BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Air

Pengertian air bersih menurut *Permenkes RI No 416/Menkes/PER/IX/1990* adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan dapat diminum setelah dimasak. Sedangkan pengertian air minum menurut *Kepmenkes RI No 907/MENKES/SK/VII/2002* adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan (bakteriologis, kimiawi, radioaktif, dan fisik) dan dapat langsung diminum.

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Hal ini terutama untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia itu sendiri. Kehilangan air untuk 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian yang diakibatkan oleh dehidrasi. *http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/28190/4/ Chapter%20II.pdf*

2.2 Sumber-sumber Air

Dalam pemenuhan kebutuhan air bersih manusia biasanya memanfaatkan sumber-sumber air yang berada di sekitar permukiman baik itu air alam, maupun setelah mengalami proses pengolahan terlebih dahulu.

Dalam penyediaan air, terdapat beberapa proses-proses yang wajib dilakukan demi mendapatkan kriteria kualitas, kuantitas, dan kontinuitas yang baik agar layak untuk di konsumsi oleh manusia supaya tidak menimbulkan akibat-akibat tertentu yang merugikan bagi tubuh manusia. Berikut ini adalah 5 macam sumber air minum yang dapat digunakan yaitu:

1. Air laut

Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl.Kadar garam NaCl dalam air laut 3 % dengan keadaan ini maka air laut tidak memenuhi syarat untuk diminum.

2. Air Atmosfer (Air Hujan)

Untuk menjadikan air hujan sebagai air minum hendaknya pada waktu menampung air hujan mulai turun, karena masih mengandung banyak kotoran. Selain itu air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi atau karatan. Juga air ini mempunyai sifat lunak, sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun.

3. Air Permukaan

Adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri dan lainnya. Air permukaan ada dua macam yaitu air sungai dan air rawa. Air sungai digunakan sebagai air minum, seharusnya melalui pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapat mencukupi. Air rawa kebanyakan berwarna disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk, yang menyebabkan warna kuning coklat, sehingga untuk pengambilan air sebaiknya dilakukan pada kedalaman tertentu di tengah-tengah.

4. Air tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah didalam zone jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer.

5. Mata air

Yaitu air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah dalam hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas atau kuantitasnya sama dengan air dalam. *http://uripsantoso.wordpress.com/2010/01/18/kualitas-dan-kuantitas-air-bersih-untuk-pemenuhan-kebutuhan-manusia-2/*

2.3 Prinsip Dasar Penyediaan Air Bersih

Dalam merencanakan penyediaan air bersih harus memenuhi konsep 3K yaitu Kualitas, Kuantitas dan Kontinuitas. Kualitas menyangkut mutu air, baik 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. ***(Ir. Martin Dharmasetiawan. Msc, 2004)***

2.3.1 Kualitas Air

Syarat kualitas meliputi parameter fisik, kimia, radioaktivitas, dan mikrobiologis yang memenuhi syarat kesehatan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

a. Parameter Fisik

Air yang memenuhi persyaratan fisik adalah air yang tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, tidak keruh atau jernih, dan dengan suhu sebaiknya dibawah suhu udara sedemikian rupa sehingga menimbulkan rasa nyaman, dan jumlah zat padat terlarut (TDS) yang rendah.

i. Bau

Air yang berbau selain tidak estetis juga tidak akan disukai oleh masyarakat. Bau air dapat memberi petunjuk akan kualitas air

ii. Rasa

Air yang bersih biasanya tidak memberi rasa/tawar. Air yang tidak tawar dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan.

iii. Warna

Air sebaiknya tidak berwarna untuk alasan estetis dan untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna. Warna dapat disebabkan adanya tannin dan asam humat yang terdapat secara alamiah di air rawa, berwarna kuning muda, menyerupai urin, oleh karenanya orang tidak mau menggunakannya. Selain itu, zat organik ini bila terkena khlor dapat membentuk senyawa-senyawa khloroform yang beracun. Warna pun dapat berasal dari buangan industri.

iv. Kekeruhan

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organic dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan, buangan industri dapat juga merupakan sumber kekeruhan.

v. Suhu

Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran/pipa yang dapat membahayakan kesehatan, menghambat reaksi-reaksi biokimia didalam saluran/pipa, mikroorganisme patogen tidak mudah berkembang biak, dan bila diminum air dapat menghilangkan dahaga.

vi. Jumlah Zat Padat Terlarut

Jumlah zat padat terlarut biasanya terdiri atas zat organik, garam anorganik, dan gas terlarut. Bila bertambah maka kesadahan akan naik pula. Selanjutnya, efek ataupun kesadahan terhadap kesehatan tergantung pada spesies kimia penyebab masalah tersebut.

b. Parameter Mikrobiologis

Sumber-sumber air di alam pada umumnya mengandung bakteri. Jumlah dan jenis bakteri berbeda sesuai dengan tempat dan kondisi yang mempengaruhinya. Oleh karena itu air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari harus bebas dari bakteri patogen. Bakteri golongan coli tidak merupakan bakteri golongan patogen, namum bakteri ini merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri patogen.

c. Parameter Radioaktivitas

Dari segi parameter radioaktivitas, apapun bentuk radioaktivitas efeknya adalah sama, yakni menimbulkan kerusakan pada sel yang terpapar. Kerusakan dapat berupa kematian, dan perubahan komposisi genetik. Kematian sel dapat diganti kembali apabila sel dapat beregenerasi dan apabila tidak seluruh sel mati. Perubahan genetis dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker dan mutasi.

d. Parameter Kimia

Dari segi parameter kimia, air yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan antara lain air raksa (Hg), alumunium (Al), arsen (As), barium (Ba), besi (Fe), flourida (F), tembaga (Cu), derajat keasaman (pH), dan zat kimia lainnya. Kandungan zat kimia dalam air bersih yang digunakan sehari-hari hendaknya tidak melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan seperti tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990. Penggunaan air yang mengandung bahan kimia beracun dan zat-zat kimia yang melebihi ambang batas berakibat tidak baik bagi kesehatan dan material yang digunakan manusia

2.3.2 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 dikelolah 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. *(Teknik Sumber Daya Air Edisi Ketiga Jilid 1)*

Pemakaian air oleh suatu masyarakat bertambah besar dengan kemajuan masyarakat tersebut, sehingga pemakaian air sering kali dipakai sebagai salah satu tolak ukur tinggi rendahnya suatu masyarakat. Konsumsi air bersih di perkotaan Indonesia berdasarkan keperluan rumah tangga, diperkirakan sebanyak 138,5 liter/orang/hari dengan rincian yaitu untuk mandi, cuci, kakus 12 liter, minum 2 liter cuci pakaian 10,7 liter, kebersihan rumah 31,4 liter, taman 11,8 liter, cuci kendaraan 21,8 liter, wudhu 16,2 liter, dan lain-lain 33,3 liter. (Slamet, 2007)

2.3.3 Kontinuitas Air

Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus-menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam per hari atau setiap saat diperlukan kebutuhan air tersedia. Akan tetapi kondisi ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi disetiap wilayah di Indonesia, sehingga untuk menentukan tingkat kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan aktifitas konsumen terhadap prioritas pemakaian air. Prioritas pemakaian air yaitu minimal selama 12 jam per hari, yaitu pada pukul 06.00 – 18.00. (Slamet, 2007)

2.4 Pemakaian Air

Memproyeksi jumlah kebutuhan air bersih dapat dilakukan berdasarkan perkiraan kebutuhan air untuk berbagai macam tujuan ditambah perkiraan kehilangan air. Untuk berbagai macam tujuan pada umumnya dapat dibagi dalam :

a. Kebutuhan Air Domestik

Meliputi kebutuhan air bersih untuk rumah tangga dan sambungan kran umum. Jumlah kebutuhan didasarkan pada banyaknya penduduk, persentase yang diberi air dan cara pembagian air yaitu dengan sambungan rumah atau melalui kran umum.

Jumlah sambungan rumah dihitung dari jumlah pelanggan baru, yaitu 5 orang per sambungan, sedangkan jumlah kran umumnya didasarkan atas 100 orang per kran umum.

Kebutuhan air per orang per hari disesuaikan dengan standar yang biasa digunakan serta kriteria pelayanan berdasarkan pada kategori kotanya. Di dalamnya setiap kategori tertentu kebutuhan air per orang per hari berbeda-beda.

Tabel 2.1 Kriteria Perencanaan Air Bersih

URAIAN	KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH PENDUDUK (JIWA)				
	>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	< 20.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	2	3	4	5	6
1. Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (liter/org/hari)	> 150	150 - 120	90 – 120	80 - 120	60 - 80
2. Konsumsi Unit Hidran (HU) (liter/org/hari)	20 – 40	20 - 40	20 – 40	20- 40	20 - 40

3. Konsumsi unit non domestik a.Niaga Kecil (liter/unit/hari) b.Niaga Besar (liter/unit/hari) c.Industri Besar (liter/detik/ha d.Pariwisata (liter/detik/ha)	 600 – 900 1000 – 5000 0.2 – 0.8 0.1 – 0.3	 600 – 900 1000 – 5000 0.2 – 0.8 0.1 – 0.3		 600 1500 0.2 – 0.8 0.1 – 0.3	
4. Kehilangan Air (%)	20 - 30	20 - 30	20 – 30	20 - 30	20 - 30
5. Faktor Hari Maksimum	1.15 – 1.25 * harian	1.15 – 1.25 * harian	1.15 – 1.25 * harian	1.15 – 1.25 * harian	1.15 – 1.25 * harian
6. Faktor Jam Puncak	1.75 – 2.0 * hari maks	1.75 – 2.0 * hari maks	1.75 – 2.0 * hari maks	1.75 *hari maks	1.75 *hari maks
7. Jumlah Jiwa Per SR (Jiwa)	5	5	5	5	5
8. Jumlah Jiwa Per HU (Jiwa)	100	100	100	100 - 200	200
9. Sisa Tekan Di penyediaan Distribusi (Meter)	10	10	10	10	10
10. Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
11. Volume Reservoir (% Max Day Demand)	15 - 25	15 - 25	15 – 25	15 - 25	15 - 25
12. SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30
13. Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996.

b. Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air bersih selain untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum, seperti penyediaan air bersih untuk perkantoran, perdagangan serta fasilitas sosial seperti tempat-tempat ibadah, sekolah, hotel, puskesmas, militer serta pelayanan jasa umum lainnya (Kodoatie dan Sjarief, 2005).

Tabel 2.2 Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kota

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Sekolah	10	liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	liter/bed/hari
Puskesmas	2000	liter/unit/hari
Masjid	3000	liter/unit/hari
Mushola	200	liter/unit/hari
Kantor	10	liter/pegawai/hari
Pasar	12000	liter/hektar/hari
Hotel	150	liter/bed/hari
Rumah Makan	100	liter/tempat duduk/hari
Komplek Militer	60	liter/orang/hari
Kawasan Industri	0,2 - 0,8	liter/detik/hektar
Kawasan Pariwisata	0,1 - 0,3	liter/detik/hektar

Sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996

Tabel 2.3 Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kategori lain

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Lapangan Terbang	1	liter/orang/detik
Pelabuhan	5	liter/orang/detik
Stasiun KA dan Terminal Bus	10	liter/orang/detik
Kawasan Industri	0,75	liter/detik/hektar

Sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996

2.5 Sistem Distribusi dan Sistem Pengaliran Air Bersih

2.5.1 Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah pelayanan (konsumen). Juga termasuk dalam sistem ini adalah fasilitas penampungan air yang telah diolah (reservoir distribusi) yang digunakan saat kebutuhan air lebih besar dari suplai instalasi.

Terdapat dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi, serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan.

Terdapat dua macam sistem suplai air melalui pipa induk menurut Kamala, yaitu :

1. Continuous System

Pada sistem ini air yang disuplai ke konsumen mengalir secara terus menerus selama 24 jam. Keuntungan sistem ini adalah konsumen setiap saat dapat memperoleh air bersih di posisi pipa manapun. Kerugiannya adalah pemakaian air akan cemderung lebih boros dan bila terjadi sedikit kebocoran maka jumlah air yang hilang akan sangat besar.

2. Intermitten System

Dalam sistem ini air disuplai ke konsumen 2-3 jam perhari. Keuntungan pada sistem ini adalah pemborosan air dapat dikurangi dan sistem ini cocok untuk daerah yang sumber air yang terbatas. Kerugiannya konsumen tidak bisa setiap saat mendapatkan air dan perlu menyediakan tempat penyimpanan air.

2.5.2 Sistem Pengaliran Air Bersih

Untuk mengalirkan air bersih kepada konsumen dengan kulitas, kuantitas, dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan, reservoir, dan pompa yang baik. Metode dari pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada.

Sistem pengaliran air bersih terdapat 3 cara yang dapat dilakukan menurut Howard S Peavy, yaitu :

1. Cara Gravitasi

Cara ini digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan yang cukup besar dibandingkan dengan daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan.

2. Cara Perpompaan

Cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen.

3. Cara Gabungan

Pada cara ini, reservoir digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat. Selama periode pemakaian air rendah, sisa air dipompakan dan disimpan dalam reservoir distribusi.

2.6 Jenis Pipa dan Alat Sambung

2.6.1 Jenis Pipa

Instalasi pipa air bersih di PDAM Tirta Musi menggunakan beberapa macam bahan dan material yang digunakan. Hal ini mengikuti aturan-aturan dan standar mutu yang berlaku. Adapun Peraturan yang digunakan, yaitu :

1. Pipa PVC

Pipa ini merupakan pipa yang terbuat dari plastik dan dengan kombinasi vinil. Mempunyai karakter pipa yang tahan lama dan mudah perawatannya. Keuntungan pipa PVC adalah tidak berkarat, permukaan licin, elastisitas tinggi, ringan, tahan terhadap zat kimia mudah dibongkar. Kerugiannya tidak tahan panas, pipa yang mudah dibentuk sulit diubah, dan mudah pecah**.**

2. Pipa HDPE

Merupakan pipa dengan daya lentur yang tinggi. Dapat digunakan di daerah perbukitan, rawan gempa, dan daerah rawa. Kelebihan pipa ini adalah tahan terhadap retak, tahan terhadap bahan kimia, tahan karat, tahan segala cuaca, tahan abrasi dan sedimentasi, tidak beracun aman untuk air bersih, ringan, dan tahan terhadap suhu rendah.

2.6.2 Alat Sambung

Penyambungan pipa merupakan keterbatasan panjang dan pipa yang dijual dipasaran maka dalam pekerjaan suatu instansi kita tak terlepas dari penyambungan-penyambungan. Adapun macam-macam alat sambung tersebut sebagai berikut :

1. Tee All RR

   Berfungsi untuk menyambungkan jalur pipa distribusi pada persimpangan jalan.

2. Flange Socket

   Berfungsi untuk menambungkan pipa distribusi pada koneksi Tee All Flange ke pipa distribusi.

3. Valve Flange

   Berfungsi untuk mengatur debit air pada pipa.

4. Single Air Valve

   Berfungsi untuk membuang udara didalam pipa melalui jembatan pipa.

5. Giboult Joint

   Berfungsi untuk menyambung pipa existing ke pipa yang baru terpasang.

6. DOP

   Berfungsi untuk menutup aliran pada ujung pipa.

7. Street Box

   Berfungsi untuk menutup valve agar mempermudah membuka katup dan juga berfungsi sebagai titik pipa.

8. Manometer

   Berfungsi untuk mengukur tekanan pada pipa dengan satuan ATM atau Barr.

9. Stop Kran

   Berfungsi untuk mengatur aliran (dipasang sebelum meteran), dan dapat juga digunakan untuk menutup aliran pada saat perbaikan.

10. Kran

    Berfungsi untuk menutup dan mengeluarkan air pada pipa.

11. Bend Flange 90°

    Berfungsi untuk membelokkan arah aliran yang beradius besar atau 90°.

12. Reduser RR

    Berfungsi sebagai pemyambung pipa dari transmisi ke pipa distribusi atau untuk menyambungkan pipa yang besar ke pipa yang lebih kecil.

13. Meteran Air

    Berfungsi untuk mencatat air dari pemakaian air yang dilakukan oleh PDAM.

14. Socket

    Digunakan untuk memperpanjang pipa (menyambung pipa lurus) dan diameter pipa yang disambung sama dengan penyambungan.

15. Elbow

    Digunakan untuk membelokkan aliran.

16. Tee Stuck

    Digunakan untuk membagi aliran menjadi dua arah.

17. Cross

Digunakan untuk membagi aliran menjadi 3 arah.

18. Barrel Union

Digunakan untuk menyambung pipa permanent (mati) yang terdiri dari 3 bagian.

19. Hexagonal Nipple

Digunakan untuk mengencangkan sambungan pipa, bentuk sambungan ini segi enam, ditengah alat ini digunakan untuk mengencangkan sambungan dengan bantuan kunci pipa. *Sumber : PDAM Tirta Musi Palembang*

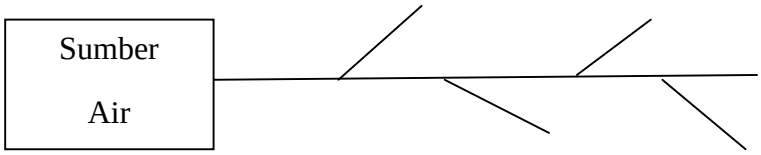
(lihat tabel lampiran)

2.7 Pola Jaringan Distribusi

Macam pola jaringan sistem distribusi air bersih:

1. Sistem cabang

Adalah system pendistribusian air bersih yang bersifat terputus membentuk cabang-cabang sesuai dengan daerah pelayanan.



Gambar 2.1 Sistem Cabang

Keuntungan:

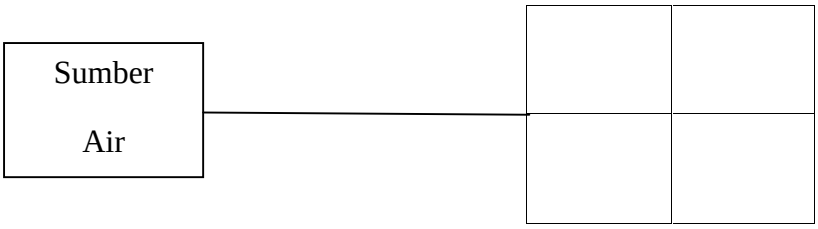
- Tidak membutuhkan perhitungan dimensi pipa yang rumit karena debit dapat dibagi berdasarkan cabang-cabang pipa pelayanan.
- Untuk pengembangan daerah pelayanan lebih mudah karena ahanya tingga menambah sambungan pipa yang telah ada.

Kerugian:

- Jika terjadi kebocoran atau kerusakan pengaliran pada seluruh daerah akan terhenti.
- Pembagian debit tidak merata
- Operasinal lebih sulit karena pipa yang satu dengan yang lain saling berhubungan.

2. Sistem Loop

Adalah sistem perpipaan melingkar dimana ujung pipa yang satu bertemu dengan ujung pipa yang lain. Sistem loop inilah yang digunakan pada perencanaan sistem jaringan pipa distribusi air bersih di kelurahan 32 ilir kecamatan ilir barat II kota Palembang.



Gambar 2.2 Sistem Loop

Keuntungan:

- Debit terbagi rata karena perencanaan diameter berdasarkan pada jumlah kebutuhan total
- Jika terjadi kebocoran atau kerusakan atau perubahan diameter pipa maka hanya daerah tertentu yang tidak mendapat pengaliran, sedangkan untuk daerah yang tidak mengalami kerusakan aliran air tetap berfungsi.
- Pengoperasian jaringan lebih mudah.

Kerugian:

- Perhitungan dimensi perpipaan membutuhkan kecermatan agar debit yang masuk pada setiap pipa merata.

3. Sistem Melingkar

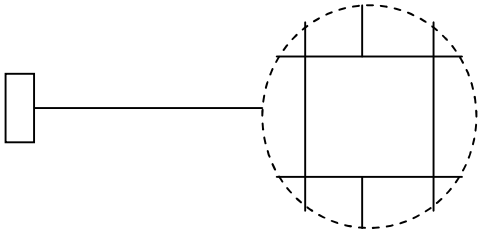
Dibandingkan dengan sistem-sistem sebelumnya merupakan sisterm yang terbaik. Sirkulasi air dalam jaringan lancar, bila ada perbaikan kerusakan distribusi air tidak akan terhenti.

Keuntungan lainnya :

- Pemerataan tekanan baik

Kerugiannya :

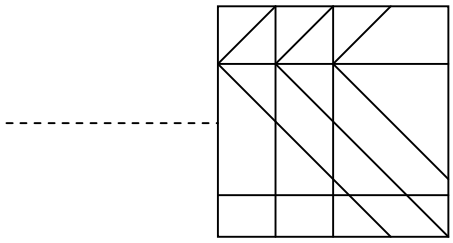
- Biaya investasi mahal
- Sistem operasi yang sulit



Gambar 2.3 Sistem Melingkar

4. Sistem Diagonal

Merupakan suatu sistem yang paling baik dan efisien karena air dapat mengalir ke suatu tempat dari berbagai arah, artinya suatu tempat tidak hanya mendapatkan air dari suatu sistem jaringan saja. Kerugiannya adalah biaya operasi dan pembuatannya sangatlah mahal.



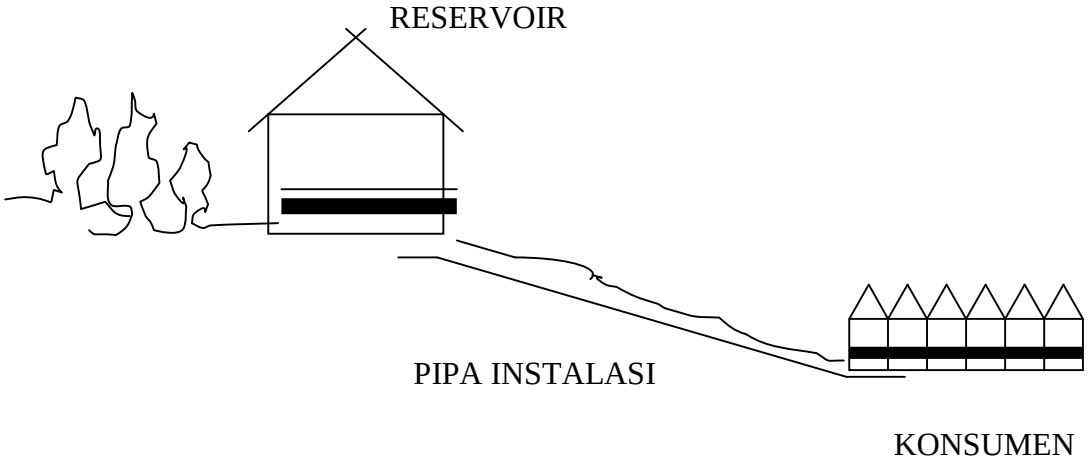
Gambar 2.4 Sistem Diagonal

2.8 Sistem Pengaliran

Ada 2 cara untuk mengalirkan air dari sumbernya yaitu :

1. Cara Gravitasi

Cara gravitasi adalah suatu cara yang diterapkan dimana air dialirkan secara gravitasi dari reservoir ke jaringan distribusi. Cara ini bisa diterapkan jika letak reservoir atau instalasinya berada pada tempat yang lebih tinggi dari daerah yang akan disuplai.

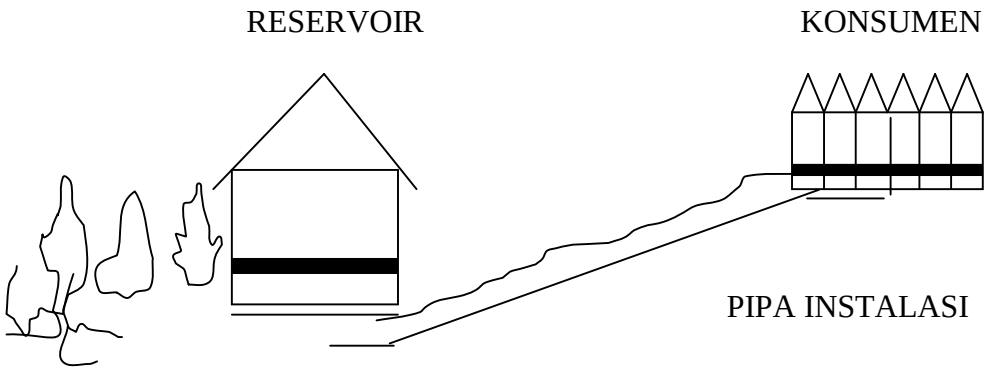


Gambar 2.5 Cara Gravitasi

2. Cara Pemompaan

Cara pemompaan digunakan apabila letak instalasi / reservoir pada ketinggian yang sedemikian rupa sehingga tidak mampu mengalirkan air dengan baik ke daerah pelayanan. Cara pemompaan dilakukan apabila :

a) Ketinggian instalasi lebih rendah dari daerah yang dilayani.
b) Ketinggian instalasi sama dengan daerah yang akan dilayani.
c) Ketinggian instalasi lebih tinggi dari daerah yang dilayani, akan tetapi tidak memiliki tekanan cukup untuk bisa memberikan pelayanan yang baik.



Gambar 2.6 Cara Pemompaan

2.9 Langkah-langkah Perhitungan Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi

2.9.1 Analisis Pertumbuhan Penduduk

Untuk mengetahui perkiraan jumlah penduduk pada tahun-tahun mendatang digunakan beberapa metode antara lain Metode Geometrik, Metode Aritmatik, dan Metode Regresi Eksponensial.

1. Metode Geometrik

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

Rumus :

$$Pn = Po\ (\ 1+r\ )^{n}$$
$$r = Po\ (\ 1+n)^{1/n}$$

Dimana :

Pn = Jumlah penduduk tahun ke-n

Po = Jumlah penduduk pada awal tahun

r = tingkat pertumbuhan penduduk (%)

n = Jumlah interval tahun

2. Metode Aritmatik

Digunakan bila data berkala menunjukkan jumlah pertambahan (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 :

$$Pn = Po + ka\ (Tn\text{-}To)$$

$$Ka = (P_2\text{-}P_1)/(T_2\text{-}T_1)$$

Dimana :

Pn = Jumlah penduduk tahun ke-n
Po = Jumlah penduduk pada tahun awal
Tn = Tahun ke-n
To = Tahun awal
Ka = Konstanta
P1 = Jumlah penduduk pada tahun pertama yang diketahui
P2 = Tahun terakhir yang diketahui
T1 = Tahun pertama yang diketahui
T2 = Tahun terakhir yang diketahui

3. Metoda Regresi Eksponensial

Hampir sama dengan Metoda Geometrik, perbedaannya pada metoda ini menggunakan bilangan e.

Rumus :

$$Pn = Po \times e^{B(To\text{-}Tn)}$$

$$B = \frac{[\ ln\ (P2{:}P1)]}{(T1-T2\ )}$$

Harga e = 2, 718281828

Dimana :

B = Konstanta

Pt = Jumlah penduduk tahun pertama

Po = Jumlah penduduk pada tahun awal

Tn = Tahun ke-n

P1 = Jumlah penduduk tahun ke-1

P2 = Jumlah penduduk tahun ke-2

4. Uji Korelasi

Untuk mengetahui metoda apa yang paling tepat dalam memproyeksikan pertumbuhan penduduk perlu dilakukan uji korelasi dengan mencari kecenderungan penduduk atau penyimpangan antara hasil proyeksi terhadap penyimpangan yang ideal sesuai dengan standar deviasi. Hasil yang terbaik adalah yang memberikan penyimpangan yang ideal yaitu angka yang terkecil. Perbandingan kecenderungan penduduk dengan metoda Geometrik, Aritmatik dan Regresi Eksponensial menggunakan rumus :

Rumus Standar Deviasi :

Standar Deviasi (SD) = $\sqrt{\frac{(\Sigma X)^2 - \frac{\Sigma X^2}{n}}{n}}$

Dimana :

SD = Standar Deviasi

X = Selisih jumlah penduduk diproyeksi dengan jumlah penduduk sebelumnya

N = Jumlah Tahun

(Teknik Sumber Daya Air Edisi Ketiga Jilid II)

2.9.2 Perhitungan Hidrolis

Perhitugan hidrolis untuk kehilangan tinggi tekan (Head Loss) akibat gesekan (Hgs) menggunakan persamaan Manning-Gauckler-Strickler, yaitu :

Hgs = $\frac{v^2/l}{Kst^2 R^{3/4}}$ = Hgs = $\frac{v^2.l.\ 4^{3/4}}{Kst\ .D^{3/4}}$

v = $\frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi d^2} \rightarrow v^2 = \frac{16Q^2}{\pi^2 d^4} \pi r^2$

Hgs = $\frac{16Q^2/4^{3/4}}{\pi^2 Kst^2 D^{3/4}\, d^4}$

Hgs = $\frac{101,61}{\pi^2 Kst^2 d^{16/3}}$ *Q^n karena, Hgs = K.Q^n

Maka K = $\frac{101,61}{\pi^2 Kst^2 d^{16/3}}$

Dimana :

I = Panjang Pipa

Kst = Koefisien kekasaran strickler saluran

d = Diameter pipa (m)

Kst = 1/n, dimana n merupakan konstanta numerik

2.9.3 Dimensi Pipa

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

Q = v.A

A=1/4.π.d^2

D = $\sqrt{\frac{4Q}{v\pi}}$

Dimana :

Q = Debit pengaliran (m^3/detik)

v = Kecepatan pengaliran (m/detik)

A =Luas penampang (m)

d = Diameter (mm)

(Sumber : Ir. Martin Dharmasetiawan, Msc)

2.9.5 Hilang Tinggi 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 di klasifikasikan sebagai berikut :

1. Hilang Tinggi Tekanan Besar

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

a. Persamaan Darcy-Weisbach

$$Hgs = \lambda \frac{l.v^2}{d.2g}$$

Dimana :

Hgs = Hilang tinggi tekanan karena gesekan (m)

λ = Koefisien gesekan Darcy (faktor gesekan)

l = Panjang pipa (m)

v = Kecepatan aliran (m/det)

d = Diameter pipa (m)

g = Percepatan karena gaya tarik bumi (m/det^2)

(Sumber : Hidrolika I Edisi Pertama)

b. Persamaan Manning-Gauckler-Strickler

$$Hgs = \frac{v^2.l}{Kst^2.R^{4/3}}$$

$$Q = v.A \rightarrow v = \frac{Q}{A}$$

Dimana :

Q = Debit pengaliran (m^3/det)

Kst = Koefisien gesekan pipa strickler

l = Panjang pipa (m)

d = Diameter (m)

n = Konstanta Numerik

Hgs = Kehilangan tinggi tekanan (m)

v = Kecepatan aliran (m/det)

R = Radius hidrolik (m)

c. Persamaan Hazen William

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

Persamaan Hazen William secara empiris menyatakan bahwa debit yang mengalir didalam pipa adalah sebanding dengan diameter pipa dan kemiringan hidrolis (S) dinyatakan sebagai kehilangan tekanan (h_L)dibagi dengan panjang pipa (L) atau S = (h_L/L). Disamping itu ada faktor C yang menggambarkan kondisi fisik dari pipa seperti kehalusan dinding dalam pipa yang menggambarkan jenis pipa dan umur. Secara umum rumus Hazen William adalah sebagai berikut :

$$Q = 0{,}2785.C.d^{2,63}.S^{0,54}$$

Dimana :

S = (h_L/L)

L = Panjang pipa dari 1 ke 2

Apabila kehilangan tekanan atau h_L yang akan dihitung, maka :

$$h_L = (Q/0{,}2785.C.d^{2,63})^{1,85}.L$$

C = Koefisien Hazen William

Tabel 2.4 Koefisien Hazen William

No	Jenis Pipa	Nilai C
1	Asbes Cement	120
2	Poly Vinyl Chloride (PVC)	120-140
3	High Density Poly Ethylene (HDPE)	130
4	Medium Density Poly Ethylene (MDPE)	130
5	Ductile Cast Iron Pipe (CIP)	110
6	Besi Tuang Cast Iron (CIP)	110
7	Galvanized Cast Iron (GIP)	110
8	Steel Pipe (Pipa Baja)	110

(Sumber : Ir. Martin Dharmasctiawan, Msc)

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

$$hL = C\frac{V^2}{2g}$$

Dimana :

hL = Hilang tinggi tekanan kecil (m)

C = Koefisien hilang tinggi tekanan

v = Kecepatan aliran fluida (m/dt^2)

g = Gravitasi (m/dt)

2. Hilang Tinggi Tekanan Kecil

Hilang tinggi tekanan kecil disebabkan oleh :

a. Pembesaran tiba-tiba dan penyempitan tiba-tiba

$$hL = C.(1 - \frac{A2}{A1})$$

Nilai C untuk pembesaran tiba-tiba adalah 1,0 – 1,2 sedangkan nilai C untuk penyempitan tiba-tiba adalah 0,4 – 0,5.

Keterangan :

A1 = Luas pipa awal (m^2)

A2 = Luas pipa akhir (m^2)

b. Perubahan arah/tikungan pipa

Tabel 2.5 Arah Untuk Tikungan Pipa

Dinding	A				
	15º	30º	45º	60º	90º
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 tinggi tekanan karena percabangan dengan sudut tajam dan diameter tajam d = da.

Tabel 2.6 Arah Untuk Pipa Bercabang

$\frac{Qa}{Q}$	A			
	90º		45º	
0	0,95	0,04	0,09	-0,04
0,2	0,88	-0,08	0,68	-0,06
0,4	0,89	-0,05	0,50	-0,04
0,6	0,95	0,07	0,38	0,07
0,8	1,10	0,21	0,35	0,20
1	1,28	0,35	0,48	0,33

Sumber : Hidrolika I, (1982)

Untuk sistem jaringan melingkar, dalam menentukan hilang tinggi tekanan dapat menggunakan cara Hardy Cross yang terdiri dari beberapa langkah, yaitu :

1. Menghitung hilang tinggi tekanan (Hgs) di tiap pipa dengan menggunakan persamaan :

   Hgs = K x Q^2

   K = $\frac{101,61\ l}{\pi^2.Kst^2.d^{16/3}}$

   Dimana :

   K = Koefisien hilang tekanan

   Q = Debit pengaliran (m^3/det)

   l = Panjang pipa (m)

   d = Diameter pipa (m)

2. Membagi jaringan menjadi beberapa keliling pipa tertutup sehingga tiap pipa termasuk dalam sedikitnya satu keliling.

3. Hitung jumlah aljabar dari hilang tinggi tekanan dalam tiap keliling ($\sum Hgs$) dengan mengambil konvensi tanda yang baik. Hanya jika pembagian aliran yang dimisalkan itu kebetulan benar, $\sum Hgs$ tidak sama dengan nol maka debit yang dimisalkan tersebut harus dikoreksi kembali.

4. Perbaiki debit dengan menggunakan koreksi ΔQ yang diperoleh sebagai berikut :

   $Q = Q_0 + \Delta Q$

   Dimana :

   ΔQ = Koreksi debit (m^3/dtk)

   Sehingga $Hgs = K.Q^2 = K (Q_0 + \Delta Q)$

   Untuk keliling pipa yang tertutup maka ΔQ adalah sebagai berikut :

   $\Delta Q = - \frac{\sum k.Q0^2}{2\sum k.Q0}$

5. Ulangi terus sampai koreksi debitnya menjadi kecil atau mendekati nol.

(Sumber : Sumber Daya Air Edisi Ketiga Jilid I)

2.10 Net Work Planning (NWP)

Net Work Planning merupakan suatu cara atau teknik baru didalam perencanaan dan pengawasan suatu proyek. Disamping itu Net Work Planning juga merupakan salah satu bentuk yang digunakan dalam penyelengaraan proyek. Proyek yang dihasilkan dari Net Work Planning ini dalam kegiatan-kegiatan yang ada dalam proyek.

Net Work Planning memiliki beberapa tipe, yaitu sebagai berikut :

- Preseden/PDM (Precendence Diagram Method).
- Metode Jalur Kritis/Critical Path Method (CPM).
- Diaagram Evaluation and Review Technique (PERT).
- Grafic Evaluation and Review Technique (GERT).

Adapun dalam penggunaan Net Work Planning pada penyelengaraan proyek diperlukan :

- Masukan informasi yang tetap.
- Kemampuan yang tinggi untuk mengambil keputusan.
- Sumber daya dalam keadaan siap pakai.
- Kemampuan untuk melaksanakan proses pengelolaan sumber daya.

Kegunaan dari Net Work Planning adalah :

- Mengkoordinasikan berbagai pekerjaan.
- Mengetahui apakah suatu pekerjaan bebas atau tergantung dengan pekerjaan lainnya.
- Mengetahui logika proses yang berlangsung dan hasil prose situ sendiri.

Proses penyusunan Net Work Planning yaitu :

- Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek.
- Menyusun hubungan logika ketergantungan antar kegiatan.
- Memberikan perkiraan waktu untuk setiap kegiatan.
- Mengidentifikasi jalur kritis dan float (masa tenggang).
- Menentukan jadwal yang paling ekonomis dan meminimalkan fruktuasi pemakaian sumber daya.

Langkah-langkah penting yang perlu diperhatikan dalam pembuatan Net Work Planning, yaitu :

- Tentukan jenis dan kegiatan yang ada.
- Urutan-urutan jenis kegiatan tersebut.
- Kaitan jenis kegiatan yang mempunyai kaitan hubungan.
- Tentukan lamanya waktu penyelesaian setiap jenis kegiatan.
- Buat daftar kegiatan (logika ketergantungan).
- Buat NWP nya.

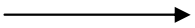
2.11 Jalur Kritis / Critical Path Method (CPM)

Jalur kritis adalah jalur yang memiliki waktu terpanjang dari semua jalur yang dimulai dari peristiwa awal hingga peristiwa yang berakhir. Dengan kata lain waktu yang diperlukan untuk penyelesaian jalur kritis adalah sama dengan waktu untuk menyelesaikan proyek secara keseluruhan. Kegunaan jalur kritis adalah untuk mengetahui kegiatan yang memiliki kepekaan sangat tinggi atas keterlambatan penyelesaian pekerjaan atau disebut juga kegiatan kritis. (Tubagus Haedar Ali, 1992)

Simbol-simbol di CPM :

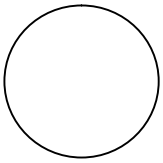
a. Arrow (panah, anak panah)
   - Dari kiri ke kanan.
   - Hanya menunjukkan arah.
   - Menunjukkan kegiatan.

   Gambar :



b. Node (lingkaran kecil)
   - Menunjukkan event (kejadian).
   - Node adalah penghubung antara kegiatan.

   Gambar :



c. Kegiatan Semu (dummy)
   - Kegiatan apa yang mendahului.
   - Kegiatan apa yang mengikuti.
   - Kegiatan apa yang berjalan bersamaan.
   - Kegiatan apa yang selesai bersamaan.

   Gambar :

   - - - - - - ›

2.12 Barchat

Barchat adalah diagram alur pelaksanaan pekerjaan yang dibuat untuk menentukan waktu penyelesaian pekerjaan yang dibutuhkan. Untuk dapat memagemen proyek dengan baik perlu di ketahui sebelumnya dimana posisi waktu tiap item pekerjaan, sehingga disitulah pekerjaan proyek harus benar-benar di pantau agar tidak terjadi keterlambatan penyelesaian proyek.

Hal-hal yang di tampilkan dalam bar chat adalah:

- Jenis pekerjaan
- Durasi waktu pelaksanaan pekerjaan
- Alur pekerjaan

http://www.ilmusipil.com/cara-membuat-bar-chart-proyek

2.13 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

2.13.1 Analisa Harga Satuan

Perkiraan jumlah material dan kebutuhan tenaga dalam proses pekerjaan bangunan memegang peranan cukup penting untuk kontrol kualitas dan kuantitas pekerjaan. untuk mereka sudah terbiasa dengan gambar struktur dan angka koefisien pada analisa satuan pekerjaan hal tersebut bukan pekerjaan sulit, tapi bagi mereka yang awam memperkirakan jumlah material merupakan pekerjaan yang cukup sulit dan memusingkan.

Analisa Harga Satuan Pekerjaan berfungsi sebagai pedoman awal perhitungan rencana anggaran biaya bangunan yang didalamya terdapat angka yang menunjukan jumlah material, tenaga dan biaya persatuan pekerjaan, contohnya :

1. Pekerjaan plesteran - satuan pekerjaan m2
2. Pekerjaan pas. batu bata - satuan pekerjaan m2
3. Pekerjaan pas. pondasi batu kali - satuan pekerjaan m3
4. Pekerjaan cat catan - satuan pekerjaan m2
5. Pekerjaan rangka atap - satuan pekerjaan m3
6. Pekerjaan reng usuk - satuan pekerjaan m2

7. Pekerjaan genteng - satuan pekerjaan m2
8. Pekerjaan plafon - satuan pekerjaan m2
9. Pekerjaan lantai keramik - satuan pekerjaan m2
10. Pekerjaan beton struktur - satuan pekerjaan m3
11. Pekerjaan kusen - satuan pekerjaan m3
12. Dll

Daftar diatas adalah contoh satuan pekerjaan yang biasa dipakai dalam pekerjaan gedung (bisa diperoleh pada analisa SNI)

2.13.2 Volume Pekerjaan

Yang dimaksud dengan volume suatu pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan.. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Volume (kubikasi) yang dimaksud dalam pengertian ini bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan.

Berikut diberikan bebarapa contoh sebagai berikut :

a. Volume pekerjaan pondasi batu kali = 60 m3., mempunyai pengertian bahwa, volume pekerjaan pondasi dihitung berdasarkan isi, yaitu panjang x luas penampang yang sama.

b. Volume pekerjaan atap = 124 m2., mempunyai pengertian bahwa, volume pekerjaan atap dihitung berdasarkan luas, yaitu luas bidang atap yang dapat bebbentuk segitiga, persegi panjang, trapesium dan lain-lain.

c. Volume pekerjaan lisplank = 27 m, volume pekerjaan lisplank dihitung berdasarkan panjang , atau pekerjaan lisplank dapat juga dihitung berdasarkan luas.

d. Volume pekerjaan besi = 258 kg., volume pekerjaan besi dihitung berdasarkan berat dari besi, yaitu jumlah panjang tulangan dikalikan dengan berat jenis besi yang bersangkutan.

e. Volume pekerjaan kunci tanam = 15 buah, volume pekrjaanberdsarkan banyaknya kunci dan lain-lain.

Dari contoh di atas dapat diketahui bahwa satuan masing-masing volume pekerjaan berbeda, volume pekerjaan pondasi 60 m3, volume pekerjaan atap 124 m2, volume pekerjaan lisplank 27 m, volume pekerjaan besi 258 kg dan volume pekerjaan kunci tanam 15 buah, ini menunjukkan bahwa volume tersebut bukanlah volume dalam arti sesungguhnya melainkan volume dalam satuan, kecuali volume pekerjaan pondasi yang merupakan volume sesungguhnya.

Volume pekerjaan tersebut dihitung berdasarkan pada gambar bestek dari bangunan yang akan dibuat. Semua bagian / elemen konstruksi yang ada pada gambar bestek harus dihitung secara lengkap dan teliti untuk mendapatkan perhitungan volume pekerjaan secara akurat dan lengkap.

- Membaca Gambar Bestek

Gambar-gambar Bestek itu kita perhatikan dan teliti benar-benar ukurannya. Kita mulai menghitung volume tiap pekerjaan sesuai dengan susunan pekerjaan. Untuk mendapatkan perhitungan volme pekerjaan yang teliti dan lengkap yang harus diperhatikan adalah :

- Denah

Yang diperhatikan adalah ukuran-ukuran panjang dan lebarnya, bentuk dari masing – masing bagian gambar denah secara teliti dan mendetail.

- Penampang-penampang / Potongan-potongan

Yang diperhatikan adalah ukuran-ukuran panjang dan lebarnya, bentuk penampang dan ukurannya dan tinggi dari masing – masing detail penampang/potongan secara teliti dan mendetail.

- Pandangan – pandangan

Yang diperhatikan adalah bidang-bidang mana yang terletak dimuka dan dibelakang serta penjelasan keadaannya secara teliti dan mendetail.

- Gambar – gambar rencana dan penjelasan (detail)

Dari gambar rencana ini dan penjelasan (detai) kita dapat membaca rencana dari elemen/bagian konstruksi, kelengkapan dan ukuran-ukuran dengan lebih detail dan jelas sehingga dapat kemudahan tingkat pengerjaannya.

- Gambar situasi

Untuk menjelaskan / menunjukkan keadaan sekitar tempat dimana bangunan tersebut didirikan.

Setelah segala sesuatunya sudah ada dan lengkap namun ada sesuatu yang kurang jelas / belum bisa dimengerti misalnya bahan yang digunakan, kualitas bahannya, mungkin bagaimana cara mendapatkan bahan (bahan produk luar negeri), maka perlu ditanyakan kejelasannya pada saat diadakan aanwijzing kepada direksi. Bila segala sesuatunya sudah jelas maka kita menghitung jumlah dan volume pekerjaan.

http://faiz-15.blogspot.com/2011/11/volume-pekerjaan.html

http://vofifitriana.blogspot.com/2010/09/pengertian-rencana-anggaran-biaya.html

http://kibagus-homedesign.blogspot.com/2010/09/analisa-harga-satuan-dan rencana.html#ixzz2QEFGUZ5s