di pada perubahan tata guna lahan budi daya dari lahan pertanian menjadi lahan urban dengan kepadatan bangunan yang tinggi menyebabkan berkurangnya lahan yang dapat meresapkan air hujan ke dalam tanah atau yang dapat menampung sememalahan di atas, dalam waktu musim hujan. Akibatnya jumlah air yang mengalir diatas permukaan tanah menjadi sangat besar, sehingga memerlukan lahan-lahan untuk saluran-saluran yang dapat mengalirkan jumlah *runoff* tersebut.

Tetapi kenyataannya dengan makin meningkatnya kebutuhan lahan untuk Gedung dan jalan, maka makin langka, makin sulit dan makin mahal untuk mendapat lahan guna pembuatan saluran. Hal ini terbukti dari macetnya proyek pelebaran saluran karena masalah pembebasan lahan, bahkan terdapat banyak penyempitan saluran untuk kepentingan pribadi-pribadi warga seperti tempat parkir, jalan masuk mobil dan lain-lainnya. Terutama pada perluasan daerah-daerah pinggiran kota yaitu : Wilayah Surabaya Barat (daerah Jalan Raya Wiyung), kalau musim hujan selalu timbul genangan-genangan air yang cukup lama tidak dapat menegering atau meresap ke dalam lapisan tanah, hal ini disebabkan pada daerah Surabaya Barat sebagian besar bersifat kedap air, kandungan atau jenis tanah adalah lempung.

### **PERMALAHAN**

Meskipun sebagian dari jaringan saluran drainase Kota Surabaya telah membangun menurut Pola Sistem Drainase Surabaya, namun sampai tahun 2000 yang lalu, beberapa lokasi di Surabaya masih

dilanda banjir dan genangan cukup tinggi serta dalam waktu cukup lama, bahkan dalam tahun 2000, tinggi dan lama genangan bertambah. Permasalahan banjir di kota Surabaya secara garis besar dapat dibagi menjadi dua permasalahan pokok yaitu: masalah datangnya banjir yang dikaitkan dengan kondisi topografi secara pasang surut air laut, dan masalah perkembangan kota yang dikaitkan dengan sistem model pembangunan drainasenya. Permasalahan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

#### **a. Masalah datangnya banjir**

Di samping menghadapi banjir lokal Kota Surabaya juga menghadapi banjir yang datang dari hulu Kali Surabaya dengan permasalahan masing-masing sebagai berikut:

##### **Banjir dari hulu**

Banjir dari hulu Kali Surabaya ini sebenarnya telah langsung dialirkan ke laut melalui Kali Wonokromo sehingga tidak melalui kota, tetapi karena Kali Surabaya juga berfungsi untuk mengalirkan banjir dari daerah sekitarnya maka tingginya permukaan air di Kali Surabaya akan mempengaruhi kelancaran pengaliran banjir dari daerah sekitarnya, Kali Surabaya bermuara di Selat Madura, oleh karena itu aliran Kali Surabaya dipengaruhi oleh pasang surut di laut. Pada saat pasang tertinggi yang bersamaan waktunya dengan terjadinya banjir dari hulu, maka walaupun debit banjir Kali Surabaya cukup tinggi kecepatan alirannya tetap akan menurun karena pengaruh backwater yang terjadi pada saat air laut pasang. Menurut hukum kontinuitas kapasitas saluran merupakan fungsi dari kecepatan dan luas penampang basah aliran, dengan demikian apabila kecepatan aliran menutup, luas penampang basah akan bertambah. Ini berarti apabila lebar saluran tidak berubah maka tinggi permukaan air yang akan bertambah. Apabila permukaan air Kali Mas terus bertambah dan menjadi lebih tinggi daripada daerah sekitarnya maka genangan air di daerah sekitarnya tidak dapat dialirkan secara gravitasi ke Kali Mas. Untuk mengalirkan air enangan di daerah sekitarnya tersebut diperlukan pembangunan drainase berupa *Box Culvert*, dan pompa, seperti pompa yang ada di Stasiun Pompa di daerah Bratang.

##### **Banjir lokal**

Banjir lokal atau yang sering disebut genangan lokal adalah banjir yang disebabkan oleh curah hujan lokal di dalam kota yang cukup tinggi dan tidak lancarnya aliran ke dalam saluran - saluran (drainase) yang ada karena kondisi topografinya yang sangat landai dan/atau karena pengaruh pasang surut air laut. Karena kondisi topografi yang landai dan saluran-saluran pengembangan utama bermuara di selat Madura maka perbedaan tinggi permukaan air antara bagian hulu dan bagian hilir saluran sangat kecil. Ini berarti bahwa kemiringan energi aliran, yaitu perbedaan tinggi permukaan aliran dibagi panjang saluran menjadi sangat kecil pula. Di samping itu karena kecepatan aliran menurun maka untuk debit aliran yang tinggi permukaan aliran di saluran menjadi naik pula. Kemudian apabila permukaan air di saluran utama menjadi tinggi, aliran dari saluran sekunder ke saluran utama menjadi terhambat, demikian pula aliran dari saluran tersier ke saluran sekunder. Kecilnya kemampuan saluran untuk mengalirkan air ke masing-masing muaranya menyebabkan terjadinya genangan di daerah-daerah tangkapan (catchment area) masing-masing. Terutama pada Jalan Raya Wiyung genangan-genangan air sangat besar, hal ini karena terdesak adanya pertumbuhan perumahan pada daerah Gunungsari dan daerah Wiyung, maka untuk mengatasi hal tersebut perlu dibangun suatu saluran drainase dibawah jalan, yang berfungsi sebagai Saluran Drainase cabang Sungai Gunungsari. Dengan dibangunnya saluran drainase (*Box Caver*) dibawah jalan tersebut akan membawa dampak untuk mempercepat pengeringan genangan air di Jalan Raya Wiyung.

##### **Banjir dan genangan**

Pada awal tahun seribu sembilan puluhan Sembilan daerah-daerah yang sebelumnya selalu menjadi langganan banjir seperti daerah-daerah di sekitar Jl. Ciliwung, Jl. Opak, daerah Darmo dan di Wiyung, daerah di sekitar Jl. Raya Wiyung dan di daerah perumahan Gunungsari, untuk tepi sungai Gunungsari tidak lagi tergenang karena telah ada perbaikan sistem drainase di daerah-daerah tersebut dengan dibangunnya rumah-rumah pompa, perbaikan atau revitalisasi Sungai Gunungsari (Wiyung) serta boesem di Wiyung, akibatnya di daerah Barat pasar

Wiyung dapat diatasi dengan saluran-saluran Drainase Tersier dan saluran-saluran sekundernya.

Pada saat itu daerah selatan dan daerah timur belum berkembang dengan pesat sehingga masih tergantung pada saluran-saluran irigasi, tersier, sekunder yang digunakan untuk drainase sebagai saluran pematusan genangan air . Sejak lima tahun terakhir (2005) ini genangan yang terjadi akibat banjir telah merata hampir di seluruh wilayah Pemkot Surabaya dengan tinggi dan lama genangan yang berbeda-

beda. Pada tahun 1996, 1997 dan awal tahun 2000, banjir dan genangan yang terjadi telah membawa kerugian yang besar tidak saja bagi penghuni rumah/kantor saja tetapi bagi seluruh warga karena kemacetan lalu lintas dan terganggunya keamanan serta kesehatan. Dari data tahun 2005 daerah-daerah yang mengalami genangan air dari akibat curah hujan cukup tinggi dan dalam waktu lama yaitu lebih dari satu hari, seperti data pada Tabel 1. antara lain adalah daerah-daerah:

**Tabel 1 Tinggi Genangan air dan Waktu (lama) Genangan air**

Daerah	Tinggi Genangan	Lama Genangan
Wiyung (Gunungsari)	>35 cm	2 - 5 hari
Gayungan	> 40 cm	3 – 5 hari
Wonokromo	> 20 cm	1 – 3 hari
Rungkut	> 40 cm	5 – 10 hari
Tenggiling	> 25 cm	2 – 7 hari
Sukolilo	> 50 cm	2 – 4 hari
Tambaksari	> 50 cm	1 – 9 hari
Benowo dan daerah barat lainnya	40 cm – 100 cm	2 – 14 hari

(Data dari DPU Pemkot Sby, 2000)

Dari data tersebut tampak bahwa daerah rawan banjir yang tergenang cukup tinggi dan cukup lama pada umumnya adalah daerah-daerah barat, timur dan selatan yaitu daerah-daerah yang berkembang dengan pesat mulai tahun 1995 sampai sekarang, menempati lahan-lahan bekas persawahan serta rawa-rawa, dan untuk mengatasi hal tersebut telah selesai dibangun **Box Caver** dari Konstruksi Beton Pracetak dengan ukuran tinggi 3m, tebal 25 cm, lebar 3 m, dalam satu lajur dipasang dua buah.

Dari uraian permasalahan tersebut diatas apakah pembangunan **Box Culvert** yang telah direncanakan untuk pelaksanaan pembangunan, sudah memenuhi syarat atau dapat menampung genangan air akibat air hujan yang terjadi di daerah Wiyung dan sekitarnya.

## KAJIAN KEPUSTAKAAN

### a. Hujan Rerata Daerah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir pada penentuan dimensi drainase (saluran) adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan disuatu titik tertentu. Curah hujan ini

disebut curah hujan yang dinyatakan dalam milimeter (Sosrodarsono, 1983).

1. Cara rerata aljabar/hitung.
2. Cara poligon thiessen.
3. Cara isohyet

Harga rata-rata hitung didapatkan dengan menjumlahkan curah hujan dari semua tempat pengukuran selama suatu periode tertentu (1- 5 hari maksimum), dengan kala ulang 5 tahun, dan membaginya dengan banyaknya tempat pengukuran.

Dalam penelitian digunakan dengan cara Thiessen dianggap bahwa data curah hujan dari suatu tempat pengamatan dapat dipakai untuk daerah pengaliran disekitar tempat itu yaitu pada stasiun Gunungsari, Wonokromo dan Tandes Banyuurip (hasil pencatatan diolah dengan cara polygon thiessen hasil pada lampiran)

### b.Hujan Harian Maksimum.

Untuk mendapatkan hitungan Debit hujan maksimum satu harian (R1), sampai dengan lima harian (R5), memakai kala ulang 5 (lima) tahun, menggunakan perumusan curah hujan rancangan dengan log PERSON TYPE III, sebagai kelengkapan untuk perhitungan dimensi Saluran (Drainase). Adapun Langkah-langkah urutan perhitungan sebagai berikut :

Data curah hujan  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  menjadi  $\log x_1, \dots, \log x_n$

$$\text{Rerata log } x = \frac{\sum_{i=1}^n \log x_i}{n}$$

$$\text{Simpangan baku } S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\text{Skewness } C_s = \frac{n (\log X_n - \log X)^3}{(n-1)(n-2) S_n^3}$$

Menghitung logaritmic hujan dengan kala ulang yang diinginkan

$$\log X = \log \bar{x} + K \cdot S_n$$

### c. Perhitungan Dimensi Drainase.

Untuk mengetahui apakah dimensi saluran yang dipakai untuk mengalirkan air genangan di Daerah Wiyung, memakai perumusan sebagai berikut perumusan

#### Secara analitis (Drainase Modul).

$$D(n)T = R(n)T + \{IR(n) - E(n) - P(n) - \Delta s(n)\}$$

Dimana :

$R(n)T$  = curah hujan rancangan n harian dengan kala ulang T

$D(N)T$  = drainase modul dengan curah hujan n harian dan kala ulang T

$IR(n)$  = jumlah air irigasi yang masuk sawah

$E(n)$  = evapotranspirasi

$P(n)$  = perkolasi (mm/hari)

$\Delta s(n)$  = tambahan genangan (mm)

$$\text{maka : } Q_i = \frac{\beta_i \cdot D_3(T) \cdot \Delta i}{3.8,6.4}$$

$Q_i$  = debit pembuang rencana dari area  $\Delta i$  (lt/dt)

$\beta_i$  = factor reduksi untuk luas daerah  $\Delta i$  untuk luas maksimum petak tersier = 150 ha

$\beta_i$  = luas daerah (ha)

$$D_3(5) = 224,439 + \{4.4\} - 3 \cdot 0 - 10 = 218.839 \text{ lt/dt/ha} \sim 218.84 \text{ lt/dt/ha}$$

dimana : untuk dataran rendah  $\{IR(n) - E(n)\} = 4.4 \text{ mm}$

$$\Delta s(n) = 10 \text{ mm} < 0.25 \text{ tinggi tanaman}$$

Perkolasi diambil minimal atau  $P = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{2}$

Jadi diambil dalam perhitungan dimensi untuk Drainase sedalam  $D_m \text{ max}$

$$\text{Debit } (Q) = \beta_i \cdot (D_3(5)) \cdot \Delta i = \frac{1.218,891}{3.8,64} = 8.44 \text{ lt/dt/ha}$$

$$3.8,64 \quad 3.8,64$$

#### Secara Rumus Manning :

$$Q = V \cdot A \rightarrow V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

dimana : koefisien = manning

$R$  = jari - jari hidrolis

$S$  = kemiringan

$$\text{Untuk perhitungan : } n = 0.025 \rightarrow S = \frac{500}{50.000} = 0.0001$$

$$50.000$$

Saluran berbentuk trapezium  $\rightarrow b/Y = 1 ; Z = 1$

#### Analisis dari Dimensi :

$$A = (b + Z \cdot Y) \cdot Y$$

$$Y = (Y + 1 \cdot Y) \cdot Y = 2Y^2$$

$$P = Y + 2Y = 3.28Y$$

$$R = A : P = 2Y^2 / 3.28Y = 0.52Y$$

$$Q = \frac{1}{n} (0.52Y)^{2/3} \cdot (0.0001)^{1/2} = 0.025 \cdot 2Y^2 = 0.5173 Y^{8/2} \rightarrow Q = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S \cdot A$$

$$\text{Menurut KP 03 untuk sawah} \rightarrow Q_d = 1.62 \cdot D_m \cdot A^{0.92}$$

Dimana :

$Q_d$  = debit pembuang rencana (lt/dt)

$D_m$  = modul drainase (lt/dt)

$A$  = luas daerah yang di drain (ha)

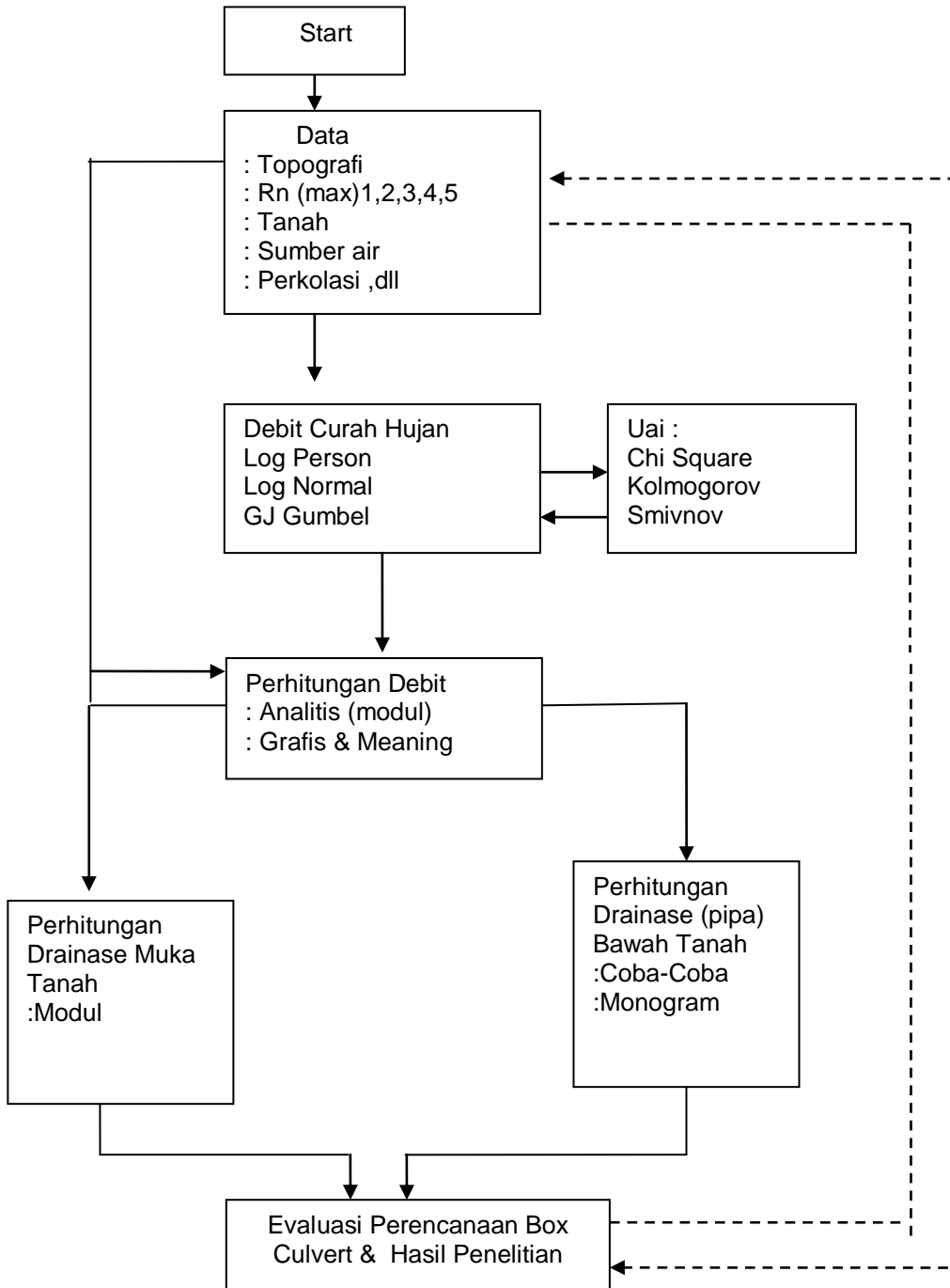
$1.62 A^{0.92}$  = faktor pengurangan luas yang dibuang airnya

$$Q_d = 1.62 \cdot 22.96 \cdot 4^{0.92} = 167.842 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Persamaan } Q_d = 0.5173 Y^{8/3}$$

**d. Alur Kronologis Penelitian**

Perhitungan Perencanaan Jaringan Drainase dituangkan dalam gambar *Flow Chart* sebagai berikut :



Gambar 1 *Flow Chart* Alir Penelitian.

**e. Drainase (Saluran).**

**Pola sistem drainase**

Kotamadya Surabaya terletak di muara Kali Surabaya salah satu cabang dari Kali Brantas. Sampai di Surabaya Kali Surabaya terbagi menjadi dua cabang yaitu

Kali Mas yang mengalir melalui Kota Surabaya dan Kali Wonokromo yang mengalir langsung ke timur ke selat Madura. Apabila dilihat dari sejarah pengembangan Kotamadya Surabaya, kota ini pada awalnya berkembang mengikuti sistem keberadaan

air yaitu di sepanjang Kali Mas dari Pelabuhan Tanjung Perak di utara ke arah selatan.

Dengan pesatnya kebutuhan penyediaan sarana dan prasana fisik maka perkembangan kota tidak lagi mengikuti aliran tetapi mengikuti perkembangan jalan. Perkembangan kota tidak lagi dari utara ke selatan tetapi ke arah barat dan timur. Dengan demikian maka sistem drainase untuk genangan air harus mengikuti perkembangan tersebut. Sebenarnya Pemerintah Kotamadya Surabaya telah memiliki pola sistem drainase Surabaya yang disusun atas dasar hasil studi yang dilakukan oleh suatu tim penyusun konsep penanganan masalah banjir Kota Surabaya (Tabel 1.Drainase model Sub.Wilayah) . Dari

pola sistem drainase tersebut dapat dilihat bahwa pola pengaliran air mengikuti pola aliran sungai Kali Mas dan Kali Wonokromo, serta saluran-saluran irigasi yang dapat dialih fungsikan menjadi drainase yaitu Kedurus dan Saluran Gunungsari di sebelah barat, Saluran Wonorejo, Saluran Kebonagung dan Saluran Perbatasan di sebelah selatan, Saluran Kalibokor, Saluran Kalidami dan lainnya di sebelah timur. Kemudian dengan memperhatikan kondisi topografi dan keberadaan saluran-saluran tersebut sistem drainase Kota Surabaya dibagi menjadi 3 (tiga) wilayah dan satu Sub Sistem yang berdiri sendiri setiap wilayah terdiri dari beberapa Sub Sistem sebagai berikut:

**Tabel 2. Drainase model Sub.Wilayah**

Wilayah Drainase Surabaya Selatan 3 Sub Sistem (SS)	Wilayah Drainase Surabaya Timur 9 Sub Sistem (SS)	Wilayah Drainase Surabaya Barat 5 Sub Sistem (SS)	Sub Sistem Kali mas
SS Perbatasan SS Kebonagung SS Wonorejo	SS Medokan SS Bratang SS Kalibokor - Keputih SS Kalidami SS Kalisari SS Kenjeran SS Kenjeran Utara Cumpat SS Pegirikan Tambaksari	SS Greges SS Gunungsari - Kali Anak - Kali Balong - Kali Sememi SS Kali Simo SS Kali Kedurus SS Kali Karangpilang	Sus Sistem ini merupakan Sub Sistem tersendiri dengan Kali Mas sebagai saluran utama yang di samping untuk drainase, berfungsi pula untuk saluran pengairan (saluran pembawa)

Dengan berpedoman pada pola sistem drainase tersebut diatas, sebagian besar saluran-saluran utama telah dibuat. Beberapa Sub Sistem bahkan telah dilengkapi dengan saluran sekunder dan tersier seperti Sub Sistem Medokan/Semolowaru (sedang dilaksanakan pembangunan *Box Culvert*) dan Sub Sistem Kalidami. Ditinjau dari seluruh sistem penyediaan saluran-saluran sekunder dan tersier memang masih sangat kurang sehingga aliran dari saluran-saluran kwarter tidak dapat mencapai saluran tersier, saluran tersier tidak dapat mencapai saluran sekunder dan saluran sekunder tidak dapat mencapai saluran primer dan dengan perkembangan sekarang telah dipadukan dengan pola *Materplant Drainage 2018*.

**Sistem Aliran Gravitasi**

Sistem gravitasi merupakan pilihan pertama untuk mengalirkan air ke hilir dari setiap Sub Sistem. Keberhasilan sistem ini sangat tergantung pada besarnya kemiringan aliran. Karena panjangnya saluran dan kecilnya perbedaan permukaan air maka kemiringan aliran pada umumnya kecil sehingga debit yang dapat dialirkan

juga kecil. Apabila jumlah debit yang harus dialirkan (dari curah hujan) lebih besar maka akan terjadi genangan di daerah alirannya. Untuk mengurangi genangan tersebut diperlukan fasilitas yang membantu yaitu boesem sebagai penampungan sementara, keuntungan dari pembangunan boesem adalah dapat mempertahankan muka air tanah di daerah sekitarnya pada waktu musim kemarau.

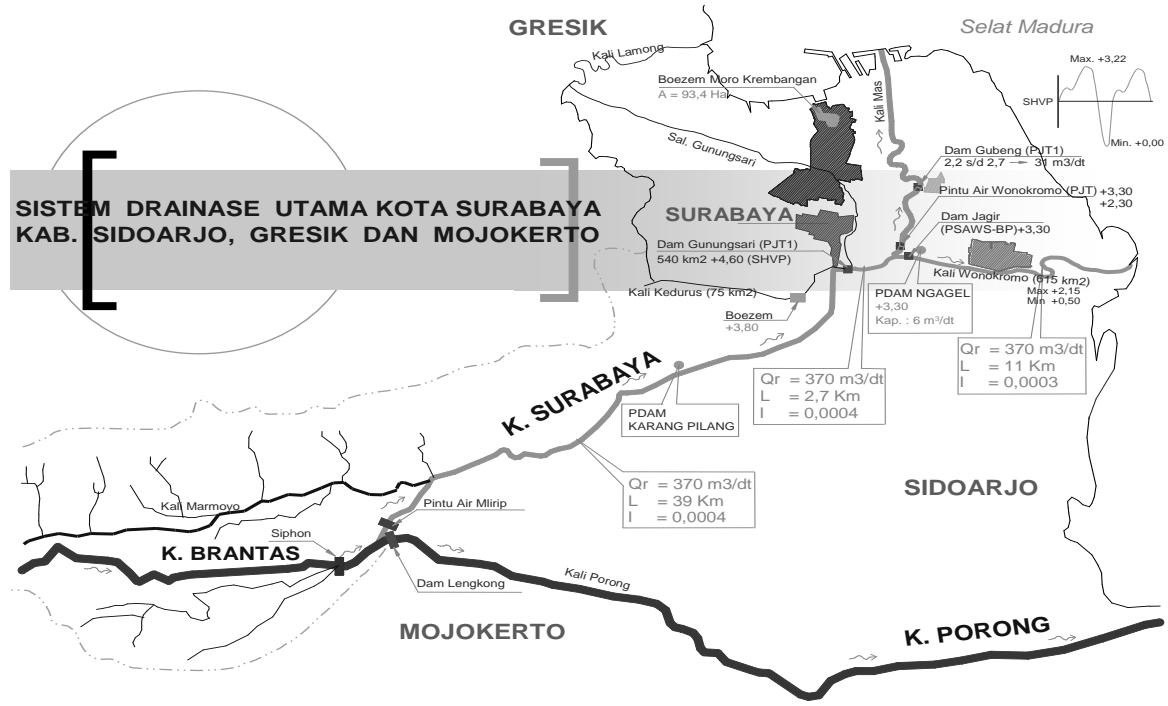
**Stasiun Pompa**

Untuk daerah pematuan yang terletak lebih rendah dari pada elevasi permukaan air di saluran-saluran di dalam Sub Sistem dipergunakan pompa-pompa untuk mempercepat jalanna aliran dari genangan air. Sebagai contoh adalah stasiun pompa Darmo dan Stasiun pompa Dinoyo adalah untuk mengalirkan air dari daerah Darmo ke Kali Mas karena elevasi muka air Kali Mas lebih tinggi dibandingkan permukaan air di saluran-saluran Darmo dan saluran Dinoyo, juga Stasiun pompa juga dapat diletakkan di tengah-tengah penampang memanjang sungai pada aliran Sungai Gunungsari, tujuan dari pembangunan stasiun pompa ini adalah

untuk mempercepat aliran air dari drainase (*box culvert*) yang ada dibawah Jalan Raya Wiyung dari Pertigaan Gunungsari sampai ke Jembatan dengan jarak  $\pm 1.000$  m atau

Sungai Gunungsari, agar aliran dapat diteruskan ke Bozem di Wiyung atau ke Kali Wonokromo.

**Gambar 2. Lokasi pembangunan box culvert di jalan raya wiyung drainase perkotaan gunungsari surabaya barat**



Gambar2. – Sistem Drainase Utama Terpadu



Gamba3. – Pemasangan Bangunan Box Culvert

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data curah hujan tahunan diurutkan sesuai rangking (Tabel 5 s/d 10 lampiran) dan dianalisis, kemudian

dicari R1,2,3,4, dan R5 lewat rumusan Log Person III, untuk mendapatkan curah harian maximal sebagai dasar awal sebagai penentuan dimensi Drainase (Saluran).

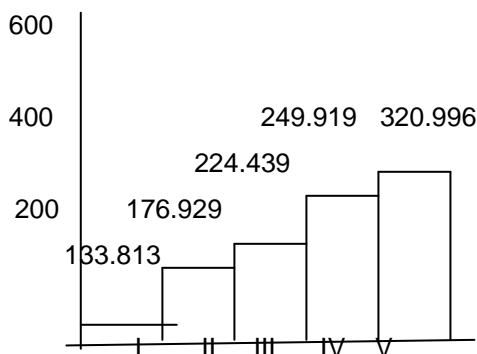
**Tabel 3. Hasil Perhitungan curah hujan harian maximal**

Hujan max	LogX= $\frac{\sum \log Xi}{n}$	$S_n = \frac{\log (X_n - \log X)}{n - 1}$	$C_s = \frac{\log (X_n - \log X)^2}{n(\log X_n - \log X)^2}$	K= Log PERSON III	KSn	Log X=Log+KSn	X
R1	1.9623	0.1922	-0.35	0.854	0.164	2.265	133.813
R2	2.1011	0.1843	0.64	0.796	0.147	2.2478	176.929
R3	2.2191	0.1823	1.26	0.7242	0.132	0.3511	224.439
R4	2.2751	0.1658	1.14	0.7342	0.123	2.3978	249.919
R5	2.23652	0.1879	-2.2	0.752	0.141	2.5065	320,996

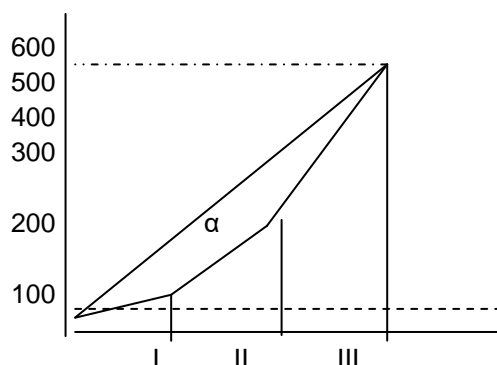
Hasil perhitungan curah harian hujan maximal dengan kala ulang 5 tahun adalah sebagai berikut :

R1 (5) = 133,813 mm, R2 (5) = 176,929 mm, R3 (5) = 224,439 mm, R4 (5) = 249,919 mm, dan R5 (5) = 320,996 mm. Untuk mempercepat aliran genangan air, akibat curah hujan dalam perhitungan perencanaan dipakai R3 (3), agar dimensi untuk menentukan bentuk (besaran profil) dalam perencanaan Drainase (saluran) dapat menerima buangan air genangan di daerah Jalan Raya Wiyung, hal ini didasarkan atas pertimbangan lama waktu genangan surut yaitu diantaranya 2 dan 5 hari, dan untuk membantu kecepatan aliran dipakai pola sistem bantuan pompanisasi, akan membantu genangan air cepat habis (kering).

**Perhitungan Drainase Modul model Grafik**



Gambar 4. Grafik model Modul



$$Tg \alpha = \frac{540 - 100}{3} = \frac{440}{3}$$

**Drainase Modul.**

Grafis I

Genangan yang diijinkan = 100mm

$$Tg = \alpha = \frac{440 \times 10^{-2} \times 10^{-6}}{3 \times 24 \times 60 \times 60} = 16,975 \text{lt/dt/ha}$$

Tabel 4. Hasil R (mm) Cara grafis II

R (mm) max	R (mm) komulatif	Per kolasi	Sisa IR	Total
133,813	133,813	43.9	0	90,813
176,929	310,742	43.9	0	266.842
224,439	535,181	43.9	0	491,281
249,919	785,100	43.9	0	741,200
320,996	1106,096	43.9	0	1062,196

**Pehitungan Debit Drainase dengan Drainase Modul**

Secara analitis:

$$D(n) T = R(n) T + [ir(N) - e \{n\} - P(n) - \Delta s (n)]$$

$$D3 (5) = 224,439 + \{4.4\} - 3 \cdot 0 - 10 = 218.849 \text{lt/dt/ha} \sim 218.84 \text{lt/dt/ha}$$

Dimana: untuk dataran rendah  $\{IR(n) - E(n)\} = 4.4 \text{ mm}$

$\Delta s(n) = 10 \text{mm} < 0.25$  tinggi tanaman  
Perkolasi diambil minimal atau  
 $P = P_{\text{max}} - P_{\text{min}2}$

Jadi diambil dalam perhitungan dimensi.

Drainase (saluran) sedalam  $D_m \text{ max}$

$$\text{Debit (Q)} = \frac{\beta_i \cdot (D3(5)) \cdot \Delta i}{3 \cdot 8,64} = \frac{1.218,891}{3 \cdot 8,64}$$

= 8.44 lt/dt/ha

**Analisis Dimensi Saluran**

Rumus manning :

$$Q = V \cdot A \rightarrow V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

dimana : koefisien = manning

R = jari - jari hidrolis

S = kemiringan

Untuk perhitungan ini :  $n = 0.025 \rightarrow$

$$S = \frac{500}{50.000} = 0.0001$$

Saluran berbentuk trapezium

$$\rightarrow b/Y = 1 \quad Z = 1$$

**Analisis :**

$$A = (b + Z \cdot Y)Y = (Y + 1 \cdot Y)Y = 2Y^2$$

$$P = Y + 2Y = 3.28Y$$

$$R = A : P = 2Y^2 / 3.28Y = 0.52Y$$

$$Q = \frac{1}{48.3} (0.52Y)^{2/3} \cdot (0.0001)^{1/2} \cdot 2Y^2 = 0.5173 Y^{8/3}$$

$$Q = \frac{1}{48.3} R^{2/3} \cdot S \cdot A \cdot 0.025 \cdot n$$

Menurut KP 03 untuk sawah  $\rightarrow$

$$Q_d = 1.62 \cdot D_m \cdot A^{0.92}$$

dimana:  $Q_d =$  debit membuang rencana (lt/dt)

$D_m =$  modul drainase (lt/dt)

A = luas daerah di drain {ha}

$1.62A^{0.92} =$  faktor pengurangan luas yang dibuang air nya

Debit membuang rencana diambil max :

$$Q_d = 1.62 \cdot 22.96 \cdot 4^{0.92} = 167.842 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Persamaan } Q_d = 0.5173 Y^{8/3}$$

$$167.842 = 0.5173 \cdot Y^{8/3}$$

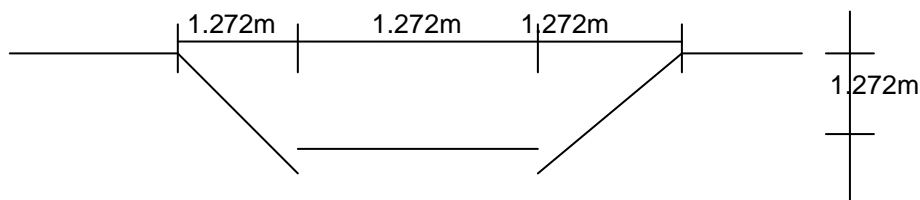
$$Y^{8/3} = \frac{167.842}{0.5173} = 324.457$$

$$Y^3 = 324.457$$

$$Y^3 = 2.060$$

$$Y = 1.272 \text{ M}$$

Untuk mengatasi Genangan air akibat curah hujan di Daerah Wiyung dan sekitarnya dari hasil penelitian dimensi seperti pada Gambar 4. mempunyai luas aliran basah 2,4m<sup>2</sup>, sedangkan *box Culvert* yang telah dibangun luas aliran basah 21m<sup>2</sup> bearti lebih besar dari hasil penelitian, berarti *box caver* mempunyai kemampuan mengatasi genangan kurang lebih 8,75 kali hasil penelitian.



Gambar 5. penampang saluran dengan perumusan Manning

**KESIMPULAN**

a. Jika Debit genangan yang terjadi, dipakai sebagai dasar penentuan dimensi perencanaan saluran (drainase) untuk daerah wiyung, dengan perumusan manning, telah mendapatkan hasil bentuk saluran trapezium dengan ukuran kedalaman 1,272m, ukuran lebar bagian atas 3x1,272m= 3,816 m dan lebar bawah 1,272m, berarti luas aliran basah penampang saluran (drainase) adalah = 2,4 m<sup>2</sup>

b. Pemasangan bangunan saluran Box Caver dengan tinggi ukuran 3 m dan lebar 3,5 m, luas basah aliran penampang saluran adalah 10,50 m<sup>2</sup>, jika dipasang dua buah luas penampang adalah = 21 m<sup>2</sup>, bahwa *box culvert* yang terpasang telah memenuhi persyaratan untuk menampung buangan air genangan yang terjadi, karena luas penampang 21 m<sup>2</sup> > dari luas penampang basah aliran pada genangan hasil penelitian 2,4 m<sup>2</sup>, dan untuk mempercepat pengaliran air genangan juga dibantu dengan

pemasangan pompa di bagian hilir (di tepi sungai Gunungsari), sehingga air genangan akan lebih cepat habis (kering). Jika diperhitungkan rasio

kapasitas penampungan genangan air di pembangunan *Box Culvert*, mempunyai kelipatan 8,75 dari kapasitas hasil penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003. *Pengairan Dalam Angka 2003* DPU Propinsi Jawa Timur
- Anonim, UU No 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air
- Anonim, UU No 22 Tahun 1999 tentang Otonomi Daerah
- Chow.Ven Te 1989, *Hidrolika Saluarn Terbuka*, Jakarta Penerbit Erlangga
- Shahin, M,M,A, 1987, *Statical Analysis Hidrologi Vol.2* Edition Depl Nderland
- Soemarto, CD,1987, *Hidrologi Teknik*, Surabaya Usaha Nasional
- Soebarkah, Imam.1980. *Hidrolika Untuk Perencanaan Bangunan Air*.Bandung Idea Dharma
- Suhardjo.1984. *Drainase Perkotaan* Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang
- Sosdarsono,Suyono.1980.*Hidrologi Untuk Pengairan Jakarta* : Pradya Paramita
- www.google."Drainase dan Permasalahannya".com
- www.google."Drainase Perkotaan".com
- www.google."Drainase Persawahan.com
- www.google."Penanganan Banjir.com
- www.google."Manfaat Drianase.com

### Lampiran

**Tabel 5. Data hujan R1 (max), R2 (max), R3 (max)**

NO	Tahun	Data	R1 (max)	R2 (max)	R3 (max)	R4 (max)	R5 (max)	Rangking					
								R1	R2	R3	R4	R5	
1	1985	0											
		20											
		187	187	237	312	332	332	39	75	105	121	121	
		50											
2	1986	75											
		6											
		30											
		75	75	115	125	155	161	72	78	111	126	133	
3	1987	40											
		10											
		120											
		110	150	260	380	400	410	80	95	118	138	148	
4	1988	150											
		20											
		23											
		107	110	137	165	188	188	81	105	145	155	161	
5	1989	30											
		28											
		0											
		105											
		0											

		40	105	105	145	195	215	82	113	145	163	173
		50										
		20										
6	1990	10										
		72										
		6	72	78	118	138	148	87	115	153	188	188
		40										
		20										
7	1991	10										
		39										
		36	39	75	111	121	121	105	137	165	190	195
		36										
		0										
8	1992	40										
		30										
		83	87	113	153	163	173	110	160	180	195	215
		10										
		10										
9	1993	21										
		15										
		80	80	95	105	126	133	150	237	312	332	332
		10										
		7										
10	1994	10										
		80										
		80	80	1160	180	190	195	187	260	380	400	410
		20										
		5										

Tabel : 6 Hujan harian max 1 (satu) haria

Data Xi	log Xi	$P = \frac{n}{n+1} \cdot 100\%$	$(\log Xi - \log X)$	$(\log Xi - \log X)^2$	$(\log Xi - \log X)^2$
39	1.591	9.091	-0.3713	0.1379	-0.0512
72	1.857	18.182	-0.1853	0.0343	-0.0064
80	1.903	27.272	-0.0593	0.0035	0.0002
81	1.908	36.364	-0.0543	0.0029	-0.0002
82	1.914	45.455	-0.0483	0.0023	-0.0001
87	1.940	54.545	-0.0223	0.0005	-0.0001
105	2.021	63.636	0.0587	0.0034	0.0002
110	2.041	72.727	0.0787	0.0062	0.0005
150	2.176	81.818	0.2137	0.0457	0.0098
187	2.272	90.909	0.3097	0.0959	0.0297

Tabel 7. Hujan harian max 2 (dua) hari

Data Xi	log Xi	$P = \frac{n}{n+1} \cdot 100\%$	$(\log Xi - \log X)$	$(\log Xi - \log X)^2$	$(\log Xi - \log X)^2$
75	1.875	9.091	-0.2261	0.0511	-0.0116
78	1.892	18.182	-0.2091	0.0437	-0.0091
95	1.978	27.272	-0.1231	0.0152	-0.0019
105	2.021	36.364	-0.0801	0.0064	-0.0005
113	2.053	45.455	-0.0481	0.0023	-0.0001
115	2.061	54.545	-0.041	0.0016	-0.0001
137	2.137	63.636	0.0359	0.0013	0.00005
160	2.204	72.727	0.1029	0.0106	0.0011
237	2.375	81.818	0.2739	0.075	0.0205
260	2.415	90.909	0.3139	0.0985	0.0309

**Tabel 8. Hujan harian max 3 (tiga) hari**

Data Xi	log Xi	$P = \frac{n}{n+1} \cdot 100\%$	$(\log Xi - \log X)$	$(\log Xi - \log X)^2$	$(\log Xi - \log X)^2$
105	2.021	9.091	-0.1981	0.0392	-0.0078
111	2.045	18.182	-0.1741	0.0303	-0.0053
118	2.072	27.272	-0.1471	0.0216	-0.0032
145	2.161	36.364	-0.0581	0.0338	-0.002
145	2.161	45.455	-0.0581	0.0338	-0.002
153	2.185	54.545	-0.0341	0.0012	-0.00004
165	2.217	63.636	-0.0021	0	0
180	2.255	72.727	0.0359	0.0013	0.00005
312	2.494	81.818	0.2749	0.0076	0.0208
380	2.580	90.909	0.3609	0.1302	0.047

**Tabel 9. Hujan harian max 4 (empat) hari**

Data Xi	log Xi	$P = \frac{n}{n+1} \cdot 100\%$	$(\log Xi - \log X)$	$(\log Xi - \log X)^2$	$(\log Xi - \log X)^2$
120	2.079	9.091	-0.1942	0.037	-0.0071
126	2.100	18.182	-0.1148	0.0132	-0.0015
138	2.140	27.272	-0.1353	0.0183	-0.0025
155	2.190	36.364	-0.0848	0.0072	-0.0006
163	2.212	45.455	-0.0629	0.004	-0.0003
188	2.274	54.545	-0.0009	0	0
190	2.279	63.636	0.0036	0.00001	0
195	2.290	72.727	0.0149	0.0002	0
332	2.521	81.818	0.2459	0.0605	0.0149
400	2.602	90.909	0.327	0.1069	0.0349

**Tabel 10. Hujan harian max 5 (lima) hari**

Data Xi	log Xi	$P = \frac{n}{n+1} \cdot 100\%$	$(\log Xi - \log X)$	$(\log Xi - \log X)^2$	$(\log Xi - \log X)^2$
121	2.083	9.091	-0.2824	0.0797	-0.0225
133	2.124	18.182	-0.2414	0.0583	-0.0141
148	2.170	27.272	-0.1949	0.0379	-0.0074
161	2.207	36.364	-0.1584	0.0251	-0.004
173	2.238	45.455	-0.1272	0.0162	-0.0021
188	2.274	54.545	-0.091	0.0083	-0.0007
195	2.290	63.636	-0.0752	0.0056	-0.0004
215	2.332	72.727	-0.0328	0.0011	0
332	2.521	81.818	0.1559	0.0243	0.0038
410	2.613	90.909	0.2476	0.0613	0.01518