

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH PDAM KOTA SALATIGA

Arif Kurniawan, Agus Priyanto, Suripin^{*)}, Salamun^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Pelayanan penyediaan air minum PDAM kota Salatiga masih dihadapkan pada berbagai masalah teknis, keuangan dan kelembagaan. Untuk mengatasi berbagai masalah tersebut dibutuhkan suatu strategi bagaimana memperbaiki permasalahan yang ada berdasarkan aspek teknis, finansial dan kelembagaan. Dengan penyusunan strategi tersebut diharapkan, peningkatan pelayanan air minum kepada masyarakat, agar mendapat akses dan penurunan tingkat kehilangan air hingga mencapai 25% dapat tercapai target 85%. Hasil evaluasi aspek teknis menunjukkan bahwa ketersediaan sumber air baku wilayah kota salatiga belum memenuhi untuk kebutuhan air minimum penduduk hingga 10 tahun kedepan, cakupan pelayanan yang masih rendah, tingkat kebocoran masih tinggi dan kondisi eksisting jaringan pipa transmisi dan distribusi masih perlu dibenahi. Sedangkan hasil kinerja PDAM kota Salatiga yang lebih baik diperlukan beberapa strategi terkait bidang keuangan, manajemen dan teknik

kata kunci : *strategi, jaringan distribusi, peningkatan pelayanan, PDAM Kota Salatiga*

ABSTRACT

PDAM water supply services Salatiga still faced with various technical, financial and institutional problems. To overcome these problems we need a strategy of how to remedy the problems based on technical, financial and institutional aspects. With these strategies, it's expected, the water services to the community can be improved, in order to get access and reduction of water loss up to 25% can be achieved the target of 85% services. Evaluation results so that the availability of the technical aspects of water sources Salatiga urban areas do not meet the minimum water needs up to 10 years, coverage is still low, the leakage rate is still high and the condition of the existing transmission and distribution pipelines still need to be addressed. While a better performance of PDAM Salatiga needs take a few strategies related to finance and management techniques.

keywords: *strategy, distribution network, enhanced customer service, PDAM Salatiga regency*

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perencanaan sumber air dan distribusi jaringan air bersih PDAM kota Salatiga, kita ketahui ketersediaan air bersih yang dihadapi oleh penduduk di wilayah Salatiga adalah bagaimana cara menyalurkan air dari sumber air tersebut secara optimal.

Maksud Dan Tujuan

Maksud dari perencanaan sistem penyediaan air bersih PDAM Kota Salatiga adalah untuk penataan dan pengembangan jaringan distribusi air bersih dengan efektif dan efisien.

Adapun tujuan Perencanaan sistem penyediaan air bersih PDAM Kota Salatiga :

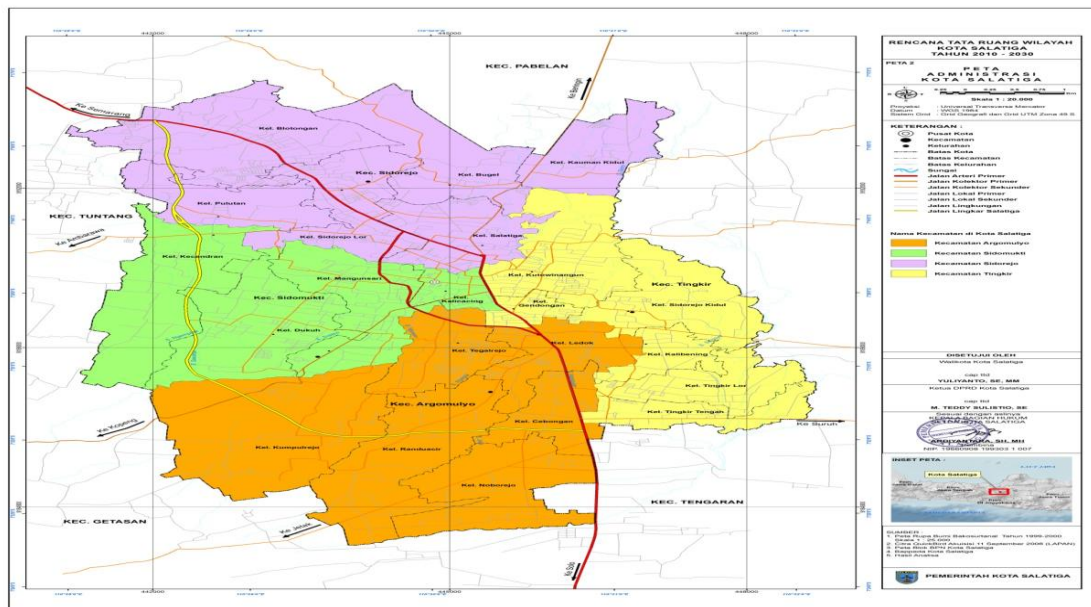
1. Memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kota Salatiga sampai dengan tahun 2021
2. Meningkatkan pelayanan terhadap konsumen melalui peningkatan operasional dan pemeliharaan (*maintenance*).

Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup pembahasan adalah :

1. Mengevaluasi kondisi eksisting sistem penyediaan air bersih yang ada saat ini Meliputi kondisi sumber air dan tingkat pelayanan air bersih.
2. Mengetahui rencana pengembangan tingkat layanan, sistem transmisi dan *reservoir*, yang sesuai dengan pertumbuhan penduduk Kota Salatiga dengan memperhatikan kondisi lapangan yang ada
3. Merencanakan detail desain jaringan pipa sebagai solusi untuk memenuhi kebutuhan air bersih Kota Salatiga guna meningkatkan pelayanan.

Lokasi Perencanaan



Gambar 1. Peta Administrasi Kota Salatiga

STUDI PUSTAKA

Syarat - Syarat Mutu Air

Standar Kebutuhan Air

Standar kebutuhan air bersih ada 2 (macam) yaitu :

- a. Standar Kebutuhan Air Domestik
Standar kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih yang dipergunakan pada tempat-tempat hunian pribadi untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti: pemakaian air untuk minum, masak, mandi, cuci dan sanitasi. Satuan yang dipakai adalah liter/orang/hari. Besarnya kebutuhan air untuk keperluan domestik.
- b. Standar Kebutuhan Air Non Domestik
Standar kebutuhan air non domestik yaitu kebutuhan air bersih diluar keperluan rumah tangga. Kebutuhan air non domestik antara lain :
 - Penggunaan komersial dan Industri yaitu penggunaan air oleh badan-badan komersial dan industri.
 - Penggunaan umum yaitu penggunaan air untuk bangunan-bangunan pemerintahan, rumah sakit, sekolah-sekolah dan rumah ibadah.
- c. Kebocoran dan Kehilangan Air
Besarnya kebutuhan air akibat kebocoran dan kehilangan air cukup signifikan. Kebocoran dan kehilangan air disebabkan karena adanya sambungan legal dan kebocoran dalam sistem sebagian besar terjadi di aksesoris dan sambungan pipa.

Sistem Penyediaan Air Minum

Sistem Jaringan Induk distribusi

Dalam distribusi pada daerah permukiman yang digunakan adalah sistem jaringan pipa. Ada 3 (tiga) metode dalam jaringan pipa yaitu :

1. Sistem Cabang
2. Metode Melingkar (*Loop*)

Sistem Perpipaan Distribusi

Perencanaan sistem distribusi air minum dari pipa yang terbesar dan yang terkecil adalah sebagai berikut :

- a. Pipa Primer (*Supply Main Pipe*)
- b. Pipa sekunder (*Arterial main pipe*)
- c. Pipa Tersier
- d. Pipa service (*service connection*)

Perlengkapan Pipa

Perlengkapan yang ada pada sistem transmisi perpipaan air bersih antara lain *wash out*, berfungsi untuk penggelontor sedimen atau endapan yang ada pada pipa, *air valve*, berfungsi untuk mengurangi tekanan pada pipa sehingga pipa tidak pecah, *blow off*, *gate valve*, berfungsi untuk mengatur debit aliran, dan pompa.

Jenis Pipa

Menurut Hamar (1975), Steel (1960), dan Birdi (1976) jenis-jenis pipa yang digunakan pada sistem transmisi dan distribusi adalah cast iron, baja (steel) beton (concrete), asbestos cement dan plastic.

Penanaman Pipa

Perpipaan distribusi sedapat mungkin dipasang di dalam tanah. Hal ini untuk mengurangi kemungkinan rusaknya pipa secara fisik baik oleh tumbuhannya pohon atau kerusakan fisik lainnya. Kedalaman penanaman pipa dihitung dari permukaan tanah terhadap bagian atas pipa tergantung pada kondisi lapangan. Untuk kondisi lapangan biasa ditentukan 50 cm, sedangkan pipa yang dipasang di bawah jalan ditentukan 150 cm.

Fluktuasi Penggunaan Air

Menurut Al-Layla, M. Anis et al. (1978) konsumen air akan berubah sesuai dengan perubahan musim dan aktivitas masyarakat. Pada hari tertentu di setiap minggu, bulan atau tahun akan terdapat pemakaian air yang tersebut disebut pemakaian hari maksimum.

Perhitungan Kebutuhan Air

Dalam perhitungan, kebutuhan air didasarkan pada kebutuhan air rata-rata. Kebutuhan rata-rata dapat dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu kebutuhan air rata-rata harian dan kebutuhan harian maksimum.

Angka Pertumbuhan Penduduk

Angka pertumbuhan penduduk dalam proses dapat digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk untuk beberapa tahun mendatang. Pada dijadikan sebagai dasar perhitungan volume kebutuhan air di masa yang akan datang.

Teknik perencanaan Jaringan distribusi

Pipa adalah saluran tertutup dengan penampang lingkaran yang digunakan untuk mengalirkan fluida aliran penuh. Fluida yang dialirkan melalui pipa berupa zat cair atau gas, tekanan lebih besar atau lebih kecil dari tekanan atmosfer. Apabila zat cair di dalam pipa tidak penuh maka aliran termasuk aliran terbuka, karena mempunyai permukaan bebas. tekanan permukaan zat cair di sepanjang saluran terbuka adalah tekanan atmosfer.

Analisa Hidrolika Dalam Pipa

Menurut Triatmojo (1995) aliran dalam pipa merupakan aliran tertutup di mana air kontak dengan seluruh penampang saluran. Jumlah aliran yang mengalir melalui lintang aliran tiap satuan waktu disebut debit aliran.

Tekanan Air dan Kecepatan Aliran

Secara umum dapat dikatakan besarnya tekanan standard adalah $0,1 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan tekanan static sebaiknya diusahakan antara $4,0 - 5,0 \text{ kg/cm}^2$ untuk perkantoran dan antara $2,5-3,5 \text{ kg/cm}^2$ untuk hotel dan perumahan. Disamping itu beberapa macam peralatan plambing tidak dapat berfungsi dengan baik kalau tekanan airnya kurang dari batas minimum.

Kehilangan Tekanan (Headloss)

Macam kehilangan tekanan adalah : *major losses* terjadi akibat gesekan air dengan dinding pipa. Menurut Atang (1983), besarnya kehilangan tekanan karena gesekan dapat ditentukan dengan formula umum dari Dacy Weisbach.

Kebocoran

Kebocoran atau kehilangan air dapat dibagi menjadi dua yaitu :

1. Kehilangan Air Tercatat
2. Kehilangan tidak tercatat

EPANET

EPANET adalah program komputer yang secara luas melakukan periode simulasi dari hidrolika dan kualitas air dalam jaringan pipa bertekanan. Jaringan tersebut dapat terdiri dari pipa, titik (persimpangan pipa), pompa, katup, dan tangki penyimpanan atau *reservoir*.

METODOLOGI

Survey dan Investigasi

Kondisi Kota Salatiga saat ini masih mempunyai ketersediaan sumber air baku yang cukup tetapi hanya sebagian kecil penduduk Kota Salatiga mendapat layanan dari jaringan PDAM Kota Salatiga.

Observasi / Pengamatan

Karena peningkatan kebutuhan air bersih di Kota Salatiga dalam jangka waktu sekarang dan yang akan datang, maka perlu diupayakan peningkatan pelayanan kepada masyarakat dengan system yang sudah ada segala keterbatasan yang ada.

Perumusan masalah

Berdasarkan keadaan tersebut diatas, maka muncul permasalahan-permasalahan yang menyangkut penyediaan air bersih, diantaranya adalah :

1. Masih kurangnya tingkat pelayanan PDAM Kota Salatiga
2. Perlu pengembangan pendistribusian air bersih PDAM Kota
3. Salatiga sesuai dengan perkembangan wilayah Kota Salatiga.

Kajian Pustaka

Dalam hal ini dijelaskan mengenai teori dan dasar-dasar perencanaan yang dibutuhkan dalam perencanaan dan pengembangan jaringan distribusi air bersih.

ANALISIS DATA

Kondisi Wilayah Studi

Proyeksi penduduk

Metode yang digunakan untuk melakukan analisis kebutuhan adalah analisis kependudukan untuk mengetahui proyeksi penduduk pada masa yang akan datang tahun dasar 2007–2010. Perencanaan sistem air bersih pada suatu daerah harus memperhitungkan pertambahan jumlah penduduk, dapat dilihat dari data pertambahan penduduk yang terjadi (*data existing*) setelah data existing pertambahan penduduk diketahui maka akan dapat dihitung laju pertumbuhan penduduk (*i*) masing – masing untuk perhitungan proyeksi penduduk selama 10 (sepuluh) tahun, dari awal rencana (2011) sampai akhir tahun rencana (2021)

Untuk menghitung proyeksi penduduk digunakan dengan metode Geometrik dengan rumus:

$$P_n = P_o (1 + i)^n$$

Keterangan :

P_n = Jumlah penduduk setelah n tahun (2021)

P_o = Jumlah penduduk mula mula (2011)

I = presentase pertambahan penduduk tiap tahun (%)

N = Jangka waktu (Tahun)

Perhitungan Kebutuhan air

Jumlah penduduk Kecamatan Argomulyo proyeksi tahun 2021 adalah 50.055 jiwa. Berdasarkan Tabel Kriteria Perencanaan Air Bersih sektor Domestik dari DPU Cipta Karya, Kota Salatiga termasuk Kategori Kota kecil dengan Kriteria Sebagai berikut :

- Konsumsi Sambungan Rumah Tangga (SR) adalah 130 liter/orang/hari
- Jumlah jiwa per rumah tangga (SR) adalah 6 jiwa
- Konsumsi sambungan Hidran Umum (HU) adalah 30 liter/orang/hari
- Jumlah jiwa per Hidran Umum (HU) adalah 100 jiwa
- Perbandingan antara sambungan Rumah dan Hidran umum adalah SR : HU = 80:20

Kebutuhan air berpengaruh pada penentuan sumber air yang akan dipakai pada sistem penyediaan air bersih, apakah cukup satu sumber air atau perlu lebih dari satu sumber air.

Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik (lt/dt) merupakan kajian utama dalam rencana pelayanan. Sehingga akan teridentifikasi kebutuhan Total (Q_t) dalam lt/dt. Rencana jumlah penduduk yang akan dilayani mengacu pada pelaksanaan Undang-undang nomor: 07 tahun

2004 tentang sumber daya air dan program MDGs (Millenium Development Goals) tahun 2015 dari pemerintah tentang cakupan pelayanan air bersih pada masyarakat perkotaan sebesar 80% dan masyarakat pedesaan sebesar 60%.

Kebutuhan air non domestik

Di dalam mencari kebutuhan air non Domestik dilakukan dengan cara pencariandata-data pada monograf yang terkait dengan jumlah fasilitas yang ada masing masing kelurahan di kecamatan Argomulyo kemudian di hitung kebutuhan airnya dengan pendekatan yang ada. dengan sebelumnya mengkonversi kebutuhan liter per orang per hari,atau liter per kamar per hari, atau meter kubik per hari ke liter per detik per harinya dengan cara membagi kebutuhan air tersebut. Adapun pembagian diperoleh dari perkalian 60 detik x 60 menit x 24 jam sehingga didapat angka pembagi 86.400 detik dalam satu hari, sehingga didapat kebutuhan air non domestik .

Kebutuhan Air Rata-Rata Harian (Q_{rh})

Kebutuhan air rata – rata harian diperoleh dari hasil perhitungan kebutuhan air total (Q_t) ditambah dengan kebocoran air (Q_k) sebesar 25% dari kebutuhan total (Q_t). Sedangkan angka kebocoran 25% adalah angka rata-rata kebocoran yang ideal menurut Ditjen Cipta Karya tahun 2000, agar PDAM dapat berkembang menjadi PDAM yang sehat.

PERENCANAAN JARINGAN PIPA DISTRIBUSI

Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi

Perbedaan ketinggian antara daerah pelayanan terhadap Reservoir Noborejo mengakibatkan adanya energi potensial, maka dalam pengalirannya menggunakan sistem grafitasi supaya air sampai ke konsumen. Sumber air di ambil dari mata air kalitanggi yang pompa menuju reservoir dengan pompa boster secara estafet.

Pendekatan menggunakan rumus Hazen Williams dan Darcy

Diameter pipa menggunakan rumus sebagai berikut :

$$D = \left[\frac{Q}{0,2785 \times CHW \times S^{0,54}} \right]^{0,38}$$

dimana

$$S = \frac{\Delta h}{L}$$

Sedangkan

$$V = \frac{Q}{A}$$

1. *Mayor losses*

a. Hazen Williams

$$hl = \left[\frac{Q}{0,2785 \times CHW \times D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L$$

b. Darcy

$$h_f = \frac{f \cdot L \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

2. *Minor losses*

$$h_m = \sum k + \frac{V^2}{2g}$$

Kriteria Perencanaan

1. Kecepatan aliran pada pipa *High Density Poly Ethylene* (HDPE) maksimum (V) = 3.0 m/dt. Apabila kecepatan aliran pipa HDPE > m/dt maka akan mengakibatkan keausan pada pipa.
2. Kecepatan aliran pada pipa *High Density Poly Ethylene* (HDPE) minimum (v) = 0,3 m/dt. Apabila kecepatan aliran pada pipa HDPE < 0,3 m/dt maka akan mengakibatkan endapan pada dinding pipa.
3. Tekanan kerja pada *High Density Poly Ethylene* (HDPE) = 8-10 ATM (80-100 MKA) dengan CHW = 140. Namun apabila tekanan kerja pada pipa HDPE > 8-10 ATM (80-100 MKA) CHW = 140 maka mengakibatkan.

Perhitungan Trial and Error

Ketersediaan air pada Reservoir Noborejo dengan debit 70 l/dt. Pemasangan jaringan baru yang diharapkan bisa mengalirkan air bersih dengan debit 70 l/dt. Untuk memenuhi kebutuhan air di 6 kelurahan pada kecamatan Argomulyo pada tahun 2021.

- Q yang tersedia = 70 lt/dt
- Elevasi Reservoir = 863 m
- Elevasi Tank (percabangan) = 855 m

Perhitungan dengan Program Epanet 2.0

Epanet 2.0 adalah program computer berbasis Windows yang merupakan program simulasi dari perkembangan waktu dengan profil hidrolis dan perlakuan kualitas air bersih dalam suatu jaringan pipa distribusi maupun transmisi, yang didalamnya terdiri dari titik / node / junction pipa, pompa, valve (accessories) dan *reservoir* baik *ground reservoir* maupun *elevated reservoir*.

Peta latar belakang pada program Map info 6.0 Profesional

Peta wilayah diperlukan untuk membuat model jaringan system distribusi sebagai latar belakang yang dapat berupa peta, peta kontur, topografi atau gambar lain. File gambar peta wilayah sebagai latar belakang harus berupa windows enhance metafile (WMF) atau bit map yang dibuat diluar Epanet 2.0. Prosedur pembuatan latar belakang jaringan distribusi dari reservoir Tegalorejosampai daerah pelayanan adalah sebagai berikut :

Membuat simulasi peta jaringan pada Map info 6.0

- Membuka program Map Info 6.0
- Mebuak layar jalan, batas kelurahan dan batas kecamatan sebagai peta latar belakang
- Membuat jalur pipa jaringan distribusi berdasarkan node yang ada.
- Menentukan elevasi node berdasarkan kontur yang sudah ada.
- Membuat peta wmf dengan skala 1 : 50.000 dengan zoom 9.400

- Membuat peta backdrof dengan file wmf sebagai panduan pembuatan simulasi node dan pipa secara otomatis dalam program Epanet 2.0

Panduan bekerja dengan program Epanet 2.0

Perencanaan jaringan distribusi air bersih ini menggunakan program *Epanet 2.0*, formula yang dipakai adalah *Hazen Williams Headloss* Formula dengan rumus manual sebagai berikut :

Hazen – Williams Headloss formula

$$HL = \frac{4.727 L Q^{1.852}}{C^{1.852} d^{4.871}}$$

RENCANA ANGGARAN DAN BIAYA

Pendahuluan

Pelaksanaan suatu perencanaan pembangunan sudah tentu tidak terlepas dari anggaran yang diperlukan. Untuk suatu proyek, maka diperlukan jadwal pelaksanaan yang efektif dan efisien, sehingga akan menghemat jumlah anggaran yang diperlukan.

Bab ini diuraikan perhitungan-perhitungan rencana anggaran biaya dari mulai pekerjaan perhitungan harga satuan biaya, pekerjaan perhitungan analisis harga satuan pekerjaan studi dan detail desain, pekerjaan perhitungan rincian biaya pekerjaan, dan rekapitulasi rencana anggaran biaya pekerjaan jaringan pipa distribusi PDAM kota Salatiga Propinsi Jawa tengah.

Untuk menghitung analisis kebutuhan alat, tenaga dan bahan, analisa harga alat, dan perhitungan harga satuanpekerjaan berdasarkan “Dasar Penyusunan Anggaran biaya Bangunan” (Ir.J.A. Mukomoko,1985). Harga satuan disini diambil dari daftar harga yang diterbitkan oleh pemprentah Kota Salatiga Jawa Tengah. Dalam menganalisa biaya ini digunakan cara analisa biaya BOW.

Rencana Anggaran Biaya

Langkah – langkah yang dilakukan untuk menghitung rencana anggaran dan biaya suatu pekerjaan fisik yaitu:

1. Menghitung volume tiap pekerjaan sesuai dengan gambar kerja
2. Menentukan harga satuan upah dan bahan
3. Menentukan analisa harga satuan pekerjaan yang diperlukan
4. Membuat rekapitulasi harg satuan pekerjaan

Biaya pembangunan (animingsom) adalah harga pekerjaan fisik yang ditambah PPn sebesar 10% Harga pekerjaan fisik harga inilah yang digunakan dalam setiap pekerjaan pemborongan.

KESIMPULAN

Dari hasil evaluasi yang telah dilakukan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini yang berhubungan dengan Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih PDAM kota Salatiga sekarang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sumber air bersih yang ditampung di reservoir jetak diambil dari mata air Kalitanggi
2. Debit rencana yang akan disalurkan ke wilayah studi sebesar 70 lt/dt dari reservoir Noborejo mampu untuk memenuhi kebutuhan air bersih sampai tahun 2021
3. Perencanaan jaringan pipa distribusi sepanjang 11.155m menggunakan pipa jenis PE dengan diameter 300 mm, 250 mm, 150 mm dan 100.
4. Rencana anggaran biaya perencanaan jaringan tersebut sebesar 6.851.934.000,00 terbilang (enam milyar delapan ratus lima puluh satu juta sembilan ratus tiga puluh empat ribu rupiah)
5. Jangka waktu pelaksanaan pengadaan dan pemasangan sampai dengan penyelesaian diperlukan waktu 19 (Sembilan belas) minggu .

SARAN

1. Dalam pelaksanaan pekerjaan perlu adanya sosialisasi agar maksud dan tujuan proyek dapat tercapai sesuai yang diinginkan .
2. Pekerjaan harus dilaksanakan sesuai dengan perencanaan dan standar yang pernah ditetapkan serta selalu dilakukan evaluasi dan pengawasan yang ketat .
3. Agar pelaksanaan pekerjaan selesai tepat waktu harus berpedoman pada *time schedule* (jadwal pelaksanaan) dan perencanaan pelaksanaan pekerjaan NP (*Network Planning*) yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Layla, M.Anis et.al.1978. *Water Suplay Enginering Design*. Ann Arbor Science Publishers Inc. Michingan. USA.
- Bambang Triatmodjo, 1995. *Hidraulika II*. Beta Offset. Yogyakarta.
- BPS, 2010. “Kota Salatiga dalam Angka“ 2010 BPS Kota Salatiga.
- Eko Baskoro, Gagak R. Modul Perencanaan Jaringan Perpipapaan Air Minum, Aka Tirta Magelang.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomer 907/meskes/SK/V/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan Kualitas Air Minum.*
- Peraturan Walikota Salatiga No. 78 th 2011 *Standarisasi Indeks Biaya Lingkungan Pemrentah Kota Salatiga 2011.*
- Peavy, Howard S et.al. 1985. *Environmental Engineering*. McGraw-Hill. Singapura.
- Standar Kebutuhan Air* . SNI 1997. Jakarta.
- Team Dosen Manajemen Kontruksi. 2002. Buku Ajar Manajemen Kontruksi Teknik Undip Semarang