

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Tentang Air

Air merupakan karunia Tuhan yang secara alami ada diseluruh muka bumi. Manusia sebagai salah satu makhluk yang ada di bumi juga sangat tergantung air dan untuk kelangsungan hidupnya memerlukan air dengan kuantitas dan kualitas tertentu (Dharmasetiawan Martin, 2001)

Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas mereka sehari-hari termasuk diantaranya adalah sanitasi. Sedangkan mengutip Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/menkes/sk/xi/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri terdapat pengertian mengenai Air Bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak (<http://www.kamusilmiah.com/kesehatan/seperti-apa-standar-air-bersih>)

2.2 Sumber Air Bersih

Pada dasarnya jumlah air didalam adalah tetap dan mengikuti suatu aliran disebut *Chyclus Hydrology*, dengan adanya penyinaran matahari, maka uap air ini akan menyatu ditempat tinggi, yang dikenal dengan awan. Oleh angin, awan ini akan dibawa semakin tinggi dimana temperatur diatas semakin rendah yang menyebabkan timbulnya titik air dan jatuh kebumi sebagai hujan. Jika air ini keluar pada permukaan bumi atau tanah, maka air ini akan disebut mata air. Air permukaan yang mengalir dipermukaan bumi umumnya membentuk sungai-sungai dan jika melalui suatu tempat rendah (cekung), maka air akan berkumpul disuatu danau atau telaga. Tetapi banyak diantaranya yang mengalir kelaut kembali. Berdasarkan sumbernya, air dapat digolongkan menjadi empat

kelompok,yaitu: (<http://kuliah.ftsl.itb.ac.id/wpcontent/uploads/2009/03/pengantar-pengolahan-air-bersih-compatibility-mode.pdf>)

a. Air angkasa / air atmosfer

Air atmosfer adalah air yang dalam keadaan murni sangat bersih tetapi karena adanya pengotoran udara yang disebabkan kotoran-kotoran dan debu, maka untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaknya pada waktu menampung hujan jangan dimulai pada saat hujan turun, karena masih mengandung banyak kotoran. Disamping itu air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi.

b. Air permukaan

Air permukaan merupakan air hujan yang mengalir dipermukaan bumi. Pada umumnya air ini akan mengalami pengotoran selama pengalirannya. Beban pengotoran ini untuk tiap air permukaan berbeda tergantung daerah pengaliran air permukaan. Macam- macam air permukaan antara lain.

1. Air sungai

Rata-rata lebih dari 40.000 km³ air diperoleh dari sungai-sungai didunia. Ketersediaan ini (Sama dengan lebih dari 7.000 m³ setiap orang).

2. Air rawa

Pada umumnya air rawa bewarna karena adanya zat-zat organik yang telah membusuk. Dengan banyaknya zat organik menyebabkan kadar O₂ yang terlarut dalam air sedikit, sehingga kadar Fe dan Mn yang terlarut dalam air menjadi tinggi. Pada permukaan air ini akan tumbuh alga (lumut) karena adanya sinar matahari dan oksigen (O₂). Untuk mengambil air ini, sebaiknya pada bagian tengah agar endapan-endapan besi (Fe) dan Mangan (Mn) serta lumut tak terbawa.

c. Air tanah

Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau bebatuan di bawah permukaan tanah. Air tanah merupakan salah satu sumber

daya air Selain air sungai dan air hujan, air tanah juga mempunyai peranan yang sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan bahan baku air untuk kepentingan rumah tangga (domestik) maupun untuk kepentingan industri.

1. Air tanah dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tahan, demikian juga dengan sebagian bakteri sehingga air tanah ini akan jernih tetapi akan lebih banyak mengandung zat-zat kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Lapisan tanah disini berfungsi sebagai saringan.

2. Air tanah dalam

Air tanah dalam terdapat setelah lapisan rapat air yang pertama. Untuk mengambil air ini diperlukan bor karena adanya kedalamannya yang cukup dalam (100-300 m). Jika tekanan air tanah ini besar, maka air akan menyembur kepermukaan sumur. Sumur ini disebut sumur atesis. Jika air tidak dapat keluar dengan sendirinya maka diperlukan pompa.

3. Air Laut

Air laut mempunyai sifat asin karena mengandung garam NaCl. Kadar garam dalam air laut kurang lebih 3%. Dengan keadaan ini maka air laut mempunyai syarat untuk air minum apabila diolah terlebih dahulu. Air laut jarang digunakan sebagai air baku untuk air minum karena pengolahan untuk menghilangkan kadar garamnya membutuhkan biaya yang cukup besar.

2.3 Prinsip Dasar Sumber Air Bersih

Dalam merencanakan penyediaan air bersih harus memenuhi konsep 3K yaitu kualitas, kuantitas, dan kontinuitas. Kualitas menyangkut mutu air, bak air baku maupun air hasil pengolahan yang siap didistribusikan. Kuantitas menyangkut jumlah atau ketersediaan air baku yang akan diolah. Perlu pertimbangan apakah sumber air baku tersebut dapat memenuhi kebutuhan air

baku selama umur rencana. Kontinuitas menyangkut kebutuhan air yang terus menerus. Artinya sumber air baku tersebut apakah dapat memasok kebutuhan air secara terus-menerus terutama ketika musim kemarau (Dharmasetiawan Martin, 2001).

2.3.1 Kualitas air baku untuk air bersih

Air baku yang digunakan untuk menghasilkan air bersih harus memenuhi aturan yang tertuang dalam peraturan pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Pada pasal 8 PP mengenai klasifikasi dan kriteria mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

1. Kelas Satu, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum.
2. Kelas Dua, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana atau sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian.
3. Kelas Tiga, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk ikan air tawar, peternakan , air untuk mengairi pertanian.
4. Kelas Empat, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian.

2.3.2 Kualitas air bersih

Kualitas atau mutu air yang mengalir dalam suatu jaringan pipa distribusi air sangatlah penting. Karena tujuan utama dari perencanaan jaringan distribusi air bersih adalah agar para konsumen dapat mengkonsumsi air tersebut dengan aman. Dalam perjalanannya air selalu berhubungan langsung dengan dinding pipa bagian dalam dan perlengkapan pipa. Bila terdapat kerusakan pada jalur pipa, secara langsung air didalamnya akan terkontaminasi dengan bahan-bahan yang dapat menurunkan mutunya. Sebaliknya jika jalur pipa tersebut dalam kondisi yang sangat baik dimana air terlindungi dari pengaruh luar, maka mutu air pada jaringan pipa distribusi tetap terjaga.

Syarat-syarat air minum secara umum meliputi sebagai berikut :

1) Syarat-syarat fisik :

- Air tidak boleh berwarna (harus jernih)
- Air tidak boleh berasa
- Air tidak boleh berbau
- Bebas dari pantogen organik

Syarat-syarat kekeruhan dan warna harus dipenuhi oleh setiap jenis air minum dimana dilakukan penyaringan dalam pengolahannya.

Tabel 2.1 Syarat-syarat Fisik Air Kualitas Air Minum

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperoleh	Keterangan
1	2	3	4
Fisik	TCU	15	-
Rasa dan Bau	°C	Suhu Udara	Tidak berbau dan berasa
Temperatur	NTU	$\pm 3^{\circ}\text{C}$	-
Kekeruhan	-	-	-

(Sumber :Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No .907/MENKES/VII/ 2002, tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum)

2) Syarat-syarat kimia :

Air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral atau zat-zat mineral atau zat-zat kimia yang tercantum dalam jumlah melampaui batas yang telah ditentukan, seperti :

- a) Zat-zat yang membahayakan bagi kesehatan seperti senyawa timbal (Pb), senyawa Arsenicum (As). Jika hubungan Florida (F) terlalu sedikit dapat merusak gigi dan jika terlalu banyak menyebabkan gigi berbintik-bintik.
- b) Zat-zat yang kandungannya tidak membahayakan tetapi kehadirannya merupakan petunjuk adanya zat-zat lain, misalnya : zat Organik, agaram Amoniak (NH_3), garam Nitrit (NO_2).

- c) Zat- zat yang menyulitkan penyisihan zat-zat yang tidak perlu , misalnya zat organik, bahan yang melayang dalam air sehingga warna agar tampak seperti teh.

3) Syarat-syarat bakteriologi

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) dan tidak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan Coli yang melebihi batas-batas yang telah ditentukan yaitu 1 Coli per 100 ml air. Bakteri golongan Coli ini berasal dari usus besar (feces) dan tanah. Bakteri patogen yang mungkin ada dalam air misalnya :

- a. Bakteri Typhosum
- b. Vibrio Colerae
- c. Bakteri Dysentriae
- d. Entamoeba Hystolotica
- e. Bakteri Enteristis (penyakit perut)

Persyaratan air bersih secara rinci tertuang dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/MENKES/VII/2002 tentang syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Tercantum dalam pasal mengenai Ruang Lingkup dan Persyaratan Air Minum.

1. Jenis air minum meliputi :

- a. Air yang didistribusikan melalui pipa untuk keperluan rumah tangga
- b. Air yang didistribusikan melalui tangki air
- c. Air yang digunakan untuk produksi bahan makanan dan minuman yang disajikan kepada masyarakat, harus memenuhi syarat kesehatan air minum.

2. Persyaratan kesehatan air minum sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi

Persyaratan bakteriologis kimiawi, radioaktif dan fisik serta Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan". Parameter wajib yang dimaksud adalah merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum. Persyaratan air minum sebagaimana dimaksud pada ayat (2) tercantum dalam lampiran 2.

2.3.3 Kuantitas air

Secara umum penyediaan air bersih adalah berasal dari sumber air permukaan atau air dalam tanah. Untuk wilayah kota Palembang, sumber penyediaan air yang dikelola oleh PDAM berasal dari air permukaan (Sungai Musi). Dimana kuantitas air yang berasal dari air permukaan ini mencukupi untuk didistribusikan. Kuantitas atau jumlah air yang mengalir dari pusat distribusi sangatlah penting dalam merencanakan jaringan distribusi. Karena tujuan utama dari perencanaan jaringan distribusi adalah agar kebutuhan masyarakat akan tersedianya air bersih dapat terlayani dengan baik. Untuk itu hal-hal yang dapat mengurangi jumlah air yang didistribusi antara lain disebabkan oleh banyaknya sambungan pipa dan panjangnya jalur pipa sedapat mungkin dihindarkan.

Untuk membuktikan kondisi tersebut menggunakan rumus kontinuitas :

$$Q_1 = Q_2 \dots \dots \dots (2.1)$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

Q_1 = Debit di daerah 1 (m^3 / detik)

Q_2 = Debit di daerah 2 (m^3 / detik)

A_1 = Luas Penampang di daerah 1 (m^2)

V_1 = Kecepatan rata-rata di daerah 1 (m /detik)

V_2 = Kecepatan rata-rata di daerah 2 (m /detik)

Pemakaian air oleh suatu masyarakat bertambah besar dengan kemajuan masyarakat tersebut, sehingga pemakaian air sering kali dipakai sebagai salah satu tolak ukur tinggi rendahnya kemajuan suatu masyarakat (Fransisi Joseph, 1985).

2.3.4 Kontinuitas air

Dalam penyediaan air bersih tidak hanya berhubungan dengan kualitas dan kuantitas saja, tetapi dari segi kontinuitas juga harus mendukung. Dimana air harus bisa tersedia secara terus-menerus meskipun dimusim kemarau selama umur

rencana. Karena tujuan utama dari perencanaan jaringan distribusi air adalah agar kebutuhan masyarakat akan tersedianya air bersih dapat terpenuhi secara terus-menerus walaupun dimusim kemarau. Salah satu cara agar menjaga kontinuitas air tetap tersedia adalah dengan membuat tempat penampungan air (*Reservoir*) untuk menyimpan air sebagai persediaan air pada musim kemarau (Fransisi Joseph, 1985).

2.4 Penyalahgunaan dan Pencemaran Air bersih

Sumber –sumber air bersih ini biasanya terganggu akibat penggunaan dan penyalahgunaan sumber air seperti :

a. Pertanian

Penghamburan air akibat ketiadaanya penyaluran air yang baik pada lahan yang diairi dengan irigasi (untuk penghematan dalam jangka pendek) dapat berakibat terjadinya kubangan dan penggaraman yang akhirnya dapat menyebabkan hilangnya produktifitas air tanah,

b. Industri

Walaupun industri menggunakan air jauh lebih sedikit dibandingkan dengan irigasi pertanian, namun penggunaan air oleh bidang industri mungkin membawa dampaknya yang lebih parah dipandang dari dua segi. Pertama, penggunaan air bagi industri sering tidak teratur dalam kebijakan sumber daya air nasional, maka cenderung berlebihan. Kedua, pembuangan limbah industri yang tidak diolah dapat menyebabkan pencemaran bagi air permukaan atau air bawah tanah, sehingga menjadi terlalu berbahaya untuk dikonsumsi. Air buangan industri sering dibuang langsung ke sungai dan saluran-saluran yang pada akhirnya juga mencemari pencemaran laut. Kerusakan diakibatkan oleh buangan ini sudah melewati proporsi volumenya.

c. Eksploitasi sumber-sumber air secara masal oleh rumah tangga

Di Negara berkembang : di beberapa tempat di negara bagian Tamil Nadu di India bagian Selatan yang tidak memiliki hukum yang mengatur

pemasangan penyedotan sumur pipa atau yang membatasi penyedotan air tanah, permukaan air tanah anjlok 24 hingga 30m selama tahun 1970-an sebagai akibat dari tidak terkendalinya pemompaan ayau pengairan. Pada sebuah konfrensi air di tahun 2006 wakil dari suatu negara yang sering melaporkan bahwa 240.000 sumur pribadi yang dibor tanpa mengindahkan kapasitas jaringan sumber air mengakibatkan kekeringan dan peningkatan kadar garam.

Di negara maju seperti Amerika Serikat dari seluruh tanah irigasi di AS tergantung hanya pada jaringan sumber air. Selama 4 dasawarsa terakhir terhitung dari tahun 2006, sistem jaringan yang tergantung pada sumber ini meluas dari 2 juta hektar menjadi 8 juta, dan kira-kira 500 km³ air telah tersedot. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Air-bersih>)

2.5 Kebutuhan Air

Untuk menghitung kebutuhan air bersih yang diperlukan penduduk 20 Ilir D-II Kecamatan Kemuning, maka perlu diketahui standar kebutuhan air yang dipakai, fasilitas yang akan dilayani baik yang domestik maupun non domestik, serta proyeksi dari perkembangan fasilitas-fasilitas tersebut.

2.5.1 Kebutuhan air domestik (rumah tangga)

Kebutuhan air yang digunakan pada tempat-tempat hunian pribadi untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti memasak, meminum, mencuci dan keperluan rumah tangga lainnya. Satuan yang dipakai adalah liter/org/hari. Standar kebutuhan air domestik dinyatakan dengan asumsi seperti pada tabel 2.2 yaitu kategori kebutuhan air tipe rumah tangga.

Secara garis besar, pemakaian air dapat dikelompokkan sebagai berikut : Kebutuhan air domestik dibagi dua sistem sambungan langsung dan sistem sambungan tidak langsung dan dibagi menjadi dua bagian yaitu sambungan halaman serta kran umum

Tabel 2.2 Kategori Kebutuhan Air Tipe Rumah Tangga

Kategori	Tipe Rumah Tangga	Kebutuhan Air (l/or/hr)
A	Rumah Sangat Sederhana(RSS)	80
B	Rumah Sederhana (RS)	120
C	Rumah Tangga Menengah	170
D	Rumah Tangga Mewah	220
Kebutuhan Air Rata-Rata		150

(Sumber : Chris Ingram, 2004)

Menurut Departemen Pekerjaan Umum, standar kebutuhan air domestik dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2.3 Kebutuhan Air Domestik

Jenis Peruntukan	Standar Kebutuhan
Sambungan Langsung	100-200 ltr/org/hari
Sambungan Halaman	80-100 ltr/org/hari
Kran Umum	20-40 ltr/org/hari

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2013)

2.5.2 Kebutuhan air non domestik

Kebutuhan non domestik ialah kebutuhan air bersih diluar kebutuhan rumah tangga. Kebutuhan air non domestik antara lain :

1. Penggunaan komersil dan industri,
yaitu penggunaan air oleh badan-badan komersil dan indutri
2. Penggunaan umum
yaitu penggunaan air untuk bangunan-bangunan pemerintah, rumah sakit, sekolah-sekolah dan tempat ibadah.

Dihitung dengan asumsi yang menurut standar Departemen Pekerjaan Umum, yang terdapat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2.4 Kebutuhan Air Non Domestik

Jenis Kebutuhan	Standar Kebutuhan
Perkantoran	100 ltr/org/hr
Pendidikan	(1 - 2) m ³ /unit/hari
Kesehatan / RS	200-400 ltr/org/hr
Perekonomian	25 ltr/org/hr
Hotel/ penginapan	(100 - 150) m ³ /unit/hari
Peribadatan	(0,5 - 2) m ³ /unit/hari

(Sumber : PDAM Tirta Musi Palembang, 2001)

2.5.3 Kebutuhan air untuk kepentingan umum

Kebutuhan air untuk kepentingan umum adalah keperluan air untuk kepentingan pemadam kebakaran, penyiraman jalan-jalan dan lain-lain. Perkiraan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran didasari atas persamaan John R.Freeman.

Rumus :

$$Q = 1.020 P^{1/2} (1 - 0.01 P^{1/2}) \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

Q = debit (dalam GPM)

P = popuasi (dalam ribuan)

2.5.4 Kebutuhan puncak

Kebutuhan puncak merupakan periode satu hari terdapat berjam-jam tertentu dimana pemakaian air nya maksimum. Keadaan ini dicapai karena adanya pengaruh pola pemakaian air harian. Karakteristik pemakaian air ini sangat bergantung dari budaya pemakaian air yang tergantung pada siklus kehidupan dari masyarakat. Misalnya untuk daerah pelayanan perumahan yang sebagian besar penduduknya adalah pegawai yang berangkat ke kantor jam 7.00 pagi dan pulang sore jam 17.00, pemakaian air puncak adalah jam 5.00 – 6.00 pagi dan jam 16.00 – 18.00 sore. Sedangkan untuk masyarakat yang sebagian penduduknya bekerja

lebih siang dan pulang lebih sore akan terjadi pergeseran pemakaian air puncak jam 6.00 – 7.00 dan jam 18.00 – 20.00. Pada daerah metro faktor jam puncak adalah 1,5 – 2,25 dan kota kecil sebesar 1,25-1,75.

2.6 Fluktuasi Pemakaian Air

Fluktuasi pemakaian air bersih disebabkan oleh pemakaian yang tidak tetap pada suatu waktu. Sering kali pemakaian air lebih besar dari pemakaian air rata-rata, juga pada saat lain biasanya lebih kecil. Hal ini terjadi karena perbedaan kebutuhan dalam pemakaian air bersih baik dalam jumlah atau kuatitas pemakaiannya.

2.6.1 Kriteria penentuan fluktuasi pemakaian air

Faktor pemakaian air untuk hari maksimum (F_1) berkisar antara 1,25-2 dan fluktuasi pemakaian air pada jam puncak (F_2) berkisar antara 2-3. Dalam perencanaan diambil $F_1 = 1,25$ dan $F_2 = 2,5$

Harga yang dipilih merupakan harga yang umum untuk digunakan dan sesuai dengan kepadatan penduduk untuk kota di Negara berkembang.

2.6.2 Fluktuasi kebutuhan air

Untuk memperkirakan kebutuhan air pada jam pncak dan hari maksimum dihitung berdasarkan :

- a. Kebutuhan hari maksimum :

$$Q_{hr\ max} = Q_{rata-rata} \times \text{Faktor hari maksimum } (F_1) \dots\dots\dots(2.4)$$

- b. Kebutuhan jam puncak

$$Q_{jam\ puncak} = Q_{rata-rata} \times \text{Faktor hari puncak } (F_2) \dots\dots\dots(2.5)$$

2.7 Sistem Jaringan Pipa Distribusi

Pada teori sistem jaringan pipa distribusi ini, penulis tidak membahas masalah tersebut dalam perencanaan laporan akhir. Untuk memenuhi kebutuhan debit baik untuk penampungan sementara maupun untuk ke sambungan langsung maka dipermudah dengan melalui jaringan perpipaan. Jaringan perpipaan merupakan suatu rangkaian pipa yang saling terhubung satu sama lain secara hidrolis, sehingga apabila di satu pipa mengalami perubahan debit aliran maka terjadi penyebaran pengaruh ke pipa-pipa yang lain. Pengaruh ini dapat di deteksi dari segi tekanan yang ada di dalam pipa. Sistem perpipaan merupakan rangkaian pipa yang menghubungkan antara reservoir dengan merupakan rangkaian pipa yang menghubungkan antara reservoir dengan perpipaan. Secara hiraki disusun menurut jumlah air yang dibawa. Dari segi kapasitas pipa distribusi dirancang untuk memenuhi kebutuhan debit pada saat pemakaian puncak. Secara umum pipa disusun sebagai berikut :

a. Pipa induk

Merupakan pipa yang menghubungkan antara tempat penampungan dengan pipa tersier. Jenis pipa ini mempunyai pila terbesar. Umumnya dirancang untuk menjangkau pelayanan kebutuhan air 10-20 tahun kedepan. Untuk menjaga kestabilan pipa induk tidak diperbolehkan untuk disadap langsung oleh pipa service atau pipa langsung mengalirkan air ke rumah-rumah.

b. Pipa sekunder atau pipa retikulasi

Merupakan pipa penghubung antara pipa induk dengan pipa yang hiraki nya satu tingkat dibawahnya. Pada sistem yang besar pipa retikulasi akan berhubungan dengan pipa yang melayani langsung kerumah-rumah atau pipa service. Pipa retikulasi umumnya dirancang untuk melayani kebutuhan air 5 – 10 tahun kedepan.

c. Pipa service

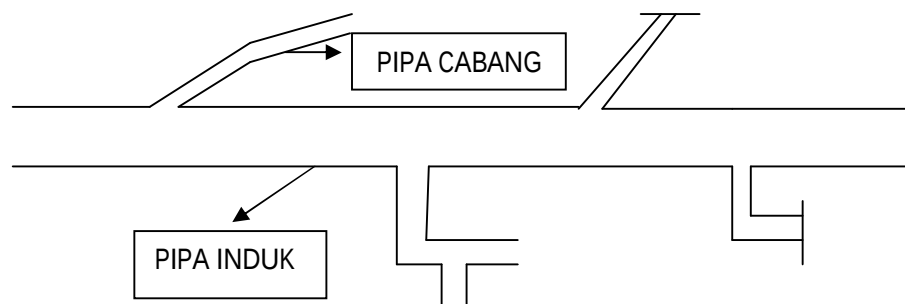
Pipa service berfungsi menghubungkan dari pipa retikulasi langsung ke rumah-rumah. Pada pipa retikulasi dihubungkan dengan pipa service dengan menggunakan clamp saddle. Diameter pipa jenis ini adalah

terkecil dari pipa jenis lain. Pipa service umumnya dirancang untuk melayani kebutuhan air 1-2 tahun kedepan (Dharmasetiawan Martin, 2001)

2.7.1 Sistem bercabang

Sistem ini ujung pipa percabangan dari pipa utama biasanya tertutup sehingga menyebabkan tertutupnya kotoran yang mengganggu pendistribusian air. Kerugiannya adalah bila terjadi kebocoran pada salah satu pipa, maka pipa-pipa lain akan berhenti, bila pipa yang bocor tersebut diperbaiki.

Keuntungan dari pipa pencabangan antara lain dari segi perhitungan lebih mudah, lebih ekonomis, dan lebih mudah dilaksanakan.



Gambar 2.1 Sistem Distribusi Pipa Bercabang

2.7.2 Sistem berbingkai (*ring*)

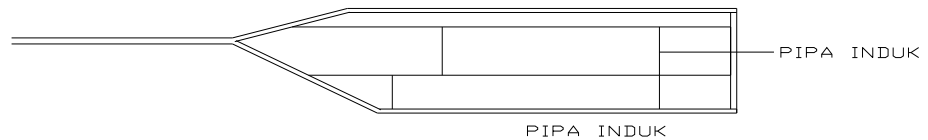
Sistem ini pipa induknya dibuat melingkar dibandingkan sistem yang lain, sistem ini lebih baik dan bilamana ada kerusakan pada saat perbaikan maka distribusi air tidak terhenti.

Kerugian sistem ini :

- a. Agak sulit dalam pelaksanaannya, prinsipnya sama dengan sistem petak karena terdapat dua sambungan yang terbalik arah pada pipa yang paling luar atau pipa pembentuk lingkaran.
- b. Tidak ekonomis karena jaringan sistem berbingkai untuk perumahan yang besar sehingga banyak menggunakan pipa dan sambungan-sambungan.

Keuntungan sistem ini :

- a. Tidak terjadi penghentian aliran pada saat perbaikan pipa yang bocor karena air masih dapat mengalir melalui pipa cabang lainnya.
- b. Tidak terjadi penyumbatan pada pipa.



Gambar 2.2 Sistem Distribusi Pipa Berbingkai (*Ring*)

2.7.3 Sistem petak (*grid*)

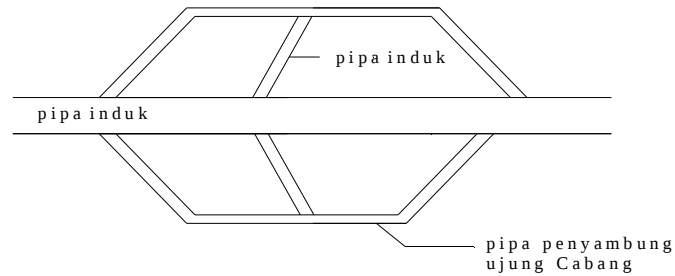
Pada sistem ini ujung-ujung pipa cabang disambungkan satu sama lain, sistem ini lebih baik dari sistem pipa bercabang karena sirkulasinya lebih baik dan kecil kemungkinan aliran menjadi tertutup atau stagnasi.

Kerugian dari sistem *grid* :

- a. Agak sulit dalam pelaksanaannya karena pada akhir sambungan terdapat dua sambungan yang saling terbalik arah ataupun membuka
- b. Tidak ekonomis karena banyak menggunakan sambungan seperti : sambungan *elbow*, *tee* dan sebagainya.

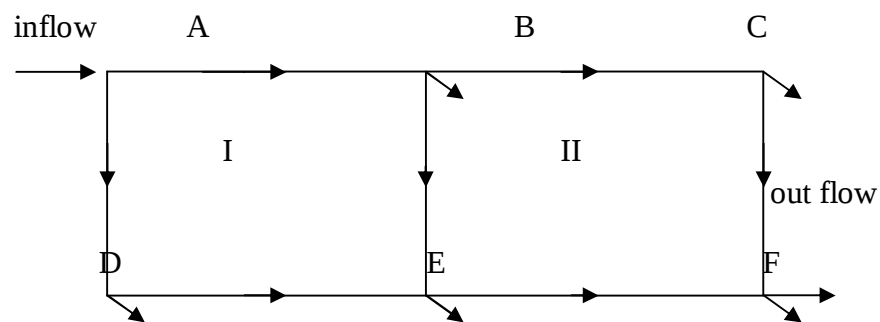
Keuntungan dari sistem *grid* :

- a. Sirkulasi airnya baik
- b. Pipa sulit tersumbat apabila terdapat kotoran karena air didalam pipa terus mengalir dan selalu terjadi pergantian air sehingga sulit terjadi pengendapan



Gambar 2.3 Sistem Distribusi Pipa Petak (*Grid*)

2.8 Metoda Jaringan Pipa *Hardy Cross*



Gambar 2.4 Metode *Hardy Cross*

Dalam menentukan hilang tinggi tekanan dapat menggunakan cara *Hardy Cross* yang dari beberapa langkah yaitu :

- Menghitung hilang tinggi tekanan (Hgs) di tiap pipa dengan menggunakan persamaan Darcy dan Strickler:

$$Hgs = KxQ^2 \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

$$K = \frac{101,61 l}{\pi^2 Kst^2 d^{16/3}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

K = Koef. Hilang tekan

Q = Debit pengaliran (m³/detik)

l = Panjang Pipa (m)

D = Diameter Pipa (m)

- b. Membagi jaringan menjadikan beberapa keliling pipa tertutup sehingga tiap pipa termasuk dalam sedikitnya satu keliling.
- c. Hitung jumlah aljabar dari hilang tinggi tekan tekanan dalam tiap keliling ($\sum H_{gs}$) , dengan mengambil konvensi tanda yang baik. Hanya jika pembagian aliran yang dimisalkan itu kebetulan benar, $\sum H_{gs}$ tidak sama dengan nol, maka debit yang dimisalkan tersebut harus dikoreksi kembali.
- d. Perbaiki debit dengna menggunakan koreksi ΔQ yang diperoleh sebagai berikut :

$$Q = Q_0 + \Delta Q \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

$$\Delta Q = \frac{\sum k \times Q_0^2}{2 \cdot \sum k \times Q_0} \dots\dots\dots(2.8)$$

- e. Ulangi terus sampai koreksi debitnya menjadi kecil atau mendekati nol dalam menggunakan rumus tersebut sebaiknya harus diperhatikan tanda arah aliran. Aliran searah jarum jam menghasilkan head loss/rugi tekan.
- f. Setelah identifikasi loop berikan taksiran perkiraan. Dari hasil pendekatan *Hardy Cross* didapat debit aliran yang sebenarnya, arah aliran, dan keseimbangan *head loss* tiap arah aliran.

2.9 Jenis Pipa dan Alat Sambung

2.9.1 Jenis pipa

Jaringan perpipaan dapat dibagi beberapa golongan yang masing-masing mempunyai fungsi sendiri-sendiri, sekalipun merupakan suatu kesatuan jaringan/unit jaringan yang tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya.

1. Pipa utama

Pipa utama atau pipa induk adalah pipa yang membawa pertama kali air yang dikeluarkan dari pompa yang berasal dari bak-bak pengilahan dan menyebar ke seluruh ruas-ruas pipa pencabangan untuk di distribusikan. Pada pipa ini terbuat dari pipa PVC atau baja guna menanggulangi kebocoran-kebocoran yang akan terjadi.

2. Pipa pencabangan

Pipa pencabangan atau pipa sekunder adalah pipa yang membawa air yang berasal dari pipa induk dan menuju ruas-ruas tersier dan biasanya adalah jenis pipa PVC yang langsung menuju rumah-rumah penduduk setempat.

3. Pipa plumbing

Pipa plumbing adalah jaringan pipa yang membawa air dari ruas-ruas pipa tersier langsung ke dalam rumah atau pipa-pipa yg terdapat di dalam rumah.

4. Pipa PVC

Pipa PVC adalah jenis pipa plastik yang merupakan pipa tahan terhadap air agresif. Pipa ini terbuat dari bahan chlorida yang berbentuk gugus *Polyvinis Chloride*. Pipa ini dibuat dalam berbagai diametr mulai dari 10 mm sampai dengan diameter 300 mm, serta panjang rata-rata 6 meter.

5. Pipa castliron

Pipa ini terbuat dari baja, pipa ini terbagi dari berbagai jmpur dengan dengan *homogeny*. Pipa Asbenis ukuaran diameter. Diameter yang terbesar adalah 1300 mm, ukuran panjangna adalah 6 meter sampai 6 meter.

6. Pipa asbestos cement (AC)

Pipa ini dibuat melalui proses *autoclave* yang terbuat dari bahan asbes semen Portland dan Silica yang dicampur dengan homogen. Pipa Asbes mempunyai beberapa ukuran diameter yaitu 80 mm sampai dengan diameter 600 mm, sedangkan ukuran panjang pipa ini adalah 4 sampai 6 meter.

7. Pipa baja

Pipa baja ini dibuat dari baja yang bermutu tinggi, agar umur dari pipa tersebut dapat tahan lama dan biasanya pipa ini digunakan utuk pipa induk,

ukuran diameternya berbagai macam 100 mm, 200 mm, 300 mm, 600 mm, serta 800 mm. Panjang pipa baja adalah 6 sampai 8 meter.

8. Pemilihan bahan pipa

Pemilihan bahan pipa didasarkan kepada hal-hal berikut:

- a. Keamanan terhadap tekanan dari dalam dan luar.
- b. Tekanan dari dalam berasal dari tekanan hidrostatik dan pukulan air. Tekanan dari luar berasal dari tekanan roda (bila pipa tertanam) atau beban-beban lain misal pada jembatan.
- c. Diameter pipa yang diperlukan menentukan jenis pipa.
- d. Pipa harus tahan terhadap kondisi tanah jika berada dalam tanah.
- e. Jenis pipa harus sesuai dengan keadaan lapangan, misalnya di tempat yang ramai, di kota.
- f. Jika pemasangan pipa harus dapat dilaksanakan dengan cepat. Pemasangan yang cepat tergantung pada jenis pipa.
- g. Air yang dialiri harus aman dari bahan karet, sehingga pipa yang dipakai harus dari jenis yang tidak berkarat. (Soufan Moh. Noerbamabang, 2000)

2.9.2 Alat sambung

Macam-macam alat sambung yang dapat digunakan dalam perencanaan jaringan pipa distribusi, antara lain :

- a. *Tee*, berfungsi untuk mengalirkan air secara menyilang,
- b. *Bend*, digunakan pada penyambung pipa yang berbelok,
- c. *Valve*, berfungsi untuk mengatur aliran, menutup dan membuka aliran serta mengontrol tekanan aliran,
- d. *Reducer*, berfungsi untuk menyambung dua pipa dengan diameter yang berbeda,

2.10 Teori Perhitungan Analisis Pertambahan Penduduk

Untuk mengetahui perkiraan jumlah penduduk pada tahun-tahun mendatang digunakan beberapa Metoda antara lain Metode Geometrik, Metode Aritmatika dan Metode Requensi Exponensial.

1. Metode Geometrik

Digunakan untuk meramalkan data/kejadian lain yang perkembangannya atau pertumbuhannya sangat cepat untuk keperluan proyeksi penduduk, metode ini digunakan bila data jumlah pendudukan menunjukkan peningkatan yang pesat dari waktu ke waktu. Metode ini tepat untuk diterapkan pada kasus pertumbuhan pendudukan di kota yang pertumbuhan ekonominya tinggi dan perkembangan kotanya pesat.

Rumus :

$$P_n = P_o(1+r)^n \dots\dots\dots(2.8)$$

$$r = P_o(1 + n)^{1/n} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk tahun ke-n

P_o = Jumlah penduduk pada tahun awal

r = Tingkat pertumbuhan

n = Jumlah interval tahun

2. Metode Aritmatik

Digunakan bila data berkala menunjukkan jumlah penambahan (*absolute number*) yang relatif sama setiap tahun. Hal ini terjadi pada kota dengan luas wilayah yang relatif kecil, tingkat pertumbuhan ekonomi kota rendah dan perkembangan kota yang tidak terlalu pesat.

Rumus :

$$P_n = P_o + ka (T_n - T_o) \dots\dots\dots(2.10)$$

$$K_a = (P_2 - P_1)/(T_2 - T_1) \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk tahun ke-n

P_o = Jumlah pendudukan pada tahun awal

T_n = Tahun ke-n

T_o = Tahun awal

K_a = Konstata

P_1 = Jumlah penduduk pada tahun pertama yang diketahui

P_2 = Tahun terakhir yang diketahui

T_1 = Tahun pertama yang diketahui

T_2 = Tahun terakhir yang diketahui

3. Metode Regresi Exponensial

Hampir sama dengan metode geometrik, perbedaannya pada metode ini menggunakan bilangan e.

Rumus :

$$P_1 = P_0 - e^{B(T_n - T_o)} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$B = [\ln (P_2 - P_1)] / (T_2 - T_1) \dots\dots\dots (2.13)$$

Harga e = 2,718281828

Dimana :

B = Konstata

P_t = Jumlah penduduk tahun pertama

P_0 = Jumlah penduduk tahun ke-0

T_n = Tahun ke-n

P_1 = jumlah penduduk tahun ke-1

P_2 = Jumlah penduduk tahun ke-2

Dari metode-metode tersebut dicari nilai yang memberikan penyimpanan dengan angka terkecil terhadap jumlah penduduk dan pertumbuhan sebenarnya, untuk pemilihan metode yang sesuai untuk suatu kasus ada dua cara pengujian statistik terhadap metode terpilih dengan menggunakan perhitungan standar deviasi dan koefisien korelasi dari angka-angka hasil proyeksi.

Rumus standar deviasi (simpangan baku) :

$$SD = \sqrt{\sum (Y_i - Y_r)^2 / n - 1} \dots\dots\dots \text{Untuk } n > 20 \dots\dots\dots (2.14)$$

$$SD = \sqrt{\sum (Y_i - Y_r) / n} \dots\dots\dots \text{Untuk } n \leq 20 \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana :

Y_i = Jumlah Penduduk hasil perhitungan tahun ke-1

Y_n = Rata-rata jumlah hasil perhitungan

n = Jumlah data

Rumus Koefisien korelasi:

$$r = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - Y_r)^2 - \sum(Y_i - Y)^2 / \sum(Y_i - Y_r)^2}{\sum(Y_i - Y_r)^2}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

r = Koefisien korelasi

Y_i = jumlah penduduk sesuai data asli

Y_n = Rata-rata jumlah penduduk sesuai data asli

Y = Jumlah penduduk yang dihitung dengan tiap metode

Metode yang paling tepat adalah metode yang memberikan harga standar deviasi yang paling kecil dengan koefisien korelasi yang paling mendekati 1 (satu)

4. Uji Korelasi

Untuk mengetahui metode mana yang paling tepat dalam memproyeksikan pertambahan pendudukan, perlu dilakukan uji korelasi dengan mencari kecenderungan pendudukan atau penyimpangan antara hasil proyeksi terhadap penyimpangan ideal sesuai dengan standar deviasi. Hasil yang terbaik adalah yang memberikan penyimpangan yang ideal yaitu angka yang terkecil.

Perbandingan kecenderungan penduduk dengan metode geometrik, aritmatik, dan least square menggunakan rumus :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_{rata-rata})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

SD = Standar deviasi

$X_{rata-rata}$ = Selisih jumlah penduduk diproyeksi dengan jumlah penduduk

N = Jumlah tahun

2.11 Perhitungan Volume Reservoir

Reservoir berfungsi untuk menjembatani pemakaian yang berfluktuasi pada jaringan pipa distribusi dan pasokan air yang konstan pada produksi. Untuk itu asumsi fluktuasi kebutuhan air cenderung mengecil sedangkan pada sistem yang kecil cenderung fluktuasi membesar. Berdasarkan model fluktuasi yang pernah diamati di lapangan secara empiris kebutuhan reservoir adalah berkisar 15-30 % dari kebutuhan 1 hari atau antara 3,6 jam sampai 7,2 jam pemakaian air rata-rata.

Untuk menghitung volume reservoir dibutuhkan tabel fluktuasi dengan rumus :

$$\text{Volume reservoir} = \frac{\text{jumlah supply} + \text{jumlah demand}}{2} + Q + \frac{24 \times 60 \times 60}{1000} \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan :

Supply = jumlah air yang disediakan

Demand = Jumlah air yang dibutuhkan

Q = Debit air (l/det)

2.12 Perhitungan Dimeter Pipa

Pipa merupakan suatu sarana yang menghubungkan dari satu simpul ke simpul yang lain untuk menghantarkan aliran air atau debit air antar simpul. Kapasitas pengaliran tergantung dari beberapa faktor antara lain besar pipa dan tekanan yang diberikan untuk pengaliran. Perencanaan diameter pipa dapat dilakukan dengan dasar asumsi kehilangan tekanan pipa dan optimalisasi antara diameter dan kehilangan tekanan.

2.12.1 Dimensi pipa

Didalam suatu perencanaan atau jaringan pipa distribusi pendimensian pipa sangat diperlukan, agar tidak terjadi kesalahan-kesalahan didalam suatu perencanaan. Rimis yang dipergunakan adalah :

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(2.19)$$

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \dots\dots\dots(2.20)$$

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{v\pi}} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana :

Q = Debit pengaliran (m³/detik)

v = Kecepatan pengaliran (m/detik)

A = Luas Penampang (m)

d = Diameter (mm)

2.12.2 Debit penyadapan

Debit penyadapan untuk satu sambungan rumah atau fasilitas umum per detiknya dapat dihitung dengan cara :

Debit penyadapan 1 sambungan rumah atau 1 fasilitas umum.

$$\frac{\text{kebuuhan/orang/hari} \times \text{jumlah orang}}{\text{waktu pemakaian rata – rata/hari}} \dots\dots\dots(2.22)$$

2.12.3 Debit pelayanan

Untuk menghitung debit pelayanan pada suatu daerah yang di rencana kan dapat dihitung dengan cara :

1. Debit pelayanan untuk sambungan rumah

$$(Q \text{ Domestik}) = \sum \text{jumlah sambungan rumah} \times \text{debit penyadapan sambungan rumah} \dots\dots\dots(2.23)$$

2. Debit pelayanan untuk fasilitas umum

$$(Q \text{ Non Domestik}) = \sum \text{Fasilitas umum} \times \text{debit penyadapan 1 fasilitas umum} \dots\dots\dots(2.24)$$

3. Total debit pelayanan

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{Non domestik}} \dots \dots \dots (2.25)$$

2.12.4 Kehilangan tekanan

Tekanan terhadap aliran dalam pipa yang menyebabkan hilang tinggi tekanan, tidak hanya disebabkan oleh panjang pipa akan tetapi juga oleh perlengkapan pipa seperti lengkung dan katup yang menyerap energi dengan menimbulkan turbulensi yang relatif besar. Persoalan aliran dalam pipa hanya mencakup masalah pipa yang penuh dialiri cairan.

Hilang tinggi tekanan diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Hilang tinggi tekanan besar

Dalam aliran pipa, hilang tinggi tekanan besar terutama adalah hilang tinggi tekanan akibat gesekan dapat dinyatakan dengan Hgs.

a. Persamaan Darcy- Weisbach

$$H_{gs} = \lambda \frac{l.v^2}{d.2g} \dots \dots \dots (2.26)$$

Dimana :

H_{gs} = Hilang tinggi tekanan karena gesekan (m)

λ = Koefisien gesekan Darcy (faktor gesekan)

l = Panjang pipa (m)

v = kecepatan aliran (m/detik)

d = Diameter Pipa (m)

g = Percepatan karena gaya tarik bumi (m/detik²)

$$H_{gs} = \frac{8.f.l}{g.\pi^2.D^5} \cdot Q^2 \dots \dots \dots (2.27)$$

b. Persamaan Manning-Gauckler-Strickler

Perhitungan hidrolis untuk kehilangan tinggi tekan (*Head Loss*) akibat gesekan (H_{gs}) menggunakan persamaan Manning-Gauckler-Strickler yaitu : (Departemen Pekerja Umum, 1982).

$$H_{gs} = \frac{v^2 \cdot l}{K_{st}^2 \cdot R^{\frac{4}{3}}} \dots\dots\dots (2.28)$$

$$Q = v \cdot A \longrightarrow v = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (2.29)$$

Dimana :

- Q = Debit pengaliran (m³ / detik)
- l = Panjang pipa (m)
- K_{st} = Koefisien kekasaran saluran
- K_{st} = 1/n, dimana n merupakan konstanta numerik
- d = Diameter pengaliran (m)
- H_{gs} = Kehilangan tinggi tekanan (m)
- V = Kecepatan aliran (m/detik)
- R = Jari-jari Hidrolik

Dalam saluran pipa hilang tinggi tekanan sering diabaikan karena tidak menyebabkan kesalahan yang terlalu banyak pada perhitungan. Persamaan dasar untuk menghitung hilang tinggi tekanan kecil adalah:

$$h_L = K \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (2.30)$$

Dimana :

- h_L = Hilang tekanan kecil (m)
- K = Koefisien hilang tinggi tekanan
- v = Kecepatan aliran fluida (m/dt²)
- G = Gravitsi (m/dt)

c. Persamaan Hazen William

Persamaan Hazen William adalah yang umum dipakai. Persamaan ini lebih cocok untuk menghitung kehilangan tekanan untuk pipa dengan diameter besar yaitu diatas 100 mm. Selain itu rumus ini sering dipakai karena mudah dipakai.

Persamaan Hazen William secara empiris menyatakan bahwa debit yang mengalir di dalam pipa adalah sebanding dengan diameter pipa dan kemiringan (h_L) dibagi dengan panjang pipa.

Disamping itu ada faktor C yang menyatakan kondisi fisik dari pipa seperti kehalusan dinding dalam pipa yang menggambarkan jenis pipa dan umur.

Secara umum Persamaan Hazen William adalah :

$$Q = 0,2785 \cdot C^1 \cdot d^{2,63} \cdot S^{0,54} \dots\dots\dots(2.31)$$

$$S = \frac{h}{L} \dots\dots\dots(2.32)$$

$$\left(\frac{Q}{0,2785 \cdot C \cdot d^{2,63}} \right) A = 1,85 \cdot L \dots\dots\dots (2.33)$$

Keterangan:

Q = Debit aliran (m³/ det)

C = Faktor kekasaran (Koef Hazen William)

S = Kemiringan Hidrolis

D = Diameter pipa (mm)

HL = Kehilangan Tekanan (m)

2. Hilang tinggi tekanan kecil

Hilang tinggi tekanan kecil disebabkan oleh :

a. Pembesaran tiba-tiba dan penyempitan tiba-tiba

$$\zeta I = c \cdot 1 - \frac{A_2}{A_1} \dots\dots\dots(2.34)$$

Nilai c untuk pembesaran tiba-tiba adalah 1,0 – 1,2 dan Nilai c untuk penyempitan tiba-tiba adalah 0,4-0,5

b. Perubahan arah/ tikungan pipa

Tabel 2.5 Harga ζI Untuk tikungan pipa

Dinding	A				
	15°	30°	45°	60°	90°
Halus	0,042	0,130	0,236	0,471	1,129
Kasar	0,062	0,165	0,320	0,684	1,265

(Sumber : Hidrolika I, 1982)

c. Pipa Bercabang

Koefisien hilang tekanan karena percabangan dengan sudut tajam dan diameter tajam d = da.

2.13 Teori Manajemen Proyek

Penyelenggaraan pekerjaan konstruksi didalam manajemen proyek tergantung pada dua faktor utama yaitu sumber daya dan fungsi manajemen. Sumber daya terdiri dari manusia, uang, peralatan dan material, sedangkan fungsi manajemen dimaksudkan sebagai kegiatan-kegiatan yang dapat mengarahkan dan mengendalikan sekelompok orang yang tergabung dalam suatu kerja sama untuk mencapai tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan. Dalam penyelenggaraan pekerjaan konstruksi, kegiatan yang dilakukan oleh sumber daya manusia, dengan uang, material dan peralatan, perlu ditata melalui fungsi-fungsi manajemen dalam batas waktu yang disediakan sehingga memenuhi prinsip efisiensi dan efektivitas.

2.13.1 Sumber daya

a. Manusia

Manusia sebagai sumber daya utama diartikan sebagai tenaga kerja baik yang terlibat langsung maupun tidak terlibat langsung dengan pekerjaan konstruksi. Tenaga yang terlibat langsung adalah tenaga kerja yang berada pada kelompok pemberi pekerjaan (pengguna jasa), kelompok kontraktor (penyedia jasa), dan kelompok konsultan (penyedia jasa). Berdasarkan kualifikasinya para tenaga kerja tersebut dapat dikelompokkan ke dalam “tenaga ahli” dan “tenaga terampil”.

b. Uang

Uang merupakan sumber daya sangat penting dalam manajemen proyek. Ketidak cukupan uang, sulit untuk mengharapkan penyelenggaraan manajemen proyek sesuai dengan ikatan kontrak yang disepakati antara para pihak yang menandatangani perjanjian kontrak. Seluruh kelompok yang terlibat, memerlukan biaya yang besarnya telah disepakati di dalam surat perjanjian kontrak. Jika terjadi kesepakatan (dispute) dalam pelaksanaan pekerjaan, biasanya berdampak pada “nilai uang” yang harus disepakati, dokumen kontrak telah mengatur tata cara penyelesaian hukum yang harus ditempuh. Uang sangat penting karena seluruh kegiatan pekerjaan konstruksi memerlukan

pembiayaan, menyangkut : rekrutmen manusia (tenaga kerja) ; penggunaan jasa tenaga kerja (tenaga ahli, tenaga terampil, tenaga non *skill*), penggunaan perlatan (alat-alat berat maupun alat-alat laboratorium) ; pembelian bahan dan material, pengolahan bahan dan material, baik bagi kelompok pengguna jasa maupun penyedia jasa. Jadi pengertian “uang” didalam penyelenggaraan pekerjaan konstruksi (*civil works*) bukan semata-mata untuk pembiayaan pelaksanaan konstruksi oleh kontraktor, tetapi juga termasuk biaya yang harus dikeluarkan untuk konsultan perencana, konsultan pengawas dan untuk penggunaan jasa dalam suatu kurun waktu yang telah disepakati.

c. Peralatan

Peralatan dalam pekerjaan konstruksi diartikan sebagai alat lapangan (alat berat), peralatan laboratorium, peralatan kantor (misalnya komputer), dan peralatan lainnya. Dengan menggunakan peralatan yang sesuai sasaran pekerjaan dapat dicapai dengan ketepatan waktu yang lebih akurat, serta memenuhi spesifikasi teknis yang telah dipersyaratkan.

d. Bahan

Bahan diartikan sebagai bahan baku natural maupun melalui pengolahan, dan setelah diproses ditetapkan menjadi item pekerjaan sebagaimana dituangkan di dalam dokumen kontrak. Bahan baku (tanah, batu, aspal, semen, pasir, besi, beton, dll) dan bahan olahan (agregat, adukan beton, profil baja dll). Merupakan sumber daya yang harus diperhitungkan secara cermat, karena pengaruhnya di dalam perhitungan biaya pekerjaan konstruksi sangat besar. Oleh karena itu lokasi bahan baku perlu secara cermat ditetapkan berdasar jarak dan volume yang tersedia, memenuhi syarat menjadi bahan olahan. Survei untuk mendapatkan informasi lokasi bahan baku perlu dilakukan, guna mendapatkan data akurat sebagai masukan bagi kontraktor dalam menyiapkan penawaran, maupun pada tahap pelaksanaan pekerjaan (civil.injineri.blogspot.com/.../prinsip-prinsip-umum-manajemen-proyek.htm).

2.13.2 *Network planning*

Network planning adalah salah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam network diagram proyek yang bersangkutan. (Tubagus Haedar Ali, 1995)

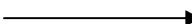
a. Fungsi NWP (*network planning*)

Network planning merupakan teknik perencanaan yang dapat mengevaluasi interaksi antara kegiatan-kegiatan. Manfaat yang dapat dirasakan dari pemakaian analisis network adalah sebagai berikut :

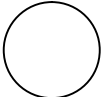
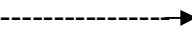
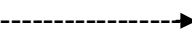
1. Dapat mengenali (identifikasi) jalur kritis (*critical path*) dalam hal ini adalah jalur elemen yaitu kegiatan yang kritis dalam skala waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.
2. Dapat diketahui dengan pasti kesukaran yang akan timbul jauh sebelum terjadinya sehingga dapat diambil tindakan yang preventatif.
3. Mempunyai kemampuan mengadakan perubahan-perubahan sumber daya dan memperhatikan efek terhadap waktu selesainya proyek.
4. Sebagai alat komunikatif yang efektif.
5. Memungkinkan tercapainya penyelenggaraan proyek yang lebih ekonomis dipandang dari sudut biaya langsung dan penggunaan sumber daya yang optimum.
6. Dapat dipergunakan untuk memperkirakan efek-efek dari hasil yang dicapai suatu kegiatan terhadap keseluruhan rencana.

b. Bentuk NWP (*network planning*)

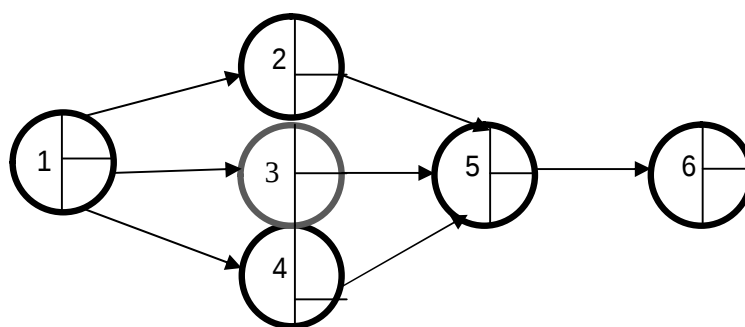
Network adalah grafik dari suatu rencana produk yang menunjukkan interelasi dari berbagai aktifitas. *Network* juga sering disebut diagram panah, apabila hasil-hasil perkiraan dan perhitungan waktu telah dibubuhkan pada *network* maka ini dapat dipakai sebagai jadwal proyek (*project schedule*). Untuk membentuk gambar dari rencana *network* tersebut perlu digunakan simbol-simbol, antara lain :

1.  : Arrow / anak panah

yang menyatakan aktifitas atau kegiatan yaitu suatu kegiatan atau pekerjaan dimana penyelesaiannya membutuhkan durasi (jangka waktu tertentu) dan *resources* (tenaga, alat, material, dan biaya). Kepala anak panah menjadi pedoman arah tiap kegiatan, dimana panjang dan kemiringan tidak berpengaruh.

2.  : Node / *event*
yang merupakan lingkaran bulat yang artinya saat peristiwa atau kejadian yaitu pertemuan dari permulaan dari akhir kegiatan.
3.  : *Dummy* / anak panah terputus-putus
yang menyatakan kegiatan yaitu pertemuan dari permulaan dan akhir kegiatan.
4.  : Lintasan Kritis
menunjukkan pekerjaan yang tidak boleh terlambat satu hari pun karena akan menghambat waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan

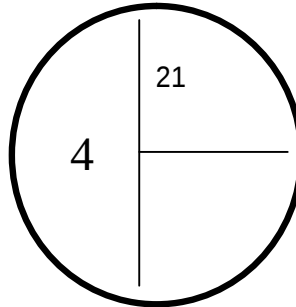
Contoh penggunaan symbol tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 2.5 Contoh Bentuk NWP

Awal dari seluruh kegiatan adalah kegiatan 1 dan untuk menyelesaikan seluruh proyek maka setelah kegiatan 1 dan 3 kegiatan yang harus diselesaikan yaitu menyelesaikan kegiatan 2, 3 dan 4 kemudian melaksanakan kegiatan 5 dan 6.

Keterangan Node :



Gambar 2.6 Keterangan Node

2.13.3 Kurva S

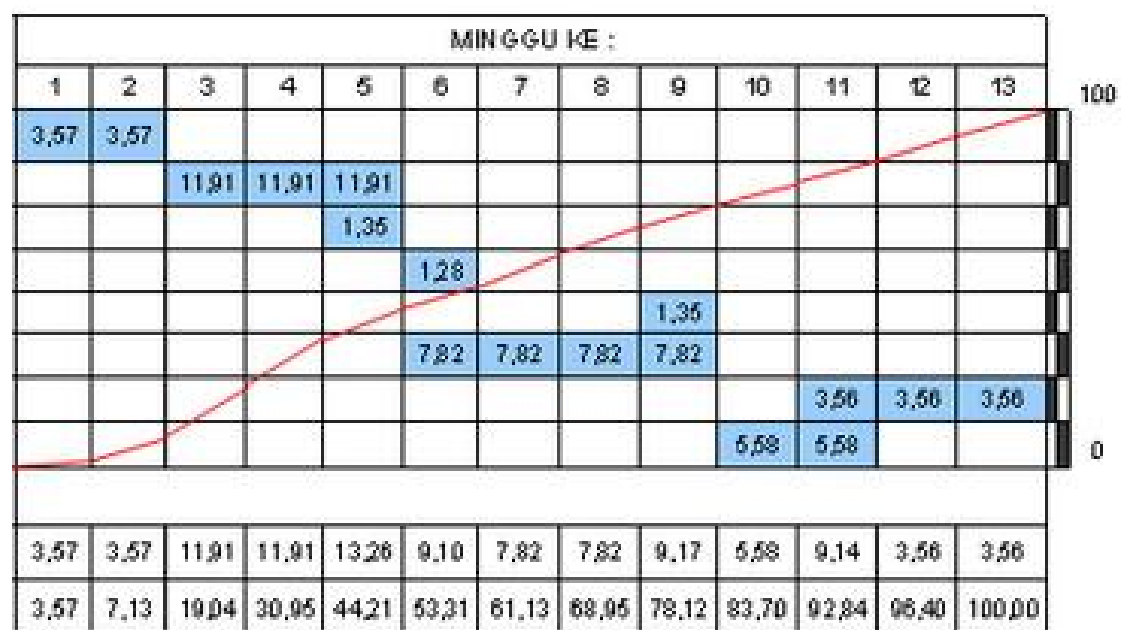
Kurva S dapat dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dan lama waktu yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dari tahap pertama sampai berakhirnya proyek. Bobot pekerjaan merupakan persentase yang di dapat dari perbandingan antara harga pekerjaan sebelum pajak kontigensi dan keuntungan kontraktor yang dikalikan dengan 100%.

a. Fungsi kurva S

Fungsi dari kurva S adalah sebagai patokan untuk standar yang menggambarkan persentase dari suatu kegiatan yang telah dilaksanakan yang selanjutnya digunakan dalam pembayaran termin atau pembayaran atas kerja tersebut. Apabila antara perencanaan dan pelaksanaan dilapangan terjadi suatu kegiatan terlalu lambat, maka disarankan untuk mempercepat kegiatan tersebut dan kembali pada perencanaan semula.

b. Bentuk kurva S

Bentuk kurva s merupakan sebagai acuan untuk menggambarkan hasil dari analisa suatu perhitungan yang umumnya berbentuk pola huruf “S”, agar dapat mempermudah dalam membaca kenaikan maka grafik sangat diperlukan.



Gambar 2.7 Contoh Kurva S