

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Drainase

Kata drainase berasal dari kata *drainage* yang artinya mengeringkan atau mengalirkan. Drainase merupakan sebuah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air baik kelebihan air yang berada diatas permukaan tanah maupun air yang berada di bawah permukaan tanah. Kelebihan air dapat disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi atau akibat dari durasi hujan yang lama. Secara umum drainase didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan pada suatu kawasan (Wesli, 2008:1)

2.2 Jenis Drainase

Menurut Wesli (2008:3) jenis Drainase dapat dikelompokkan berdasarkan :

1. Cara terbentuknya
2. Sistem Pengalirannya
3. Tujuan/sasaran pembuatannya
4. Tata letaknya
5. Fungsinya
6. Konstruksinya

2.2.1 Drainase berdasarkan cara terbentuknya

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari cara terbentuknya, dapat dikelompokkan menjadi :

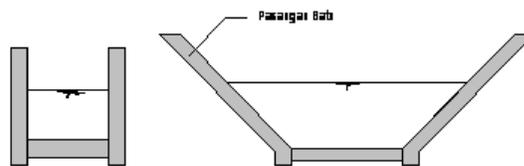
1. Drainase alamiah (*natural drainage*)

Drainase alamiah terbentuk melalui proses alamiah yang berlangsung lama. Saluran drainase terbentuk akibat gerusan air sesuai dengan kontur tanah. Drainase alamiah ini terbentuk pada kondisi tanah yang cukup kemiringannya, sehingga air akan mengalir dengan sendirinya, masuk ke sungai-sungai.

Air yang meresap berubah menjadi aliran antara (sub-surface flow) mengalir menuju sungai, dan dapat juga mengalir masuk ke dalam tanah (perkolasi) hingga ke air tanah yang kemudian bersama-sama dengan air tanah mengalir sebagai aliran air tanah menuju sungai. Umumnya drainase alamiah ini berupa sungai beserta anak-anak sungainya yang membentuk suatu jaringan alur sungai.

2. Drainase buatan (*artificial drainage*)

Drainase buatan adalah sistem yang dibuat dengan maksud tertentu dan merupakan hasil rekayasa berdasarkan hasil hitungan-hitungan yang dilakukan untuk upaya penyempurnaan atau melengkapi kekurangan sistem drainase alamiah. Pada sistem drainase buatan memerlukan biaya-biaya baik pada perencanaannya maupun pada pembuatannya.



Gambar 2.1 Drainase Buatan

2.2.2 Drainase berdasarkan sistem pengalirannya

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari sistem pengalirannya, dapat dikelompokkan menjadi :

1. Drainase dengan sistem jaringan

Drainase dengan sistem jaringan adalah suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui sistem tata saluran dengan bangunan-bangunan pelengkapanya.

2. Drainase dengan sistem resapan

Drainase dengan sistem resapan adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah. Cara resapan ini dapat

dilakukan langsung terhadap genangan air di permukaan tanah ke dalam tanah atau melalui sumuran/saluran resapan. Sistem resapan ini sangat menguntungkan bagi usaha konservasi air.

2.2.3 Drainase berdasarkan tujuan/sasarannya

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari tujuan pembuatannya, dapat dikelompokkan menjadi :

1. Drainase perkotaan

Drainase perkotaan adalah pengeringan atau pengaliran air dari wilayah perkotaan ke sungai yang melintasi wilayah perkotaan ke sungai yang melintasi wilayah perkotaan tersebut sehingga wilayah perkotaan tidak digenangi air

2. Drainase daerah pertanian

Drainase daerah pertanian adalah pengeringan atau pengaliran air di daerah pertanian baik di persawahan maupun daerah sekitarnya yang bertujuan untuk mencegah kelebihan air agar pertumbuhan tanaman tidak terganggu.

3. Drainase lapangan terbang

Drainase lapangan terbang adalah pengeringan atau pengaliran air di kawasan lapangan terbang terutama pada landasan pacu dan *taxiway* sehingga kegiatan penerbangan baik *takeoff*, landing maupun *taxing* tidak terhambat. Pada lapangan terbang drainase juga bertujuan untuk keselamatan terutama pada saat *landing* dan *takeoff* yang apabila tergenang air dapat mengakibatkan tergelincirnya pesawat terbang.

4. Drainase jalan raya

Drainase jalan raya adalah pengeringan atau pengaliran air di permukaan jalan yang bertujuan untuk menghindari kerusakan oada badan jalan dan menghindari kecelakaan lalu lintas. Drainase jalan raya biasanya berupa saluran di kiri-kanan jalan serta gorong-gorong yang melintas di bawah badan jalan.

5. Drainase jalan kereta api

Drainase jalan kereta api adalah pengeringan atau pengaliran air di sepanjang jalur rel kereta api yang bertujuan untuk menghindari kerusakan pada jalur rel kereta api.

6. Drainase pada tanggul dan dam

Drainase pada tanggul dan dam adalah pengaliran air di daerah sisi luar tanggul dan dam yang bertujuan untuk mencegah keruntuhan tanggul dan dam akibat erosi rembesan aliran air.

7. Drainase lapangan olahraga

Drainase lapangan olahraga adalah pengeringan atau pengaliran air pada suatu lapangan olahraga seperti lapangan bola kaki dan lainnya yang bertujuan agar kegiatan olahraga tidak terganggu meskipun dalam kondisi hujan.

8. Drainase untuk keindahan kota

Drainase untuk keindahan kota adalah bagian dari drainase perkotaan, namun pembuatan drainase ini lebih ditujukan lebih pada sisi estetika seperti tempat rekreasi dan lainnya.

9. Drainase untuk kesehatan lingkungan

Drainase untuk kesehatan lingkungan merupakan bagian dari drainase perkotaan, di mana pengeringan dan pengaliran air bertujuan untuk mencegah genangan yang dapat menimbulkan wabah penyakit.

10. Drainase untuk penambahan areal

Drainase untuk penambahan areal adalah adalah pengeringan atau pengaliran air pada daerah rawa ataupun laut yang tujuannya sebagai upaya menambah areal.

2.2.4 Drainase berdasarkan tata letaknya

Drainase permukaan ditinjau berdasarkan dari tata letaknya dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase permukaan tanah (*surface drainage*)

Drainase permukaan tanah adalah sistem drainase yang salurannya berada diatas permukaan tanah yang mengalirkan air terjadi karena adanya beda tinggi permukaan saluran.

2. Drainase bawah permukaan (*surface drainage*)

Drainase bawah permukaan tanah adalah sistem drainase yang dialirkan di bawah tanah (ditanam) biasanya karena sisi *artistic* atau pada suatu areal yang tidak memungkinkan untuk mengalirkan air di atas permukaan tanah seperti pada lapangan olahraga, lapangan terbang, taman dan lainnya.

2.2.5 Drainase berdasarkan fungsinya

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari fungsinya dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase *single purpose*

Drainase *single purpose* adalah saluran drainase yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan misalnya air hujan atau air limbah atau lainnya.

2. Drainase *multi purpose*

Drainase *multi purpose* adalah saluran drainase yang berfungsi mengalirkan lebih dari satu air buangan baik secara bercampur maupun bergantian misalnya campuran air hujan dan air limbah.

2.2.6 Drainase berdasarkan konstruksinya

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari konstruksinya dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase saluran terbuka

Drainase saluran terbuka adalah sistem saluran yang permukaannya terpengaruh dengan udara luar (atmosfir). Drainase saluran terbuka biasanya mempunyai luasan yang cukup dan digunakan untuk mengalirkan air hujan atau

air limbah yang tidak membahayakan kesehatan lingkungan dan tidak mengganggu keindahan.

2. Drainase saluran tertutup

Drainase saluran tertutup adalah sistem saluran yang permukaannya tidak terpengaruh dengan udara luar. Saluran drainase saluran tertutup sering digunakan untuk mengalirkan air limbah atau air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan dan mengganggu keindahan.

2.3 Pola Jaringan Drainase

Pada sistem jaringan drainase terdiri beberapa saluran yang saling berhubungan sehingga membentuk suatu pola jaringan. Dari bentuk pola jaringan dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Pola siku

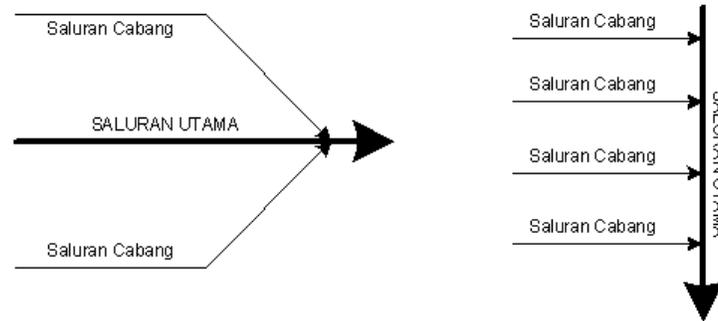
Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuangan akhir berada di tengah kota.



Gambar 2.2 Pola Jaringan Siku

2. Pola paralel

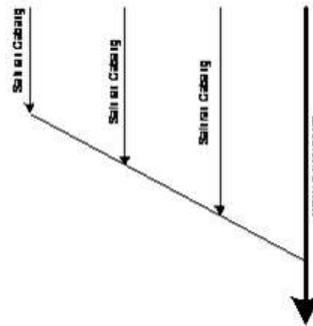
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.



Gambar 2.3 Pola Jaringan Drainase Pararel

3. Pola grid iron

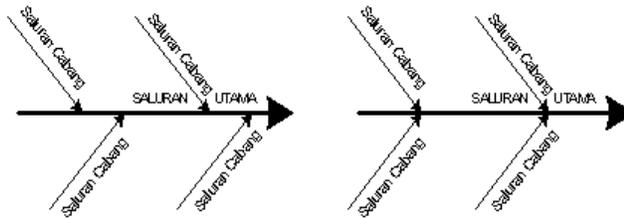
Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.4 Pola Jaringan Grid Iron

4. Pola alamiah

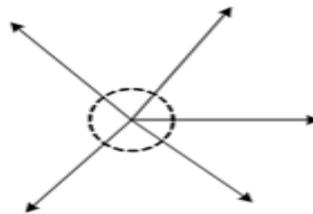
Pola alamiah adalah suatu pola jaringan drainase yang hampir sama dengan pola siku, di mana sungai sebagai saluran utama berada di tengah kota namun jaringan saluran cabang tidak selalu berbentuk siku terhadap saluran utama.



Gambar 2.5 Pola Jaringan Alamiah

5. Pola radial

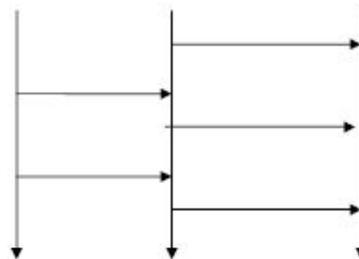
Pola radial adalah pola jaringan drainase yang mengalirkan air dari pusat sumber air memencar ke berbagai arah, pola ini cocok digunakan pada daerah yang berbukit.



Gambar 2.6 Pola Jaringan Radial

6. Pola jarring-jaring

Pola jarring-jaring adalah pola drainase yang mempunyai saluran-saluran pembuang mengikuti arah jalan raya. Pola ini sangat cocok untuk daerah yang topografinya datar.



Gambar 2.7 Pola Jaringan Jarring-jaring

2.4 Aspek Hidrologi

Untuk menyelesaikan persoalan drainase sangat berhubungan dengan aspek hidrologi khususnya masalah hujan sebagai sumber air yang akan dialirkan pada sistem drainase dan limpasan sebagai akibat tidak mempunya sistem drainase mengalirkan ke tempat pembuangan akhir.

2.4.1 Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi adalah proses yang diawali oleh evaporasi / penguapan kemudian terjadinya kondensasi dari awan hasil evaporasi. Awan terus terproses, sehingga terjadi salju dan atau hujan yang jatuh kepermukaan tanah. Pada muka tanah air hujan ada yang mengalir di permukaan tanah, sebagai run off dan sebagian infiltrasi / meresap kedalam lapisan tanah. Besarnya run off dan infiltrasi tergantung pada parameter tanah atau jenis tanah dengan pengujian tanah di laboratorium. Air run off mengalir di permukaan muka tanah kemudian kepermukaan air di laut, danau, sungai. Air infiltrasi meresap kedalam lapisan tanah, akan menambah tinggi muka air tanah di dalam lapisan tanah, kemudian juga merembes didalam tanah kearah muka air terendah, akhirnya juga kemungkinan sampai di laut, danau, sungai. Kemudian terjadi lagi proses penguapan. (H.A Halim Hasmar :2012).

2.4.2 Analisa Frekuensi

Analisis frekuensi bertujuan untuk mencari hubungan antarabesarnya suatukejadian ekstrem (maksimum atau minimum) danfrekuensinya berdasarkan distribusi probabilitas.Hubungan antara besarnya kejadian ekstrem dan frekuensinyaatau peluang kejadiannya adalah berbanding terbalik.

Dalam perhitungan analisa frekuensi dapat menggunakan rumus Gumbel dan Log Pearson.

a. Distribusi Gumbel

$$X = \bar{X} + sK \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Ket :

 \bar{X} = harga rata-rata sampel

S = standar deviasi (simpangan baku) sampel.

Faktor probabilitas K untuk harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Ket :

 Y_n = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data n S_n = *reduced standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel/data n. Y_{Tr} = *reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$Y_{Tr} = -(0,834 + 2,303 \cdot \text{Log} \cdot \text{Log} \frac{T}{T-1}) \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Tabel 2.1 *Reduced Standar Deviation* (σ_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9676	0.9833	0.9971	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0696	1.0754	1.0811	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.108
30	1.1124	1.1159	1.1159	1.1193	1.1226	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.388
40	1.1413	1.1436	1.1436	1.1458	1.148	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.159
50	1.1607	1.1623	1.1623	1.1638	1.1658	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1759	1.177	1.1782	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1863	1.1873	1.1881	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.193
80	1.1938	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1973	1.198	1.1987	1.1694	1.2001
90	1.2007	1.2007	1.2013	1.202	1.2026	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.206
100	1.2065	1.2065	1.2069	1.2073	1.2077	1.2084	1.2087	1.209	1.2093	1.2096

(Sumber : Wesli, 2008)

Tabel 2.2 *Reduced Mean (Yn)*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.507	0.51	0.5128	0.5128	0.5181	0.5202	0.522
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.532	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.538	0.5388	0.5388	0.5403	0.541	0.5418	0.5424	0.5436
40	0.5436	0.5422	0.5448	0.5448	0.5453	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5493	0.5497	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5527	0.553	0.5535	0.5538	0.554	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.555	0.5552	0.5552	0.5555	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.557	0.5572	0.5572	0.5574	0.5578	0.558	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5589	0.5591	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.56	0.5602	0.5603	0.5603	0.5604	0.5607	0.5608	0.5609	0.561	0.5611

(Sumber : Wesli ,2008)

b. Distribusi Log-Person III

Pada suatu tertentu, walaupun data yang diperkirakan mengikuti distribusi sudah dikonversi ke dalam bentuk logaritmis, ternyata kedekatan antara data dan teori tidak cukup kuat untuk menjustifikasi pemakaian distribusi Log Normal.

Person telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris. Tidak seperti konsep yang melatar belakangi pemakaian distribusi Log Normal untuk bajir puncak, maka distribusi probabilitas ini hampir tidak berbasis teori. Distribusi ini masih tetap dipakai karena fleksibilitasnya.

Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan person yang menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah Log-Person.(Suripin, 2004:41)

Type III (LP. III). Tiga parameter penting dalam LP. III, yaitu (i) harga rata-rata ; (ii) simpangan baku; dan (iii) koefisien kemencengan. Yang menarik, jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal.

Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person Tipe III.

- 1) Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X$

2) Hitung harga rata-rata:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots (2.4)$$

3) Hitung harga simpangan baku:

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n - 1} \right]^{0.5} \dots\dots\dots (2.5)$$

4) Hitung koefisien kemencengan:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)s^3} \dots\dots\dots (2.6)$$

5) Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K \cdot S \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana K adalah variabel standar (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G.

(Suripin, 2004 :42)

Tabel 2.3 Nilai K untuk distribusi Log- Person Type III

Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
Koef.G Presentase peluang terlampaui (<i>precent chance of being</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	2,922	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	2,218	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	-0,164	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891

0,6	-1,880	-0,857	-0,132	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,099	0,816	1,317	1,880	2,159	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,066	0,830	1,301	1,818	2,051	2,472
0,0	-2,326	-0,842	-0,033	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,000	0,850	1,258	1,680	1,945	2,029
-0,4	-2,615	-0,816	0,033	0,855	1,231	1,606	1,834	1,880
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,733
-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	1,116	1,197
-1,8	-3,449	-0,643	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	-3,937	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714

2.4.3 Uji Kecocokan Chi Kuadrat

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah (1) Chi-kuadrat dan (2) Smirnov-Kolmogrov.

Uji Chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 yang dapat dihitung dengan rumus.

$$Xh^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.8)$$

Xh^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 Xh^2 merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai nilai Xh^2 sama atau lebih besar dari pada nilai Chi-kuadrat sebenarnya (X^2) dapat dilihat pada lampiran tabel. (Suripin, 2004:57)

Prosedur uji Chi-kuadrat :

- 1) Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya),
- 2) Kelompokkan data menjadi G sub-grup yang masing-masing beranggotakan minimal 4 data pengamatan,
- 3) Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub-grup,
- 4) Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i ,
- 5) Pada tiap sub-grup hitung nilai $(O_i - E_i)^2$ dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$.
- 6) Jumlah Seluruh G sub-grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai Chi-kuadrat hitung,
- 7) Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai R = 2 untuk distribusi normal dan binomial).

Interpretasi hasilnya adalah :

- 1) Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
- 2) Apabila peluang kurang dari 1%, maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima,
- 3) Apabila peluang berada di antara 1%-5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu data tambahan.

(Suripin, 2004:58)

2.4.4 Hujan Rerata

Hujan rata-rata untuk suatu daerah berdasarkan data hujan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Poligon Thiessen.

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (*weighted mean*). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat. Diasumsikan bahwa variasi hujan antara pos yang satu dengan lainnya adalah linier dan bahwa sembarang pos dianggap dapat mewakili kawasan terdekat.

Hasil metode thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500-5.000 km², dan jumlah pos penakar hujan terbatas dibandingkan luasnya.

Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Lokasi Pos penakar hujan diplot pada peta DAS. Antar pos penakar dibuat garis lurus penghubung.
- 2) Tarik garis tegak lurus di tengah-tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk poligon Thiessen. Semua titik dalam satu poligon akan mempunyai jarak terdekat dengan pos penakar yang ada di dalamnya dibandingkan dengan jarak terhadap pos lainnya. Selanjutnya, curah hujan pada pos tersebut dianggap representasi hujan pada kawasan dalam poligon yang bersangkutan.
- 3) Luas areal pada tiap-tiap poligon dapat diukur dengan planimeter dan luas total DAS, A, dapat diketahui dengan menjumlahkan semua luasan poligon.
- 4) Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana P adalah curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1,2,...,n. A adalah luas areal poligon 1,2,...,n. n adalah banyaknya pos penakar hujan.

(Suripin,2004:27)

2.4.5 Waktu konsentrasi

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 saluran.

Debit limpasan dari sebuah daerah aliran akan maksimum apabila seluruh aliran dari tempat terjauh dengan aliran dari tempat-tempat dihilirnya tiba di tempat pengukuran secara bersama-sama. Hal ini memberi pemahaman bahwa debit maksimum tersebut akan terjadi apabila durasi hujan harus sama atau lebih besar dari waktu konsentrasi. Pada prinsipnya waktu konsentrasi dapat dibagi menjadi :

1. *Inlet time* (t_o), yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran drainase
2. *Conduit time* (t_d), yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di sepanjang saluran sampai titik kontrol yang ditentukan dibagian hilir

Waktu konsentrasi untuk drainase perkotaan terdiri dari waktu yang diperlukan air untuk mengalir melalui permukaan tanah dari tempat terjauh ke saluran terdekat (*inlet time*) ditambah waktu untuk mengalir di dalam saluran ke tempat pengukuran (*conduit time*). Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$T_c = T_o + T_d \dots\dots\dots (2.10)$$

Di mana

T_c = waktu konsentrasi (jam)

T_o = *inlet time*, waktu yang diperlukan air hujan mengalir dipermukaan tanah dari titik terjauh ke saluran terdekat (jam)

T_d = *conduit time*, waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di dalam saluran sampai ke tempat pengukuran (jam)

Harga T_o , T_d , dan T_c dapat diperoleh dari rumus-rumus berikut ini :

$$T_o = \left(\frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot L_o \cdot \frac{n}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,167} \dots\dots\dots (2.11)$$

Di mana:

- T_o = Inlet time ke saluran terdekat (menit)
- L_o = Jarak aliran terhayg di atas tanah hingga saluran terdekat (m)
- S_o = kemiringan permukaan tanah yang dilalui aliran di atasnya
- n = koefisien kekasaran, untuk aspal dan beton adalah 0,013

Harga T_d ditentukan oleh panjang saluran yang dilalui aliran dan kecepatan di dalam salran, seperti ditunjukkan oleh rumus berikut ini :

$$T_d = \frac{1}{3600} \cdot \frac{L}{v} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana

- T_d = conduit time sampai ke tempat pengukuran (jam)
- L = jarak yang ditemph aliran di dalam saluran ke tempat pengukuran (m)
- V = kecepatan aliran di dalam saluran (m/det)

2.4.6 Intensitas hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, terngtung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistic maupun secara empiris. Intensitas hujan ialah ketinggian hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu air hujan terkonsentrasi .apabila yang tersedia adalah data curah hujan harian ini maka intensitas hujan dapat diestimasi dengan menggunakan rumus mononobe seperti berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{T} \right)^2 (\text{mm/jam}) \dots\dots\dots (2.13)$$

- T = Durasi (lamanya) curah hujan (menit) atau (jam)
- R_{24} = Curah uhjan rencana dalam suatu periode ulang (mm)

(Drainase Perkotaan, Wesli: 25)

2.4.7 Debit limpasan

Ada banyak rumus rasional yang dibuat secara empiris yang dapat menjelaskan hubungan antara hujan dan limpasannya diantaranya adalah:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana :

Q = debit (m^3/det)

C = koefisien aliran

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (km^2)

Koefisien pengaliran merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan total hujan yang terjadi besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan di tataguna lahan dikemudian hari. Koefisien pengaliran secara umum diperlihatkan pada tabel berikut :

Tabel 2.4 Koefisien Aliran (c) secara umum

Tipe Daerah Aliran	Kondisi	Koefisien Aliran C
Rerumputan	Tanah Pasir, Datar 2%	0,05-0,1
	Tanah Pasir, Rata-Rata, 2-7%	0,1-0,15
	Tanah Pasir, Curam, 7%	0,15-0,2
	Tanah Gemuk, Datar, 2%	0,13-0,17
	Tanah Gemuk, Rata-Rata 2-7%	0,18-0,22
	Tanah Gemuk Curam, 7%	0,25-0,35
Business	Daerah Kota Lama	0,75-0,95
	Daerah Pinggiran	0,5-0,7
Perumahan	Daerah Single Family	0,3-0,5
	Multi Units Terpisah-Pisah	0,4-0,6
	Multi Units Tertutup	0,6-0,75
	Suburban	0,25-0,4
	Daerah Rumah Apartmen	0,5-0,7
Tipe Daerah Aliran	Kondisi	Koefisien Aliran C
Industri	Daerah Ringan	0,5-0,8
	Daerah Berat	0,6-0,9
Pertamanan, Kuburana		0,1-0,25

Tempat Bermain		0,2-0,35
Halaman Kereta Api		0,2-0,4
Daerah Yang Tidak		0,1-0,3
Jalan	Beraspal	0,7-0,95
	Beton	0,8-0,95
	Batu	0,7-0,85
Untuk Berjalan Dan Naik		0,7-0,85
Atap		0,7-0,95

(Sumber : Wesli ,2008)

Daerah yang memiliki cekungan untuk menampung air hujan relative mengalir lebih sedikit air hujan dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki cekungan sama sekali. Efek tampungan oleh cekungan ini terhadap debit rencana diperkirakan dengan koefisien tampungan yang diperoleh dengan rumus berikut ini:

$$CS = \frac{2tc}{2tc + td} \dots\dots\dots (2.15)$$

Tc = waktu konsentrasi (jam)

Td = waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam)

2.4.8 Debit limbah buangan rumah tangga

Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat adalah berasal dari perumahan dan daerah perdagangan. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi

(Sugiharto : 2008)

Debit air limbah rumah tangga didapat dari 60-75% suplai air bersih setiap orang, diambil 70% saja sisanya dipakai pada proses industry, penyiraman kebun dan lain-lain, dengan rumus :

Kepadatan penduduk rata-rata :

$$\frac{\text{Jumlah rumah} \times \text{Jumlah orang}}{\text{Luas perumahan}} \dots\dots\dots (2.16)$$

$Q_{\text{air kotor rata-rata}}$:

$$\text{Luas daerah pengaliran} \times \text{Kepadatan penduduk} \times 70\% \dots\dots (2.17)$$

$Q_{\text{air kotor total}}$:

$$\text{Luas daerah pengaliran} \times \text{Kepadatan penduduk} \times 70\% \dots\dots (2.18)$$

(Ir. Djoko Sasongko M.Sc. dkk :1989)

Tabel 2.5 Faktor Puncak

No	Kategori	Jumlah penduduk	Faktor Hari Maksimum	Faktor Puncak
1	Metropolitan	>1.000.000	1,1	1,5
2	Kota Besar	500.000-1.000.000	1,1	1,5
3	Kota Sedang	100.000-500.000	1,1	1,5
4	Kota Kecil	25.000-100.000	1,1	1,5
5	Ibukota Kecamatan	10,000-25,000	1,1	1,5
6	Pedesaan	<10.000	1,1	1,5

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Cipta Karya, 1998)

2.4.9 Debit Rancangan

Q_{Total} :

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{limpasan}} + Q_{\text{limbah}} \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

Q_{Total} = Debit air hujan + debit air kotor (m³/det)

$Q_{\text{(Air hujan)}}$ = Debit air hujan atau limpasan (m³/det)

$Q_{\text{(Air Kotor)}}$ = Debit limbah buangan rumah tangga (m³/det)

2.5 Desain Saluran

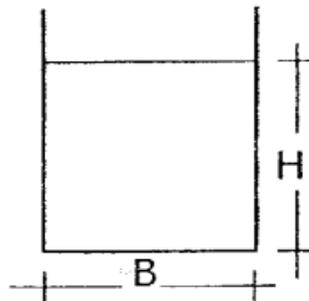
Dalam ilmu hidrolika, sistem pengaliran dapat dibedakan dalam 2 jenis yaitu sistem pengaliran melalui saluran tertutup dan sistem pengaliran melalui saluran terbuka.

Pada sistem pengaliran melalui saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas dimana permukaan bebas ini dipengaruhi oleh tekanan luar secara langsung. Pada sistem saluran tertutup seluruh pipa diisi dengan air sehingga tidak terdapat permukaan yang bebas, oleh karena itu permukaan air secara langsung tidak dipengaruhi oleh tekanan udara luar kecuali hanya oleh tekanan hidraulik yang ada dalam aliran saja. Jika sistem pengaliran melalui pipa yang airnya tidak penuh maka dalam menyelesaikan masalah masih termasuk pada sistem pengaliran saluran terbuka.

2.5.1 Dimensi Saluran

Debit aliran saluran yang sama dengan debit akibat hujan, harus dialirkan pada saluran bentuk empat persegi panjang, bentuk segi tiga, bentuk trapesium untuk drainase muka tanah (*surface drainage*).

Tampang bentuk empat persegi panjang:



Gambar 2.1 Tampang saluran empat persegi panjang
(*H.A Halim Hasmar, 2011:14*)

Luas tampang saluran (Fs)

$$\text{Luas Penampang} = B \times H \quad \dots\dots\dots (2.20)$$

Keliling Basah (Ps)

$$\text{Keliling basah} = B + 2H \quad \dots\dots\dots (2.21)$$

Radius hidrolis

$$\text{Radius hidrolis} = \frac{F_s}{P_s} \quad \dots\dots\dots (2.22)$$

Debit Aliran Q

$$\text{Debit Aliran} = F_s \times V \quad \dots\dots\dots (2.23)$$

(H.A Halim Hasmar 2011:23)

2.5.2 Kecepatan Aliran Air

Kecepatan aliran air pada saluran, ditentukan berdasarkan :

- 1) Tabel kemiringan saluran versus kecepatan aliran

Tabel 2.6 Kemiringan saluran versus kecepatan rata-rata aliran

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

(Sumber : H.A Halim Hasmar, 2011:20)

- 2) Berdasarkan formula manning dan chezy

Formula manning

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_s^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan :

V = kecepatan aliran air di saluran

n = Koefisien kekasaran dinding, tergantung jenis bahan saluran, untuk beton/plesteran 0,010.

R_s = Radius hidrolis = F_s/P_s

I = Kemiringan Saluran

(H.A Halim Hasmar 2011:20)

Tabel 2.7 Kecepatan aliran yang diizinkan

Jenis Bahan	Kecepatan aliran ijin (m/dt)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau <i>alluvial</i>	0,60
kerikil halus	0,75
Lempung keras/kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil Kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Beton-beton bertulang	1,50

(Sumber : H.A Halim Hasmar, 2011:20)

Tabel 2.8 Kemiringan Dinding Saluran Berdasarkan bahan saluran

Jenis Bahan	Kemiringan dinding saluran (%)
Tanah	0 – 5
Kerikil	5 - 7,5
Pasangan	7,5

(Sumber : H.A Halim Hasmar, 2011:20)

2.6 Manajemen Proyek

Dalam Manajemen Proyek (Iman Soeharto, 199:27) dijelaskan bahwa manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

2.6.1 Dokumen Tender

Dokumen Tender adalah suatu dokumen yang dibuat oleh konsultan perencana atas permintaan klien. Dokumen proyek akan memberikan penjelasan pada peserta lelang. Karena terdiri dari sistem tender yaitu suatu cara yang dilakukan oleh pemilik proyek untuk menjual pelaksanaan proyek tersebut agar

dapat dilaksanakan dengan harga serendah-rendahnya dan wajar dengan waktu yang sesingkat-singkatnya dengan sistem kompetisi. Adapun proyek tersebut dilaksanakan dengan sistem kontrak. Syarat-syarat atau ketentuan-ketentuan yang akan memberikan informasi dengan jelas. Oleh karena itu, setiap kontraktor yang akan mengikuti pelelangan harus memiliki dokumen proyek tersebut, karena hal ini akan mempengaruhi harga penawaran.

Dokumen proyek ini juga penting bagi semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan pekerjaan suatu proyek. Dokumen tender ini terdiri dari gambar kerja atau hal-hal lain yang harus diikuti dan dikerjakan dalam RKS. Adapun dokumen proyek ini terdiri dari :

1. Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)
2. Gambar Kerja
3. Daftar Pekerjaan (Bill of Quantity)

2.6.2 RAB

Anggaran Biaya suatu bangunan atau proyek ialah menghitung banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, tenaga kerja berdasarkan analisis, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan atau proyek.

1. Uraian volume pekerjaan

Yang dimaksud dengan uraian Volume Pekerjaan, ialah menguraikan secara rinci besar volume atau kubikasi suatu pekerjaan. Meriguraikan, berarti mengtutung besar volume masing-masing pekerjaan sesuai dergan gambar bestek dan gambar detail.

Sebelum menglutung volume masing-masing pekerjaan, lebih dulu harus drkuasai membaca gambar bestek berikut gambar detail/penjelasan bestek.

Susunan uraian pekerjaan ada dua sistem yaitu :

1. Susunan sistem lajur-lajur tabelaris
2. Susunan sistem post-post.

(Bachtiar Ibrahim, 1993: 24)

2. Analisa bahan dan upah

Yang dimaksud dengan bahan atau material ialah besarnya jumlah bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan. Bahwa jumlah bahan yang dibuthkan untuk satu unit/bagian pekerjaan

$$\text{Volume} \times \text{Indeks(Angka)Analisa Bahan} \dots\dots\dots (2.27)$$

yang dimaksud dengan analisa upah suatu pekerjaan ialah, menghitung banyaknya tenaga yang diperlukan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut.

Secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut :

$$RAB = \sum (\text{VOLUME} \times \text{HARGA SATUAN PEKERJAAN}) \dots (2.28)$$

(Rencana dan Estimate Real of Cost : 1993)

2.6.3 *Network Planning*

Network Planning adalah suatu teknik yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan dan mengawasi aktivitas pekerjaan suatu proyek dengan menggunakan pendekatan atau analisis waktu dan biaya yang digambarkan dalam bentuk simbol dan diagram.

A. *Network Planning*

Banyak Nama digunakan pengertian *Network Planning* atau sejenisnya, antara lain :

- CMD : *Chart Method Diagram*
- NMT : *Network Management Technique*
- PEP : *Program Evaluation Prosedure*
- CPA : *Critical Path Analysis*
- CPM : *Critical Path Method*

- PERT : *Program Evaluation and Riview Technique*

Penggunaan nama tadi tergantung dibidang mana hal tadi digunakan, umumnya yang sering dipakai CPM dan PERT, misalnya CPM digunakan dibidang kontraktor-kontraktor, sedangkan PERT dibidang *Research* dan *Design*. Walaupun demikian keduanya mempunyai konsep yang hampir sama.

Sebelum menggabarkan diagram Network perlu diingat :

1. Panjang, pendek maupun kemiringan anak panah sama sekali tidak mempunyai arti, dalam pengertian letak pekerjaan, banyaknya duration maupun resources yang dibutuhkan.
2. Aktivitas-aktivitas apa yang mendahului dan aktivitas-aktivitas apa yang mengikuti.
3. Aktivitas-aktivitas apa yang dapat bersama-sama.
4. Aktivitas-aktivitas itu dibatasi saat mulai dan saat selesai.
5. Waktu, biaya dan resources yang dibutuhkan dari aktivitas-aktivitas itu.
6. Kepala anak panah menjadi pedoman arah dari tiap kegiatan.
7. Besar kecilnya lingkaran juga tidak mempunyai arti, dalam pengertian penting tidaknya suatu peristiwa.

B. Keuntungan Penggunaan Network Planning dalam Tatalaksana Proyek

- a. Merencanakan, scheduling dan mengawasi proyek secara logis.
- b. Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga mendetail dari proyek.
- c. Mendokumen dan mengkomunikasikan rencana scheduling (waktu) dan alternatif-alternatif lain penyelesaian proyek dengan tambahan biaya.
- d. Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis saja yang perlu konsentrasi pengawasan ketat.

C. Data yang diperlukan untuk menyusun *Network*

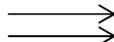
- a. Urutan pekerjaan yang logis : harus disusun pekerjaan apa yang harus diselesaikan lebih dahulu sebelum pekerjaan yang lain dimulai, dan pekerjaan apa yang kemudian mengikutinya.
- b. Taksiran waktu penyelesaian setiap pekerjaan : biasanya memakai waktu rata-rata berdasarkan pengalaman. Kalau proyek itu baru sama sekali biasanya diberi slack/kelonggaran waktu.
- c. Biaya untuk mempercepat setiap pekerjaan : ini berguna bila pekerjaan-pekerjaan yang ada di jalur kritis ingin dipercepat agar seluruh proyek lekas selesai. Misalnya : biaya-biaya lembur, biaya menambah tenaga dan sebagainya.
- d. Sumber-sumber : tenaga, equipment, dan material yang diperlukan.

D. Bahasa symbol-simbol diagram network

Pada perkembangan yang terakhir dikenal 2 simbol :

- a. Event on The Node, peristiwa digambarkan dalam lingkaran.
- b. Activity on The Node, kegiatan digambarkan dalam lingkaran.

E. Simbol-simbol diagram network Planning

- a.  *arrow* bentuknya merupakan anak panah yang artinya aktivitas atau kegiatan : adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan *duration* (jangka waktu tertentu) dan *resources* (tenaga, *equipment*, material dan biaya) tertentu.
- b.  *de/event* bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian : adalah permulaan atau akhir dari satu lebih kegiatan-kegiatan.
- c.  *double arrow*, anak panah sejajar, merupakan kegiatan di Lintasan Kritis (*Critical Path*).
- d.  *dummy* bentuknya merupakan anak panah terputus-putus yang artinya kegiatan semu/aktivitas semu : adalah bukan kegiatan/

aktivitas tetapi dianggap kegiatan/aktivitas, hanya saja tidak membutuhkan *duration* dan *resources* tertentu.

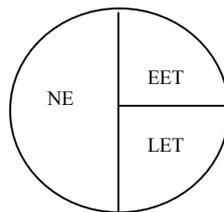
F. Sebelum menggambarkan diagram network perlu

- a. Panjang, pendek maupun kemiringan anak panah sama sekali tidak mempunyai arti, dalam pengertian letak pekerjaan, banyaknya *duration* maupun *resources* yang dibutuhkan.
- b. Aktivitas-aktivitas apa yang mendahului dan aktivitas-aktivitas apa yang mengikuti.
- c. Aktivitas-aktivitas apa yang dapat bersama-sama.
- d. Aktivitas-aktivitas itu dibatasi saat mulai dan saat selesai.
- e. Waktu, biaya dan *resources* yang dibutuhkan dari aktivitas-aktivitas itu.
- f. Kepala anak panah menjadi pedoman arah dari tiap kegiatan.
- g. Besar kecilnya lingkaran juga tidak mempunyai arti, dalam pengertian penting tidaknya suatu peristiwa.

G. Penggunaan EET dan LET pada network untuk menentukan lintasan kritis

Penggambaran NE, EET, dan LET

Event dengan simbol lingkaran tadi, pertama-tama kita bagi bagian, seperti terlihat dalam gambar dibawah ini :



1. NE (*Number Of Event*) adalah indeks urut dari tiap peristiwa sejak mula sampai dengan akhir dalam suatu diagram *Network*.
Pembagian nomor kejadian dimulai dari angka 0 atau 1, kemudian

diikuti pemberian nomor *event* yang lain pada dasarnya sejalan dengan arah panah yang dimulai angka terkecil ke angka lebih besar diakhiri nomor terbesar untuk kejadian terakhir.

2. EET (*Earliest Event Time*) adalah waktu paling awal peristiwa itu dapat dikerjakan. Cara mencarinya (metode logaritma) : Mulai dari awal bergerak ke kejadian akhir dengan jalan menjumlahkan yaitu antara EET ditambah durasi. Bila pada suatu kejadian bertemu 2 atau lebih kegiatan EET, yang dipakai waktu yang terbesar.
3. LET (*Latest Event Time*) adalah waktu paling akhir peristiwa itu harus dikerjakan. Cara mencarinya (metode algoritma) : Mulai dari kejadian akhir bergerak mundur ke kejadian nomor I dengan jalan mengurangi, yaitu antara LET dikurangi durasi. Bila pada suatu kejadian berasal 2 atau lebih kegiatan, LET yang dipakai waktu yang terkecil.

(Drs. Sofwan Badri : 1991)

2.6.4 Barchart

Barchart adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal dibagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya (Callahan, 1992).

Cara membuat Barchart :

1. Pada sumbu horizontal X tertulis satuan waktu, misalnya hari, minggu, bulan, tahun. Waktu mulai dan akhir suatu kegiatan tergambar dengan ujung kiri dan kanan balok dari kegiatan yang bersangkutan.

2. Pada sumbu vertikal Y dicantumkan kegiatan atau aktivitas proyek dan digambar sebagai balok.
3. Perlu diperhatikan urutan antara kegiatan satu dengan lainnya, meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu dengan lain.
4. Format penyajian barchart yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu, dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.

Jika barchart atau bagan balok dibuat berdasarkan jaringan kerja *Activity On Arrow*, maka yang pertama kali digambarkan atau dibuat baloknya adalah kegiatan kritis, kemudian dilanjutkan dengan kegiatan-kegiatan nonkritis.

2.6.5 Kurva S

Kurva S adalah grafik yang dibuat dengan sumbu vertical sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (*progress*) kegiatan dan sumbu horizontal sebagai waktu (Soeharto 1997). Kurva S dapat menunjukkan kemampuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana (Husen, 2011)

Cara membuat Kurva S :

1. Mencari % bobot biaya setiap pekerjaan

Presentase bobot pekerjaan

$$\frac{V \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}}{\text{Harga Satuan Bangunan}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.29)$$

2. Membagi % bobot biaya pekerjaan pada durasi
3. Menjumlahkan % bobot biaya pekerjaan pada setiap lajur waktu
4. Membuat kumulatif dari % bobot biaya pekerjaan pada lajur % kumulatif bobot biaya

(Ir. Irika Widadianti, M.T. dan Lenggogeni, M.T : 2013)