

## PERENCANAAN ULANG JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH DENGAN PROGRAM WATERCAD DI KECAMATAN SUKUN KOTA MALANG PROVINSI JAWA TIMUR

Gisela Nadia Ramadhanty<sup>1\*</sup>, Utami Retno<sup>2</sup>, Medi Efendi<sup>3</sup>

Mahasiswa Program Studi D4 Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>2</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>3</sup>

Email\*: [gisela.nadiah@gmail.com](mailto:gisela.nadiah@gmail.com)<sup>1</sup>, [utami.retno@polinema.ac.id](mailto:utami.retno@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [medi.efendi@polinema.ac.id](mailto:medi.efendi@polinema.ac.id)<sup>3</sup>.

### ABSTRAK

Supit Urang II terletak di Kelurahan Mulyorejo, Kecamatan Sukun Kota Malang sering mengalami kasus kekeringan air dan mengalami permasalahan mengenai pendistribusian air bersih yang maksimal, Salah satu cara untuk menanggulangi permasalahan tersebut dengan cara merencanakan ulang jaringan distribusi air bersih di Kelurahan Bakalankrajan dan Kelurahan Bandungrejosari Kota Malang. Skripsi ini bertujuan untuk menghitung debit kebutuhan air bersih yang diperlukan di Kelurahan Bakalankrajan dan Kelurahan Bandungrejosari yang diproyeksikan untuk 10 tahun kedepan, menghitung hasil perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Bakalankrajan dan Kecamatan Bandungrejosari dengan program *WaterCAD*, menentukan desain reservoir untuk memenuhi kebutuhan air di tahun 2029, menentukan rencana anggaran biaya (RAB) untuk pembuatan jaringan pipa dan reservoir dan menentukan penjadwalan proyek pembangunan air bersih.

Dari pengolahan data didapatkan hasil perencanaannya adalah sebagai berikut: debit kebutuhan air pada tahun 2029 sebesar 39.567 l/dt. Hasil simulasi dengan bantuan program *WaterCAD* menunjukkan bahwa distribusi air bersih untuk Supit Urang II dapat terlayani 100% untuk kebutuhan rata-rata maupun kebutuhan jam puncak. Pipa transmisi yang digunakan adalah pipa HDPE diameter 6" sepanjang 16 m dan pipa distribusi yang digunakan adalah pipa HDPE diameter ½" sepanjang 13814 m, pipa HDPE diameter 1 ½" sepanjang 18585 m, pipa HDPE diameter 2 ½" sepanjang 6868 m, pipa HDPE diameter 4" sepanjang 5799 m, pipa HDPE diameter 6" sepanjang 2955 m, pipa HDPE diameter 8" sepanjang 3412 m. Reservoir ukuran 15 x 7.5 x 10 m. Biaya yang diperlukan adalah Rp 15,719,000,000.000,- dengan lama waktu pengerjaan 339 hari kerja.

**Kata Kunci:** air bersih, sistem distribusi, program *WaterCAD*.

### ABSTRACT

*Supit Urang II is located in Mulyorejo sub-district, Sukun sub-district, Malang City, often experiences cases of water dryness and experiences problems regarding the maximum distribution of clean water. One way to overcome this problem is by re-planning the clean water distribution network in Bakalankrajan and Bandungrejosari villages, Malang city. . This thesis aims to calculate the discharge of clean water needed in Bakalankrajan and Bandungrejosari villages which is projected for the next 10 years, determine the results of planning a clean water distribution network system in Bakalankrajan and Bandungrejosari Districts with the WaterCAD program, determine the reservoir design to meet the water needs in in 2029, determine the budget plan (RAB) for the manufacture of pipelines and reservoirs and determine the scheduling of clean water development projects.*

*From data processing, the results of the planning are as follows: the discharge of water demand in 2029 is 39.567 l / second. The simulation results with the help of the WaterCAD program show that the distribution of clean water distribution for Supit Urang II can be served 100% for average needs and peak hour needs. The transmission pipe used is HDPE pipe with a diameter of 6 "along 16 m and the distribution pipe used is HDPE pipe diameter of ½" along 13814 m, HDPE pipe with a diameter of 1 ½ "along 18585 m, HDPE pipe with a diameter of 2 ½" along 6868 m, HDPE pipe diameter 4 "along 5799 m, HDPE pipe 6" diameter along 2955 m, HDPE pipe diameter 8 "along 3412 m. Reservoir size 15 x 7.5 x 10 m. The cost required is Rp 15,719,000,000,000, - with a processing time of 339 working days.*

**Keywords:** clean water, distribution system, *WaterCAD* program.

## 1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia yang ada di muka bumi. Pengertian tersebut menunjukkan bahwa air memiliki peran yang sangat penting dan harus tetap tersedia dan dilestarikan, sehingga mampu mendukung kehidupan dan pelaksanaan pembangunan masa kini maupun dimasa mendatang. Minimnya fasilitas penyedia dan belum maksimalnya pengelolaan menjadi sedikit dari banyak faktor yang mempengaruhi ketersediaan air bersih disuatu kawasan. Sedangkan untuk membuat sumur memerlukan biaya yang tidak sedikit.

Selain itu debit air yang tidak menentu juga menjadi permasalahan untuk memenuhi kebutuhan air bersih, serta kualitas air yang belum tentu bersih karena tidak ada pengolahan air pada setiap sumur. Suplai air bersih yang mengalir dua kelurahan tersebut ialah Layanan Reservoir Supit Urang 2.

Dalam penelitian ini memiliki maksud dan tujuan sebagai berikut:

1. Menghitung debit kebutuhan air bersih yang diperlukan di Kelurahan Bakalankrajan dan Kelurahan Bandungrejosari dengan menggunakan data pemakaian air bersih tahun 2014 – 2019 yang diproyeksikan untuk 10 tahun kedepan.
2. Menghitung hasil perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Bakalankrajan dan Kecamatan Bandungrejosari dengan program *WaterCAD*.
3. Menentukan desain reservoir untuk memenuhi kebutuhan air di tahun 2029.
4. Menentukan rencana anggaran biaya (RAB) untuk pembuatan jaringan pipa dan reservoir.
5. Menentukan penjadwalan proyek pembangunan air bersih.

### Definisi Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologi, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/ MENKES/ Per/ IV/ 2010).

### Klasifikasi dan Pengalokasian Air Bersih

Menurut [1], kebutuhan air untuk tepat tinggal termasuk semua kebutuhan air untuk keperluan penghuni. Jumlah kebutuhannya berdasarkan jumlah penduduk. Kebutuhan air per orang per hari disesuaikan dengan standar yang biasa digunakan dan kriteria pelayanan berdasarkan kategori kotanya. Kebutuhan air Domestik adalah yang digunakan kebutuhan air pada tempat untuk hunian pribadi memenuhi keperluan sehari-hari seperti memasak, minum, keperluan rumah dan keperluan rumah tangga lainnya.

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

- (1) Penggunaan Komersil dan Industri  
Penggunaan air oleh badan-badan komersil dan industri.
- (2) Penggunaan umum  
Penggunaan air untuk bangunan-bangunan pemerintah, rumah sakit, sekolah-sekolah dan tempat-tempat ibadah. Kebutuhan ini bisa mencapai antara 20% - 25% dari total kebutuhan air domestik.

### Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air akan selalu berfluktuasi sesuai dengan kondisinya dari sumber air yang ada maupun dari aktifitas masyarakat. Untuk kebutuhan air rata-rata yakni menyangkut pada kebutuhan domestik maupun non domestik, yang dihitung berdasarkan kebutuhan air rata-rata per orang per hari dihitung dari pemakaian air setiap jam selama 24 jam. Yang dimaksud kebutuhan pada jam puncak adalah pemakaian air tertinggi dalam satu hari. Kebutuhan harian maksimum adalah kebutuhan dari banyaknya air dalam satu tahun yang diambil paling besar. Berdasarkan Dirjen Cipta Karya Departemen PU, didapatkan grafik fluktuasi pemakaian air bersih harian.

### Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan selisih jumlah air yang tersedia dengan air yang digunakan. Selalu terdapat kehilangan air pada perencanaan sistem distribusi jaringan perpipaan. Dimana menurut sifatnya, kehilangan air dapat bersifat teknis maupun non teknis. Berikut ini contoh kehilangan air yang bersifat teknis maupun non teknis (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum):

1. Faktor Teknis
  - Kehilangan air di instalasi pengolahan

- Pemasangan pipa yang tidak baik
- Kebocoran pada tanki reservoir
- Pecahnya pipa pada jaringan distribusi
- Kebocoran pada pipa

2. Faktor Non Teknis

- Pencurian air oleh orang yang tidak bertanggung jawab
- Kesalahan dalam mencatat hasil pembacaan meter air

$\frac{v_1^2}{2g}, \frac{v_2^2}{2g}$  = Tinggi energi pada titik 1 dan 2 (m)

$p_1, p_2$  = Tekanan pada titik 1 dan 2 (kg/m<sup>2</sup>)

$\gamma_w$  = Berat jenis air (kg/m<sup>3</sup>)

$V_1, V_2$  = Kecepatan aliran pada titik 1 dan 2 (m/dt)

$g$  = Percepatan gravitasi (m/dt<sup>2</sup>)

$h_1, h_2$  = Tinggi elevasi pada titik 1 dan 2 dari garis yang ditinjau (m)

$h_L$  = Kehilangan tinggi tekan di dalam pipa (m)

**Kecepatan Aliran**

Kecepatan aliran yang terjadi di dalam pipa tergantung dari jenis pipa dan kondisi setempat perihal kemiringan lahan ataupun penambahan tekanan karena pemompaan. Kecepatan aliran tidak boleh terlalu kecil maupun terlalu tinggi. Tidak boleh terlalu kecil karena dapat mengakibatkan endapan dalam pipa yang tidak terdorong, serta karena adanya endapan tersebut diameter pipa menjadi berkurang dan biaya perawatan akan semakin bertambah. Sedangkan bila kecepatan aliran terlalu tinggi, akan mengakibatkan terjadinya korosi pada pipa. Rumus yang digunakan dalam menghitung kecepatan aliran yakni sebagai berikut:

$$Q = A \tag{1}$$

$$Q = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot V \tag{2}$$

Keterangan:

$Q$  = Debit yang mengalir (m<sup>3</sup>/dt)

$A$  = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

$V$  = Kecepatan (m/dt)

$D$  = Diameter (m)

**Hukum Bernoulli**

Hukum Bernoulli dapat digunakan dalam penjelasan yang berhubungan dengan gerakan zat alir melalui suatu penampang pipa. Sesuai dengan Bernoulli, tinggi energi total pada penampang pipa merupakan jumlah energi ketinggian, energi kecepatan dan energi tekanan yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_{tot} = h + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma_w} \tag{3}$$

Berdasarkan teori kekal energi (Hukum Bernoulli), garis tenaga memiliki tinggi tetap yang menunjukkan jumlah tinggi elevasi, tinggi tekanan, serta tinggi kecepatan.

Rumus Bernoulli untuk kedua titik dalam medan aliran dapat dituliskan sebagai berikut (Priyantoro, 1991:8):

$$h_1 + \frac{p_1}{\gamma_w} + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{p_2}{\gamma_w} + \frac{v_2^2}{2g} + h_L \tag{4}$$

Keterangan:

$\frac{p_1}{\gamma_w}, \frac{p_2}{\gamma_w}$  = Tinggi tekan pada titik 1 dan 2 (m)

**Hukum Kontinuitas**

Apabila zat cair tak kompresibel mengalir secara kontinyu melalui pipa atau saluran, dengan tampang aliran konstan ataupun tidak konstan, maka volume zat cair yang lewat tiap satuan waktu adalah sama disemua tampang. Keadaan ini disebut dengan hukum kontinuitas aliran zat cair. Atau lebih sederhananya debit yang masuk kedalam penampang sama dengan debit yang keluar. Persamaan hukum kontinuitas adalah:

$$Q_{masuk} = Q_{keluar} \\ A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \tag{5}$$

Dimana:

$Q$  = Debit aliran (m<sup>3</sup>/dt)

$A$  = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

$V$  = Kecepatan aliran (m/dt)

**Kehilangan Tinggi Tekan Mayor**

Kehilangan tinggi mayor disebabkan karena adanya gesekan dengan pipa. Hal ini karena cairan yang memiliki kekentalan dan dinding pada pipa tidak licin sempurna sehingga terjadi gesekan. Terdapat beberapa persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung *Major Losses* akan menggunakan formula *Hazen-Williams*. Dimana formula *Hazen-Williams* adalah sebagai berikut (Priyantoro, 1991):

$$Q = 0.85 \cdot C_{hw} \cdot A \cdot R^{0.63} \cdot S^{0.54} \tag{6}$$

$$V = 0.85 \cdot C_{hw} \cdot R^{0.63} \cdot S^{0.54} \tag{7}$$

Keterangan:

$V$  = Kecepatan aliran pada pipa (m/dt)

$C_{hw}$  = Koefisien *Hazen-Williams* (Tabel 2.3)

$A$  = Luas penampang aliran (m<sup>2</sup>)

$S$  = Garis kemiringan energi

$$= h_f / L$$

$R$  = Jari – jari hidraulik (m)

$$= \frac{A}{P} = \frac{(\pi D^2 / 4)}{\pi D} = \frac{D}{4}$$

$Q$  = Debit aliran dalam pipa (m<sup>3</sup>/dt)

Rumus *Major Losses* menurut *Hazen-Williams* sebagai berikut:

$$h_f = k \cdot Q^{1.85} \tag{8}$$

$$k = \frac{10.7 L}{C_{hw}^{1.85} D^{4.87}} \quad (9)$$

Keterangan:

- $h_f$  = Major Losses (m)
- $D$  = Diameter pipa (m)
- $k$  = Koefisien karakteristik pipa
- $L$  = Panjang pipa (m)
- $Q$  = Debit aliran pada pipa ( $m^3/dt$ )
- $C_{hw}$  = Koefisien kekasaran *Hazen-Williams*

### Kehilangan Tinggi Tekan Minor

Kehilangan energi minor merupakan kehilangan energi karena terjadinya perubahan penampang seperti pembesaran, pengecilan, serta belokan pada pipa. Persamaan kehilangan tekan minor didapatkan dari rumus berikut:

$$h_{Lm} = k \cdot \frac{v^2}{g} \quad (10)$$

Keterangan:

- $h_{Lm}$  = Kehilangan tinggi minor (m)
- $V$  = Kecepatan rata – rata dalam pipa (m/dt)
- $g$  = Percepatan gravitasi ( $m/dt^2$ )
- $K$  = Koefisien kehilangan tinggi tekan minor

### Analisis Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih dengan Software

Pada saat ini program-program komputer di bidang perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih sudah demikian berkembang dan maju sehingga kerumitan dalam perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih dapat diatasi dengan menggunakan program tersebut. Proses *trial and error* dapat dilakukan dalam waktu singkat dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil karena program lah yang akan menganalisisnya.

Beberapa program komputer di bidang rekayasa dan perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih diantaranya adalah program *Loops*, *Wadis*, *Epanet 1.1*, *Epanet 2.0*, *WaterCAD*, dan *WaterNet*. Dalam studi ini digunakan program *WaterCAD V8i* karena program ini tergolong baru dan belum banyak diketahui dalam fungsinya untuk menganalisis sistem jaringan distribusi air bersih.

### Reservoir

Menurut [2], reservoir merupakan bangunan penampung air baku atau air bersih sebelum dilakukan pendistribusian kepada pelanggan atau masyarakat, yang dapat ditempatkan diatas permukaan tanah maupun di bawah tanah. Fungsi dari reservoir yaitu untuk mengumpulkan air, menyimpan air, dan meratakan aliran untuk seluruh konsumen atau pengguna.

Kapasitas reservoir ditentukan berdasarkan pemakaian air perjam selama satu hari, dengan memperhitungkan

surplus maksimum dan defisit minimum, dan juga berdasarkan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran dan lamanya pemompaan.

### Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek merupakan total penjumlahan dari hasil perkalian antara volume suatu sistem pekerjaan dengan harga satuannya. Bahasa matematis yang dapat dituliskan adalah sebagai berikut:

$$RAB = \sum[(volume) \times harga \text{ satuan pekerjaan}] \quad (11)$$

Jika merujuk pada sebuah item pekerjaan, maka pada dasarnya untuk melaksanakan sebuah item pekerjaan membutuhkan upah, material, peralatan yang digunakan (sebagai biaya langsung) dan *overhead*, profit dan *tax* (sebagai biaya tidak langsung).

### Penjadwalan

Penjadwalan proyek adalah kegiatan menetapkan jangka waktu kegiatan proyek yang harus di selesaikan, bahan baku, tenaga kerja seta waktu yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas. Dalam konteks penjadwalann terdapat dua perbedaan, yaitu waktu (time) dan kurun waktu (duration). Bila waktu yang menyatakan siang/malam, sedangkan kurun waktu atau durasi menunjukkan lama waktu kerja dalam satu hari adalah 8 jam.

## 2. METODE

Supit Urang 2 terletak di Kelurahan, Kecamatan Sukun Kota Malang ini terletak antara  $7^{\circ}59'01.410''$  LS dan  $112^{\circ}34'42.610''$ BT memiliki jumlah total pelanggan 2,716 pelanggan. Dalam kebutuhan air bersih penduduk diperlukan data jumlah pelanggan, kebutuhan air bersih per orang, serta jumlah orang per rumah. Dimana jumlah jumlah unit dapat diketahui dari data meter induk, sedangkan kebutuhan air bersih per orang mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (2007) mengenai Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum. Untuk jumlah orang per rumah menggunakan asumsi 5 orang/unit. Perencanaan jaringan distribusi air bersih ini dilakukan menggunakan bantuan program *WaterCAD V8i* dalam simulasi kondisi hidraulik jaringan perpipaan. Kriteria-kriteria yang perlu dipenuhi pada hasil simulasi antara lain adalah (Permen PUPR27-2016): 1. Kecepatan 0.3–3.0 m/detik 2. Tekanan 1 atm – 123 atm. Jika hasil simulasi telah memenuhi kriteria-kriteria yang telah ditentukan tersebut, maka jaringan pipa distribusi air bersih yang telah direncanakan dalam kondisi yang aman dan baik. Pada kajian ini juga dibahas mengenai rencana anggaran biaya pada perencanaan jaringan pipa air bersih wilayah agar dapat mengetahui besarnya biaya yang akan digunakan.

Untuk harga satuan bahan serta harga satuan pekerja berdasarkan Perusahaan Daerah Air Minum Kota Malang, sementara perhitungan harga pekerjaan berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerja Bidang Cipta Karya yang dibuat oleh Kementerian Pekerjaan Umum tahun 2016. Dan adanya penjadwalan pekerjaan jaringan pipa air bersih wilayah agar dapat mengetahui durasi pekerjaan. Untuk menghitung bobot pekerjaan, durasi pekerjaan, jumlah pekerja dan kurva S. Durasi dan jumlah dikerjakan secara bersamaan dengan cara menghitung volume pekerjaan dikali dengan koefisien pekerja dan mendapatkan hasil durasi. Setelah jumlah pekerja dan durasi pekerjaan selesai, dapat menghitung bobot pekerjaan yang didapat dari harga per pekerjaan dibagi dengan total biaya yang didapat. Dengan begitu di dapat kurva S pekerjaan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan jaringan perpipaan PDAM pada Supit Urang 2 ini mendapatkan suplai air dari sumur dalam. Untuk kebutuhan air bersih pada Supit Urang 2 memiliki total pelanggan 2,716 pelanggan (1 pelanggan 5 orang) dan kebutuhan air bersih 170 l/org/hr direncanakan memenuhi kebutuhan air bersih penduduk 100%. Pada daerah studi, penggunaan air bersih tiap jamnya berubah-ubah yaitu dipengaruhi oleh adanya fluktuasi kebutuhan air bersih (Load Factor). Dimana nilai *load factor* tertinggi adalah saat jam ke 9 sebesar 1,498 (Data rata-rata Meter Induk). Dalam kebutuhan air bersih juga memperhitungkan kehilangan air yang dapat diakibatkan karena bocornya pipa distribusi, pencurian air bersih, pecahnya pipa, serta kesalahan pembacaan meter air. Kehilangan air pada perencanaan ini adalah sebesar 30%.

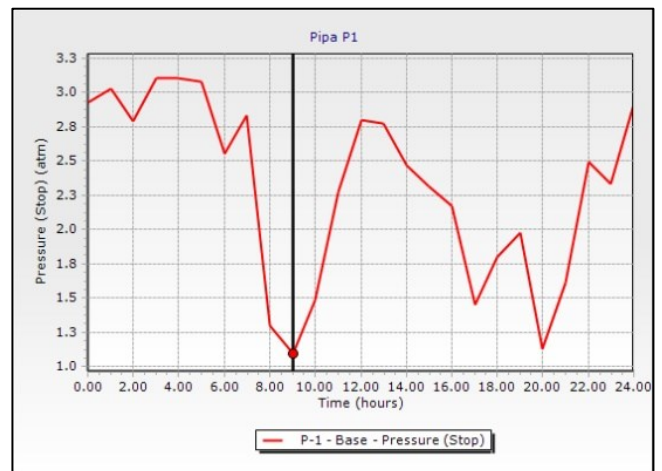
Hasil perhitungan kebutuhan air bersih pada Supit Urang 2 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Air Bersih Supit Urang 2

Jumlah Pelanggan	2,716	Pelanggan
Jumlah jiwa / Rumah	5	Jiwa
Kebutuhan air untuk tiap 1 orang per hari	17	liter/hr/org
Kebutuhan air domestik	26.711	liter/hr
Kebutuhan air non domestik	4.007	liter/dtk
Total kebutuhan air bersih	30.717	liter/dtk
Kehilangan air	0.922	liter/dtk
Kebutuhan harian maksimum	31.278	liter/dtk
Kebutuhan air pada jam puncak	39.098	liter/dtk

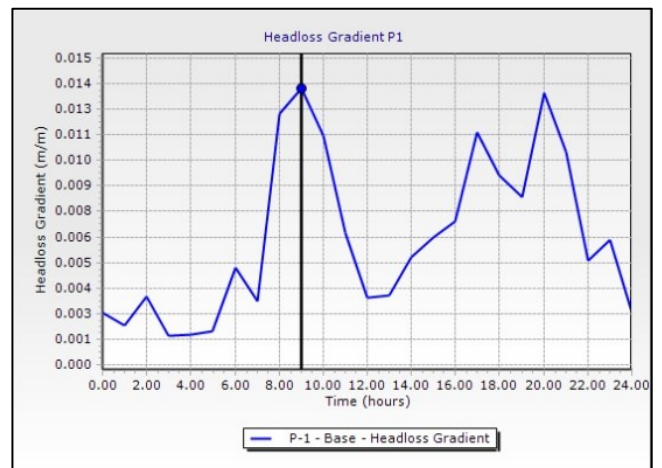
Setelah melakukan simulasi menggunakan program *WaterCAD V8i*, maka akan muncul *Calculation Summary* dengan tanda berwarna hijau, yang berarti tidak ada masalah pada simulasi yang dilakukan.

Hasil nilai tekanan pada titik simpul yang diperoleh dari simulasi dapat dilihat sebagai berikut:

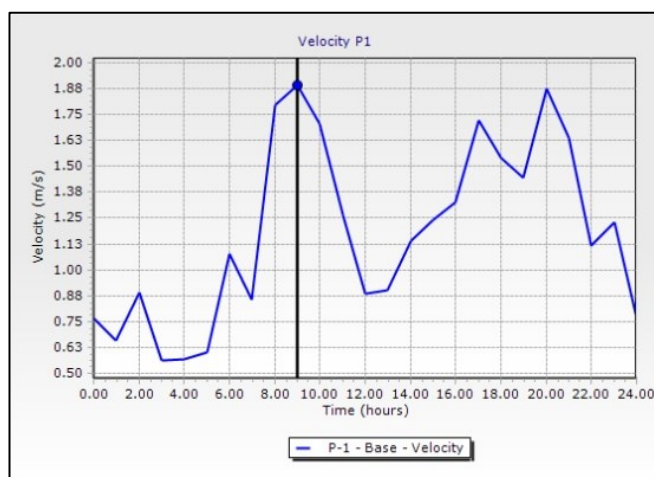


Gambar 1. Grafik Tekanan pada jam ke 09.00

Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa nilai tekanan telah memenuhi kriteria perencanaan, yaitu dengan kriteria tekanan untuk pipa HDPE 1 atm - 123 atm. Tekanan disini mempunyai peranan penting pada teknis aliran air bersih di dalam jaringan pipa. Faktor yang mempengaruhi tekanan adalah besar kebutuhan air, jenis pipa, diameter pipa dan panjang pipa. Tekanan air yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah dapat mengakibatkan hal yang tidak baik bagi sistem jaringan pipa. Karena apabila tekanan kurang dari 1 atm menyebabkan tekanan air tidak bisa mengalirkan air bersih hingga ke rumah. Sedangkan bila tekanan air melebihi 123 atm maka dapat menyebabkan kebocoran pada sistem jaringan pipa dan pecahnya pipa.



Gambar 2. Grafik Headloss Gradient jam ke 09.00



Gambar 3. Grafik Kecepatan jam ke 09.00

Hasil simulasi kondisi aliran pipa pada Gambar 2 dan 3 telah memenuhi kriteria standar perencanaan yang ada. Dengan kriteria nilai headloss gradient 0 - 15 m/km dan kriteria kecepatan 0.3 - 3.0 m/dt. Faktor yang mempengaruhi headloss gradient dan kecepatan pada pipa adalah debit kebutuhan, diameter pipa, serta koefisien kekasaran pipa.

Langkah selanjutnya adalah perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Dari hasil RAB untuk perencanaan distribusi pipa air bersih pada Supit Urang 2 untuk biaya pekerjaan persiapan adalah sebesar Rp. 315,145,362.650,-. Untuk pekerjaan tanah yang meliputi galian tanah, urugan tanah, urugan pasir, dan pemadatan tanah adalah sebesar Rp. 1,765,729,680.000,-. Untuk biaya pengadaan, pemasangan, serta aksesoris pipa adalah sebesar Rp. 7,812,548,613.52,-. Dimana jenis pipa yang digunakan dalam distribusi air bersih ini adalah pipa HDPE (High density polyethylene). Sedangkan untuk pekerjaan bak penampung adalah sebesar Rp. 4,396,194,672.375,-. Dengan menggunakan PPN 10% sebesar Rp. 1.428.961.832,854,- maka didapatkan jumlah total rencana anggaran biaya setelah dibulatkan menjadi Rp. 15,719,000,000.000,-.

Langkah yang terakhir dalam pengerjaan adalah menentukan jadwal pekerjaan. Penjadwalan proyek merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menyusun dan merencanakan jadwal sebuah proyek yang akan dikerjakan. Hasil perencanaan dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material, serta rencana durasi proyek dan progress waktu untuk penyelesaian proyek. Pada proses perencanaan penjadwalan yang di asumsikan untuk pelaksanaan pekerjaan per harinya selama 8 jam kerja. Dari hasil perhitungan dapat

ditentukan durasi pekerjaan jaringan distribusi air bersih yaitu selama 339 hari.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah dibuat serta analisis yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut ini:

1. Dari analisis kebutuhan air bersih pada Kelurahan Bakalankrajan dan Kelurahan Bandungrejosari untuk melayani 2716 pelanggan dengan asumsi setiap rumah terdiri dari 5 orang anggota keluarga dengan kebutuhan air bersih 170 l/org/hr maka diperoleh kebutuhan domestik sebesar 26.711 l/dt, kebutuhan air non domestik diperoleh 4.007 l/dt, dari keduanya diperoleh total kebutuhan air 30.718 l/dt. Dengan merencanakan kehilangan air 30% maka diperoleh hasil 0.922 l/dt, sehingga diperoleh kebutuhan air bersih rata-rata pada tahun 2019 adalah 26.065 l/dt. Dengan proyeksi 10 tahun kedepan menggunakan data pemakaian air bersih tahun 2014 – 2019 dengan peningkatan kebutuhan air bersih tiap tahunnya sebesar 4%, maka perhitungan kebutuhan air bersih pada tahun 2029 diperoleh 39.567 l/dt.
2. Hasil evaluasi sistem jaringan pipa untuk daerah Supit Urang II dengan bantuan *software WaterCAD V8i* didapatkan antara lain:
  - a. Pipa HDPE diameter ½” sepanjang 13830 m
  - b. Pipa HDPE diameter 1 ½” sepanjang 18585 m
  - c. Pipa HDPE diameter 2 ½” sepanjang 6868 m
  - d. Pipa HDPE diameter 4” sepanjang 5799 m
  - e. Pipa HDPE diameter 6” sepanjang 2955 m
  - f. Pipa HDPE diameter 8” sepanjang 3412 m.
3. Reservoir pada perencanaan ini memiliki kapasitas 1125 m<sup>3</sup> dengan dimensi panjang 7.5 m, lebar 15 m, dan tinggi 10 m dan 1 pompa celup sumur dalam Willo type TWI 3.2-20.

Dari hasil analisis dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk perencanaan distribusi pipa air bersih pada Supit Urang II untuk biaya pengadaan pipa dan aksesoris pipa beserta pemasangannya adalah sebesar Rp 14.289.618.328,542,-. Dengan PPN 10% sebesar Rp 1.428.961.832,854,-. Maka didapatkan jumlah total rincian Rencana Anggaran Biaya setelah dibulatkan menjadi Rp 15,719,000,000.000,- (*Lima Belas Milyar Tujuh Ratus Sembilan Belas Juta Rupiah*).

4. Waktu pelaksanaan pembangunan jaringan distribusi air bersih pada Supit Urang II yang direncanakan memakan waktu selama 339 hari atau sama dengan 12 bulan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Kindler, J. And C.S. Russel. 1984. *Modeling Water Demands*. Academic Press Inc.London.
- [2] Joko, Tri. 2010. *Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Joko, Tri. 2010. *Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4] Permen PUPR 27-2016. *Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum*
- [5] PDAM Malang. 2016. *StandarHarga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Malang tahun 2016*. Malang.