

STUDI ANALISA DIMENSI DRAINASE DI JALAN PATIN KECAMATAN TENGGARONG KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA

Dedi Irawan

Mahasiswa. Fakultas Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

ABSTRAK

Jalan Patin merupakan jalan utama yang menghubungkan Jalan utama lainnya yang sekarang ini menjadi jalan alternatif utama antar kecamatan menuju kekota tenggarong khususnya daerah kecamatan dari kabupaten kutai kartanegara yang berada dibagian hulu sungai Mahakam, sehingga menjadi jalan yang vital bagi masyarakat dan apabila sekarang ini masih terjadi banjir didaerah tersebut

Tujuan Penelitian Untuk mengetahui debit banjir rancangan pada Tahun 2028, debit air pada saluran existing dan menganalisa saluran yang mencukupi hingga tahun 2028 pada Jalan Patin kecamatan Tenggarong kabupaten Kutai Kartanegara

Metode untuk menghitung curah hujan rancangan adalah Metode Gumbel dan Metode Log Person type III. Sedangkan Metode untuk mengetahui debit banjir rancangan adalah Metode Rasional.

Hasil Kajian drainase menunjukkan Sal. kiri 2 dan sal. Kanan 2 tidak mencukupi kapasitasnya untuk debit dengan kala ulang 10 Tahun. Solusinya Saluran disesuaikan dilapangan menggunakan drainase dengan penampang saluran trapesium di rencana tinggi 0,9 meter dan lebar bawah 1,7 meter

Kata kunci : Sistem Drainase, Debit Banjir Rancangan, dan Kapasitas daya Tampung

Pendahuluan

Latar Belakang

Dinamika perkembangan pembangunan serta perkembangan penduduk dan kegiatan ekonomi suatu wilayah yang sangat cepat, menuntut adanya kebutuhan prasarana dan sarana kota yang semakin kompleks dan mendesak termasuk di dalamnya kebutuhan akan sarana dan prasarana drainase yang merupakan bangunan pelengkap jalan.

Komperhensifitas perencanaan prasarana jalan di suatu wilayah perkotaan mulai dari tahapan pra survey, survey, perencanaan dan perancangan teknis, pelaksanaan pembang-unan fisiknya hingga pemeliharaan harus integral dan tidak terpisahkan sesuai kebutuhan saat ini dan prediksi umur pelayanannya di masa mendatang agar tetap terjaga ketahanan fungsionalnya..

Dalam hal perencanaan drainase terutama untuk jalan baik di perkotaan dan pedesaan, maka hal yang harus dilaksanakan dengan seksama adalah sesuai standar dan sistem perencanaan drainase perkotaan yaitu menyangkut pola arah aliran, situasi dan kondisi kota, langkah perencanaan dengan memperhatikan aspek hidrologi yang meliputi : siklus hidrologi (*hidrologi cycle*), karakteristik hujan, data hujan, pengolahan data hujan, debit rancangan serta aspek hidrolika yang menyangkut aliran air pada saluran, sifat-sifat aliran, rumus-rumus aliran air dan analisis dimensi saluran.

Oleh karna itu, penelitian ini mengarah pada studi analisa dimensi drainase di jalan

Patin kecamatan Tenggarong kabupaten Kutai Kartanegara yang sangat diperlukan sebagai solusi untuk menanggulangi permasalahan limpasan hujan yang terjadi pada jalan Patin kecamatan Tenggarong kabupaten Kutai Kartanegara yang langsung membuang kearea sungai Mahakam dimana secara logika harusnya tidak terjadi yang demikian, tetapi akan terjadi banjir atau limpasan permukaan apabila sistem drainasenya tidak dibuat sesuai dengan kemampuan yang ditampung, untuk itu menjadi hal yang perlu dikaji mengenai saluran utama yang berada dijalan Patin

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Berapakah debit banjir rancangan pada Tahun 2028, pada Jalan Patin kecamatan Tenggarong kabupaten Kutai Karta-negara ?
2. Berapakah debit air pada saluran existing sistem drainase pada Jalan Patin kecamatan Tenggarong kabupaten Kutai Kartanegara ?
3. Bagaimana analisa saluran yang mencukupi hingga tahun 2028 ?

Batasan Masalah Penelitian

Sesuai rumusan masalah yang telah disebutkan diatas maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini dilakukan pada saluran sistem drainase pada Jalan Patin kecamatan Tenggarong kabupaten Kutai Kartanegara

2. Perhitungan debit banjir rancangan dengan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun.
3. Perhitungan debit eksisting drainase.

Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud

1. Mengetahui kemampuan saluran existing untuk mengalirkan debit banjir yang turun di Jalan Patin kecamatan Tenggarong kabupaten Kutai Kartanegara.
2. Memberikan solusi serta saran dalam penanggulangan banjir dilokasi kajian.

Tujuan

Tujuan Penelitian ini, adalah untuk :

1. Untuk mengetahui debit banjir rancangan pada Tahun 2028, pada Jalan Patin kecamatan Tenggarong kabupaten Kutai Kartanegara
2. Untuk mengetahui debit air pada saluran existing sistem drainase pada Jalan Patin kecamatan Tenggarong kabupaten Kutai Kartanegara
3. Untuk menganalisa saluran yang mencukupi hingga tahun 2028

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan ini adalah:

1. Dari hasil Perhitungan ini diharapkan dapat memberi inspirasi bagi proyek-proyek sejenis.
2. Diharapkan menjadi pedoman bagi pemerintah dalam menentukan kebijakan daerah yang diteliti di bidang infrastruktur kota serta mengatasipasi keadaan dimasa yang akan datang.

Tinjauan Umum

Kapasitas Daya Tampung

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia kapasitas dapat diartikan ruang yang tersedia, apabila dihubungkan dengan saluran, maka Banjir adalah tergenangnya daratan oleh air yang meluap dari tempat-tempat penampungan air di bumi. Banyaknya air yang masuk kepenampungan melebihi kapasitas daya tampungnya sehingga air meluap.

Luapan air dari penampungan ternyata juga melebihi daya serap daratan sehingga air tidak dapat lagi terserap kedalam tanah. Akibatnya, air menggenangi daratan dalam waktu tertentu yang tidak terlalu lam. Daerah-daerah yang tidak memiliki sistem drainase yang baik dapat terkena banjir jika terjadi hujan yang sangat lebat. Air hujan yang seharusnya mengalir lancar akan terhenti dan tergenang jika tidak ada sistem drainase yang baik. Selokan yang tertutup

oleh timbunan sampah merupakan salah satu contoh system drainase yang tidak baik (Samadi, S.Pd, M.Si , 2007)

Drainase

Menurut Dr. Ir. Suripin, M.Eng. (2004;7) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Kegunaan adanya saluran drainase ini adalah untuk mengeringkan daerah becek dan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah, menurunkan permukaan air tanah pada tingkat ideal, mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada, mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir. Sebagai salah satu sistem dalam perencanaan perkotaan, maka sistem drainase yang ada dikenal dengan istilah sistem drainase perkotaan. Sistem drainase perkotaan umumnya dibagi 2 bagian, yaitu:

1. Sistem Drainase Makro

Sistem drainase makro yaitu sistem saluran/ badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (Catchment Area). Pada umumnya sistem drainase makro ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran primer, kanal-kanal atau sungai-sungai. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

2. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelegkap drainase yang menampung dan mngalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan/perumahan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar. Pada umumnya drinase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2,5, atau

10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada.

Pengertian Hidrologi

Hidrologi adalah cabang ilmu Geografi yang mempelajari tentang kualitas air sekaligus distribusinya di seluruh bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air.

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari terjadinya pergerakan dan distribusi air di bumi, yang menyangkut perubahannya antara keadaan cair, padat, gas dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah, tentang sifat fisik, kimia serta reaksinya terhadap lingkungan dan hubungannya dengan kehidupan atau dengan kata lain ilmu pengetahuan yang menangani air di bumi, kejadiannya, perputarannya, serta penyebar-an, kekayaan kimiawi serta fisiknya, reaksi terhadap lingkungannya, termasuk hubungan dengan benda-benda hidup (Ir. Djoko Sasongko BIE, 1991).

Analisa Hidrologi

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik.

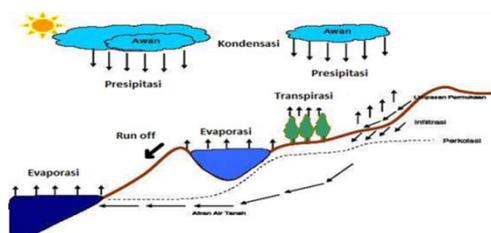
Analisa hidrologi merupakan tahapan paling penting sebelum perhitungan hidrolika dari bangunan drainase, untuk menentukan laju aliran, limpasan permukaan (run off) dan debit (discharge) (Subarkah, 1980).

Data curah hujan merupakan data hidrologi yang penting. Data curah hujan ini diperoleh dari stasiun hujan yang mewakili di sekitar kajian. Data hujan yang diambil dari berbagai stasiun hujan diuji untuk mengetahui apakah data tersebut konsisten atau tidak.

Sirkulasi Air (Siklus Hidrologi)

Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang seluk beluk air, kejadian dan distribusinya, sifat alami serta sifat kimianya, serta reaksinya terhadap kebutuhan manusia. Air hujan yang jatuh, sebagian ada yang diserap oleh tanah (infiltrasi), ada yang mengalir melalui permukaan tanah (saluran – saluran pembuang atau ada yang langsung mengikuti alur kontur tanah), mengalir dibawah permukaan tanah atau ada yang langsung berevaporasi oleh sinar matahari. Secara umum komponen tersebut dibagi menjadi komponen meteorologi dan topografi. Semua alur air diatas memerlukan suatu pertimbangan. Jika air yang jatuh lebih banyak dari air yang pergi atau diserap,

maka yang akan terjadi adalah banjir, sedang jika sebaliknya akan terjadi kekeringan. Komponen yang paling berpengaruh dalam sirkulasi air tersebut adalah komponen meteorologi. Komponen tersebut diantaranya presipitacion, yaitu segala bentuk air yang jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi, penguapan, suhu dan kelembaban, angin, tekanan atmosfer dan penyinaran matahari.



Gambar 1 Daur hidrologi

1. Evaporasi

Evaporasi merupakan penguapan yang bersumber dari badan air atau perairan, misalnya penguapan air laut, air sungai, air danau, dan air kolam.

2. Transpirasi

Transpirasi merupakan penguapan yang berasal dari embun pernafasan makhluk hidup, misalnya manusia, hewan, dan tumbuhan. Buktinya coba Anda bernafas menempel pada kaca, pasti akan ada embun atau uap hasil pernafasan.

3. Kondensasi

Kondensasi merupakan perubahan wujud dai uap air menjadi awan yang terjadi di atmosfer bumi.

4. Transportasi

Transportasi merupakan tenaga penggerak awan yang akan membawa awan jenuh air ke tempat turunya hujan. Agen transportasi dalam siklus hidrologi adalah angin.

5. Presipitasi

Presipitasi sering juga disebut sebagai hujan. presipitasi merupakan proses jatuhnya butiran-butiran air dari awan ke permukaan bumi.

6. Run off

Run off sering juga disebut sebagai aliran permukaan. run off merupakan aliran air hujan yang mengalir di atas permukaan bumi, misalnya melalui sungai, selokan, irigasi, dsb ke tempat yang lebih rendah hingga sampai ke laut.

7. Infiltrasi

Infiltrasi merupakan meresapnya atau masuknya air hujan ke dalam tanah secara vertikal. air hujan yang akan masuk ke dalam tanah dapat masuk terus ke dalam tanah dan mengalir di bawah tanah.

8. Perkolasi

Perkolasi merupakan aliran air di dalam tanah setelah terjadinya proses infiltrasi. air mengalir menuju tempat yang rendah dan bermuara di laut.

9. Sublimasi

Sublimasi merupakan perubahan wujud dari awan hujan menjadi awan es atau salju. sublimasi hanya terjadi pada siklus hidrologi panjang.

1. Analisa Curah Hujan Rencana

Hujan adalah nama umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian siklus hidrologi. Sedangkan curah hujan adalah besar hujan yang terjadi pada suatu daerah dalam jangka waktu tertentu yang diukur dengan penakar hujan, dinyatakan dalam mm. Dalam perencanaan drainase komponen yang paling pertama didata adalah komponen curah hujan. Hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghtiung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana.

Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan di-keringkan. Menurut pengalaman, penggunaan, periode ulang untuk perencanaan:

Saluran Kwartar : periode ulang 1 tahun;
 Saluran Tersier : periode ulang 2 tahun;
 Saluran Sekunder : periode ulang 5 tahun;
 Saluran Primer : periode ulang 10 tahun.
 (wesli, 2008. Drainase Perkotaan;49)

2. Hujan Rerata Daerah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu, Curah hujan ini disebut curah hujan daerah yang dinyatakan dalam milimeter (Sosrodarsono, 1987:27).

Stasiun pengamatan yang ada di Kota Samarinda relatif kurang dibandingkan dengan luasan yang ada dan tidak tersebar secara merata maka untuk menghitung curah hujan rerata daerah pada studi ini menggunakan cara Poligon Thiessen.

Cara ini berdasarkan rata-rata timbang (weighted average). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan masing-masing

sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung di antara dua buah pos penakar.

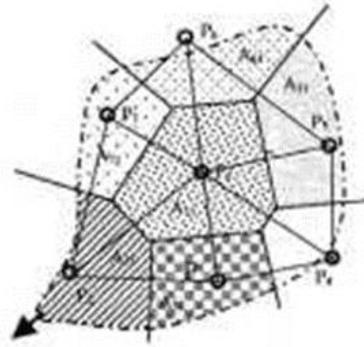
$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dengan :

\bar{R} = curah hujan rata-rata daerah (mm)

R_1, R_2, R_n = curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

A_1, A_2, A_n = luas daerah pngaruh pengamatan (km²)



Gambar 11. Metode Poligon Thiessen

Sumber: Suripin, 2004:28

3. Hujan Rancangan Maksimum

Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien skewness (kecondongan atau kemencengan).

Tabel 1 Parameter Statistik

Parameter	Sampel	Populasi
Rata-rata	$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$	$\mu = E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} X f(x) dx$
Simpangan Baku (standar deviasi)	$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$	$\sigma = \{E[(X - \mu)^2]\}^{\frac{1}{2}}$
Koefisien Variasi	$CV = \frac{S}{\bar{X}}$	$CV = \frac{\sigma}{\mu}$
Koefisien Skewness	$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$	$\gamma = \frac{E[(X - \mu)^3]}{\sigma^3}$

(Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan : 34)

Metode analisis hujan rancangan tersebut pemilihannya sangat bergantung dari kesesuaian parameter statistic dari data yang bersangkutan atau dipilih berdasarkan pertimbangan-pertimbangan teknis lainnya. Untuk menentukan metode yang sesuai, maka terlebih dahulu harus dihitung besarnya parameter statistic yaitu koefisien kemencengan (skewness) atau Cs, dan koefisien kepuncakan (kurtosis) atau Ck.

Tabel 2 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode Ulang T (tahun)	Peluang	K _T
1	1,001	0,999	-3,050
2	1,005	0,995	-2,580
3	1,010	0,990	-2,330
4	1,050	0,950	-1,640
5	1,110	0,900	-1,280
6	1,250	0,800	-0,840
7	1,330	0,750	-0,670
8	1,430	0,700	-0,520
9	1,670	0,600	-0,250
10	2,000	0,500	0,000
11	2,500	0,400	0,250
12	3,300	0,300	0,520
13	4,000	0,250	0,670
14	5,000	0,200	0,840
15	10,000	0,100	1,280
16	20,000	0,050	1,640
17	50,000	0,020	2,050
18	100,000	0,010	2,330
19	200,000	0,005	2,580
20	500,000	0,002	2,880
21	1000,000	0,001	3,090

(Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan : 37)

Distribusi Log Pearson Type III

Data curah hujan merupakan data hidrologi yang penting. Data curah hujan ini diperoleh dari stasiun hujan yang mewakili di sekitar kajian. Data hujan yang diambil dari berbagai stasiun hujan diuji untuk mengetahui apakah data tersebut konsisten atau tidak.

Perhitungan curah hujan menurut metode Log Pearson Type III, mempunyai langkah-langkah dan persamaan sebagai berikut :

1. Hujan harian maksimum diubah dalam bentuk logaritma;
2. Menghitung harga logaritma rata-rata dengan rumus:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X}{n}$$

3. Menghitung harga simpangan baku dengan rumus :

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n - 1} \right]^{0,5}$$

4. Menghitung harga koefisien asimetri dengan rumus :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 1)S^3}$$

Dimana :

- C_s = koefisien asimetri
- S = standar deviasi
- Log \bar{X} = nilai rata hitung variat

Tabel 3 Nilai K Untuk Distribusi Log Person III

Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)								
	1.0101	1.2500	2	5	10	25	50	100
Koef.G	Persentase Peluang Terlampaui (Percent chance of being exceeded)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3.0	-0.667	-0.363	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051
2.8	-0.714	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973
2.6	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	2.889
2.4	-0.832	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800
2.2	-0.905	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705
2.0	-0.990	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.192	3.605
1.8	-1.087	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
1.6	-1.197	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388
1.4	-1.318	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271
1.2	-1.449	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149
1.0	-1.588	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022
0.8	-1.733	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891
0.6	-1.880	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755
0.4	-2.029	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615
0.2	-2.178	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472
.0	-2.326	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.051	2.326
-0.2	-2.472	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178
-0.4	-2.615	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029
-0.6	-2.755	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880
-0.8	-2.891	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733
-1.0	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588
-1.2	-2.149	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-1.4	-2.271	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318
-1.6	-2.388	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197
-1.8	-2.499	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087

(Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan)

Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana menurut metode Gumbel, mempunyai perumusan sebagai berikut:

$$X = \bar{X} + S.K$$

Dengan :

- \bar{X} = harga rata-rata sampel
- S = Standar deviasi atau simpangan baku
- K = Faktor frekuensi

X = x yang terjadi dalam kala ulang t (Faktor frekuensi) K dihitung dengan persamaan :

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Keterangan :

- Y_n = Reduced mean yang tergantung jumlah sample/data (rerata)
- Y_t = Reduced variate, yang dapat dihitung dengan persamaan ataupun dengan tabel.
- S_n = Reduced standard deviation yang juga tergantung pada jumlah sample/data n (simpangan baku).
- K = Faktor frekuensi

Substitusikan diatas, maka akan didapat persamaan berikut :

$$X_t = \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} S \text{ atau}$$

$$X_t = b + \frac{1}{a} Y_t = \bar{X} - \frac{Y_n - S}{S_n} + \frac{Y_t - S}{S_n}$$

Dimana, $a = \frac{S_n}{S}$ dan $b = \bar{X} - \frac{Y_n S}{S_n}$

X_t = Besarnya curah hujan yang diharapkan berulang setiap 1 tahun (mm)

R_t = Curah hujan untuk periode ulang t tahun
 R_a = Curah Hujan rata – rata
 R_i = Curah hujan harian maksimum dalam satu tahun
 S_x = Standar Deviasi
 S_n = Reduced Standard Deviation
 Y_t = Reduced Variate
 Y_n = Reduced Mean

Tabel 4. Reduce Mean, Y_n

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5225	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5432
40	0,5436	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5519	0,5518
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5568	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599

(Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan : 51)

Tabel 5 Reduce Standard Deviation, S_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1047	1,1047	1,1086
30	0,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	0,1413	1,1436	1,1436	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	0,1607	1,1623	1,1623	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844	1,1844
70	0,1859	1,1863	1,1863	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060

(Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan : 51)

Tabel 6. Reduce Variate, Y_{tr} , sebagai fungsi periode ulang

Periode Ulang (tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3668
5	1,5004
10	2,2502
25	3,1993
50	3,9019
100	4,6001

(Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan)

Tabel 7 Pedoman Umum Penggunaan Metode Distribusi Sebaran

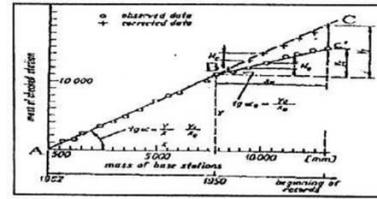
NO	JENIS DISTRIBUSI	SYARA
1	GUMBEL	$C_s \leq 1,139$
		$C_k \leq 5,4$
2	LOG PEARSON III	$C_s \neq 0$

(Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan)

Uji Konsistensi Data Hujan

Uji konsistensi data dilakukan dengan menggunakan kurva massa ganda (*double mass curve*). Dengan metode ini dapat dilakukan koreksi untuk data hujan yang tidak konsisten. Langkah yang dilakukan adalah membandingkan harga akumulasi curah hujan tahunan pada stasiun yang diuji dengan akumulasi curah hujan tahunan rerata dari suatu jaringan dasar stasiun hujan yang berkesesuaian, kemudian diplotkan pada kurva. Jaringan ini dipilih dari stasiun-

stasiun hujan yang berdekatan dengan stasiun yang diuji dan memiliki kondisi meteorologi yang sama dengan stasiun yang diuji (Subarkah, 1980:28).



Gambar 12. Lengkung Massa Ganda
Sumber: Nemeć, 1973:179

Dari gambar di atas akan diperoleh garis ABC bila tidak ada perubahan terhadap lingkungan. Tetapi bila pada tahun tertentu terjadi perubahan lingkungan, maka didapat garis patah ABC. Apabila terjadi penyimpangan (ABC), maka dikoreksi dengan rumus (Nemeć, 1973:179):

$$\tan \alpha = \frac{Y_Z}{X_Z}$$

$$\tan \alpha_0 = \frac{Y_0}{X_0}$$

$$BC = \left[\frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} \right] BC'$$

Dengan:

BC = data hujan yang diperbaiki (mm)

BC' = data hujan hasil pengamatan (mm)

$\tan \alpha_0$ = kemiringan sebelum ada perubahan

$\tan \alpha$ = kemiringan setelah ada perubahan

Uji kesesuaian frekuensi dimaksudkan untuk mengetahui apakah frekuensi yang dipilih dapat digunakan atau tidak untuk serangkaian data yang tersedia. Dalam studi ini, untuk keperluan analisis uji kesesuaian frekuensi digunakan dua metode statistik, yaitu Uji Chi Square dan Uji Smimov Kolmogorov.

1. Uji Chi Square

Uji *Chi Square* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 . Parameter χ^2 dapat dihitung dengan rumus (Soewarno, 1995):

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

dengan:

- χ_h^2 = parameter Chi Square terhitung
- G = jumlah sub grup
- O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub grup ke i
- E_i = jumlah nilai teoritis pada sub grup ke i

2. Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov digunakan untuk membandingkan peluang yang paling maksimum antara distribusi empiris dan distribusi teoritis yang disebut Amaks-Prosedur perhitungan uji smirnov kolmogorov adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995):

1. Data diurutkan dari kecil ke besar
2. Menghitung peluang empiris (P_e) dengan rumus Weibull (Soewarno, 1995:114):

$$P_e = \frac{m}{n + 1}$$

Dengan:

- P_e = peluang empiris
- m = nomor urut data
- n = banyaknya data

3. Menghitung peluang teoritis (R) dengan rumus:

$$P_t = 1 - P_r$$

Dengan:

P_r = Probabilitas yang terjadi

4. Menghitung simpangan maksimum (Δ_{maks}) dengan rumus:

$$\Delta_{maks} = |P_t - P_e|$$

5. Menentukan nilai Δ_{tabel}
Menyimpulkan hasil perhitungan, yaitu apabila $\Delta_{maks} < \Delta_{tabel}$ maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, dan apabila $\Delta_{maks} > \Delta_{tabel}$ maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum dari hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar kala ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Mengingat data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan Metode

Mononobe (Subarkah : 20), dengan persamaan:

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

Dengan:

- I = intensitas hujan (mm/jam)
- t = lamanya hujan, menit untuk (1) sampai (3), jam untuk (4)
- R_{24} = curah hujan- maksimum harian selama 24 jam (mm)

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya intensitas hujan adalah:

a. Kala Ulang

Adalah periode jatuhnya hujan pada intensitas hujan tertentu yang digunakan sebagai dasar periode perencanaan saluran.

Tabel 8. Kala Ulang Desain untuk Drainase

Kelompok Kota	Kala Ulang Desain (Tahun)			
	CA < 10 Ha	CA : 10-100 Ha	CA : 100 - 500 Ha	CA > 500 Ha
Metropolitan	1-2	2-5	5-10	10-25
Besar	1-2	2-5	2-5	5-15
Sedang	1-2	2-5	2-5	5-10
Kecil	1-2	1-2	1-2	2-5
Sangat kecil	1	1	1	-

Sumber : Haryono Sukarto

b. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi (t_c) suatu DAS adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik kontrol) setelah tanah menjadi jenuh. Dalam hal ini diasumsikan bahwa jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka setiap bagian DAS secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik kontrol.

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan membedakannya menjadi dua komponen, yaitu (1) waktu yang diperlukan air untuk mengalir di permukaan lahan sampai saluran terdekat (t_0) dan (2) waktu perjalanan dari pertama masuk saluran sampai titik keluaran (t_d), sehingga:

$$t_c = t_0 + t_d$$

Dimana

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{n_d}{\sqrt{S}} \right)^{0,167}$$

Dan

$$t_d = \left(\frac{L_d}{60 V_d} \right)$$

dengan

- t_c = waktu konsentrasi (menit)
- t_o = waktu pengaliran di permukaan lahan (menit)
- t_d = waktu pengaliran dalam saluran (menit)
- n_d = Koefisien hambatan
- S = kemiringan lahan
- L_d = panjang saluran dari awal sampai titik yang ditinjau (m)
- V_d = kecepatan rata-rata dalam saluran (m/det)

Tabel 9. Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan

No.	Kondisi Permukaan	n_d
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,10
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,20
5	Padang rumput	0,40
6	Hutan gundul	0,60
7	Hutan rimbu dan gundul rapat dengan hamparan rumput	0,80

Sumber: *Tatacara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan (SNI 03.3424-1994)*

Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan, dengan jumlah hujan yang turun di daerah tersebut (Subarkah, 1980).

Koefisien pengaliran ini merupakan cerminan dari karakteristik daerah pengaliran yang dinyatakan dengan angka 0-1 yaitu bergantung pada banyak faktor. Di samping faktor meteorologis, faktor daerah aliran, faktor yang mempunyai pengaruh besar terhadap koefisien pengaliran adalah campur tangan manusia dalam merencanakan tata guna lahan.

Jika DAS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien pengaliran yang berbeda, maka nilai koefisien pengaliran (C) yang dipakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}$$

atau

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dengan:

- A_i = luas lahan dengan jenis penutup tanah i
- C_i = koefisien pengaliran jenis penutup tanah

n = jumlah jenis penutup lahan

Dalam penggunaannya untuk perhitungan drainase harga koefisien pengaliran dapat dilihat pada Tabel 10. di bawah ini:

Tabel.10 Nilai-nilai Koefisien Pengaliran

No.	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 - 0,95
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 - 0,70
3	Bahu jalan:	
	Tanah berbutir halus	0,40 - 0,65
	Tanah berbutir kasar	0,10-0,20
	Batuan masif keras	0,70-0,85
	Batuan masif lunak	0,60 - 0,75
	Daerah perkotaan	0,70 - 0,95
4	Daerah pinggir kota	0,60 - 0,70
5	Daerah industri	0,60 - 0,90
6	Permukiman padat	0,40 - 0,60
7	Permukiman tidak padat	0,40-0,60
8	Taman dan kebun	0,20-0,40
9	Persawahan	0,45 - 0,60
10	Perbukitan	0,70 - 0,80
11	Pegunungan	0,75 - 0,90

Sumber: *Tatacara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan (SNI 03.3424-1994)*

Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan adalah debit banjir terbesar yang mungkin terjadi pada suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu. Debit banjir rancangan untuk perencanaan suatu sistem jaringan drainase diperhitungkan dari debit air hujan dan debit buangan penduduk dengan periode ulang 5 (lima) sampai 10 (sepuluh) tahun. Ada beberapa metode untuk memperkirakan debit banjir untuk mengukur kemampuan saluran drainase. Metode yang dipakai pada suatu lokasi lebih banyak ditentukan oleh ketersediaan data. Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah metode rasional, karena metode ini masih cukup akurat apabila diterapkan pada suatu wilayah perkotaan yang kecil sampai sedang. Persamaan matematik metode rasional dinyatakan dalam bentuk

$$Q = 0,0278 C I A$$

Dengan:

- Q = debit banjir (m³/det)
- C = koefisien pengaliran
- A = luas DAS (hektar)
- I = intensitas hujan (mm/jam)

Kreteria Hidrauka

1. Kapasitas Saluran

Perhitungan dimensi saluran digunakan rumus kontinuitas dan rumus Manning, sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Dengan:

V = kecepatan rata-rata aliran (m/det)

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidraulis (m)

S = kemiringan dasar saluran

Sesuai dengan sifat bahan saluran yang digunakan untuk drainase perkotaan, nilai n tercantum dalam Tabel 11.

Tabel 11. Nilai Koefesien Kekasaran Manning

No.	Jenis bahan saluran	n
1	Gorong-gorong lurus dan bersih	0,010 - 0,013
2	Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran	0,011 - 0,014
3	Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,013 - 0,017
4	Saluran dari tanah bersih	0,016 - 0,020
5	Saluran dari tanah berkerikil	0,022 - 0,030
6	Saluran dari tanah dengan sedikit tanaman/rumput	0,022 - 0,033
7	Saluran alam bersih dan lurus	0,025 - 0,033
8	Saluran alam bersih berkelok-kelok	0,033 - 0,014
9	Saluran alam dengan tanaman pengganggu	0,050 - 0,080

Sumber : Chow

2. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran air merupakan salah satu parameter penting dalam mendesain dimensi saluran, dimana kecepatan minimum yang diperbolehkan tidak akan menimbulkan pengendapan dan mencegah pertumbuhan tanaman dalam saluran. Sedangkan kecepatan maksimum yang diperbolehkan tidak akan menimbulkan penggerusan pada bahan saluran. Kecepatan aliran air yang diijinkan di saluran berdasarkan jenis material diperlihatkan dalam Tabel 12

Tabel 12. Kecepatan Aliran Air yang Diijinkan

No.	Jenis bahan	Kecepatan aliran yang diijinkan (m/det)
1	Pasir halus	0,45
2	Lempung kepasifan	0,50
3	Lanau aluvial	0,60
4	Kerikil halus	0,75
5	Lempung kokoh	0,75
6	Lempung padat	1,10
7	Kerikil kasar	1,20
8	Batu-batu besar	1,50
9	Pasangan batu	1,50
10	Beton	1,50
11	Beton bertulang	1,50

Sumber: *Tatacara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan (SNI 03.3424-1994)*

3. Kemiringan Saluran

Kemiringan saluran disesuaikan dengan keadaan topografi dan energi yang diperlukan untuk mengalirkan air secara gravitasi dan kecepatan yang ditimbulkan harus sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Kemiringan saluran samping jalan ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan, hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan saluran samping jalan arah memanjang yang dikaitkan dengan erosi

aliran. Tabel 13. memperlihatkan hubungan kemiringan saluran samping jalan dan jenis material.

Tabel 13. Kemiringan Saluran Samping Jalan

No.	Jenis bahan	Kecepatan saluran samping (%)
1	Tanah asli	0-5
2	Kerikil	5-7,5
3	Pasangan	7,5

Sumber: *Tatacara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan (SNI 03.3424-1994)*

4. Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan untuk saluran terbuka dengan permukaan diperkeras ditentukan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan antara lain: ukuran saluran, kecepatan aliran, arah belokan saluran dan debit banjir. Tinggi jagaan biasanya diambil antara 15 sampai 60 cm. Tabel 14 memperlihatkan hubungan antara tinggi jagaan dengan debit aliran yang merupakan standar Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air.

Tabel 14. Tinggi Jagaan

No.	Debit (m ³ /det)	Tinggi jagaan minimum (m)
1	0,00 - 0,30	0,30
2	0,30 - 0,50	0,40
3	0,50 - 1,50	0,50
4	1,50 - 15,00	0,60
5	15,00 - 25,00	0,75
6	> 25,00	1,00

Sumber: *Tatacara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan (SNI 03.3424-1994)*

5. Penampang Saluran

Dalam perencanaan dimensi saluran harus di usahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis. Dimensi saluran yang terlalu besar berarti tidak ekonomis, sebaliknya dimensi yang terlalu kecil akan menimbulkan permasalahan karena daya tampung yang tidak memadai.

1. Kriteria Penampang Ekonomis

a. Persegi Panjang

$$\text{Luas (A)} = b \cdot y$$

$$\text{Keliling basah (P)} = b + 2y$$

$$\text{Jari-jari Hidrolik (R)} = \frac{b \cdot y}{b + 2y}$$

$$\text{Lebar Puncak (T)} = b$$

$$\text{Kedalaman Hidrolik (D)} = y$$

$$\text{Faktor Penampang (Z)} = (b \cdot y)^{1,5}$$

b. Trapesium

$$\text{Luas (A)} = (b + zy) y$$

$$\text{Keliling Basah (P)} = b + 2y \sqrt{1 + z^2}$$

$$\text{Jari-jari Hidrolik} = \frac{(b + zy) y}{b + 2y \sqrt{1 + z^2}}$$

$$\text{Lebar Puncak (T)} = b + 2zy$$

$$\text{Faktor Penampang} = \frac{(b + 2zy)xy}{b + 2zy}$$

- c. Segitiga
 Luas (A) = zy^2
 Keliling Basah (P) = $2y\sqrt{1+z}$
 Jari-jari Hidrolik = $\frac{zy^2}{2y\sqrt{1+z}}$
 Lebar Puncak (T) = $2zy$
 Kedalaman Hidrolik = $\frac{1}{2}y$
 Faktor Penampang = $\frac{\sqrt{2}}{z}zy^{1.5}$
- d. Lingkaran
 Luas (A) = $\frac{1}{8}(\theta - \sin\theta)D^2$
 Keliling Basah = $\frac{1}{2}\theta \times D$
 Jari-jari Hidrolik (R) = $\frac{1}{2}\left(1 - \frac{\sin\theta}{\sin\frac{1}{2}\theta}\right) \times D$
 Lebar Puncak (T) = $2\sqrt{y(D-y)}$
 Kedalaman Hidrolik (D) = $\frac{1}{8}\left(\frac{\theta \sin\theta}{\sin\frac{1}{2}\theta}\right) \times D$
 Faktor Penampang (Z) = $\frac{\sqrt{2}(\phi - \sin\phi)^{1.5}}{32(\sin\frac{1}{2}\theta)^{0.5}} \times D$
 (sumber : Ven Te Chow, 1985)

2. Prosedur Desain

- a. Hitung A desain (Ad) = $Ad \frac{Q}{V_{izin}}$
 Tabel 15 Desain Saluran Berdasarkan Kecepatan Izin

No	Jenis Bahan	Vizin (m/det)
1	Pasir Halus	0.45
2	Lempung Kepasiran	0.5
3	Lahan Aluvial	0.6
4	Kerikil Halus	0.75
5	Lempung Kokoh	1.1
6	Lempung Padat	1.2
7	Batu - batu Besar	1.5
8	Pasangan Bata	1.5
9	Beton	1.5

Sumber : Tata cara perencanaan drainase permukaan jalan, SNI 03-3424-1994

- b. Hitung A ekonomis (Ae) = digunakan kriteria penampang ekonomis sesuai dengan penampang.
 c. Buat persamaan $Ad = Ae$
 Dari persamaan tersebut akan didapat b dan y
 d. Hitung jagaan : $w = \sqrt{0,5 \times y}$
 e. Hitung kemiringan dasar saluran berdasarkan Rumus Manning

Tabel 16 Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Bahan

No	Bahan Saluran	Kemiringan (m)
1	Batuan / Cadas	~0
2	Tanah Lumpur	0.25
3	Lempung Keras / Tanah	0.5 - 1.0
4	Tanah dengan Pasangan	1
5	Batu	1.5
6	Lempung	2
7	Tanah Berpasir Lepas / Lumpur Berpasir	3

Sumber : Tata cara perencanaan drainase permukaan jalan, SNI 03-3424-1994

Tabel 17. Bentuk-Bentuk Dasar Penampang Saluran, Fungsi dan Lokasinya

No	Bentuk Saluran	Fungsi	Lokasi
1	Trapezium	Untuk menyalurkan limbah air hujan dengan debit besar yang sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi kecil	Pada daerah yang masih cukup lahan
2	Persegi	Untuk menyalurkan limbah air hujan dengan debit besar yang sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi kecil	Pada daerah tidak / kurang tersedia lahan
3	Segitiga	Sama dengan nomor 3, tetapi dengan debit sangat kecil sampai titik nol dan banyak bahan endapan	
4	Bulat lingkaran	Berfungsi baik untuk menyalurkan limbah air hujan maupun limbah air bekas atau keduanya	Pada tempat-tempat keramaian/kesibukan (pertokoan, pasar)

Sumber: Tatacara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan (SNI 03.3424-1994)

6. Jalur Saluran

Jaringan sistem penyaluran air hujan disesuaikan dengan keadaan fisik daerah pelayanan. Jalur yang akan dibuat mengikuti jaringan sistem yang telah ada. Kapasitas saluran disesuaikan dengan beban, keadaan medan serta sifat hidrologis.

7. Bangunan Pelengkap

Bangunan-bangunan dimaksud adalah bangunan yang ikut mengatur dan mengontrol sistem aliran air hujan yang ada dalam perjalanannya menuju pelepasan (*outfall*) agar aman dan mudah melewati daerah curam atau melintasi jalan-jalan raya. Bangunan-bangunan dimaksud berupa: gorong-gorong (*culvert*), dan pintu otomatis (*pintu klep*).

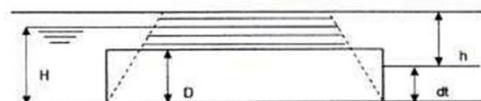
Pengontrol yang dapat digunakan pada gorong-gorong, yaitu pengontrol di depan atau disebut dengan kontrol pemasukan (*inlet control*). Besarnya debit yang melalui gorong-gorong dapat dihitung dari persamaan berikut:

Pemasukan tidak tenggelam atau $H < 1,2 D$

$$Q = \frac{2}{3} C \cdot B \cdot H \sqrt{\frac{2}{3} g \cdot H}$$

Dengan:

- B = lebar gorong-gorong
 C = koefisien kontraksi pada sisi pemasukan, jika ujung persegi C = 0,9 dan jika ujung bulat C = 1,0



Gambar 13. Pemasukan tidak tenggelam atau $H < 1,2 D$

Pemasukan tenggela atau $H > 1,2 D$:

$$Q = C \cdot B \cdot C \sqrt{2 \cdot g \cdot (H - CD)}$$

Dengan:

D = diameter gorong-gorong

C = koefisien kontraksi pada sisi pemasukan, jika ujung persegi $C = 0,69$ dan jika ujung bulat $C = 0,8$

Kehilangan energi pada gorong-gorong terdiri dari:

1) Kehilangan energi pada pemasukan (entrance):

$$h_e = 0,5 \frac{V^2}{2g}$$

2) Kehilangan energi sepanjang gorong-gorong

$$h_1 = \frac{c \cdot L \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

3) Kehilangan energi pada pengeluaran (exit)

$$h_0 = \frac{V^2}{2g}$$

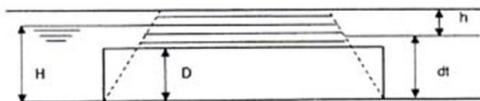
dengan:

V = kecepatan aliran dalam gorong-gorong

C = koefisien gesekan pada dinding gorong-gorong

L = panjang gorong-gorong

D = diameter gorong-gorong



Gambar 14 Pemasukan Tenggela atau $H > 1,2 D$

METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

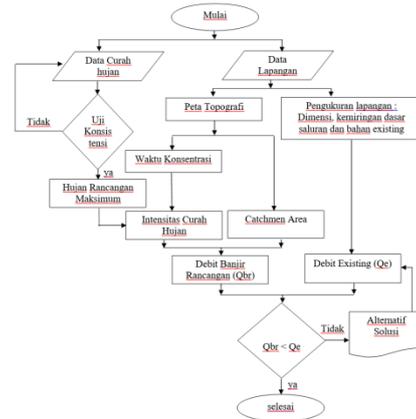
Wilayah yang dipilih melakukan penelitian ini adalah Jalan Patin kecamatan Tenggara kabupaten Kutai Kartanegara. Lokasi ini dipilih dengan pertimbangan Peranan Sistem Drainase didaerah tersebut.



Gambar 3.1 Peta dasar mengacu pada peta rupa bumi Indonesia dari Bakosurtanal

2. Desain Penelitian

Secara terinci langkah pengolahan data dapat di lihat pada Gambar Bagan Flowchart 16 berikut ini :



Gambar 16 Flowchart Langkah Pengolahan Data

PEMBAHASAN

1. Analisa Hidrologi

Dalam studi ini dipakai data curah hujan harian dari UPT dinas pertanian tanaman pangan kecamatan tenggarong yang diperoleh dari curah hujan tahun 2018 diambil dari BMKG Stasiun Metereologi Temindung Samarinda tahun 2008 sampai dengan tahun 2017 (10 tahun) yang disajikan pada tabel 4.1 Dalam pengolahan data curah hujan ini digunakan curah hujan harian maksimum (mm) tiap tahunnya.



Gambar 17 Data curah hujan (Sumber : KPC kutai timur, 2018)

2. Metode Log Pearson tipe III

Mengubah data curah hujan maksimum ke dalam bentuk logaritma. Tabel 4.2 Analisis curah hujan dengan distribusi Log Pearson tipe III

Tabel 18 Perhitungan Curah hujan Dengan Metode Log Person Type III.

NO	TAHUN	X (mm)	Log X (mm)	log Xi - log X̄	(log Xi - log X̄) ²	(log Xi - log X̄) ³
1	2008	134	2.127104798	0.003746765	1.4038E-05	5.2598E-08
2	2009	115	2.06069784	-0.062660193	0.0039263	-0.00024602
3	2010	109	2.037426498	-0.085931536	0.00738423	-0.00063454
4	2011	134	2.127104798	0.003746765	1.4038E-05	5.2598E-08
5	2012	111	2.045322979	-0.078035055	0.00608947	-0.00047519
6	2013	115	2.06069784	-0.062660193	0.0039263	-0.00024602
7	2014	143	2.155336037	0.031978004	0.00102259	3.27005E-05
8	2015	147	2.167317335	0.043959301	0.00193242	8.49478E-05
9	2016	185	2.267171728	0.143813695	0.02068238	0.002974409
10	2017	153.25	2.185400483	0.062042449	0.00384927	0.000238818
		Σ	21.233580338	-8.882E-16	0.04884103	0.001729205

Sumber : Hasil Perhitungan

$$\bar{X} = 2,123$$

$$S = 0,073$$

$$Cs = 0,6007$$

Sehingga Hujan Rancangan didapat :

1. Untuk kala ulang 2 tahun

$$\text{Log } X_2 = 2,1233 + -0,0991 \cdot 0,0736$$

$$\text{Log } X_2 = 2,116$$

$$X_2 = \text{anti-Log } 2,116 = 130,63 \text{ mm}$$

2. Untuk kala ulang 5 tahun

$$\text{Log } X_5 = 2,1233 + 0,79992 \cdot 0,0736$$

$$\text{Log } X_5 = 2,182$$

$$X_5 = \text{anti-Log } 2,182 = 152,15 \text{ mm}$$

3. Untuk kala ulang 10 tahun

$$\text{Log } X_{10} = 2,1233 + 1,3280 \cdot 0,0736$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,221$$

$$X_{10} = \text{anti-Log } 2,221 = 166,41 \text{ mm}$$

3. Metode Gumbel

Gumbel menggunakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam urutan harga-harga ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda.

Tabel 19 Perhitungan curah hujan dengan distribusi Gumbel

NO	TAHUN	X (mm)	(Xi - X̄)	(Xi - X̄) ²	(Xi - X̄) ³	(Xi - X̄) ⁴
1	2008	134	-0.625	0.39063	-0.2441	0.153
2	2009	115	-19.625	385.14063	-7558.3848	148333.301
3	2010	109	-25.625	656.64063	-16826.4160	431176.910
4	2011	134	-0.625	0.39063	-0.2441	0.153
5	2012	111	-23.625	558.14063	-13186.0723	311520.957
6	2013	115	-19.625	385.14063	-7558.3848	148333.301
7	2014	143	8.375	70.14063	587.4277	4919.707
8	2015	147	12.375	153.14063	1895.1152	23452.051
9	2016	185	50.375	2537.64063	127833.6465	6439619.942
10	2017	153.25	18.625	346.89063	6460.8379	120333.106
		Σ	1346.25	5093.65625	91647.2813	7627689.581

(Sumber : Hasil Perhitungan)

$$\bar{X} = 134,63$$

$$S = 23,79$$

$$Cs = 1,09$$

$$Ck = 3,31$$

$KT = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$, dengan data 10 tahun $Y_n = 0,4952$ dan $S_n = 0,9496$ maka didapat :

- Kala ulang 2 tahun dengan nilai $Y_T = 0,3665$ menunjukkan $KT = -0,1355$

- Kala ulang 5 tahun dengan nilai $Y_T = 1,4999$ menunjukkan $KT = 1,0580$

- Kala ulang 10 tahun dengan nilai $Y_T = 2,2502$ menunjukkan $KT = 1,8481$

periode ulang tertentu dengan rumus sebagai berikut.

1. Untuk kala ulang 2 tahun

$$X_5 = 134,63 + -0,1355 \cdot 23,79$$

$$X_5 = 131,40 \text{ mm}$$

2. Untuk kala ulang 5 tahun

$$X_5 = 134,63 + 1,0580 \cdot 23,79$$

$$X_5 = 159,79 \text{ mm}$$

3. Untuk kala ulang 10 tahun

$$X_{10} = 134,63 + 1,8481 \cdot 23,79$$

$$X_{10} = 178,59 \text{ mm}$$

Uji Kesesuaian Frekuensi / Uji Kesesuaian Data

1. Uji Smirnov Kolmogorof

Pemeriksaan uji kesesuaian distribusi bertujuan untuk mengetahui kesesuaian data yang tersedia dengan distribusi yang dipakai.

Tabel 21 Uji Smirnov Kolmogorof

NO	$P(x) = M/(n+1)$	$P(x <)$	$P(x) = M/(n-1)$	$P(x <)$	Δ $ P(x <) - P(X <) $ (%)
	2	3 = nilai 1 - 2	4	5 = nilai 1 - 4	9 = 3 - 5
1	0.0909	0.9091	0.1111	0.8889	0.2020
2	0.1818	0.8182	0.2222	0.7778	0.0404
3	0.2727	0.7273	0.3333	0.6667	0.0606
4	0.3636	0.6364	0.4444	0.5556	0.0808
5	0.4545	0.5455	0.5556	0.4444	0.1010
6	0.5455	0.4545	0.6667	0.3333	0.1212
7	0.6364	0.3636	0.7778	0.2222	0.1414
8	0.7273	0.2727	0.8889	0.1111	0.1616
9	0.8182	0.1818	1.0000	0.0000	0.1818
10	0.9091	0.0909	1.1111	-0.1111	0.2020

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Kesimpulan : Nilai $\Delta \text{ max} = 20,20 \% < \text{dari } \Delta \text{ tabel} = \alpha (0,5) = 41 \% (\text{Tabel})$ maka data tersebut dapat diterima dan memenuhi syarat.

2. Uji Chi Square / Uji Chi-Kuadrat

Uji ini ditetapkan untuk menguji simpangan dalam arah vertikal

Tabel 22 Uji Chi Square-Kuadrat

NO	NILAI BATAS SUB KELOMPOK		JUMLAH DATA		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
	O_i	E_i	O_i	E_i		
1	108.6	≤ 121.375	4	2.5	2	0.90
2	121.375	$<P < 134.125$	2	2.5	0	0.10
3	134.125	$<P < 146.875$	1	2.5	2	0.90
4	P	≥ 146.875	3	2.5	0	0.10
		Jumlah	10	10		2.00

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Harga Chi- Square = 2,00 %

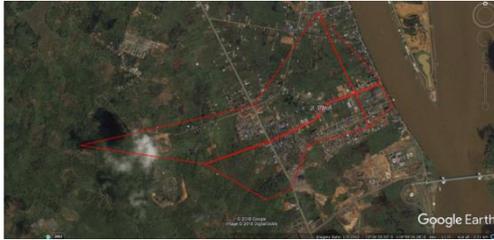
Harga Chi - Square Kritis = 5,991 % Tingkat Kepercayaan 95 %

Interprestasi Hasil = Distribusi teoritis dapat diterima

Perhitungan Debit Rencana

1. Catchment Area

Luas daerah tangkapan air (*Catchment Area*) adalah daerah pengaliran yang menerima curah hujan selama waktu tertentu (Intensitas Hujan) sehingga menimbulkan debit limpasan yang harus ditampung oleh saluran hingga mengalir ke ujung saluran (*outlet*).



Gambar 4.2. Luas daerah tangkapan air (*Catchment Area*)

2. Koefisien Limpasan

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan, dengan jumlah yang turun di daerah tersebut.

Tabel 23 Perhitungan Koefisien Limpasan (C)

NO	Nama saluran	Koefisien Pengaliran (C)	Luasan (A) (m ²)	C ² Ai	A _{total} (m ²)	C _{total}
1	Sal. Kiri 1	Badan Jalan 0,85	5,00	4,25	50,167,00	0,700
		Bahu jalan 0,60	1,00	0,60		
		Pemukiman Padat 0,70	50161,00	35112,70		
2	Sal. Kiri 2	Badan Jalan 0,85	5,00	4,25	307,322,00	0,600
		Bahu jalan 0,60	1,00	0,60		
		Pemukiman 0,6	307316,00	184389,60		
3	Sal. Kanan 1	Badan Jalan 0,85	5,00	4,25	73,968,00	0,700
		Bahu jalan 0,60	1,00	0,60		
		Pemukiman Padat 0,70	73962,00	51773,40		
4	Sal. Kanan 2	Badan Jalan 0,85	5,00	4,25	649,339,00	0,600
		Bahu jalan 0,60	1,00	0,60		
		Pemukiman 0,6	649333,00	389599,80		

(Sumber : Hasil Perhitungan)

3. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Dengan Kala Ulang 2, 5 dan 10 Tahun

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan (mm) tiap satu satuan tahun (jam).

Tabel 24. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Kala Ulang 2, 5 dan 10 tahun

No	SALURAN	Tc (Jam)	R ₂₄ (mm)			I (mm/jam)		
			2 tahun	5 tahun	10 tahun	2 tahun	5 tahun	10 tahun
1	Sal. Kiri 1	6,807	131,40	159,80	178,59	12,68	15,42	17,24
2	Sal. Kiri 2	6,777	131,40	159,80	178,59	12,72	15,47	17,29
3	Sal. Kanan 1	4,785	131,40	159,80	178,59	16,04	19,51	21,80
4	Sal. Kanan 2	7,632	131,40	159,80	178,59	11,75	14,29	15,97

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4. Perhitungan Debit Air Hujan (Qah)

Ada beberapa metode untuk memperkirakan debit banjir untuk mengukur kemampuan saluran drainase. Metode yang dipakai pada suatu lokasi lebih banyak ditentukan oleh ketersediaan data.

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional USSCS (1973). Metode ini sangat simpel dan mudah penggunaannya.

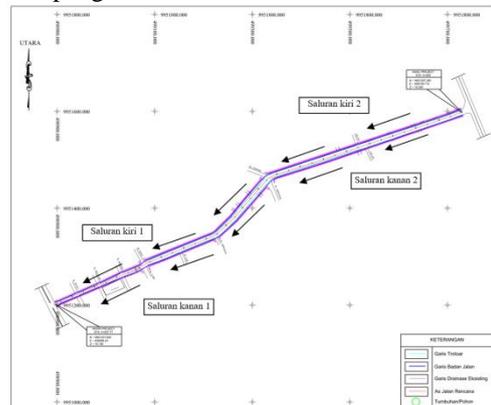
Tabel 25. Perhitungan Debit Air Hujan Kala Ulang 2, 5 dan 10 tahun

No	SALURAN	C	A (km ²)	I (mm/jam)			Qah (m ³ /dt)		
				2 tahun	5 tahun	10 tahun	2 tahun	5 tahun	10 tahun
1	Sal. Kiri 1	0,700	0,050	12,68	15,42	17,24	0,124	0,150	0,168
2	Sal. Kiri 2	0,600	0,307	12,72	15,47	17,29	0,652	0,792	0,886
3	Sal. Kanan 1	0,700	0,074	16,04	19,51	21,80	0,231	0,281	0,314
4	Sal. Kanan 2	0,600	0,649	11,75	14,29	15,97	1,272	1,547	1,729

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase

Untuk menghitung kapasitas, diperlukan data- data dimensi eksisting dari pengukuran di lapangan :



Gambar 4.4. Pola Aliran saluran

Tabel 26. Data saluran Existing

Jalan	Nama saluran	Bentuk penampang	L (m)	a (m)	b (m)	Y (m)	w (m)	h (m)	s	m
Jalan Patin	Sal. Kiri 1	Trapesium	200	1,5	0,7	0,8	0,35	0,45	0,036	0,8889
	Sal. Kiri 2	Trapesium	737,77	1	0,4	0,6	0,25	0,35	0,036	0,8571
	Sal. Kanan 1	Trapesium	200	1,5	0,7	0,8	0,35	0,45	0,036	0,8889
	Sal. Kanan 2	Trapesium	737,77	1	0,4	0,6	0,25	0,35	0,036	0,8571

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Kajian Sistem Drainase dengan Debit Kala Ulang 10 Tahun

Tabel 27. Data saluran Existing

No	SALURAN	A (m ²)	V (m ³ /dt)	Qd	Qah (m ³ /dt) 10 Tahun	Keterangan
1	Sal. Kiri 1	0,495	3,091	1,530	0,17	CUKUP
2	Sal. Kiri 2	0,245	2,467	0,604	0,89	TIDAK CUKUP
3	Sal. Kanan 1	0,495	3,091	1,530	0,31	CUKUP
4	Sal. Kanan 2	0,245	2,467	0,604	1,73	TIDAK CUKUP

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari hasil tersebut diatas terlihat Sal. kiri 2 dan sal. Kanan 2 tidak mencukupi kapasitas-nya untuk debit dengan kala ulang 10 Tahun.

Alternative solusi dari perhitungan diatas dengan mengubah dimensi saluran dengan tetap mempertimbangkan faktor kemiringan dasar saluran dan Debit Dimensi harus lebih besar daripada debit banjir rancangan.

Kapasitas untuk debit kala ulang 10 tahun dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 27 Kapasitas Saluran Untuk Debit Kala Ulang 10 Tahun

No	SALURAN	DIMENSI RENCANA										V (m/dt)	Qd (m ³ /dt)	Qah (m ³ /dt) 10 Tahun	Keterangan	
		a(m)	b(m)	y(m)	W(m)	h(m)	m	A(m ²)	P(m)	R(m)	n					s
1	Sal. Kiri 1	1,50	0,70	0,80	0,35	0,45	0,889	0,495	1,904	0,260	0,025	0,036	3,091	1,530	0,168	CUKUP
2	Sal. Kiri 2	1,50	0,70	0,80	0,35	0,45	0,889	0,495	1,904	0,260	0,025	0,036	3,091	1,530	0,886	CUKUP
3	Sal. Kanan 1	1,50	0,70	0,80	0,35	0,45	0,889	0,495	1,904	0,260	0,025	0,036	3,091	1,530	0,314	CUKUP
4	Sal. Kanan 2	1,70	0,80	0,80	0,35	0,45	1,000	0,563	2,073	0,271	0,025	0,036	3,181	1,789	1,729	CUKUP

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Kesimpulan

Berdasarkan Evaluasi Daya Tampung Sistem Drainase Pada Jalan Patin kecamatan Tenggarong kabupaten Kutai Kartanegara Besar debit banjir existing saluran drainase Sal. Kiri 1 = 1,530 m³/dt, Sal. Kiri 2 = 0,604 m³/dt, Sal. Kanan 1 = 1,530 m³/dt dan Sal. Kanan 2 = 0,604 m³/dt, Besarnya debit banjir rancangan pada Tahun 2028, Sal. Kiri 1 = 0,168 m³/dt, Sal. Kiri 2 = 0,886 m³/dt, Sal. Kanan 1 = 0,314 m³/dt dan Sal. Kanan 2 = 1,729 m³/dt

Hasil debit menunjukkan dengan kala ulang 10 Tahun terlihat kapasitas tampungannya Sal. kiri 2 dan sal. Kanan 2 tidak mencukupi kapasitasnya untuk debit banjir rancangannya

Solusinya Saluran disesuaikan dilapangan menggunakan drainase dengan penampang saluran trapesium (a) = 1,5 m, Lebar bawah saluran (b) = 0,7 m, Tinggi saluran (h) = 0,45 m, Tinggi jagaan (w) = 0,35 m, kemi-ringan penampang saluran (m) = 0,889, Kecepatan rata-rata aliran (m/det) (V) = 3,091 m/dt, luas penampang basah saluran (m²) (A) = 0,495 m² dan Debit pengaliran (m³/det) (Q) = 1,530 m³/dt, begitu juga Sal. Kanan 2 direncanakan Lebar atas saluran (a) = 1,7 m, Lebar bawah saluran (b) = 0,8 m, Tinggi saluran (h) = 0,45 m, Tinggi jagaan (w) = 0,35 m, kemiringan penampang saluran (m) = 1,000, Kecepatan rata-rata aliran (m/det) (V) = 3,181 m/dt, luas penampang basah saluran (m²) (A) = 0,563 m² dan Debit pengaliran (m³/det) (Q) = 1,789 m³/dt

Saran

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan beberapa saran yang mungkin akan bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi mahasiswa pada khususnya :

1. Diharapkan adanya Pemeliharaan rutin saluran drainase terhadap sedimentasi atau endapan lumpur yang dapat mengakibatkan saluran drainase menjadi dangkal dan kemampuan daya tampung debit banjir akan berkurang.
2. Meningkatkan peran serta masyarakat dalam meningkatkan kebersihan lingkungan serta dalam pemanfaatan saluran.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. 1989, *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*, SNI 03-3424-1994
- Chow, Ven Te. 1997. *Hidroulika Saluran Terbuka*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Djoko Sasongko, 1991, *Pedoman Bidang Studi Pengawasan Pencemaran Lingkungan Fisik*, Jakarta
- Edisono, Sutarto, Ir., dipl.-H.E., dkk, 1997. *Drainase Perkotaan*, Gunadarma, Jakarta
- Hadisusanto, N. 2011. *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama
- Haryono, Sukarto. 1999. *Drainase Perkotaan*. Jakarta: PT. Mediatama Saptakarya
- Robert J. Kodoatie. 2005. *Pengantar Manajemen Infrastruktur*. Pustaka Pelajar: Yogyakarta.
- Nemec, J. 1973. *Engineering Hydrology*. New York : Mc Graw-Hill Book Company, Inc
- Samadi, S.Pd, M.Si. 2007, *Geografi 1* penerbit Yudhistira, Jakarta
- Soewarno. 1995. *Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik Usaha Analisa Data Jilid II*. Penerbit NOVA. Bandung.
- Sosrodarsono dan Kensaku Takeda, 1987. *Hidrologi untuk Pengairan*, PT. Pradya Paramitha, Jakarta
- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku, (1976). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta : Paradnya Paramita.
- Subarkah, Imam. 1980, *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung : Idea Dharma
- Suhardjono, 1984, *Drainasi*, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang
- Suhardjono. 1981. *Drainase Perkotaan*. Malang: UPT Fakultas Teknik Brawijaya.
- Suripin. 2004, *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta
- Wanielista, M.P., 1990. *Hydrology and Water Quality Control*. John Wiley & Sons, Florida-USA
- Wesli, 2008. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Triatmodjo, B., 1993, *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta

