

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Bandara

Bandara (*airport*) merupakan sebuah fasilitas di mana pesawat terbang seperti pesawat udara dan helikopter dapat lepas landas dan mendarat. Suatu bandar udara yang paling sederhana minimal memiliki sebuah landasan pacu atau helipad (untuk pendaratan helikopter), sedangkan untuk bandara-bandara besar biasanya dilengkapi berbagai fasilitas lain, baik untuk operator layanan penerbangan maupun bagi penggunaannya seperti bangunan terminal dan hanggar. Definisi bandara menurut PT. Angkasa Pura I adalah lapangan udara, termasuk segala bangunan dan peralatan yang merupakan kelengkapan minimal untuk menjamin tersedianya fasilitas bagi angkutan udara untuk masyarakat

Menurut Annex 14 dari ICAO (*International Civil Aviation Organization*), bandar udara adalah area tertentu di daratan atau perairan (termasuk bangunan, instalasi dan peralatan) yang diperuntukkan baik secara keseluruhan atau sebagian untuk kedatangan, keberangkatan dan pergerakan pesawat..

Terdapat dua bagian utama pada bandara yaitu sisi udara (*airside*) dan sisi darat (*landside*). Sisi udara (*airside*) suatu bandar udara meliputi *runway*, *taxiway*, *apron* dan elemen-elemen penunjang-penunjang lainnya bagi kegiatan pesawat selama pendaratan maupun lepas landas. Sedangkan yang termasuk dalam dalam sisi darat (*landside*) suatu bandar udara meliputi gedung terminal, tempat parkir dan sirkulasi serta jalan masuk darat ke bandara.

3.1.1 Tipe Bandara

Secara umum bandara digolongkan dalam beberapa tipe menurut kriteria yang disesuaikan dengan keperluan penggolongannya, antara lain:

1. Berdasarkan kriteria fisiknya, bandara dapat digolongkan menjadi *seaplane base*, *stol port* (jarak *take – off* dan *landing* yang pendek), dan Bandar udara konvensional.

2. Berdasarkan pengelolaan dan penggunaannya, Bandara dapat digolongkan menjadi dua, yakni Bandara umum yang dikelola pemerintah untuk penggunaan umum maupun militer atau bandara swasta/pribadi yang dikelola/digunakan untuk kepentingan pribadi/perusahaan swasta tertentu.
3. Berdasarkan aktifitas rutinnya, bandara dapat digolongkan menurut jenis pesawat terbang yang beroperasi (*enplanements*) serta menurut karakteristik operasinya.

3.1.2 Fungsi Bandara

Terminal Bandara digunakan untuk pemrosesan penumpang dan bagasi untuk pertemuan dengan pesawat dan moda transportasi darat. Bandar udara juga digunakan untuk penanganan pengangkutan barang (*cargo*). Pentingnya pengembangan sub sektor transportasi udara yaitu:

1. Mempercepat arus lalu lintas penumpang, kargo dan servis melalui transportasi udara di setiap pelosok Indonesia.
2. Mempercepat wahana ekonomi, memperkuat persatuan nasional dalam rangka menetapkan wawasan nusantara.
3. Mengembangkan transportasi yang terintegrasi dengan sektor lainnya serta memperhatikan kesinambungan secara ekonomis.

3.2 Sistem Drainase Bandara

3.2.1 Karakteristik Drainase Bandara

Bandara harus mempunyai permukaan yang rata, operasional drainase bandara yang baik dengan stabilitas izin yang memadai sangat berpengaruh terhadap pergerakan pesawat pada kondisi musim yang berbeda. Perencanaan drainase yang baik sangatlah penting, karena berpengaruh langsung terhadap stabilitas dan penggunaan tanah, dimana jenis tanah dan keadaan drainase keduanya saling berkaitan (FAA, 1970).

Sistem drainase harus dibuat terlebih dahulu atau bersamaan dengan perataan permukaan awal, karena drainase dan perataan saling berhubungan. Sistem drainase tidak dapat difungsikan dengan sempurna sebelum semua daerah

bandara diratakan untuk mengalihkan air permukaan ke dalam sistem drainase. Tidak adanya stabilitas atau pemadatan, drainase yang memadai, semua itu berhubungan dengan permukaan bandara yang relatif pendek (FAA, 1970).

Areal yang di drainase haruslah ekonomis dengan pemanfaatan yang optimal berdasarkan investasi yang ada. Prinsip dasar yang harus diketahui dalam perencanaan drainase adalah adanya ketersediaan data tentang peta topografi, keadaan tanah, muka air tanah, intensitas, frekuensi dan lama hujan, cuaca dan suhu, serta keadaan alam sekitar bandara (FAA, 1970). Peta topografi harus mencakup keadaan *runway*, *apron*, *taxiway* dan bangunan bandara. Lokasi dan ukuran fasilitas ini untuk mengontrol dalam perataan dan diperlukan dalam membuat sistem drainase.

Hal ini penting dalam perataan bandara, terutama kemiringan *shoulder* dan *drain* yang berasal dari *runway*, *apron*, *taxiway* dan perkerasan lainnya. Setelah elevasi terakhir pada bandara diukur, seluruh permukaan yang dialiri air harus dipinggirkan dan dibuang, daerah yang rendah harus dibuat drainase, dan seluruh permukaan yang terkena aliran air dihitung dan dialirkan ke dalam saluran drainase.

3.2.2 Fungsi dan Tujuan Drainase pada Bandara

Menurut Suripin (2004), fungsi sistem drainase bandar udara adalah sebagai berikut ini.

1. Mengalirkan air permukaan dan bawah tanah yang berasal dari lokasi di sekitar bandara.
2. Membuang air permukaan yang berasal dari bandara.
3. Membuang air bawah tanah yang berasal dari bandara.

Menurut FAA (Federal Aviation Administration, 1970), fungsi drainase bandara yaitu mengatur air yang mungkin mengganggu setiap aktivitas yang diperlukan untuk keselamatan dan efisiensi operasional bandara, mengumpulkan dan mengalirkan air permukaan dari tiap area, mengalirkan kelebihan air bawah tanah, mengurangi air permukaan dan melindungi tanah dari erosi.

Tujuan dari drainase bandar udara ialah sebagai berikut :

1. Mempertahankan daya dukung tanah dengan mengurangi masuknya air.
2. Menjaga agar landasan pacu (*runway*) dan bahu nlandasan pacu (*shoulder*) agar tidak tergenang air yang dapat membahayakan penerbangan.

3.2.3 Jenis Drainase pada Bandara

Kawasan lapangan udara biasanya cukup luas, maka sangat jarang drainase alam mampu memenuhi fungsi tersebut di atas secara baik, sehingga diperlukan adanya sistem drainase. Berdasarkan fungsinya, drainase lapangan terbang terdiri dari dua bagian, yaitu drainase permukaan dan drainase bawah permukaan (Suripin, 2004).

a. Drainase Permukaan

Drainase permukaan berfungsi untuk menangani air permukaan, khususnya air yang berasal dari hujan. Langkah awal dalam perencanaan drainase lapangan terbang adalah menentukan debit rencana. Mengingat data debit tidak selalu tersedia, maka debit rencana pada umumnya diestimasikan berdasarkan hujan rencana, karena data hujan lebih mudah di dapat.

b. Drainase Bawah Permukaan

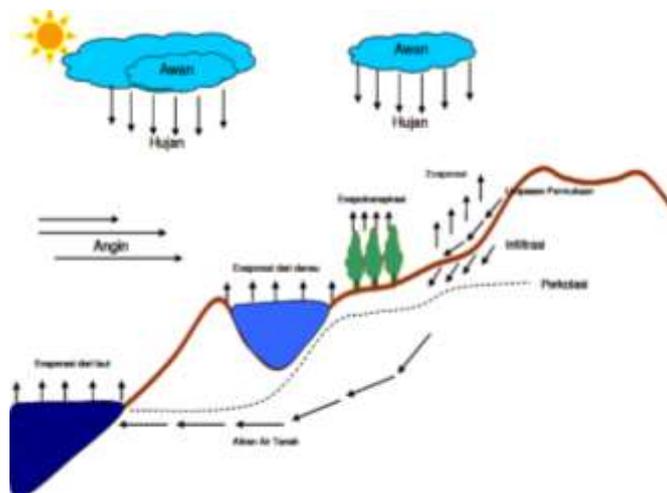
Drainase bawah permukaan berfungsi untuk membuang air dari *base course*, subgrade di bawah permukaan, serta menerima, mengumpulkan dan membuang air dari mata air atau lapisan tembus air.

3.3 Aspek Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup. Penerapan ilmu hidrologi dapat dijumpai dalam beberapa kegiatan seperti perencanaan dan operasi bangunan air, penyediaan air untuk berbagai keperluan (air bersih, irigasi, perikanan, peternakan), pembangkit listrik tenaga air, pengendalian banjir, pengendalian erosi dan sedimentasi, transportasi air, drainasi, pengendali polusi, air limbah, dsb. (Triatmodjo, 2010)

3.3.1 Siklus Hidrologi

Menurut Soemarto (1987) siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Dalam siklus hidrologi ini terdapat beberapa proses yang saling terkait, yaitu antara proses hujan (*presipitation*), penguapan (*evaporation*), transpirasi, infiltrasi, perkolasi, aliran limpasan (*run off*), dan aliran bawah tanah.



Gambar 3.1 Siklus hidrologi

(Sumber : Soemarto, 1987)

3.3.2 Analisa Hidrologi

Persoalan drainase berkaitan erat dengan aspek hidrologi yaitu masalah hujan yang merupakan sumber air dimana sistem drainase tidak dapat mengalirkan limpasan air ke tempat pembuangan akhir dan menyebabkan terjadinya genangan. Sedangkan hujan itu sendiri adalah fenomena alam yang terjadi sebagai bentuk keseimbangan jumlah air yang ada di muka bumi. Desain hidrologi diperlukan sebagai pemanfaatan fenomena hujan yang terjadi untuk mengetahui debit pengaliran yang terjadi sehingga sistem drainase dapat direncanakan.

Data-data dalam hidrologi dapat diperoleh dari berbagai sumber, akan tetapi untuk wilayah Indonesia data-data mengenai curah hujan dan intensitas nya dapat diperoleh dari Bada Meteorologi dan Geofisika (BMKG). Dalam konsep hidrologi, hujan dapat dihitung dengan memperhatikan faktor-faktor yang ada pada karakteristik hujan.

3.4 Karakteristik Hujan

3.4.1 Durasi Hujan

Durasi hujan adalah lama hujan kejadian hujan (menitan, jam-jaman, harian) diperoleh dari hasil pencatatan alat ukur hujan otomatis. Dalam perencanaan durasi hujan selalu dikaitkan dengan waktu konsentrasi (T_c), khususnya pada drainase perkotaan/terapan diperlukan durasi hujan yang relatif pendek, mengingat akan toleransi terhadap lama genangan.

3.4.2 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe. Dalam perencanaan ini perhitungan intensitas hujan menggunakan Rumus Mononobe

$$I_t = \left(\frac{R_{24}}{24}\right) \times \left(\frac{24}{T_c}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.1)$$

dengan:

I = Intensitas hujan dalam waktu tertentu (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm).

3.4.3 Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu aliran.

Waktu konsentrasi dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut :

1. luas daerah pengaliran,
2. panjang saluran drainase,
3. kemiringan dasar saluran,
4. debit, dan kecepatan aliran.

Dalam perencanaan dan evaluasi terhadap sistem drainase, waktu konsentrasi sering dikaitkan dengan durasi hujan, karena air yang melimpas mengalir dipermukaan tanah dan saluran drainase sebagai akibat adanya hujan selama waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi yang dipakai dalam redesain ini dapat dilihat pada persamaan (3.2) dibawah ini.

Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi aliran ialah dengan menggunakan persamaan Kirpich yang ditulis sebagai berikut:

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad (3.2)$$

dengan:

- Tc = Waktu konsentrasi (jam)
 L = Panjang saluran (km)
 S = Kemiringan dasar saluran (mm)

3.5 Data Hujan

Data hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi saat melakukan perencanaan dan evaluasi terhadap sistem drainase. Pengukuran hujan biasanya dilakukan dalam satu hari (24 jam) dimana dengan cara ini maka akan didapat curah hujan sepanjang hari.

Di Indonesia, data hujan ditakar dan dikumpulkan oleh beberapa instansi, antara lain Badan Meteorologi dan Geofisika, Dinas Pengairan, dan Dinas Pertanian. Jenis dan tipe alat penakar hujan yang digunakan juga berbeda-beda. Secara umum alat penakar hujan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu alat penakar hujan manual dan alat penakar hujan otomatis (Suripin, 2004).

1. Penakar Hujan Manual

Penakar hujan jenis ini menampung air hujan selama 24 jam. Biasanya alat ini dibuka dan diukur secara teratur jumlah hujannya pada jam 09.00 pagi dan dicatat sebagai hujan yang terjadi sehari sebelumnya pada formulir yang telah ditetapkan. Dengan cara ini kedalaman hujan yang diperoleh adalah kedalaman hujan total yang terjadi selama satu hari (24 jam). Berapa lama dan jam berapa hujan tidak diketahui.

2. Penakar Hujan Otomatis (*ARR = Automatic Rainfall Recorder*)

Dengan alat ini, hujan tidak perlu dicatat tiap hari karena alat ini dilengkapi dengan pencatat jumlah akumulasi hujan terhadap waktu dalam bentuk grafik. Ada tiga jenis alat penakar hujan otomatis, yaitu *weighing bucket*, *tipping bucket*, dan *float*.

Adapun data hujan yang dipakai dalam perencanaan ini adalah data hujan yang didapat secara otomatis dari Stasiun Meteorologi dan Geofisika (BMKG) Radin Inten II.

3.6 Pengolahan Data Hujan

3.6.1 Kala Ulang Hujan (*Return Period*)

Dikatakan kala ulang hujan jika data-data yang dimiliki disamai atau kurang atau bisa lebih dari data dengan harga tertentu yang diperkirakan terjadi sekali dalam kurun waktu T tahun. Hujan besar yang langka terjadi dapat mengakibatkan kerusakan serius jika sistem drainase didesain untuk hujan yang lebih kecil. Namun, jika interupsi serius terhadap lalu lintas pesawat tidak diantisipasi, sistem yang didesain dengan hujan yang tinggi secara ekonomis tidak dianjurkan.

Mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, FAA (Federal Aviation Administration, 1970) merekomendasikan bahwa untuk lapangan terbang sipil dapat digunakan hujan rencana dengan periode ulang (PUH) 5 tahunan, sedangkan untuk lapangan terbang militer dapat digunakan hujan rencana 2 tahunan (Suripin, 2004).

3.6.2 Debit Rencana dengan metode Rasional

Ada beberapa metode untuk memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir). Metode yang dipakai pada suatu lokasi lebih banyak ditentukan oleh ketersediaan data sementara debit banjir rencana ditentukan berdasarkan pertimbangan teknis.

Di Indonesia sering sekali menggunakan satuan A dalam hektar (Ha) dan I dalam (mm/jam) sehingga rumus untuk mencari debit rencana dengan metode Rasional ialah :

$$Q_r = 1/360 \times C \times I \times A \quad (3.3)$$

dengan:

Q_r = Debit aliran air hujan (m^3/s)

A = Luas daerah aliran (Ha)

C = Koefisien Limpasan

I = intensitas hujan (mm/jam)

3.6.3 Koefisien Limpasan (C)

Koefisien limpasan/pengaliran (*run off coefficient*) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (*surface run-off*) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer (hujan total yang terjadi). Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari.

Koefisien pengaliran mempunyai nilai antara, dan sebaiknya nilai pengaliran untuk analisis dipergunakan nilai terbesar atau nilai maksimum. Koefisien limpasan ini diperlukan untuk mengetahui seberapa besar derajat limpasan air yang terjadi akibat tata guna lahan pada daerah pengamatan. Untuk lebih jelasnya tentang nilai koefisien limpasan dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan perhitungan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$C = \frac{C1.A1+C2.A2+C3.A3+\dots+Cn.An}{A1+A2+A3+\dots+An} \quad (3.4)$$

Dengan :

Cn = Koefisien yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

An = Luas daerah limpasan yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi Permukaan

Tabel 3.1 Nilai koefisien limpasan untuk metode rasional

Deskripsi Lahan/ Krakter Permukaan	Koefisien Limpasan (C)
Business	
perkotaan	0,70 - 0,95
pinggiran	0,50 - 0,70
Perumahan	
rumah tunggal	0,30 - 0,50
multiunit, terpisah	0,40 - 0,60
multiunit, tergabung	0,60 - 0,75
perkampungan	0,25 - 0,40
apartemen	0,50 - 0,70
Industri	
ringan	0,50 - 0,80
berat	0,60 - 0,90
Perkerasan	
aspal dan beton	0,70 - 0,95
batu bata, paving	0,50 - 0,75
Atap	0,75 - 0,95
Halaman, tanah berpasir	
datar 2%	0,05 - 0,10
rata-rata 2 - 7 %	0,10 - 0,15
curam 7%	0,15 - 0,20
Halaman, tanah berat	
datar 2%	0,13 - 0,17
rata-rata 2 - 7 %	0,18 - 0,22
curam 7%	0,25 - 0,35
Halaman kereta api	0,10 - 0,35
Taman tempat bermain	0,20 - 0,35
Taman, pekuburan	0,10 - 0,25
Hutan	
datar 0 - 5 %	0,10 - 0,40
bergelombang 5 - 10 %	0,25 - 0,50
berbukit 10 - 30 %	0,30 - 0,60

(Sumber : Suripin, 2004)

3.6.4 Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Catchment area adalah suatu daerah tadah hujan dimana air yang mengalir pada permukaannya ditampung oleh saluran yang bersangkutan. Sistem drainase yang baik yaitu apabila ada hujan yang jatuh di suatu daerah harus segera dapat dibuang, untuk itu dibuat saluran yang menuju saluran utama. Supaya air dapat dialirkan dengan optimal dan efektif maka perlu ditentukan *catchment area*, sehingga sistem pengalirannya sesuai dengan kondisi *catchment area* (Sri Harto Br, 1995).

Untuk menentukan daerah tangkapan hujan tergantung kepada kondisi lapangan suatu daerah dan situasi topografinya / elevasi permukaan tanah suatu wilayah disekitar saluran yang bersangkutan yang merupakan daerah tangkapan hujan dan mengalirkan air hujan ke saluran drainase. Untuk menentukan daerah tangkapan hujan (*Cathment area*) sekitar drainase dapat diasumsikan dengan membagi luas daerah yang akan ditinjau.

3.6.5 Analisa Curah Hujan Rencana

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Dalam analisa digunakan curah hujan rencana, hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana. Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang (*return period*) yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan.

3.6.6 Analisa Frekuensi Curah Hujan

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

1. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{rata-rata})^2}{n-1}} \quad (3.5)$$

2. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad (3.6)$$

3. Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \left(\frac{n}{(n-1)(n-2)} \right) \left(\frac{\sum(X_i - X_{rata-rata})^3}{\sigma^3} \right) \quad (3.7)$$

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \left(\frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \right) \left(\frac{\sum(X_i - X_{rata-rata})^4}{\sigma^4} \right) \quad (3.8)$$

Tabel 3.2 Parameter statistik

<u>Parameter / Statistik</u>	<u>Sampel</u>
Rata - rata	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$
<u>Simpangan baku</u>	$\sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{rata-rata})^2}{n-1}}$
<u>Koefisien Variasi</u>	$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$
<u>Koefisien skewness</u>	$Cs = \left(\frac{n}{(n-1)(n-2)} \right) \left(\frac{\sum(X_i - X_{rata-rata})^3}{\sigma^3} \right)$
<u>Kurtosis (Ck)</u>	$Ck = \left(\frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \right) \left(\frac{\sum(X_i - X_{rata-rata})^4}{\sigma^4} \right)$

(Sumber : Suripin, 2004)

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi. Berikut ini empat jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi.

1. Distribusi Normal.

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. PDF (*Probability Density Function*) distribusi Normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan bakunya, sebagai berikut:

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right), -\infty < x < \infty \quad (3.9)$$

dengan :

$P(X)$ = Fungsi densitas peluang normal (ordinat kurva normal)

X = Variable acak kontinu

μ = Rata-rata nilai

$X \sigma$ = Simpangan baku dari nilai X

Dalam pemakaian praktis, umumnya rumus tersebut tidak digunakan secara langsung karena telah dibuat tabel untuk keperluan perhitungan, dan juga dapat didekati dengan:

$$K_T = \frac{X_T - \bar{X}}{S} \quad (3.10)$$

dengan :

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dalam periode ulang T Tahunan

\bar{X} = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai variat

K_T = Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi Gauss)

2. Distribusi Log Normal.

Jika variabel $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. PDF (*Probability Density Function*) untuk distribusi Log Normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan bakunya, sebagai berikut:

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right), \quad (3.11)$$

$$Y = \log X \quad (3.12)$$

dengan :

$P(X)$ = Peluang log normal

X = Nilai varian pengamatan

μY = Nilai rata-rata populasi Y

σY = Deviasi standar nilai variat Y

Dengan persamaan yang dapat didekati:

$$Y_T = Y + K_T \cdot S \quad (3.13)$$

$$K_T = \frac{Y_T - Y}{S} \quad (3.14)$$

dengan :

Y_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T -tahunan

Y = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai variat

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang Y

3. Distribusi Pearson Type III - Distribusi Log Person III

Tiga parameter penting dalam Log-Person Type III yaitu harga rata-rata, simpangan baku, koefisien kemencengan dan yang menarik adalah jika koefisien kemencengan sama dengan nol maka perhitungan akan sama dengan

log Normal. Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log -Person Type III:

- a. Ubah data kedalam bentuk logaritmis

$$X = \text{Log } X \quad (3.15)$$

- b. Hitung harga rata-rata:

$$\log \bar{X} = \frac{1}{n} (\log X_t) \quad (3.16)$$

- c. Hitung harga simpangan baku:

$$S = \sqrt{\frac{(\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.17)$$

- d. Hitung koefisien kemencengan

$$Cs = n \sum_{i=1}^n \frac{(\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(n-3)} \quad (3.18)$$

- e. Hitung logaritma hujan atau banjir periode ulang T dengan rumus:

$$\text{Log } X_t = \log \bar{X} + K.S \quad (3.19)$$

dengan :

$\log \bar{X}$ = Harga rata- rata sampel

S = Harga simpangan baku

Cs = Koefisien kemencengan

S = Deviasi standar nilai variat

K = Faktor probabilitas

4. Distribusi Gumbel.

Gumbel menggunakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa untuk setiap data merupakan data exponential. Jika jumlah populasi yang terbatas dapat didekati dengan persamaan:

$$X_t = \bar{X} + S.K \quad (3.20)$$

dengan :

X = Harga rata-rata sample

S = Nilai varian pengamatan X

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (3.21)$$

dengan :

Y_n = Reduced mean yang tergantung jumlah sampel/data ke-n

S_n = Reduced standard deviation, yang juga tergantung pada jumlah sampel/data ke-n

Y_{tr} = Reduced variated, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$Y_t = - \ln\left(\ln\left(\frac{Tr-1}{Tr}\right)\right) \quad (3.22)$$

3.7 Uji Statistik

Parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut (Suripin, 2004). Dalam redesain ini, uji statistik yang dipakai ialah Uji Chi-Kuadrat.

Uji Chi-Kuadrat 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 , oleh karena itu disebut dengan Uji Chi-Kuadrat. Parameter χ^2 dapat dihitung dengan rumus:

$$\chi^2 = \sum_{i=0}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{O_i} \quad (3.23)$$

dengan:

χ_h^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung.

G = Jumlah sub kelompok.

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i.

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i.

Parameter χ_h^2 merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai nilai χ_h^2 sama atau lebih besar dari pada nilai Chi-Kuadrat yang sebenarnya (χ^2) dengan derajat kebebasan (dk) yang ditentukan melalui parameter statistik yang digunakan. Derajat kebebasan diperoleh dengan persamaan:

$$dk = G - R - 1 \quad (3.24)$$

Nilai R=2 untuk distribusi normal dan binomial, dan nilai R=1 untuk distribusi Poisson.

3.8 Aspek Hidrolika

Hidrolika adalah bagian dari “hidrodinamika” yang terkait dengan gerak air atau mekanika aliran. Konsep dasar hidrolika adalah pengaturan air hujan yang jatuh ke permukaan tanah untuk kemudian dikumpulkan menuju ke saluran dan dari saluran diallirkan menuju ke tempat pembuangan air seperti danau, laut ataupun kolam penampungan (Halim Hasmar, 2003). Dalam konsep hidrolika terdapat dua jenis saluran yaitu saluran terbuka (*open channel*) dan saluran tertutup (*closed off channel*). Dua jenis aliran tersebut dalam banyak hal mempunyai kesamaan tetapi berbeda dalam satu ketentuan penting, perbedaan tersebut adalah pada keberadaan permukaan bebas yang ada pada saluran.

3.8.1 Saluran Terbuka (*Open Channel*)

Saluran terbuka (*open channel*) adalah saluran yang mengalirkan air dimana pada permukaan aliran masih dipengaruhi oleh tekanan atmosfer. Aliran saluran terbuka merupakan aliran yang mempunyai muka air bebas. Saluran ini

memerlukan luasan yang cukup untuk dibangun dan dipergunakan untuk saluran pengairan sawah dan limpasan air hujan (Departemen PU, 1980).

3.8.2 Saluran Tertutup (*closed Off Channel*)

Saluran tertutup (*closed off channel*) adalah saluran air yang keseluruhan permukaannya tertutup dan tidak terdapat permukaan air bebas yang dipengaruhi tekanan atmosfer. Saluran ini pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor atau untuk saluran yang terletak ditengah kota atau fasilitas-fasilitas khusus (Departemen PU, 1980).

3.9 Debit Aliran (Q_a)

Untuk menghitung kapasitas saluran, digunakan persamaan kontinuitas dari Manning.

$$Q_a = A \times V \quad (3.25)$$

dengan:

Q_a = Debit aliran (m^3/det)

A = Luas penampang basah (m^2)

V = Kecepatan aliran (m/det)

3.10 Klasifikasi Aliran

Aliran permukaan bebas dapat diklasifikasikan menjadi berbagai tipe tergantung kriteria yang digunakan. Berdasarkan Perubahan kedalaman atau kecepatan mengikuti fungsi waktu, maka aliran dibedakan menjadi aliran permanen (*steady*) dan tidak permanen (*unsteady*), sedangkan berdasarkan fungsi ruang, maka aliran dibedakan menjadi aliran seragam (*uniform*) dan tidak seragam (*non-uniform*) (Suripin, 2004).

1. Aliran Permanen dan Tidak Permanen

Jika kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu, maka alirannya disebut aliran permanen atau tunak (*steady flow*), jika kecepatan pada

suatu lokasi tertentu berubah terhadap waktu , maka alirannya disebut aliran tidak permanen atau tidak tunak (*unsteady flow*).

2. Aliran Seragam dan Berubah

Jika kecepatan aliran pada suatu waktu tertentu tidak berubah sepanjang saluran yang ditinjau, maka alirannya disebut aliran seragam (*uniform flow*).

Jika kecepatan aliran pada saat tertentu berubah terhadap jarak, maka alirannya disebut aliran tidak seragam atau aliran berubah (*non-uniform flow*)

Persamaan yang pada umumnya dipakai di Indonesia untuk menentukan nilai kecepatan aliran ada dua, yaitu Persamaan Chezy dan Persamaan Manning. Pada perencanaan ini untuk menentukan kecepatan rata-rata digunakan Persamaan Manning.

3.10.1 Persamaan Manning (1889)

Pada tahun 1889 Robert Manning mengemukakan sebuah rumus yang dikenal dengan rumus manning, dengan persamaan seperti dibawah ini.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (3.26)$$

dengan:

V = Kecepatan rata-rata (m/s)

R = Jari-jari hidrolis saluran (m)

S = kemiringan dasar saluran

n = Koefisien kekasaran Manning

Salah satu kesulitan dalam pemakaian rumus manning adalah menentukan koefisien kekasaran (n), dikarenakan tidak ada cara tertentu yang dapat digunakan untuk pemilihan nilai koefisien kekasaran (n). Dalam menentukan koefisien kekasaran saluran terdapat beberapa pendekatan umum yang dapat digunakan, yaitu:

1. Memahami faktor-faktor yang mempengaruhi nilai n.
2. Mencocokkan tabel dari nilai-nilai n untuk berbagai tipe saluran.

3. Memeriksa dan memahami sifat dari beberapa saluran yang koefisien kekasarannya telah diketahui.
4. Menentukan nilai n dengan cara analitis berdasarkan kecepatan teoritis pada penampang saluran dan data pengukuran kecepatan maupun pengukuran kekasaran.

Dari berbagai jenis saluran, baik berupa saluran tanah maupun dengan pasangan, besarnya koefisien manning dapat mengacu pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Harga koefisien kekasaran (n) untuk persamaan Manning

No	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Harga n		
		Minimum	Normal	Maksimum
1	Beton			
	▪ Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,010	0,011	0,013
	▪ Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran / hambatan	0,011	0,013	0,014
	▪ Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	▪ Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,013	0,015	0,017
2	Tanah, lurus dan seragam			
	▪ Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	▪ Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	▪ Berkerikil	0,022	0,025	0,030
	▪ Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3	Saluran alam			
	▪ Bersih lurus	0,025	0,030	0,033
	▪ Bersih, berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
	▪ Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,08
	▪ Dataran banjir berumput pendek - tinggi	0,025	0,030	0,035
	▪ Saluran di belukar	0,035	0,050	0,07

(Sumber : Suripin, 2004)

3.10.2 Kemiringan Saluran

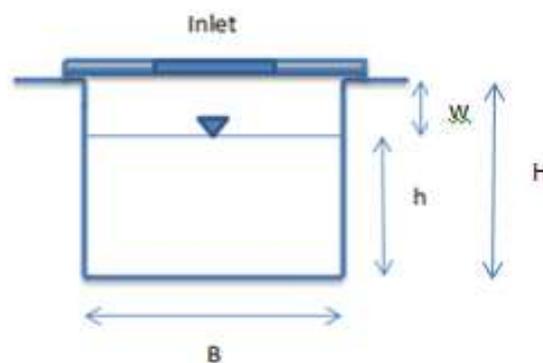
Kemiringan saluran adalah kemiringan dasar saluran dan kemiringan dinding saluran. Kemiringan dasar saluran merupakan kemiringan dasar saluran dengan arah memanjang dimana pada umumnya dipengaruhi oleh kondisi topografi, serta tinggi tekanan yang diperlukan untuk adanya pengaliran sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. (Anonim, 1997)

3.11 Jenis Penampang Saluran

Dalam redesain yang akan dilakukan penampang yang akan digunakan ialah penampang segi empat. Ketentuan FAA (Federal Aviation Administration) bahwa di sekeliling bandara terutama di sekeliling *runway* dan *shoulder*, harus ada saluran terbuka untuk drainase mengalirkan air (*interception ditch*) dari sisi luar bandara.

3.11.1 Penampang Segi Empat

Saluran drainase dengan penampang segi empat merupakan salah satu jenis penampang saluran drainase yang tidak banyak membutuhkan ruang. Konsekuensi dari saluran dengan penampang segi empat ialah saluran harus terbuat dari pasangan batu atau beton. Bentuk saluran demikian dapat berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga, maupun air irigasi.



Gambar 3.2 Penampang saluran segi empat

1. Penampang segi empat berarti terdiri dari lebar saluran (B) dan tinggi saluran (H).
2. Hitung luas penampang

$$(A) = B \times h \quad (3.27)$$

3. Keliling basah

$$(P) = B + 2h \quad (3.28)$$

4. Jari-jari hidrolis

$$(R) = A/P \quad (3.29)$$

5. Kecepatan aliran

$$(V) = V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (3.30)$$

6. Debit aliran

$$(Qa) = A \times V \quad (3.31)$$

7. Tinggi Jagaan

$$(w) = 0,25 \times h \quad (3.32)$$

8. Tinggi saluran total

$$(H) = h + w \quad (3.33)$$

3.11.2 Dimensi Inlet

Analisis dimensi inlet mempergunakan formula untuk menentukan kapasitas debit hujan yang akan dialirkan. Dimensi inlet dapat dihitung dengan formula seperti dibawah ini.

Hitung debit inlet :

$$1. Qr = \frac{1}{360} \times C \times I \times A \quad (3.34)$$

Asumsi : B = H

$$2. A = B \cdot H \quad (3.35)$$

$$= H \cdot H = H^2$$

$$3. P = 2B + 2H \quad (3.36)$$

$$= 2H + 2H = 4H$$

$$4. R = \frac{A}{P} = \frac{H^2}{4H} = 0,25 H \quad (3.37)$$

$$5. \quad V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (3.38)$$

$$= v H^{2/3}$$

$$6. \quad Q_a = A \cdot v \quad (3.39)$$

$$Q = H^2 \cdot (v) H^{2/3}$$

$$Q = x H^{8/3}$$

$$H = \left(\frac{Q}{x} \right)^{3/8}$$

$$H = B$$

Berdasarkan peraturan *Federation Aviation Administration* (FAA) jarak inlet pada drainase lapangan terbang berkisar antara 60 sampai dengan 120 m.

3.11.3 Gorong - Gorong

Gorong-gorong merupakan bangunan yang dipakai untuk membawa aliran air (saluran irigasi atau pembuang) melewati bawah jalan air lainnya (biasanya saluran), di bawah jalan, atau jalan kereta api. Gorong-gorong juga digunakan sebagai jembatan ukuran kecil, digunakan untuk mengalirkan sungai kecil atau sebagai bagian drainase ataupun selokan jalan. Fungsi gorong-gorong ialah mengalirkan air dari sisi jalan ke sisi lainnya. Untuk itu disainnya harus juga mempertimbangkan faktor hidrolis dan struktur supaya gorong-gorong dapat berfungsi mengalirkan air dan mempunyai daya dukung terhadap beban lalu lintas dan timbunan tanah.