

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Tentang Air

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.

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.

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/IX/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 di minum apabila di masak.

Sedangkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum pengertian mengenai air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan dan tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung di minum.

Untuk mencukupi semua kebutuhan manusia akan air bersih maka diperlukan sumber-sumber air baku yang bisa diolah menjadi air bersih. Air baku yang dimaksud tentu saja memiliki syarat-syarat tertentu yang harus dipenuhi agar bisa diolah menjadi air bersih. Berikut ini beberapa definisi mengenai jennis-jenis air :

- 1) Air baku adalah air yang berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah atau air hujan yang memenuhi ketentuan baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum (*SNI 0004:2008*)
- 2) Air baku untuk air minum rumah tangga, yang disebut air baku adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah atau air

hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum.
(Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 18 tahun 2007)

2.2 Sumber - sumber Penyediaan Air Bersih

Sumber air adalah tempat atau wadah air alami dan/atau buatan yang terdapat pada diatas maupun dibawah permukaan tanah.

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 4 kelompok,yaitu:

a. 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 algar (lumut) karena adanya sinar matahari dan oksigen (O₂). Untuk mengambil air ini, sebliknya pada bagian tengah agar endapan-endapan besi (Fe) dan Mangan (Mn) serta lumut tak terbawa.

c. Air Tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah didalam zone jenuh dimana tekanan hidrostatisnya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer. 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. Air tanah terbagi atas air tanah dangkal dan air tanah dalam :

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:

1) Kualitas Air Bersih

Kualitas yang menyangkut mutu air, baik air baku maupun air hasil pengolahan yang siap didistribusikan.

2) Kuantitas Air

Tergantung jumlah dan ketersediaan air yang akan diolah pada penyediaan air bersih yang dibutuhkan sesuai dengan banyaknya konsumen yang akan dilayani.

3) Kontinuitas Air

Menyangkut kebutuhan air yang terus menerus. Artinya sumber air baku tersebut apakah dapat memasok kebutuhan air secara terus menerus terutama ketika musim kemarau.

2.3.1 Kualitas Air Baku

Air baku adalah air yang akan digunakan untuk input pengolahan air minum yang memenuhi baku mutu air baku. Air baku yang diolah menjadi air minum dapat berasal dari :

- a) Sumber Air Bawah Tanah yaitu dari lapisan yang mengandung air dibawah permukaan tanah dangkal atau dalam.
- b) Sumber Air Permukaan yaitu sungai, danau, rawa, dan mata air
- c) Air Laut

Dalam merencanakan suatu sistem penyediaan air minum maka perlu dilakukan peninjauan terhadap kondisi air baku . Pemilihan sumber air baku harus mempertimbangkan semua potensi lokal air permukaan dan tanah yang berada di

sekitar wilayah perencanaan. Penentuan jenis sumber yang dipilih harus mempertimbangkan beberapa hal yaitu seperti iklim, kualitas dan kuantitas sumber air kemudian kemudahan dalam konstruksi intake dan keamanan pengoprasian.

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 dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan kriteria mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut dilihat dari tabel 2.1.
- 2) Kelas dua, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana atau sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- 3) Kelas tiga, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk ikan air tawar, peternakan , air untuk mrengairi pertanaman dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- 4) Kelas empat, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Tabel 2.1 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

| PARAMETER | SATUAN | KELAS | | | | KETERANGAN |
|------------------------|--------|--------------|--------------|------------------|--------------|---|
| | | I | II | III | IV | |
| FISIKA | | | | | | |
| Tempelatur | °C | deviasi 3 | deviasi 3 | devias i 3 | deviasi 5 | Deviasi temperatur dari keadaan almiahnya |
| Residu Terlarut | mg/ L | 1000 | 1000 | 1000 | 2000 | |
| Residu Tersuspensi | mg/L | 50 | 50 | 400 | 400 | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/ L |
| KIMIA ANORGANIK | | | | | | |
| pH | | 6-9 | 6-9 | 6-9 | 5-9 | Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah |
| BOD | mg/L | 2 | 3 | 6 | 12 | |
| COD | mg/L | 10 | 25 | 50 | 100 | |
| DO | mg/L | 6 | 4 | 3 | 0 | Angka batas minimum |
| Total Fosfat sbg P | mg/L | 0,2 | 0,2 | 1 | 5 | |
| NO 3 sebagai N | mg/L | 10 | 10 | 20 | 20 | |
| NH3-N | mg/L | 0,5 | (-) | (-) | (-) | Bagi perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH3 |
| Arsen | mg/L | 0,05 | 1 | 1 | 1 | |
| Kobalt | mg/L | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | |
| Barium | mg/L | 1 | (-) | (-) | (-) | |
| Boron | mg/L | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Selenium | mg/L | 0,01 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | |
| Kadmium | mg/L | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | |
| Khrom (VI) | mg/L | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,01 | |

Lanjutan 1

| | | | | | | |
|-----------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|---|
| Tembaga | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,2 | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Cu \leq 1$ mg/L |
| Besi | mg/L | 0,3 | (-) | (-) | (-) | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Fe \leq 5$ mg/L |
| Timbal | mg/L | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 1 | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Pb \leq 0,1$ mg/L |
| Mangan | mg/L | 0,1 | (-) | (-) | (-) | |
| Air Raksa | mg/L | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,005 | |
| Seng | mg/L | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 2 | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Zn \leq 5$ mg/L |
| Khlorida | mg/l | 600 | (-) | (-) | (-) | |
| Sianida | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,02 | (-) | |
| Fluorida | mg/L | 0,5 | 1,5 | 1,5 | (-) | |
| Nitrit sebagai N | mg/L | 0,06 | 0,06 | 0,06 | (-) | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $NO_2_N \leq 1$ mg/L |
| Sulfat | mg/L | 400 | (-) | (-) | (-) | |
| Klorin bebas | mg/L | 0,03 | 0,03 | 0,03 | (-) | Bagi ABAM tidak dipersyaratkan |
| Belereng sebagai H ₂ S | mg/L | 0,002 | 0,002 | 0,002 | (-) | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H ₂ S <0,1 mg/L |
| MIKROBIOLOGI | | | | | | |
| Fecal coliform | jml/100 ml | 100 | 1000 | 2000 | 2000 | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal |
| | | | | | | |

Lanjutan 2

| | | | | | | |
|---|------------|------|------|-------|-------|--|
| -Total coliform | jml/100 ml | 1000 | 5000 | 10000 | 10000 | coliform \leq 2000 jml / 100 ml dan total coliform \leq 10000 jml/100 ml |
| RADIOAKTIVITAS | | | | | | |
| - Gross-A | Bq/L | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | |
| - Gross-B | Bq/L | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| KIMIA ORGANIK | | | | | | |
| Minyak dan Lemak | ug /L | 1000 | 1000 | 1000 | (-) | |
| Detergen sebagai MBAS | ug /L | 200 | 200 | 200 | (-) | |
| Senyawa Fenol sebagai Fenol | ug /L | 1 | 1 | 1 | (-) | |
| BHC | ug /L | 210 | 210 | 210 | (-) | |
| Aldrin / Dieldrin | ug /L | 17 | (-) | (-) | (-) | |
| Chlordane | ug /L | 3 | (-) | (-) | (-) | |
| DDT | ug /L | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| Heptachlor dan heptachlor epoxide Lindane | ug /L | 18 | (-) | (-) | (-) | |
| Methoxychlor | ug /L | 35 | (-) | (-) | (-) | |
| Endrin | ug /L | 1 | 4 | 4 | (-) | |
| Toxaphan | ug /L | 5 | (-) | (-) | (-) | |

(Sumber : PP No.82 Tahun 2001)

Keterangan :

Mg : Milligram

Ug : Microgram

Ml : Militer

L : Liter

Bq : Bequerel

MBAS : Methylene Blue Active Substance

ABAM : Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut. Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO. Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum. Nilai DO merupakan batas minimum. Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termasuk, parameter tersebut tidak dipersyaratkan Tanda \leq adalah lebih kecil atau sama dengan Tanda $<$ adalah lebih kecil.

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.

Syarat-syarat air minum secara umum meliputi sebagai berikut :

1) Syarat-syarat fisik :

1. Air tidak boleh berwarna (harus jernih)
2. Air tidak boleh berasa
3. Air tidak boleh berbau
4. Bebas dari pantogen organik

Syarat-syarat kekeruhan dan warna harus dipenuhi oleh setiap jenis air minum dimana dilakukan penyaringan dalam pengolahannya. Terlihat **pada tabel 2.2.**

Tabel 2.2 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)

2) Syarat-syarat kimia :

Air minum tidak boleh mengandung racun, 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 (NH₃), garam Nitrit (NO₂).
- 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 Mikrobiologis

Pada umumnya sumber-sumber air yang terdapat di alam bumi ini mengandung bakteri. Jumlah dan jenis bakteri bermacam-macam dan berbeda-beda sesuai dengan tempat dan kondisi yang mempengaruhinya. Oleh karena itu, air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari haruslah bebas dari bakteri patogen. Bakteri golongan Coli tidak merupakan bakteri golongan pathogen, namun bakteri ini merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri patogen.

4) Syarat-syarat Radioaktivitas

Apapun bentuk radioaktivitas efeknya adalah sama dilihat dari segi parameternya, yakni dapat menimbulkan kerusakan pada sel-sel yang terpapar. Kerusakan dapat berupa kematian, dan juga perubahan komposisi genetik. Kematian sel dapat diganti kembali apabila tidak seluruh sel mati. Perubahan genetik dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker dan mutasi.

5) Syarat-syarat Bakteriologi

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) dan tidak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan Coli yang melebihi batasbatas yang telah ditentukan yaitu 1 Coli per 100 ml air.

Tabel 2.3 Persyaratan Kualitas Air Minum

| No | Jenis Parameter | Satuan | Kadar maksimum yang diperbolehkan |
|-----------|--|--------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan | | |
| | a. Parameter Mikrobiologi | | |
| | 1. E. coli | jumlah per 100 ml sampel | 0 |
| | 2. Total Bakteri Koliform | jumlah per 100 ml sampel | 0 |
| | b. Kimia anorganik | | |
| | 1. Arsen | mg/l | 0,01 |
| | 2. Fluorida | mg/l | 1,5 |
| | 3. Total Kronium | mg/l | 0,05 |
| | 4. Kadmium | mg/l | 0,003 |
| | 5. Nitrit (Sebagai NO_2) | mg/l | 3 |
| | 6. Nitrat (Sebagai NO_3) | mg/l | 50 |
| | 7. Sianida | mg/l | 0,07 |
| | 8. Selenium | mg/l | 0,01 |
| 2 | Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan | | |
| | a. Parameter Fisik | | |
| | 1. Bau | | Tidak berbau |
| | 2. Warna | TCU | 15 |
| | 3. Total zat pada terlarut (TDS) | mg/l | 500 |
| | 4. Kekerutan | NTU | 5 |
| | 5. Rasa | | Tidak berasa |
| | 6. Suhu | $^{\circ}\text{C}$ | Suhu udara \pm 3 |
| | b. Parameter Kimiawi | | |
| | 1. Alumunium | mg/l | 0,2 |
| | 2. Besi | mg/l | 0,3 |
| | 3. Kesadahan | mg/l | 500 |
| | 4. Khlorida | mg/l | 250 |
| 5. Mangan | mg/l | 0,4 | |
| 6. Ph | mg/l | 6,5-8,5 | |

Lanjutan 1

| | | | |
|---------------------------------|-----------------|---------------|--------|
| | 7. Seng | mg/l | 3 |
| | 8. Sulfat | mg/l | 250 |
| | 9. Tembaga | mg/l | 2 |
| | 10. Amonia | mg/l | 1,5 |
| A | KIMIAWI | | |
| | Bahan anorganik | | |
| | Air raksa | mg/l | 0,001 |
| | Antimon | mg/l | 0,02 |
| | Barium | mg/l | 0,7 |
| | Boron | mg/l | 0,5 |
| | Molybdenum | mg/l | 0,07 |
| | Nikel | mg/l | 0,07 |
| | Sodium | mg/l | 200 |
| | Timbal | mg/l | 0,01 |
| | Uranium | mg/l | 0,015 |
| | B | Bahan Organik | |
| Zat Organik (KMnO4) | | mg/l | 10 |
| Deterjen | | mg/l | 0,05 |
| Chlorinated alkanes | | | |
| Carbon tetrachloride | | mg/l | 0,004 |
| Dichloromethane | | mg/l | 0,02 |
| 1,2 Dichloroethane | | mg/l | 0,05 |
| Chlorinated ethanes | | | |
| 1,2 Dichloroethane | | mg/l | 0,05 |
| Trichloroetane | | mg/l | 0,02 |
| Tetrachloroethane | | mg/l | 0,04 |
| Aromatic hydrocarbons | | | |
| Benzene | | mg/l | 0,01 |
| Toluene | | mg/l | 0,7 |
| Xylenes | | mg/l | 0,5 |
| Ethylbenzene | | mg/l | 0,3 |
| Styrene | | mg/l | 0,02 |
| Chlorinated benzenes | | | |
| 1,2 Dichlorobenzene (1,2-DCB) | | mg/l | 1 |
| 1,4 Dichlorobenzene (1,4-DCB) | | mg/l | 0,3 |
| Lain-lain | | | |
| Di(2-ethylhexyl)phthalate | | mg/l | 0,008 |
| Arcylamide | | mg/l | 0,0005 |

Lanjutan 2

| | | | | |
|---|---|--------------------|---------|-------|
| | <i>Epichlorohydrin</i> | mg/l | 0,0004 | |
| | <i>Hexachlorobutadiene</i> | mg/l | 0,0006 | |
| | <i>Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)</i> | mg/l | 0,06 | |
| | <i>Nitrilotracetic acid (NTA)</i> | mg/l | 0,02 | |
| C | <i>Pestisida</i> | | | |
| | <i>Alachlor</i> | mg/l | 0,02 | |
| | <i>Aldicarb</i> | mg/l | 0,01 | |
| | <i>Aldrin dan dieldrin</i> | mg/l | 0,00003 | |
| | <i>Atrazine</i> | mg/l | 0,002 | |
| | <i>Carbofuran</i> | mg/l | 0,007 | |
| | <i>Chlordane</i> | mg/l | 0,0002 | |
| | <i>Chlorotoluron</i> | mg/l | 0,003 | |
| | <i>DDT</i> | mg/l | 0,001 | |
| | <i>1,2-Dibromo-3-chloropropane (DBCP)</i> | mg/l | 0,001 | |
| | <i>2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)</i> | mg/l | 0,03 | |
| | <i>1,2 Dichloropropane</i> | mg/l | 0,04 | |
| | <i>Isoproturon</i> | mg/l | 0,009 | |
| | <i>Linndane</i> | mg/l | 0,002 | |
| | <i>MCPA</i> | mg/l | 0,002 | |
| | <i>Methoxychlor</i> | mg/l | 0,02 | |
| | <i>Metolachlor</i> | mg/l | 0,01 | |
| | <i>Molinate</i> | mg/l | 0,006 | |
| | <i>Pendimethalin</i> | mg/l | 0,02 | |
| | <i>Pentachlorophenol (PCP)</i> | mg/l | 0,009 | |
| | <i>Permethrin</i> | mg/l | 0,3 | |
| | <i>Simazine</i> | mg/l | 0,002 | |
| | <i>Trifluralin</i> | mg/l | 0,02 | |
| | <i>Chlorophenoxy herbicides selain 2,4 D dan MCPA</i> | | | |
| | | <i>2,4-DB</i> | mg/l | 0,09 |
| | | <i>Dichlorprop</i> | mg/l | 0,1 |
| | | <i>Fenoprop</i> | mg/l | 0,009 |
| | <i>Mecoprop</i> | mg/l | 0,001 | |
| | <i>2,4,5 Trichlorophenoxyacetic acid</i> | mg/l | 0,009 | |
| d | <i>Desinfektan dan hasil sampingannya</i> | | | |
| | <i>Desinfektan</i> | | | |
| | <i>Chlorine</i> | mg/l | 5 | |
| | <i>Hasil sampingan</i> | | | |
| | <i>Bromate</i> | mg/l | 0,01 | |

Lanjutan 3

| | | | |
|---|---|------|------|
| | <i>Chlorate</i> | mg/l | 0,7 |
| | <i>Chlorite</i> | mg/l | 0,7 |
| | <i>Chlorophenols</i> | | |
| | <i>2,4,6- Trichlorophenol (2,4,6-TCP)</i> | mg/l | 0,2 |
| | <i>Bromoform</i> | mg/l | 0,1 |
| | <i>Dibromochloromethane (DBCM)</i> | mg/l | 0,1 |
| | <i>Bromodichloromethane (DBCM)</i> | mg/l | 0,06 |
| | <i>Chloroform</i> | mg/l | 0,3 |
| | <i>Chlorinated acetic acids</i> | | |
| | <i>Dichloroacetic acid</i> | mg/l | 0,05 |
| | <i>Trichloroacetic acid</i> | mg/l | 0,02 |
| | <i>Chloral hydrate</i> | | |
| | <i>Halogenated acetinitriles</i> | | |
| | <i>Dichloroacetone</i> | mg/l | 0,02 |
| | <i>Dibromoacetone</i> | mg/l | 0,07 |
| | <i>Cyanogen chloride (sebagai CN)</i> | mg/l | 0,07 |
| 2 | RADIOAKTIFITAS | | |
| | <i>Gross alpha activity</i> | bq/l | 0,1 |
| | <i>Gross beta Activity</i> | bq/l | 1 |

(Sumber : Permenkes Nomor 492/MEKES/PER/IV/2010)

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.

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.

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.

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

Eksploitasi sumber-sumber air secara masal oleh rumah tangga Di Negara berkembang 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.

2.5 Kebutuhan Air

Menghitung kebutuhan air bersih yang diperlukan penduduk Bagus Kuning, Kecamatan Plaju, 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 2.4** 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. Terlihat pada **tabel 2.4 dan tabel 2.5**.

Tabel 2.4 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 : Departemen Pekerjaan Umum, 2013)

Menurut Departemen Pekerjaan Umum, standar kebutuhan air domestik dapat dilihat pada **tabel 2.5** sebagai berikut :

Tabel 2.5 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 industri
- 2) Penggunaan umum yaitu penggunaan air untuk bangunan-bangunan pemerintah, rumah sakit, sekolah-sekolah dan tempat ibadah. Dihitung dengan asumsi menurut Standar Nasional Indonesia dan PDAM Plaju, yang terdapat pada **tabel 2.6 dan tabel 2.7.**

Tabel 2.6 Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kota Kategori I, II, III, IV

| SEKTOR | NILAI | SATUAN |
|-------------|-------|--------------------|
| Sekolah | 10 | liter/murid/hari |
| Rumah Sakit | 200 | liter/bed/hari |
| Puskesmas | 2000 | liter/unit/hari |
| Masjid | 3000 | 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 2.7 Kebutuhan Air Non Domestik (PDAM)

| Kategori Pemakai | Unit Pemakaian | Pemakaian Air (l/hari/unit) | Sumber Data |
|------------------|----------------|-----------------------------|--|
| Bank | Bangunan | 5.700 | PDAM |
| Barak tentara | Orang | 60 | GKW <i>Consult</i> |
| Cucian Mobil | Bangunan | 6.000 | GKW <i>Consult</i> |
| Hotel | Tempat Tidur | 140 | GKW <i>Consult</i> |
| Industri | Luas | 10.000 | GKW <i>Consult</i> |
| Kantor | Pekerja | 10 | KIMPRASWIL : Petunjuk Pelaksanaan Air Bersih (Nov) |
| Pabrik | Bangunan | 2.500 | GKW <i>Consult</i> |
| Pasar | Luas | 12.000 | KIMPRASWIL : Petunjuk Pelaksanaan Air Bersih (Nov) |
| Restoran | Tempat duduk | 100 | KIMPRASWIL : Petunjuk Pelaksanaan Air Bersih (Nov) |
| Ruko | Bangunan | 150 | GKW <i>Consult</i> |
| Rumah Sakit | Tempat Tidur | 200 | GKW <i>Consult</i> |
| Salon | Bangunan | 1.500 | GKW <i>Consult</i> |
| Sekolah | Pelajar | 10 | KIMPRASWIL : Petunjuk Pelaksanaan Air Bersih (Nov) |
| Sport Center | Luas | 12.000 | GKW <i>Consult</i> |
| Supermaket | Bangunan | 7.500 | GKW <i>Consult</i> |
| Tempat Ibadah | Bangunan | 2.000 | KIMPRASWIL : Petunjuk Pelaksanaan Air Bersih (Nov) |

(Sumber : *PDAM Tirta Musi,*)

2.6 Faktor Yang Mempengaruhi Penggunaan Air

Ada beberapa diantara berbagai faktor yang mempengaruhi besarnya penyediaan air, antara lain:

1. Iklim

Kebutuhan air untuk mandi, menyiram tanaman, pengaturan udara bagainya akan lebih besar pada iklim hangat dan kering dari pada di iklim yang dingin.

2. Ciri-ciri Penduduk

Pemakaian air dipengaruhi oleh status ekonomi dari langganan. Pemakaian air di daerah-daerah pedesaan jauh lebih rendah dari pada di daerah perkotaan.

3. Masalah Lingkungan Hidup

Meningkatnya perhatian masyarakat terhadap berlebihnya pemakaian sumber-sumber daya yang telah menyebabkan berkembangnya alat-alat yang dapat dipergunakan untuk mengurangi jumlah pemakaian air di daerah pemukiman.

4. Industri dan Perdagangan

Jumlah penggunaan air yang sebenarnya tergantung pada besarnya pabrik dan jenis industri.

5. Iuran Air dan Materai

Bila harga air mahal, orang akan lebih menahan diri dalam pemakaian air dan industri mungkin akan mengembangkan pesediaannya sendiri dengan biaya yang lebih murah.

6. Ukuran kota

Penggunaan air per kapita pada sekelompok masyarakat yang mempunyai jaringan limbah cenderung untuk lebih tinggi di kota-kota besar daripada kotakota kecil.

2.7 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 dan kota kecil sebesar 1,25-1,75.

2.8 Sistem Pendistribusian Air Bersih

Sistem Pendistribusian air bersih adalah sistem langsung berhubungan dengan konsumen yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat-syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini meliputi unsur sistem yang pemipaan, dan reservoir distribusi.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18/PRT/M/200 tujuan pengoperasian unit distribusi ini untuk mengalirkan air hasil olahan, keseluruhan jaringan distribusi untuk agar sampai di semua unit pelayanan sesuai dengan standar pelayanan yang telah ditetapkan baik dari segi kuantitas, kualitas dan kontinuitas.

Dalam perencanaan distribusi air bersih, beberapa faktor yang harus diperhatikan, diantaranya yaitu :

- 1) Daerah layanan dan jumlah penduduk yang akan dilayani, jumlah penduduk yang dilayani tergantung pada :
 - a. Kebutuhan
 - b. Kemauan/minat
 - c. Kemampuan atau tingkat sosial ekonomi masyarakat

Sehingga dalam satu daerah belum tentu semua penduduk terlayani.

- 2) Kebutuhan air debit adalah debit air yang harus disediakan untuk daerah Pelayanan.
- 3) Letak topografi daerah layanan, yang akan menentukan sistem jaringan dan pola aliran yang sesuai.
- 4) Jenis sambungan sistem

Untuk jenis sambungan dalam sistem distribusi air bersih dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu :

- a. Sambungan langsung
- b. Sambungan halaman
- c. Hidran umum
- d. Terminal air
- e. Kran umum

2.9 Metode Distribusi

Adalah suatu proses pendistribusian air ke konsumen dengan berbagai tujuan tergantung dari kondisi lainnya. Metode yang digunakan adalah :

1) Metode Gravitasi

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

2) Distribusi Pompa dengan Menggunakan *Reservoir*

Metode ini merupakan metode yang cukup ekonomis, karena pemompaan tidak berlangsung secara terus menerus. Air yang dipompakan yang melebihi kebutuhan akan mengalir ke *reservoir*, jika kebutuhan air memuncak maka air yang berada didalam *reservoir* akan mengalir ke daerah konsumen atau daerah pelanggan. Disini kami akan merancang menggunakan metoda Distribusi Pompa dengan Menggunakan Reservoir.

2.10 Jenis-jenis Sistem Distribusi Air Bersih

2.10.1 Sistem Bercabang

Pada sistem ini ujung pipa percabangan dari pipa utama biasanya tertutup sehingga menyebabkan tertutupnya kotoran yang mengganggu pendistribusian air. Untuk lebih jelasnya seperti pada **Gambar 2.1** Sistem Distribusi Pipa Bercabang.

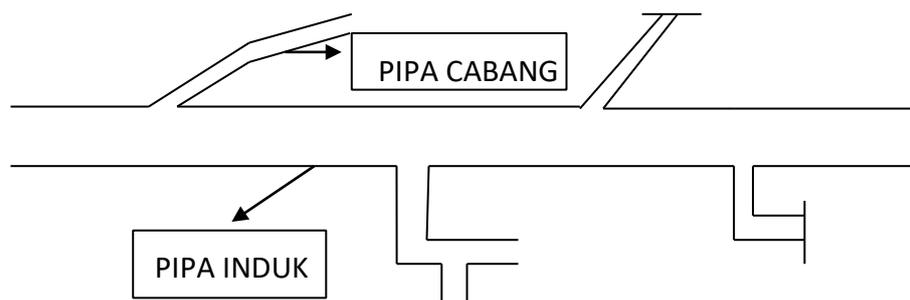
Pada pemakaiannya sistem pipa bercabang ini memiliki beberapa keuntungan dan kerugiannya, diantaranya sebagai berikut:

Keuntungan dari sistem bercabang , yaitu :

- a) Sangat baik untuk areal menurun (pegunungan)
- b) Cukup ekonomis karena jalurnya relative lebih pendek sehingga pipa yang dibutuhkan lebih sedikit.
- c) Tekanan air cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan untuk pengaliran air.
- d) Mudah dalam operasi karena adanya titik mati kotoran yang terbawa selama pengaliran dapat dibuat pada titik akhir pengalihan.
- e) Mudah dalam perbaikan, bila ada kerusakan pada satu titik tertentu untuk melakukan perbaikan cukup menutup aliran dititik di atasnya dan perbaikan dapat dilakukan.

Sedangkan kerugian dari sistem bercabang , yaitu :

- a) Bila aliran terputus, misalnya karena ada kerusakan pada suatu titik otomatis titik yang ada dibawahnya akan terganggu selama perbaikan.
- b) Tidak bisa melayani peningkatan kebutuhan atau lonjakan kebutuhan air secara tiba-tiba karena tidak ada aliran dari daerah lain. Terlihat pada **gambar 2.1**



Gambar 2.1 Sistem distribusi pipa bercabang

2.10.2 Sistem *grid* (petak)

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 staguasi. Untuk lebih jelasnya sistem distribusi pipa *grid* (petak) dapat dilihat pada **gambar 2.2**

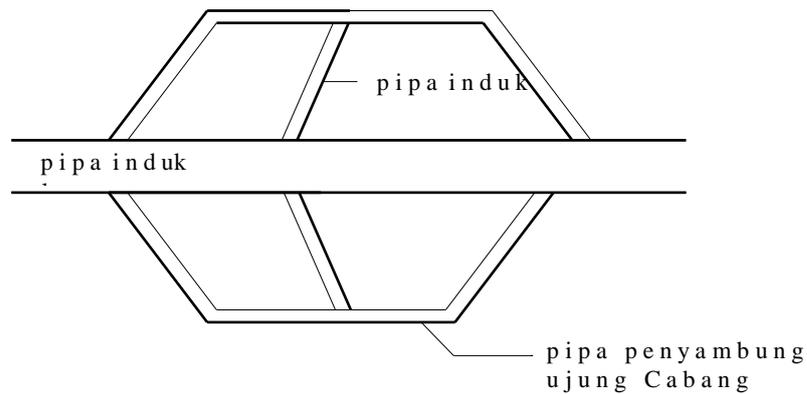
Pada pemakaiannya sistem pipa bercabang ini memiliki beberapa keuntungan dan kerugiannya, diantaranya sebagai berikut :

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.

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.



Gambar 2.2 Sistem distribusi pipa petak (*grid*)

2.10.3 Sistem Melingkar (loop)

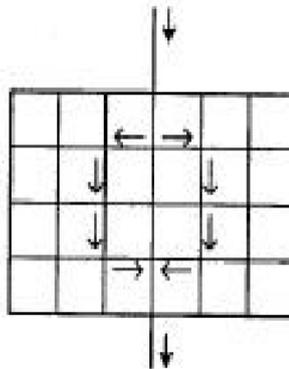
Pipa induk utama terletak mengelilingi daerah layanan. Pengambilan dibagi menjadi dua dan masing-masing mengelilingi batas daerah layanan, dan keduanya bertemu kembali di ujung. Pipa perlintasan (*cross*) menghubungkan kedua pipa induk utama. Di dalam daerah layanan, pipa pelayanan utama terhubung dengan pipa induk utama. Sistem ini paling ideal.

Kelebihan:

- a. Setiap titik mendapat suplai dari dua arah.
- b. Saat terjadi kerusakan pipa, air dapat disediakan dari arah lain.
- c. Untuk memadamkan kebakaran, air tersedia dari segala arah.
- d. Desain pipa mudah.

Kekurangan:

- a. Membutuhkan lebih banyak pipa.



Gambar 2.3 Sistem distribusi melingkar (loop)

Keterangan :

-  : Arah aliran air
-  : Pipa induk utama
-  : Pipa induk sekunder

Gambar 2.3 Sistem distribusi pipa berbingkai (*ring*)

2.11. Jenis-jenis Pipa dan Alat Sambung

2.11.1 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.

a. Pipa Utama

Pipa utama atau pipa induk adalah pipa yang membawa pertama kali air yang dikeluarkan dari pompa yang berasal dari bak-bak pengilangan 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.

b. 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.

c. 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.

d. 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.

e. 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.

f. 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.

g. 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.

2.11.2 Alat Sambung Pipa

Alat Sambung pipa atau Aksesoris merupakan keterbatasan panjang dan pipa yang dijual dipasaran maka dalam pekerjaan suatu instansi kita tidak akan lepas dari penyambungan-penyambungan. Macam-macam alat sambung yang dapat digunakan dalam perancangan jaringan pipa distribusi, antara lain (PDAM Tirta Musi ,2018) :

- a. *Tee*, berfungsi untuk mengalirkan air secara menyilang



Gambar 2.4

- b. *Bend*, digunakan pada penyambung pipa yang berbelok.



Gambar 2.5

- c. *Valve*, berfungsi untuk mengatur aliran, menutup dan membuka aliran serta mengontrol tekanan aliran.



Gambar 2.6

- d. *Reducer*, berfungsi untuk menyambung dua pipa dengan diameter yang berbeda.



Gambar 2.7

2.12 Langkah-Langkah Perhitungan Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi

2.12.1 Analisis Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan pertumbuhan penduduk pada daerah kelurahan Bagus Kuning untuk beberapa tahun kedepan, kami menggunakan dengan 3 metode perhitungan diantaranya :

a. Metode Perhitungan Aritmatika

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 :

$$P_n = P_o + k_a (T_n - T_o) \dots\dots\dots(2.1)$$

$$K_a = (P_2 - P_1) / (T_2 - T_1) \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

P_n : Jumlah penduduk tahun ke-n

P_o : Jumlah penduduk pada tahun awal

T_n : Tahun ke-n (yang akan diproyeksikan)

T_o : Tahun awal

K_a : Konstanta

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

b. Metode Perhitungan Geometrik

Digunakan untuk meramalkan data/kejadian lain yang perkembangannya atau pertumbuhannya sangat cepat untuk keperluan proyeksi penduduk, metode ini digunakan bila data 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 :

$$P_n = P_o(1+r)^n \dots\dots\dots(2.3)$$

$$r = \left(\frac{P_n}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- P_n : Jumlah penduduk tahun ke-n
- P_o : Jumlah penduduk pada tahun awal
- r : Tingkat pertumbuhan penduduk
- n : Jumlah interval tahun

c. Metode Perhitungan Regresi Eksponensial

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

Rumus :

$$P_n = P_o - e^{B(T_n - T_o)} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$B = [\ln (P_n/P_1)] / (T_2 - T_1) \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

- B : Konstata
- P_n : Jumlah penduduk tahun ke-n
- P_o : Jumlah penduduk tahun pertama
- E : Bilangan Eksponensial ($e = 2,718281828$)
- T_o : Tahun awal
- T_n : Tahun ke-n
- P_1 : jumlah penduduk tahun ke-1
- P_2 : Jumlah penduduk tahun ke-2
- T_1 : Tahun pertama yang diketahui
- T_2 : Tahun terakhir yang diketahui

d. Metode Perhitungan Standar Deviasi

Untuk mengetahui metode mana yang paling tepat dalam memproyeksikan pertumbuhan penduduk, perlu dilakukan uji korelasi dengan mencari kecenderungan penduduk 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.

Rumus Standar Deviasi :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(Y-Y_r)^2}{n}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

- SD = Standar deviasi
 Y = Jumlah Populasi Tahun ke-n
 Yr = Jumlah Populasi dari Tahun ke-n sampai Tahun terakhir
 n = Jumlah tahun

2.12.2 Perhitungan Hidrolis

Perhitungan hidrolis untuk kehilangan tinggi tekan (*Head Loss*) akibat gesekan (Hgs) menggunakan persamaan manning – gauckler – strickler yaitu : (TEDC Bandung , 2005)

$$Hgs = \frac{V^2 \cdot l}{Kst^2 \cdot R^{\frac{4}{3}}} = \frac{V^2 \cdot l \cdot 4^{\frac{4}{3}}}{Kst^2 \cdot d^{\frac{4}{3}}} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi \cdot d^2} \longrightarrow V^2 = \frac{16Q^2}{\pi^2 \cdot d^4} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$Hgs = \frac{16Q^2 / 1,4^{\frac{4}{3}}}{\pi^2 \cdot Kst^2 \cdot d^{\frac{4}{3}} \cdot d^4} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$Hgs = \frac{101,61 \cdot 1}{\pi^2 \cdot Kst^2 \cdot d^{\frac{16}{3}}} \cdot Q^2 \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\text{Maka, } K = \frac{101,61 \cdot 1}{\pi^2 \cdot Kst^2 \cdot d^{\frac{16}{3}}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

- l = Panjang pipa
 Kst = Koefisien kekasaran saluran
 d = Diameter pengaliran
 Kst = $\frac{1}{n}$, dimana n merupakan konstanta numeric

2.12.3 Dimensi Pipa

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

$$Q = v \cdot A \dots\dots\dots (2.13)$$

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \dots\dots\dots (2.14)$$

$$d = \frac{\sqrt{4Q}}{v} \dots\dots\dots (2.15)$$

dimana :

Q : Debit pengaliran (m³/detik)

v : Kecepatan pengaliran (m/detik)

A : Luas penampang (m²)

d : Diameter (m)

2.12.4 Debit Penyadapan

Debit penyadapan untuk satu sambungan rumah atau fasilitas untuk per detiknya dapat dihitung secara :

$$Q = \frac{\text{Kebutuhan/orang/hari} \times \text{jumlah orang}}{\text{waktu pemakaian rata-rata/hari}} \dots\dots\dots (2.16)$$

2.12.5 Debit Pelayanan

Menghitung debit pelayanan pada suatu daerah yang direncanakan dapat dihitung dengan cara :

a. Debit pelayanan untuk sambungan rumah (Q domestik)

$$= \sum \text{sambungan rumah} \times \text{debit penyadapan 1 sambungan rumah}$$

b. Debit pelayanan untuk fasilitas Umum (Q non domestik)

$$= \sum \text{fasilitas umum} \times \text{debit penyadapan 1 fasilitas umum}$$

c. Total Debit Pelayanan

$$Q_{total} = Q_{domestik} + Q_{non domestik} \dots\dots\dots (2.17)$$

2.12.6 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 penuh dialiri cairan. Oleh sebab itu 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

$$H_{gs} = \lambda \frac{l \cdot v^2}{d \cdot 2g} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

Hgs : 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)

Menentukan nilai λ dengan Diagram Moody :

b . Hitungan bilangan Reynold

$$Re = \frac{v \cdot d}{u} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

Re : Bilangan Reynold

v : kecepatan aliran (m/detik)

d : Diameter Pipa (m)

u : viskositas kinematik zat cair (tergantung suhu)

c. Hitungan Kekerasan Relatif

$$\frac{K_s}{d} \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana :

Ks = Kekasaran mutlak (tergantung bahan)

d = Diameter Pipa

d. Tentukan nilai λ dengan diagram Moody

Persamaan Manning – Gauckler – Stickler :

$$H_{gs} = \frac{v^2 \cdot l}{K_{st}^2 \cdot R^{\frac{4}{3}}} \dots\dots\dots 1 \dots\dots (2.21)$$

$$Q = v \cdot A \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana :

Q : Debit Pengaliran (m³/detik)

K_{st} : Koefisien gesekan pipa strickler

l : Panjang pipa (m)

d : Diameter Pipa (m)

n : Konstanta numeric

H_{gs} : Hilang tinggi tekanan karena gesekan

v : kecepatan aliran (m/detik)

R : Jari – Jari Hidrolik → d = 4R

Tabel 2.8 Nilai Koefisien Manning

| No | Jenis (Material Pipa) | N |
|----|-----------------------------------|-------|
| 1 | <i>Asbestos Cement Pipe (ACP)</i> | 0,09 |
| 2 | Tembaga | 0,010 |
| 3 | Pipa Beton | 0,011 |
| 4 | Besi Tuang | 0,012 |
| 5 | <i>Galvanized Iron Pipe (GIP)</i> | 0,013 |
| 6 | Pipa Besi | 0,014 |
| 7 | <i>Welded Steel Pipe</i> | 0,015 |
| 8 | <i>Riveted Steel Pipe</i> | 0,016 |
| 9 | PVC | 0,017 |
| 10 | HDPE | 0,018 |

(Sumber : Dharmasetiawan ,2004)

Dalam saluran pipa hilang tinggi tekan sering diabaikan karena tidak menyebabkan kesalahan yang terlalu banyak pada perhitungan.

2) Hilang tinggi tekanan kecil

Hilang tinggi tekanan kecil disebabkan oleh :

- a. Pembesaran tiba-tiba dan penyempitan tiba-tiba
- b. Perubahan arah/ tikungan pipa
- c. Pipa Bercabang

2.12.7 Fluktuasi Pemakaian Air

Fluktuasi pemakaian air adalah penggunaan air oleh konsumen dari waktu ke waktu dalam skala jam, hari, minggu, bulan maupun dari tahun ke tahun yang hampir sama secara terus menerus. Sesuai dengan keperluan perencanaan sistem yang penyediaan air bersih maka terdapat 2 pengertian yang ada kaitannya dengan fluktuasi pelayanan air, yaitu :

1. Fluktuasi kebutuhan air pada hari maksimum ($F_{\text{hari maks}} = 1,1 - 1,7$)
 Kebutuhan air pada hari maksimum = $\text{Keb.Air} \times F_{\text{hari maks}}$
2. Fluktuasi kebutuhan air pada jam maksimum ($F_{\text{jam maks}} = 1,5 - 3,0$)
 Kebutuhan air pada jam maksimum = $\text{Keb.Air} \times F_{\text{jam maks}}$

2.12.8 Perhitungan Volume Reservoir

Sistem distribusi air minum terdiri dari jaringan perpipaan berikut reservoir distribusi. Dalam distribusi reservoir memiliki tiga fungsi pokok, yaitu :

1. Sebagai penyeimbang aliran
2. Sebagai penyeimbang tekanan
3. Sebagai distributor

Menurut konstruksinya, dikenal dua macam reservoir, yaitu :

- a. *Reservoir* di permukaan tanah (*ground tank*)
Reservoir ini dapat dibuat dengan volume yang sangat besar dan biasanya berupa konstruksi beton.
- b. *Reservoir* diatas kaki (menara air atau *water tower/elevated tank*)
Reservoir ini dibuat untuk dengan volume terbatas dan biasanya berupa konstruksi baja atau beton.

Sedangkan menurut cara pengalirannya, juga dikenal dua macam reservoir, yaitu :

- a. *Reservoir* tinggi
 Yaitu reservoir yang cara pengalirannya kesehatan perpipaan distribusi adalah secara gravitasi. *Reservoir* yang termasuk jenis ini, tidak bergantung pada letaknya diatas tanah. *Ground reservoir* dapat saja merupakan *reservoir* tinggi jika terletak didaerah dengan elevasi tinggi sehingga memungkinkan pengaliran secara gravitasi.

b. *Reservoir* rendah

Yaitu *reservoir* yang pengaliran airnya ke sistem perpipaan distribusi memerlukan pemompaan. *Reservoir* jenis ini biasanya memerlukan *reservoir* di permukaan tanah (*ground tank*). Volume *reservoir* dihitung berdasarkan selisih antara suplai dan pemakaian air per jam. Dalam penentuan volume *reservoir* digunakan cara analisa dengan menghitung persen tiap jam pemakaian berdasarkan tabel fluktuasi pemakaian air.

Untuk *reservoir* yang digunakan pada perencanaan ini secara menurut pengalirannya menggunakan *reservoir* rendah. Dan untuk perhitungan volume *reservoir* rendahnya dapat dilakukan dengan cara perhitungan berikut :

$$\text{Produksi Air Komulatif} = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{1000} \times 3600 \dots\dots\dots(2.23)$$

$$\text{Pemakaian Air} = \text{Produksi Air} \times 24 \times \% \text{ pemakaian air} \dots\dots\dots(2.24)$$

$$\text{Pemakaian Komulatif} = \text{Pemakaian Air} + \text{Pemakaian Air selanjutnya} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$\text{Sisa Air} = \text{Produksi Komulatif} - \text{Pemakaian Air} \dots\dots\dots(2.26)$$

$$\text{Volume Reservoir} = \text{Jumlah sisa air terbesar} - \text{Jumlah sisa air tercukupi}$$

2.12.9 Perhitungan *Hardy Cross*

Dianggap bahwa karakteristik pipa dan aliran masuk dan meninggalkan jaringan pipa diketahui dan akan dihitung debit pada setiap elemen dari jaringan tersebut. Jika tekanan pada seluruh jaringan juga dihitung maka tinggi tekanan pada satu titik harus diketahui.

Prosedur perhitungan dengan metode *hardy cross* (Pangaribuan dan P Tachyan, 2007) adalah sebagai berikut :

1. Pilih pembagian debit melalui tiap – tiap pipa Q_0 hingga terpenuhi syarat kontinuitas.
2. Hitung kehilangan tinggi tekanan ($H_g = K \cdot Q^2$) di tiap pipa.

$$K = \frac{101,61 \cdot 1}{\pi^2 \cdot Kst^2 \cdot d^5} \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana :

- K : Koefisien hilang tekan
 Q : Debit Pengaliran (m³/detik)
 l : Panjang pipa (m)
 d : Diameter pipa (m)

3. Bagi jaringan pipa menjadi beberapa jaringan tertutup sehingga tiap pipa termasuk dalam paling sedikitnya satu jaringan.
4. Hitung jumlah hilang tinggi tekanan sekeliling tiap jaringan ($\sum H_{gs} = 0$)
5. Hitung nilai $\sum H_{gs} / Q$ untuk tiap jaringan.
6. Pada tiap jaringan diadakan koreksi debit ΔQ , supaya kehilangan tinggi tekanan dalam jaringan seimbang. Adapun koreksinya adalah sebagai berikut:

$$\Delta Q = \frac{\sum K \cdot Q^2}{2 \cdot \sum K \cdot Q_0^2} \dots\dots\dots (2.28)$$

7. Debit yang telah dikoreksi sebesar $Q = Q_0 + \Delta Q$, prosedur dari 1 sampai 4 diulangi hingga akhirnya $\Delta Q = 0$, dengan Q adalah debit sebenarnya, Q_0 adalah debit yang dimisalkan dan ΔQ adalah debit hasil koreksi.

2.13. Persiapan Rencana Pelaksanaan

2.13.1 *Network planning* (NWP)

Network Planning (NWP) merupakan suatu cara atau teknik baru didalam perencanaan dan pengawasan suatu proyek. Disamping itu *Network Planning* juga merupakan salah satu bentuk yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek. Proyek yang dihasilkan dari *Network Planning* ini dalam kegiatan-kegiatan yang ada dalam proyek :

Network Planning memiliki beberapa tipe, yaitu sebagai berikut :

1. *Preseden/ PDM (Precedence Diagram Method)* .
2. *Metode Jalur Kritis/ Critical Path Method (CPM)*.
3. *Diagram Evaluation and Review Technique (PERT)*.
4. *Grafiz Evaluation and Review Technique (GERT)*.

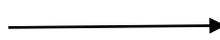
A. Manfaat *Network Planning* (NWP)

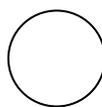
Ada beberapa manfaat yang dapat dirasakan dari pemakaian analisis *network* adalah sebagai berikut :

- 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 preventif.
- 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 *Network Planning (NWP)*

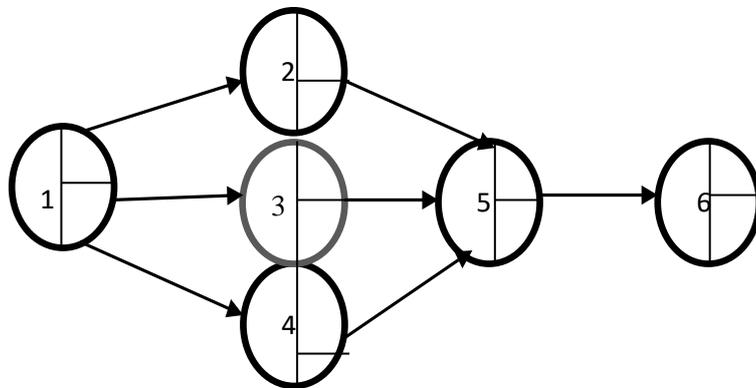
Network adalah grafik dari suatu rencana produk yang menunjukkan interelasi dari berbagai aktifitas. *Network* juga sering disebut diagram panah, apabila hasil-hasil perkiraan dan perhitungan waktu telah dibubuhkan pada *network* maka ini dapat dipakai sebagai jadwal proyek (*project schedule*). Untuk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

 : *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.

 : *Node / event* yang merupakan lingkaran bulat yang artinya saat peristiwa atau kejadian yaitu pertemuan dari permulaan dari akhir kegiatan.

- — — — — → : *Dummy* / anak panah terputus-putus yang menyatakan kegiatan yaitu pertemuan dari permulaan dan akhir kegiatan.
- : Lintasan Kritis menunjukkan pekerjaan yang tidak boleh terlambat satu hari pun karena akan menghambat waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

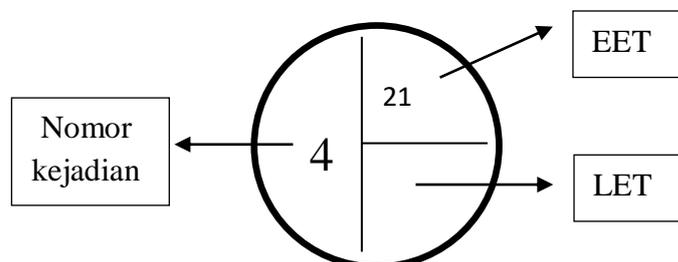
Contoh penggunaan simbol tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 2.8 Contoh Bentuk NWP

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

Keterangan Node :



Gambar 2.5 Keterangan *Node*

- Nomor Kejadian, yaitu Nomor untuk kegiatan yang akan dilakukan
- EET (*Earliest Event Time*) yaitu menunjukkan kapan waktu paling cepat untuk pekerjaan itu di mulai

- LET (*Latest Event Time*) yaitu menunjukkan kapan waktu paling lambat pekerjaan itu untuk di mulai.

2.13.2 Barchat

Dalam dunia konstruksi, teknik penjadwalan yang paling sering digunakan adalah *barchat* atau diagram batang atau bagan balok. Barchat adalah kumpulan 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 di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagas. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya.

2.13.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) suatu bangunan atau proyek ialah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

Tujuan dari pembuatan RAB ialah untuk mengetahui harga bagian atau item pekerjaan sebagai pedoman untuk mengeluarkan biaya-biaya dalam masa pelaksanaan pembangunan. Selain itu juga bertujuan supaya bangunan yang akan didirikan dapat dilaksanakan dengan efektif dan efisien. Efektif dan efisien disini dimaksudkan untuk memungkinkan kita mendirikan bangunan dengan perhitungan biaya yang tepat dan ekonomis, namun bangunan yang dihasilkan tetap berkualitas sesuai dengan standar yang berlaku.

Sedangkan fungsi dari RAB adalah sebagai pedoman pelaksanaan pekerjaan dan sebagai alat pengontrol pelaksanaan pekerjaan. Melalui RAB inilah kita bisa memperhitungkan dan mengetahui secara pasti berapa biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan bangunan sesuai dengan permintaan *owner*.

2.13.4 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.