

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perhitungan Jumlah Penduduk

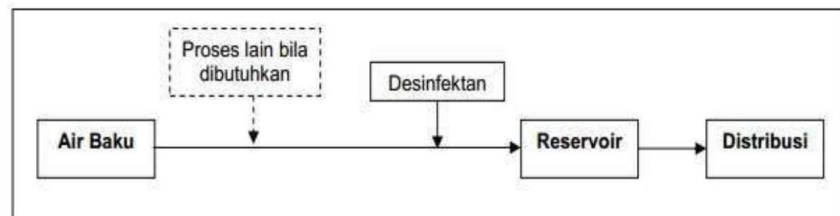
Berdasar pada Kriteria Standar yang dipergunakan Departemen Pekerjaan Umum DJCK, maka untuk perencanaan kebutuhan air bersih perumahan baru terhitung per rumah lima orang.

2.2 Sistem Distribusi Air Bersih

Fungsi pokok dari sistem distribusi air bersih yaitu mendistribusikan air yang sudah sesuai persyaratan ke daerah layanan dan ini sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen. Sistem ini terdiri dari unsur hidran kebakaran, sistem perpipaan dan perlengkapannya, dan sistem pemompaan.

Sebagaimana yang ada di Gambar 2.1, maka sistem penyediaan air bersih haruslah bisa memberi penyediaan air dalam jumlah cukup bagi pemenuhan kebutuhan. Aturan tentang sistem pengembangan air minum sebagaimana termuat dalam PP N0.16 Tahun 2005, menerangkan bahwa beberapa unit dari sistem penyediaan air minum meliputi:

1. Pengolahan
2. Air baku
3. Pelayanan
4. Produksi
5. Distribusi



Gambar 2. 1 Skema Penyediaan Air Bersih

1. Unit Air Baku, meliputi bangunan sarana pembawa, sistem pemompaan bangunan pengambilan/penyadapan, bangunan penampungan air, alat pengukuran dan peralatan pemantauan, dan perlengkapannya. Unit ini adalah sarana penyediaan serta pengambilan

air beku. Ada baku mutu yang harus dipenuhi oleh air baku agar penyediaan air minum sesuai aturan undang-undang.

2. Unit Produksi, ini adalah fasilitas mengolah air baku untuk bisa menjadi air minum lewat proses biologi, kimiawi dan fisik. Unit produksi ini mencakup bangunan pengolahan serta perlengkapan, alat pengukuran dan peralatan pemantauan, bangunan penampungan air minum, serta perangkat operasional.
3. Unit Distribusi, mencakup peralatan pemantauan, alat ukur, bangunan penampungan, jaringan distribusi, dan sistem perpompaan. Unit distribusi dalam hal ini harus memberi kepastian mengenai jumlah, kualitas serta kontinuitas pengaliran untuk menjamin 24 jam pengaliran perhari.
4. Unit Pelayanan, meliputi hidran umum, hidran kebakaran, dan sambungan rumah. Besar sambungan rumah dan hidran diukur dengan memasang meter air. Meter air secara berkala harus ditera oleh instansi terkait dalam rangka menjamin keakuratannya.
5. Unit Pengolahan, meliputi pengolahan nonteknis dan teknis. Pengolahan nonteknis meliputi pelayanan dan administrasi. Pengolahan teknis meliputi pemantauan, pemeliharaan, dan produksi, distribusi dan operasional dari unit baku (Joko 2010).

Sistem penyediaan air minum diharuskan untuk bisa memberi penyediaan cukup jumlah air bagi memenuhi kebutuhan. Sistem ini memiliki beberapa unsur, yaitu fasilitas penyimpanan, fasilitas pengolahan, fasilitas transmisi menuju ke unit pengolahan, sumber air, fasilitas distribusi, serta fasilitas transmisi juga penyimpanan.

2.3 Kebutuhan Air

Kebutuhan air pada daerah berkaitan kebutuhan hidup, air yang tersedia, kondisi sosial ekonomi dan topografi, serta pola kebiasaan hidup. Kran umum dan sambungan rumah merupakan jenis pelayanan air yang dikenal secara umum. Ciri dari sambungan rumah meliputi terdapatnya ketersediaan kran hingga ke dalam rumah. Sambungan rumah dalam penggunaannya dipengaruhi oleh rata-rata populasi dalam rumah tangga dan termasuk dalam rumah permanen. Kran umum berbentuk tempat pengambilan air secara kolektif oleh sekelompok rumah. Selain itu, kran umum khususnya diperuntukkan bagi wilayah dengan penghasilan rendah dan padat penduduk, oleh karena itu belum memungkinkan penyambungan. Banyaknya kebutuhan kran untuk umum ditentukan berdasarkan survey lapangan terkait kondisi sosial yang ada di daerah pelayanan kebutuhan air nondomestik atau domestik untuk kota bisa dikelompokkan yaitu:

1. Metro (Kota Kategori I)
2. Kota Besar (Kota Kategori II)
3. Kota Sedang (Kota Kategori III)
4. Kota Kecil (Kategori IV)
5. Desa (Kota Kategori V)

2.3.1 Kebutuhan Domestik

Kebutuhan air domestik dipengaruhi konsumsi perkapita dan jumlah penduduk. Dasar dalam menghitung kebutuhan air domestik khususnya menentukan kecenderungan laju pertumbuhan yaitu dengan menggunakan kecenderungan populasi dan sejarah populasi. Selain itu, rencana pengembangan tata ruang kabupaten juga berpengaruh pada pertumbuhan ini. Estimasi populasi untuk masa mendatang termasuk parameter yang utama dalam menentukan kebutuhan air domestik. Sementara parameter untuk analisis dengan menggunakan laju penyambungan. Propensitas penyambungan perlu untuk diketahui melalui survei kebutuhan nyata, khususnya di wilayah dengan sistem penyambungan air bersih dari PDAM. Laju penyambungan kini bisa dijadikan landasan untuk menganalisis terkait menentukan penyambungan masa mendatang. Kebutuhan air perorangan per hari menyesuaikan standar serta kriteria pelayanan dengan didasarkan kepada kategori kota. Ada perbedaan kebutuhan air perorangan dalam setiap kategori tertentu.

Tabel 2. 1 Kriteria Perencanaan Air Bersih Berdasarkan SNI tahun 1997

No.	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (jiwa)				
		>1.000.000	500.000 – 1.000.000	100.000 – 500.000	20.000 – 100.000	<20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
1	Konsumsi Unit Hidran Umum (HU) liter/orang/hari	30	30	30	30	30
2	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) liter/orang/hari	190	170	150	130	100
3	Sisa Tekan di Jaringan Distribusi (meter)	10	10	10	10	10
4	Jumlah Rumah Per HU	100	100	100	100	100
5	Jumlah Jiwa Per SR	5	5	5	5	5

No.	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (jiwa)				
		>1.000.000	500.000 – 1.000.000	100.000 – 500.000	20.000 – 100.000	<20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
6	Faktor Pada Jam Puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
7	Faktor Maksimum Perhari	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
8	Kehilangan Air (%)	20 – 30	20 - 30	20 - 30	20 – 30	20
9	Konsumsi Unit Non Domestik (%)	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	10-20
10	Volume Reservoir	20	20	20	20	20
11	Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
12	Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	70
13	SR : HU	50:50 s/d 80:20	50:50 s/d 80/20	80:20:00	70:30:00	70:30:00

Sumber: *Dirjen Cipta Karya 1997*

2.3.2 Kebutuhan Non Domestik

Pelayanan non domestik bisa dinyatakan sebagai tingkat dan jenis layanan yang sifatnya komersial bagi pelanggan bukan rumah tangga, kebutuhan industri, serta institusi. Cenderung ada kenaikan kebutuhan air komersial seiring perubahan tata guna lahan dan penduduk yang bertambah. Kebutuhan dapat mencapai sekitar 20% - 25% dari jumlah keseluruhan produksi atau suplai air. Kebutuhan untuk industri bisa diidentifikasi, akan tetapi cukup sulit untuk memperoleh data akurat bagi kebutuhan industri mendatang. Ini dikarenakan kegiatan industri yang memiliki macam serta jenis yang beragam.

2.3.3 Fluktuasi Konsumsi Kebutuhan Air

Kebutuhan air berfluktuasi dan tidak selama sama. Ada perubahan konsumsi air sesuai aktivitas masyarakat dan perubahan musim. Kebutuhan air secara umum dikelompokkan ke dalam kelompok di bawah ini:

1. Kebutuhan harian rata-rata

Ini merupakan kebutuhan air bagi kebutuhan domestik serta nondomestic. Secara umum perhitungannya dengan didasarkan pada kebutuhan rata-rata air perorangan per hari yang dihitung berdasarkan penggunaan air setiap jamnya dalam waktu 24 jam (sehari).

2. Kebutuhan pada jam puncak

Ini merupakan penggunaan air paling tinggi dalam sehari. Perhitungan ini dengan didasarkan pada kebutuhan rerata air harian mempergunakan faktor pengali : Kebutuhan jam puncak : $(1,5 - 2,00 \times \text{kebutuhan air bersih})$.

3. Kebutuhan harian maksimum

Ini merupakan seberapa banyak kebutuhan air maksimal dalam setahun. Perhitungan kebutuhan harian dengan didasarkan pada kebutuhan rata-rata harian mempergunakan faktor pengali: Kebutuhan harian maksimal: $(1,15 \times \text{kebutuhan air bersih})$.

2.3.4 Perhitungan Kebutuhan Air

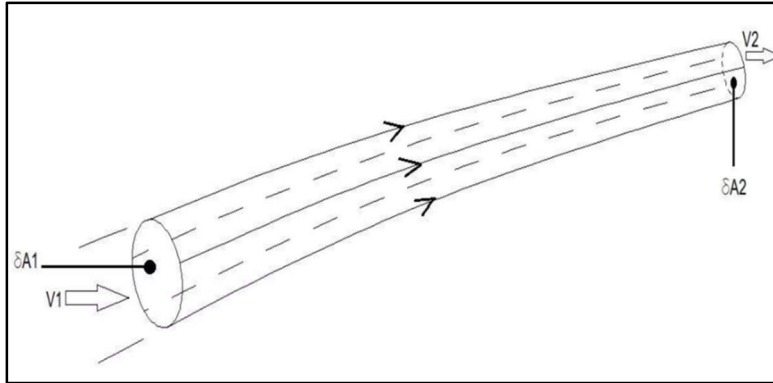
Perencanaan penyediaan air bersih memiliki langkah pertama berupa memprediksi banyaknya kebutuhan air. Tidak mudah dalam memperoleh angka pasti mengenai banyaknya penggunaan air suatu daerah sebab ada beragam faktor yang mempengaruhi hal ini. Salah satu pendekatannya bisa dengan mengestimasi penggunaan rata-rata dari masing-masing orang setiap hari, memprediksi banyaknya penduduk dalam suatu periode dan usia rencana konstruksi. Data masa lalu daerah adalah petunjuk untuk memilih angka mengenai pemakaian air per kapita untuk tujuan perencanaan. Selain hal tersebut, data terkait banyaknya penduduk membantu dalam meramalkan atau memperkirakan populasi penduduk dalam suatu periode.

2.4 Kehilangan Air

Secara umum dalam sistem penyediaan air bersih maka air yang diproduksi instalasi tidak semuanya mencapai pelanggan. Terkadang ada pipa instalansi yang bocor atau dinamakan kehilangan air. Kehilangan air maupun kebocoran pada umumnya bersumber dari pipa instalasi. Ini bisa disebabkan umur pipa yang sudah tua maupun kurangnya perawatan.

2.5 Hukum Kontinuitas

Jika aliran zat cair secara kontinyu tidak kompresibel lewat saluran maupun pipa, dengan tampang aliran konstan maupun tidak, maka ada kesamaan volume zat di seluruh tampang untuk setiap satuan waktu. Hukum kontinuitas zat cair adalah kondisi ini (Triatmodjo, 1995 :136).



Gambar 2. 2 Aliran Pipa Dengan Pipa Ujung Berbeda

$$Q_{\text{masuk}} = Q_{\text{keluar}}$$

$$V_1 A_1 = V_2 A_2 \dots\dots\dots(2.1)$$

atau

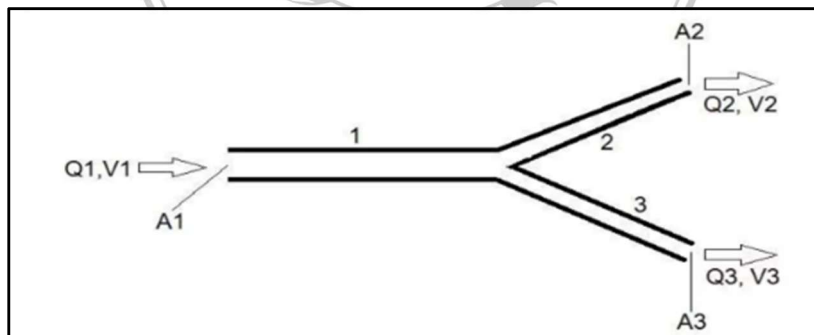
$$Q = A \times V = \text{konstan} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

“ $V_1 A_1$ = masuknya volume zat cairampang 1 tiap satuan waktu

$V_2 A_2$ = masuknya volume zat cairampang 2 tiap satuan waktu”

Sebagaimana penjelasan dari Triatmodjo (1995), pipa bercabang dengan didasarkan pada persamaan kontinuitas, maka debit aliran ke titik cabang haruslah tidak berbeda dari debit awal titik.



Gambar 2. 3 Persamaan Kontinuitas Pada Pipa Bercabang

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \dots\dots\dots(2.3)$$

Atau

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 + A_3 V_3 \dots\dots\dots(2.4)$$

2.6 Debit Air Kotor

Suhardjono (1984) memberikan penjelasan bahwa perhitungan debit air kotor didasarkan pada air yang diperlukan untuk masing-masing individu dalam sehari. Besar masuknya air buangan ke dalam saluran diperkirakan sejumlah 90 % dari standar kebutuhan air untuk sehari. Perhitungan debit air kotor ini melalui tahap sebagaimana di bawah ini:

1. Kebutuhan air bersih maksimal perhari = $1,15 \times$ rata-rata kebutuhan air bersih / hari.
2. Banyaknya air buangan maksimal perhari (q_m) = kebutuhan air bersih maksimal / hari $\times 0,90$
3. Banyaknya rata-rata air buangan maksimal untuk hari maksimal (q_r) = banyaknya air buangan maksimal / jam ***qm 24 jam***

4. Debit air buangan maksimal

$$Q_{\text{peak}} = p \times q_m \dots\dots\dots (2.5)$$

$$P = 1,5 + \frac{2,5}{q_m} \dots\dots\dots (2.6)$$

5. Debit puncak air buangan
= $Q_{\text{peak}} \times$ kepadatan penduduk

2.7 Drainase

Kata Drainase memiliki asal kata *drainage* (bahasa Inggris) atau berarti mengalirkan air, menguras, atau membuang. Secara umum upaya teknis dalam menekan kelebihan air dari air rembesan, air hujan, ataupun kelebihan air irigasi dari kawasan tertentu dinamakan dengan drainase. Oleh karena itu, kawasan atau lahan sama sekali tidak terganggu (Suripin, 2004).

Upaya mengendalikan kualitas air tanah disebut drainase. Contoh dari drainase bukan sebatas air permukaan saja, namun termasuk di dalamnya juga air tanah.

2.7.1 Fungsi Drainase

Mulyanto (2013) dalam buku yang ditulisnya dengan judul “Penataan Drainase Perkotaan” memaparkan bahwa drainase memiliki fungsi sebagaimana di bawah ini:

1. Membuang Air Lebih

Adalah fungsi yang berjalan mengalirkan air menuju perairan bebas yang bisa berbentuk lau, sungai, ataupun danau. Hal ini adalah fungsi yang utama dalam rangka mengantisipasi genangan air yang ada di dalam saluran-saluran (parit-parit) ataupun pada lahan perkotaan sebagai bagian sistem drainase.

2. Mengangkat Limbah dan Mencuci Polusi dari Daerah Perkotaan

Ada bahan polutan yang tertumpuk diatas lahan perkotaan berbentuk sampah organi dan debu yang berkemungkinan untuk mencemari lingkungan hidup. Ini kemudian oleh air hujan menuju sistem drainase dan dialirkan sembari dengan dinetralisir dengan alami. Badan air semacam sungai secara alami ada kapabilitas yang dimiliki saluran drainase guna menetralkan cemaran yang terbawa dalam batasan tertentu atau jumlah terbatas menjadi zat anorganik tanpa mencemari lingkungan.

3. Mengatur Arah dan Kecepatan

Pengaturan aliran dari air buangan berbentuk limbah dan air hujan haruslah melalui sistem drainase serta ditujukan menuju perairan beban maupun penampungan akhir dimana bermuaranya sistem drainase. Ini mengarah sesuai sistem drainase, oleh karena itu kekumuhan tidak terjadi. Selain hal tersebut, tidak bisa mengatur kecepatannya secara optimal, sehingga pengendapan atau penggerusan pada saluran drainase tidak akan terjadi.

4. Mengatur Elevasi Muka Air Tanah

Ketika dangkal posisi muka air tanah, maka akan mengecil daya serap lahan serta ini bisa meningkatkan banjir yang kemungkinan terjadi. Muka air tanah dalam dapat mempersulit tumbuhan penghijauan untuk proses penyerapan, terutama kemarau namun sangat tinggi daya serapnya atas hujan. Selain hal tersebut, jika muka air tanah menurun maka subsidensi atau pemadatan akan terjadi yakni muka tanah turun diatas muka air tanah. Pemicu pemadatan tersebut dikarenakan ruang antar butir terisi air sehingga kosong, oleh karena itu menjadi memadat tanah.

5. Menjadi Sumber Daya Air Alternatif

Kebutuhan air yang semakin bertambah, maka sumber daya air yang diperlukan juga bertambah. Pemenuhan terhadap sumber daya air ini bisaa dengan alternatif berupa daur ulang air sistem drainase.

6. Sarana Pencegah Erosi

Sistem drainase di wilayah perbukitan termasuk sarana untuk mengantisipasi gangguan erosi. **Run off** permukaan yang diakibatkan jatuhnya air hujan di area perbukitan mengalir dalam kecepatan yang tinggi apabila tidak terhambat dan mengakibatkan erosi permukaan. Agar bisa mengontrol hal ini, maka dibutuhkan usaha membuat sistem drainase teknis dalam rangka menaata aliran di dalam saluran ataupun aliran **run off** permukaan.

2.7.2 Sistem Drainase

Umumnya sistem drainase ialah rangkaian bangunan air guna menekan kelebihan air dari lahan, sehingga bisa memfungsikan lahan dengan maksimal (Suripin, 2004).

Bangunan sistem drainase meliputi *receiving waters* (badan air penerima), *main drain* (saluran induk), *collector drain* (saluran pengumpul), *interceptor drain* (saluran penerima), dan *conveyor drain* (saluran pembawa).

1. Saluran *Interceptor* (Saluran Penerima)

Memiliki fungsi untuk mengantisipasi pembebanan aliran antar daerah di bawahnya. Secara umum saluran diletakkan dan dibangun pada bagian yang sejajar garis kontur. *Outlet* saluran ini pada umumnya ada di saluran *conveyor* atau *collector* atau di sungai alam atau *natural drainage* langsung.

2. Saluran *Collector* (Saluran Pengumpul)

Memiliki fungsi untuk mengumpulkan debit dari saluran drainase lebih kecil serta membuangnya ke *conveyor*.

3. Saluran *Conveyor* (Saluran Pembawa)

Fungsinya pembawa air buangan menuju tempat pembuangan tanpa membahayakan daerah yang dilewati.

Sistem jaringan drainase meliputi:

a. Drainase Alami (*Natural Drainage*)

Ini terbentuk lewat proses yang alamiah semenjak bertahun-tahun sesuai hukum alam. Sistem ini pada dasarnya berbentuk sungai dan juga anak sungai pembentuk jaringan alur aliran.

b. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Dibuat untuk melengkapi atau menyempurnakan sistem drainase alamiah yang kurang untuk pembuangan kelebihan air. Apabila dilihat berdasarkan sistem jaringan drainase, maka dua dari sistem tersebut haruslah kesatuan tinjauan yang berfungsi bersamaan.

Saluran drainase berdasarkan fungsinya, bisa dikelompokkan menjadi:

1. *Single purpose*, ini ialah sebuah saluran fungsinya sebatas untuk mengalirkan jenis air buangan.

2. **Multi purpose**, ini ialah sebuah saluran untuk pengaliran jenis air buangan, dengan berganting ataupun tercampur. Saluran drainase berdasarkan konstruksinya, meliputi:

a. Drainase saluran terbuka

Secara umum berbentuk saluran terbuka, baik beton, pasangan batu kali maupun tanah.

b. Drainase saluran tertutup

Secara umum saluran drainase pada kawasan perkotaan padat berbentuk saluran tertutup. Saluran ini bisa berbentuk bus beton dengan saluran pasangan batu kali atau bak pengontrol diberikan plat penutup berbeban bertulang. Oleh karena itu penampang saluran yang berubah diakibatkan sampah, pengendapan, maupun sebagainya tidak bisa secara mudah terlihat.

Aliran ini memiliki beberapa kesamaan, namun dalam satu ketentuan pentingnya itu berbeda. Ketidaksamaan ini merupakan aliran saluran terbuka yang memiliki permukaan yang bebas, sementara untuk tidak memiliki permukaan bebas untuk aliran tertutup sebab semua penampang saluran diisi oleh air (Suripin, 2004).

Secara umum saluran terbuka dipergunakan dalam perencanaan saluran drainase. Bentuk dari penampang melintang saluran memiliki beberapa macam, sebagaimana pada gambar berikut:

Penampang	Luas A	Keliling basah O	Jari-jari hidrolis R	Lebar puncak T	Kedalaman hidrolis D	Faktor penampang Z
 Persegi Panjang	Bh	$B+2h$	$\frac{Bh}{B+2h}$	B	h	$Bh^{1.5}$
 Trapezium	$(B+zh)h$	$B+2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(B+zh)h}{B+2h\sqrt{1+z^2}}$	$B+2zh$	$\frac{(B+zh)h}{B+2zh}$	$\frac{[(B+zh)h]^{1.5}}{\sqrt{B+2zh}}$
 Segi tiga	zh^2	$2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zh}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zh$	$\frac{1}{2}h$	$\frac{\sqrt{2}}{2}zh^{2.5}$
 Lingkaran	$\frac{1}{2}(\theta - \sin\theta)d_0^2$	$\frac{1}{2}\theta d_0$	$\frac{1}{4}(1 - \frac{\sin\theta}{\theta})d_0$	$(\sin \frac{1}{2}\theta)d_0$ or $2\sqrt{h(d_0-h)}$	$\frac{1}{8}(\frac{\theta - \sin\theta}{\sin \frac{1}{2}\theta})d_0$	$\frac{\sqrt{2}}{32}(\theta - \sin\theta)^{1.5}d_0^{2.5}$ $\frac{1}{32}(\sin \frac{1}{2}\theta)^{0.5}d_0^{2.5}$
 Parabola	$\frac{1}{2}Th$	$T + \frac{8}{3}\frac{h^2}{T}$	$\frac{2T^2h}{3T^2 + 8h^2}$	$\frac{3}{2}\frac{A}{h}$	$\frac{2}{3}h$	$\frac{2}{9}\sqrt{6}Th^{1.5}$
 Persegi panjang sisi dibelakangi	$(\frac{T}{z}-2)r^2 + (B+2r)h$	$(\pi-2)r+B+2h$	$\frac{(\frac{T}{z}-2)r^2 + (B+2r)h}{(\pi-2)r+B+2h}$	$B+2r$	$\frac{(\frac{T}{z}-2)r^2}{B+2r} + h$	$\frac{[(\frac{T}{z}-2)r^2 + (B+2r)h]^{1.5}}{\sqrt{B+2r}}$
 Segi tiga, dasar dibelakangi	$\frac{T^2}{z^4} - \frac{T^2}{z}(1-z\cot^2\alpha)$	$\frac{1}{z}\sqrt{1+z^2} - \frac{2}{z}(1-z\cot^2\alpha)$	$\frac{A}{O}$	$2[z(h-r)+r\sqrt{1+z^2}]$	$\frac{A}{T}$	$A\sqrt{\frac{A}{T}}$

*) Perkiraan yang paling cocok untuk interval $0 < \alpha < 1$, bila $x=4h/T$. Bila $x > 1$, dipakai hubungan $P=(T/2)[\sqrt{1+x^2} + 1/x \ln(x + \sqrt{1+x^2})]$

Gambar 2. 4 Jenis-Jenis Penampang Saluran

Sumber: Ir. Darmadi, MM

2.8 Analisa Hidrologi

Secara ringkas hidrologi yaitu suatu ilmu yang menyangkut air di bumi, baik mengenai penyebaran, terjadinya, maupun peredarannya, hubungan dengan lingkungan, dan sifat-sifatnya khususnya dengan makhluk hidup. Ilmu hidrologi ini dalam penerapannya bisa ditemukan dalam kegiatan-kegiatan semacam operasi serta perencanaan bangun air pembangkit listrik tenaga air, untuk peternakan, perikanan, irigasi, serta air bersih, transportasi air, drainase, pengendali erosi dan sedimentasi, kontrol banjir, pengendali polusi, air limbah, serta lainnya.

Ahli bidang pertanian dan teknik sipil banyak mempelajari hidrologi ini. Ada beberapa kegiatan yang bisa menerapkan ilmu ini, yaitu:

1. Mengestimasi seberapa besar banjir akibat hujan deras, oleh karena itu bisa dirancang bangunan untuk pengendaliannya, misalnya membuat jembatan, gorong-gorong, saluran drainase, serta sebagainya.
2. Mengestimasi banyaknya kebutuhan air oleh jenis tanaman, oleh karena itu bangunan untuk melayani kebutuhan ini bisa direncanakan.
3. Mengestimasi banyaknya ketersediaan air di danau, mata sungai, dan lainnya untuk berbagai kepentingan (Triatmodjo, 2008)

2.8.1 Parameter Statistik

Sebagaimana penjelasan dari Triatmodjo (2008) serangkaian pengolahan data hidrologi melalui melihat parameter statistik. Fungsi dari parameter ini untuk menganalisis distribusi frekuensi. Perhitungan parameter statistik bisa melalui persamaan di bawah ini:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)x(n-2)x sd^3} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$C_k = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)x(n-2)x(n-3)x sd^4} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$C_v = \frac{sd}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.10)$$

keterangan:

Cs = Koefisien kepeccengan

Sd = Standar deviasi

Cv = Koefisien variasi

Ck = Koefisien kepuncakan

2.8.2 Analisa Frekuensi

Suripin (2004) memberikan penjelasan bahwa tujuan dari analisa frekuensi curah hujan dalam rangka memperkirakan curah hujan maksimal dengan periode ulang dan akan dimanfaatkan untuk perhitungan debit banjir rencana mempergunakan metode empiris. Beberapa metode yang dipakai, yakni distribusi:

1. Log-Person III
2. Gumbel
3. Log Normal
4. Normal

2.8.2.1 Distribusi Normal

Distribusi normal memiliki beberapa sifat yakni nilai koefisien kurtosis $Ck \approx 3$ serta nilai skewness $Cs \approx 0$. Metode distribusi Normal dipergunakan untuk analisis frekuensi hujan, dapat digunakan persamaan sebagaimana yaitu:

$$X_T = \bar{X} + k.S_x \dots\dots\dots (2.11)$$

dimana:

“ X_T = Variasi yang diekstrapolasikan

K = Variabel reduksi Gauss

$$X = \text{Harga rerata data} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$S_d = \text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.13)$$

Tabel 2. 2 Variabel Reduksi Gauss

No	Peluang	Periode ulang, T (tahun)	KT
1	0,999	1,001	-3,05
2	0,995	1,005	-2,58
3	0,990	1,010	-2,33
4	0,950	1,050	-1,64
5	0,900	1,110	-1,28
6	0,800	1,250	-0,84

No	Peluang	Periode ulang, T (tahun)	KT
7	0,750	1,330	-0,67
8	0,700	1,430	-0,52
9	0,600	1,670	-0,25
10	0,500	2,000	0
11	0,400	2,500	0,25
12	0,300	3,330	0,52
13	0,250	4,000	0,67
14	0,200	5,000	0,84
15	0,100	10,000	1,28
16	0,050	20,000	1,64
17	0,020	50,000	2,05
18	0,010	100,000	2,33
19	0,005	200,000	2,58
20	0,002	500,000	2,88
21	0,001	1000,000	3,09

Sumber : *Suripin, 2004*

2.8.2.3 Distribusi Log Normal

Ada ciri tertentu dari Distribusi Log Normal yakni koefisien *skewness* adalah bertanda positif atau 3 kali Cv. Nilai koefisien kurtosis $C_k \approx 5,4412$ dan nilai *skewness* $C_s \approx 1,1502$. Metode distribusi Log Normal analisis frekuensi curah hujan, melalui persamaan sebagaimana di bawah ini:

$$\text{Log} = \text{Log } \bar{X} + k.S \log X \dots\dots\dots (2.14)$$

Di mana:

“Log X = Variate yang diekstrapolasikan.

K = Variabel reduksi Gauss

$$\text{Log } \bar{X} = \text{Harga rata-rata data} = \frac{\sum \log X}{n} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\text{Sd} = \text{Standart Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \log \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.16)$$

2.8.2.3 Distribusi E.J Gumbel

Distribusi Gumbel memiliki ciri khas yaitu nilai kurtosis (C_k) = 5,4002 dan *skewness* = 1,1396. Metode E. J. Gumbel melalui persamaan di bawah ini dipergunakan untuk analisis frekuensi curah hujan:

$$X_T = X + K.s \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan:

“ X_T = Variate yang diekstrapolasikan

K = Faktor frekuensi sebagai fungsi periode ulang dan tipe frekuensi.

$$X = \text{Harga rata-rata data} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$S = \text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.19)$$

Perhitungan faktor frekuensi E. J. Gumbel:

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana:

“ Y_n = Reduced mean sebagai fungsi dari banyak data (n)

S_n = Reduced standard deviation sebagai fungsi dari banyak data (n)

Y_{Tr} = Reduced variate sebagai fungsi dari periode ulang T ”

$$= -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right\} \dots\dots\dots(2.21)$$

2.8.2.4 Distribusi Log- Person III

Jika ketida distribusi tersebut tidak terpenuhi, maka perhitungan data mempergunakan Log Pearson III. Metode untuk analisis frekuensi curah hujan, melalui persamaan sebagaimana di bawah ini

$$\text{Log } X = \text{Log } \bar{X} + K.S_d \dots\dots\dots(2.22)$$

dimana:

“ $\text{Log } X$ = Variate yang diekstrapolasikan.

$$\text{Log } \bar{X} = \text{Harga rata-rata data} = \frac{\sum \log X}{n} \dots\dots\dots(2.23)$$

K = Koefisien frekuensi, hubungan nilai C_s dengan periode ulang T tahun.

$$S_d = \text{Standart Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \log \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.24)$$

C_s = Koefisien kemencengan”

$$= C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X - \log \bar{X})^3}{(n-1)x (n-2)x S \log X^3} \dots\dots\dots(2.25)$$

Tabel 2. 3 Harga K Untuk Distribusi Log Person Type III

Koef. G	Interval kejadian (<i>Recurrence Interval</i>), tahun (periode ulang)							
	10,101	12,500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (<i>percent change of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-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
0,0	-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	1,778	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	-3,499	-0,634	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-4,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667
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
0,0	-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

Sumber: Soemarto, 1999

2.8.3 Uji Kesesuaian Distribusi

Tujuannya melihat apakah bisa dipakai distribusi frekuensi yang dipilih. Terdapat 2 metode dalam pengujian distribusi yakni uji Chi-Square dan uji Smirnov-Kolmogorov. Lebih dulu plotting data pengamata pada kertas probabilitas log person type III dengan sesuai garis durasi untuk pengujian ini. Adapun tahapan plotting adalah:

1. “ Mengurutkan data curah hujan maskimum dari terbesar menuju ke terkecil
2. Menghitung peluang probabilitas menggunakan rumus Weibull”

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

Keterangan:

M = Nomor urut data ke besar dari kecil

n = Banyaknya Data

P = Probabilitas (%)

3. Ploting data curah hujan (Xi) sesuai dengan peluang kertas probabilitas

2.8.3.1 Uji Smirnov-Kolmogorov

Pengujian Smirnov-Kolmogorov bisa dinamakan uji kecocokan nonparametrik sebab fungsi distribusi tertentu tidak dipergunakan pada pengujiannya, akan tetapi menunjukkan kurva pada kertas probabilitas. Berdasarkan kurva ini maka bisa dilihat penyimpangan titik, jarang palng besar disebut Δ_{maks} serta peluang didapatkan nilai lebih kecil Δ_{kritis} . Δ_{kritis} diperoleh dari tabel berikut:

Tabel 2. 4 Nilai Δ_{kritis} untuk Smirnov-Kolmogorov

N	A			
	0,20	0,10	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	0,30	0,34	0,40
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	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,3}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber: Triatmodjo, 200

2.8.3.2 Uji Chi-Kuadrat

Nilai X^2 (Chi-Kuadrat hitung) melalui persamaan di bawah ini bisa untuk perhitungan Uji Chi-Kuadrat:

$$X^2 = \sum_{t=1}^n \frac{(of - Ef)^2}{Ef}$$

Di mana;

“ X^2 = Nilai Chi-Kuadrat

N = Banyaknya sub kelompok dalam satu grup

Of = Frekuensi yang terbaca pada kelas sama

Ef = Frekuensi sesuai pembagian kelas”

Nilai X^2 dari persamaan diatas haruslah $< X^2_{cr}$. Dalam penentuan derajat kebebasan (DK) biasa diambil 5% dan dihitung melalui penggunaan persamaan sebagai berikut:

$$DK = K - (P + 1)$$

Keterangan:

“ K = Banyak Kelas

DK = Derajat Kebebasan

P = nilai distribusi normal dan binominal $P=2$ dan untuk distribusi poisson = 1”

Sedangkan untuk menentukan nilai X^2_{cr} dapat digunakan tabel metode distribusi berikut:

Tabel 2. 5 Nilai X^2_{cr}

Percentage Points of the Chi-Square Distribution									
Degrees of Freedom	Probability of a larger value of χ^2								
	0.99	0.95	0.90	0.75	0.50	0.25	0.10	0.05	0.01
1	0.000	0.004	0.016	0.102	0.455	1.32	2.71	3.84	6.63
2	0.020	0.103	0.211	0.575	1.386	2.77	4.61	5.99	9.21
3	0.115	0.352	0.584	1.212	2.366	4.11	6.25	7.81	11.34
4	0.297	0.711	1.064	1.923	3.357	5.39	7.78	9.49	13.28
5	0.554	1.145	1.610	2.675	4.351	6.63	9.24	11.07	15.09
6	0.872	1.635	2.204	3.455	5.348	7.84	10.64	12.59	16.81
7	1.239	2.167	2.833	4.255	6.346	9.04	12.02	14.07	18.48
8	1.647	2.733	3.490	5.071	7.344	10.22	13.36	15.51	20.09
9	2.088	3.325	4.168	5.899	8.343	11.39	14.68	16.92	21.67
10	2.558	3.940	4.865	6.737	9.342	12.55	15.99	18.31	23.21
11	3.053	4.575	5.578	7.584	10.341	13.70	17.28	19.68	24.72
12	3.571	5.226	6.304	8.438	11.340	14.85	18.55	21.03	26.22
13	4.107	5.892	7.042	9.299	12.340	15.98	19.81	22.36	27.69
14	4.660	6.571	7.790	10.165	13.339	17.12	21.06	23.68	29.14
15	5.229	7.261	8.547	11.037	14.339	18.25	22.31	25.00	30.58
16	5.812	7.962	9.312	11.912	15.338	19.37	23.54	26.30	32.00
17	6.408	8.672	10.085	12.792	16.338	20.49	24.77	27.59	33.41
18	7.015	9.390	10.865	13.675	17.338	21.60	25.99	28.87	34.80
19	7.633	10.117	11.651	14.562	18.338	22.72	27.20	30.14	36.19
20	8.260	10.851	12.443	15.452	19.337	23.83	28.41	31.41	37.57
22	9.542	12.338	14.041	17.240	21.337	26.04	30.81	33.92	40.29
24	10.856	13.848	15.659	19.037	23.337	28.24	33.20	36.42	42.98
26	12.198	15.379	17.292	20.843	25.336	30.43	35.56	38.89	45.64
28	13.565	16.928	18.939	22.657	27.336	32.62	37.92	41.34	48.28
30	14.953	18.493	20.599	24.478	29.336	34.80	40.26	43.77	50.89
40	22.164	26.509	29.051	33.660	39.335	45.62	51.80	55.76	63.69
50	27.707	34.764	37.689	42.942	49.335	56.33	63.17	67.50	76.15
60	37.485	43.188	46.459	52.294	59.335	66.98	74.40	79.08	88.38

Sumber: Triatmodjo, 2008

2.8.4 Analisa Curah Hujan Rencana

Hujan bisa disebut sebagai bagian siklus air untuk mempertahankan ketersediaan air di Bumi. Suripin (2004) memberikan penjelasan bahwa intensitas curah hujan merupakan jumlah curah hujan di daerah pada suatu periode. Setiap daerah memiliki perbedaan lama waktu konsentrasi.

Jika tidak tersedia data curah hujan jangka pendek maka rumus Mononobe juga bisa dipergunakan dalam perhitungan intensitas hujan. Data curah hujan pada alat pengekspansi bisa diubah ke dalam satuan per jam. Intensitas Hujan (I) pada rumus rasional diperhitungkan menggunakan:

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

Keterangan:

“t : Lamanya hujan (jam)

I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

t_c : Waktu konsentrasi

R₂₄ : Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)”

Waktu konsentrasi berdasarkan penjelasan dari Suripin (2004), yaitu waktu kebutuhan air hujan guna jatuh mengalir menuju titik kontrol di bagian hilir aliran dari titik paling jauh sesudah jenuhnya tanah serta terpenuhinya depresi kecil. Perkiraan waktu konsentrasi dapat diaplikasikan menggunakan rumus di bawah ini:

$$t_c = t_o + t_d$$

Keterangan:

t_c = Waktu Konsentrasi (jam)

t_o = *Inlet Time*. Dihitung menggunakan rumus:

$$t_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right]$$

t_d = *Conduit Time*, Waktu air mengalir dalam saluran ke tempat tertentu (menit).

Dihitung menggunakan rumus:

$$t_d = \frac{L_s}{60 \times V}$$

“n = Angka kekasaran manning

S = Kemiringan lahan

- V = Kecepatan aliran didalam saluran (m/detik)
- L = Panjang lintasan aliran diatas permukaan lahan (m)
- L_s = Panjang lintasan aliran didalam saluran / sungai (m)”

Besarnya t_d ditentukan melalui ruas sesuai kondisi salurannya. Sifatnya tidak bisa ditentukan untuk saluran alami, sehingga besarnya t_d melalui prediksi perkiraan aliran dan ditinjau menurut nilai kekasaran dinding aliraaan berdasarkan Chezy, Manning, serta sebagainya seperti pada tabel berikut:

Tabel 2. 6 Kecepatan rata-rata saluran berdasarkan kemiringan saluran

Kemiringan Rata-rata Dasar Saluran (%)	Kemiringan Rata-rata Data Saluran (%)	Kecepatan Rata-rata (m/det)	Kecepatan Rata-rata (m/det)
< 1	4-6	0,40	1,20
1 - 2	6-10	0,60	1,50
2 - 4	10-15	0,90	2,40

Sumber : Wesli, 2008

Penentuan t_o bisa mempergunakan grafik monogram serta t_d melalui *trial and error*. Suhardjono (1984) memberikan penjelasan bahwa untuk kontrol t_d metode *trial and error* tersebut bisa dipergunakan rumus berikut:

$$t_d = \frac{L}{v}$$

Keterangan:

“V = Kecepatan rata-rata saluran (m/detik)

L = Panjang saluran (m)”

2.8.5 Analisa Debit Banjir Rencana

Kapasitas saluran drainase ditentukan melalui perhitungan mengenai debit total air hujan dan air kotor yang melewati drainase. Suripin (2004) menerangkan bahwa debit banjir rencana yaitu suatu debit maksimum ketika curah hujan maksimal. Perhitungannya melalui metode rasional di bawah ini:

$$Q = C \times I \times A$$

Dan jika diaplikasikan menjadi rumus matriks, maka rumusnya berubah:

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

Dimana:

“Q = Debit rencana (m³/det)

A = Luas daerah pengaliran (Km²)

I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

C = Angka pengaliran tidak berdimensi

0,278 = Konstanta (bila memakai Km²)”

2.8.6 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan faktor pembanding besar total aliran air oleh jenis permukaan terhadap banyaknya air yang tersedia (Suripin, 2004). Penentuan nilai koefisien pengaliran (C) disesuaikan dengan keadaan permukaan aliran. Jika setiap DAS ada beberapa macam pemanfaatan sungai dengan koefisien aliran permukaan tidak sama, maka nilai koefisien pengaliran bisa dihitungkan melalui persamaan di bawah ini:

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

Dimana:

“A_i = luas lahan ke-1 (m²) dengan i = 1, 2, 3 ..., n

C_i = koefisien limpasan i = 1, 2, ..., n”

Penggambaran karakter permukaan maupun lahan atas koefisien limpasan, bisa dilihat di bawah ini:

Tabel 2. 7 Angka Koefisien Aliran (C)

Tipe Daerah Aliran	Jenis Tanah	Harga C
Perumputan	Tanah gemuk, curam, 7%	0,25 – 0,35
	Tanah gemuk, pertengahan, 2 – 7%	0,18 – 0,22
	Tanah gemuk, dasar, 2%	0,13 – 0,17
	Tanah pasir, curam, 7%	0,15 – 0,20
	Tanah pasir, pertengahan, 2 – 7%	0,10 – 0,15
	Tanah pasir, dasar, 2%	0,05 – 0,10
Bisnis	Daerah pingguran	0,50 – 0,70
	Daerah kota lama	0,75 – 0,95
Perumahan	Daerah rumah-rumah apartemen	0,50 – 0,70
	“Suburban”	0,25 – 0,40
	“Multi Units”, terpisah-pisah	0,60 – 0,75
	“Multi Units”, tertutup	0,40 – 0,60
Perumahan Daerah “Single Family”	0,30 – 0,50	
Industri	Daerah berat	0,60 – 0,90

Tipe Daerah Aliran	Jenis Tanah	Harga C
	Daerah ringan	0,50 – 0,80
Jalan	Batu	0,70 – 0,85
	Beton	0,80 – 0,95
	Beraspal	0,70 – 0,95
Atap		0,75 – 0,95
Untuk berjalan dan naik kuda		0,75 – 0,85
Daerah yang tidak dikerjakan		0,10 – 0,30
Halaman kereta api		0,20 – 0,40
Tempat bermain		0,20 – 0,35
Pertamanan, kuburan		0,10 – 0,25

Sumber: Suripin, 2004

2.9 Analisa Hidraulika

Debit air hujan di suatu wilayah harus dialirkan agar tidak terjadi genangan. Untuk mengarahkan debit buangan dibutuhkan saluran yang mampu mengalirkan tempat pembuangan. Ujung dari saluran biasanya berupa sungai maupun kolam retensi dengan kapasitas yang sesuai dengan pengaliran berdasarkan pada kemiringan, bentuk, serta kekasaran saluran. Analisa hidrolika diperlukan untuk perencanaan sistem dan saluran drainase.

Menurut Suripin (2004), analisa hidrolika memiliki kegunaan dalam rangka melihat profil muka air, dalam kondisi perencanaan ataupun kondisi terisi. Agar menunjang analisis perencanaan supaya patokan desain yang handal bisa didapatkan, maka diperlukan metode hitungan dan validasi data yang representatif.

2.9.1 Tipe Aliran

Saluran drainase berdasarkan penjelasan dari Suripin (2004) adalah aliran terbuka yakni di mana ada kesamaan tekanan antara muka air dengan tekanan atmosfer. Ada beberapa tipe dari aliran terbuka yang didasarkan pada perubahan kedalaman aliran sesuai waktu dan ruang.

Pengempokkan tipe aliran berdasarkan ruang dan tipe, yaitu:

1. Aliran seragam, terjadi jika pada masing-masing potongan melintang memiliki kedalaman air yang sama.
2. Aliran tak seragam, terjadi jika untuk masing-masing potongan melintang memiliki kedalaman air berbeda.

Pengempokkan tipe aliran berdasarkan waktu yaitu:

1. Aliran tetap, jika tidak ada perubahan kedalaman air dalam suatu periode.
2. Aliran tidak tetap, apabila ada perubahan kedalaman aliran sesuai waktu.

Penyelesaian persamaan aliran akan lebih mudah jika aliran drainase dinilai memiliki aliran dengan tipe yang seragam. Aliran seragam ini memiliki beberapa sifat, yaitu:

1. Kecepatan aliran serta debit aliran (V), kedalaman aliran (h), dan luas penampang basah (A), pada setiap penampang saluran tetap adalah selalu tepat.
2. Garis energi dan dasar saluran selalu sejajar

Berdasar pada pertimbangan dalam masalah mengenai aliran seragam, maka dianggap debit akan tetap selama bagian satuan lurus atau kontinyu. Persamaan kontinuitas bisa disajikan melalui persamaan sebagaimana berikut:

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \dots \dots \dots (2.36)$$

Keterangan:

“ V = Kecepatan aliran pada saluran (m/detik)

A = Luas basah penampang (m^2)”

2.9.2 Kecepatan Aliran

Suripin (2004) menerangkan bahwa kecepatan aliran sesuai syarat di bawah kecepatan maksimal serta di bawah kecepatan minimum yang diizinkan sebagaimana bahan material dan tipe saluran yang ditinjau. Tujuannya dalam rangka membentuk sedimen atau endapan serta erosi pada saluran. Kecepatan aliran seragam menggunakan rumus sebagaimana berikut:

1. Rumus Manning
2. Rumus Stickler
3. Rumus Chezy

Guna memperlihatkan seberapa besar kecepatan maksimum yang diizinkan untuk bahan saluran bisa diketahui sebagaimana di bawah ini:

Tabel 2. 8 Kecepatan Ijin Saluran

Jenis Bahan	Kecepatan Aliran Yang Diizinkan (m/detik)	Jenis Bahan	Kecepatan Aliran Air Yng Diizinkan (m/detik)
Lempung padat	1,10	Beton	1,50
Lempung kokoh	0,75	Pasangan batu	1,50
Kerikil halus	0,75	Batu besar	1,50
Lanau aluvial	0,6	Kerikil Kasar	1,20
Lempung kepasiran	0,45	Beton	1,50
Pasir Halus	0,45		

Sumber : Hasmar, 2002

2.9.3 Dimensi Saluran

Untuk menentukan dimensi saluran drainase dengan penyesuaian bentuk saluran sesuai kebutuhan dengan tetap memerhatikan ekonomisnya. yaitu drainase yang bisa menderaikan debit paling besar dengan suatu luasan basah (Chou, 1992).

Adapun kriteria ekonomis tersebut dapat ditentukan melalui beberapa aspek berikut:

1. Ketepatan penggunaan saluran
2. Sensibilitas saluran
3. Minimalisir Anggaran

Ada beberapa jenis saluran buatan yang biasa digunakan dalam saluran drainase seperti:

1. Saluran trapesium, dengan pertimbangan kemiringan talud. Umumnya terdapat di area pedesaan sebagai saluran irigasi dan dapat menggunakan bahan alam seperti batu kali.
2. Saluran Segi Empat, banyak digunakan di area perkotaan. Bisa menjadi saluran terbuka maupun tertutup sesuai dengan efektifitasnya.
3. Saluran Lingkaran, cocok digunakan dalam area pemukiman selain tidak membutuhkan permukaan yang luas juga terlihat rapi karena berada dibawah tanah.

Dalam perencanaan air bersih di Golden East Kebomas digunakan saluran RCP (*Reinforced Concrete Pipe*), yaitu saluran tertutup berbentuk lingkaran yang mana sangat cocok digunakan di daerah pemukiman karena tidak membutuhkan banyak tempat sehingga mendukung estetika perumahan.

Rumus manning untuk kapasitas saluran:

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

$$Q = A \times V$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Keterangan:

“A = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah (m)

R = Jari - jari hidrolis (m)

V = Kecepatan aliran rata-rata dalam saluran (m/detik)

n = Koefisien manning

Q = Debit (m³/detik)”

Tabel 2. 9 Harga Koefisien Kekerasan manning (n)

No	Tipe saluran dan jenis bahan	Harga n		
		Minimum	Normal	Maksimum
1	Beton			
	a. Saluran pembuang dengan bak kontrol	0.013	0.015	0.017
	b. Beton dipoles	0.011	0.012	0.014
	c. Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran / gangguan	0.011	0.013	0.014
	d. Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0.010	0.011	0.013
2	Tanah, lurus dan seragama.			
	a. Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu.	0.022	0.027	0.033
	b. Berkerikil	0.022	0.025	0.030
	c. Bersih telah melapuk	0.018	0.022	0.025
	d. Bersih barub	0.016	0.018	0.020
3	Saluran alam			
	a. Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0.025	0.030	0.035
	b. Banyak tanaman pengganggu	0.050	0.070	0.080
	c. Bersih, berkelok-kelok	0.033	0.040	0.045
	d. Bersih lurus	0.025	0.030	0.033
	e. Saluran di belukar	0.035	0.050	0.070

Sumber: Suripin, 200