

J U R N A L  
**Spectra**

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Konsep Tentang *Home*  
dan Identitas Arsitektur Hunian  
***Yuni Setyo Pramono***

Kajian Pengembangan Sumur Resapan Air Hujan  
***Ibnu Hidayat P.J.***

Upaya Kesehatan dan Keselamatan Kerja  
pada Industri Kecil di Kota Malang  
***Anis Artiyani dan Sujianto***

Pemanfaatan Citra Landsat ETM 7+ untuk Monitoring  
Perubahan Luas Tanah Oloran di Gresik  
***Joannes Pradono De Deo***

Strategi Optimasi Dimensi Pipa Distribusi  
Jaringan Air Bersih  
***Kustamar***

Studi Perbandingan Nilai Karakteristik Campuran  
*Split Mastic Asphalt* (SMA) Menggunakan Agregat  
Sungai Grindulu, Sungai Lesti, dan Bengawan Solo  
Untuk Lalulintas Sedang  
***Kamidjo Rahardjo***

## PETUNJUK UMUM BAGI PENULIS

- **Spectra** merupakan Jurnal Ilmiah Populer Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang memuat karangan asli dari para penyumbang baik dari dalam maupun dari luar lingkungan fakultas.
- Karangan dapat ditulis bahasa Indonesia maupun dalam bahasa Inggris.
- Semua grafik, peta dan gambar lain yang diperlukan dalam karangan disebut gambar dan diberi nomor dengan simbol angka Arab diikuti judul.
- Semua tabel dan daftar yang diperlukan dalam karangan disebut tabel dan diberi nomor dengan simbol angka Arab diikuti judul yang ditulis di atas setiap tabel.
- Semua foto dalam karangan tetap disebut foto dan diberi nomor dengan simbol angka Arab diikuti judul yang ditulis di bawah setiap foto.

## HAK DEWAN REDAKSI

- Dewan Redaksi berhak menolak suatu karangan yang kurang memenuhi syarat setelah meminta pertimbangan para pembina atau tenaga ahli.
- Dewan redaksi dapat menyesuaikan bahasa dan atau istilah tanpa mengubah isi dan pengertiannya dengan tidak memberi tahu kepada Penulis, apabila dipandang perlu untuk mengubah isi karangan.
- Karangan yang dimuat dalam jurnal ini menjadi hak Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang, sehingga penerbitan kembali oleh siapapun harus meminta Ijin Dewan Redaksi.

Nomor 11 Volume VI Januari 2008  
ISSN 1693-0134

# J U R N A L **Spectra**

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

### *Pembina*

Dekan FTSP ITN Malang

### *Pemimpin Umum / Penanggungjawab*

Dr. Ir. Kustamar, MT.

### *Redaktur Pelaksana:*

Ir. Y. Setyo Pramono, MT.

### *Staf Redaksi*

Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT.

Dr. Ir. Ibnu Sasongko, MT.

Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc.

Ir. Ibnu Hidayat P.J., MT.

Ir. Nusa Sebayang, MT.

Ir. J. Pradono de Deo, MT.

### *Alamat Redaksi*

Gedung FTSP Lt. II ITN Malang  
Jl. Bend. Sigura-gura No. 2 Malang  
Telepon: (0341) 551431 Pes. 212  
Facsimile: (0341) 553015  
E-mail: [spectra@ftsp.itn.ac.id](mailto:spectra@ftsp.itn.ac.id)

**Spectra** kali ini mengupas beberapa keilmuan bidang teknik sipil dan perencanaan. Dengan keinginan untuk terbit rutin secara berkala setiap tengah warsa, maka pengembangan wacana ilmiah kami akan tetap terjaga. Semoga penampilan **Spectra** senantiasa memuaskan Pembaca yang budiman.

**Spectra** TERBIT PERTAMA KALI TAHUN 2003

J U R N A L  
**Spectra**

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**D A F T A R I S I**

Nomor 11 Volume VI Januari 2008

Konsep Tentang <i>Home</i> dan Identitas Arsitektur Hunian <b><i>Yuni Setyo Pramono</i></b>	1
Kajian Pengembangan Sumur Resapan Air Hujan <b><i>Ibnu Hidayat P.J.</i></b>	8
Upaya Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Industri Kecil di Kota Malang <b><i>Anis Artiyani dan Sujianto</i></b>	22
Pemanfaatan Citra Landsat ETM 7+ untuk Monitoring Perubahan Luas Tanah Oloran di Gresik <b><i>Joannes Pradono De Deo</i></b>	34
Strategi Optimasi Dimensi Pipa Distribusi Jaringan Air Bersih <b><i>Kustamar</i></b>	50
Studi Perbandingan Nilai Karakteristik Campuran <i>Split Mastic Asphalt</i> (SMA) Menggunakan Agregat Sungai Grindulu, Sungai Lesti, dan Bengawan Solo Untuk Lalulintas Sedang <b><i>Kamidjo Rahardjo</i></b>	64

## STRATEGI OPTIMASI DIMENSI PIPA DISTRIBUSI JARINGAN AIR BERSIH

**Kustamar**

*Dosen Teknik Pengairan FTSP ITN Malang*

### ABSTRAKSI

*Sistem distribusi jaringan air bersih merupakan bagian dari sistem penyediaan air bersih, mulai dari tandon hingga lokasi pelanggan. Fungsi dari jaringan distribusi tersebut ialah mengalirkan air dari tandon sampai ke pelanggan. Sistem distribusi jaringan air bersih yang baik akan mampu mendukung pengkondisian terkontrolnya kualitas, tekanan, besar kehilangan air, serta kontinuitas layanan. Kontrol kualitas jaringan harus dilakukan sejak dari tahap pemilihan jenis pipa dan aksesorisnya, perencanaan hidraulis, hingga pelaksanaan di lapangan. Dalam tahap perencanaan, pemilihan model jaringan harus memperhatikan varian elevasi topografi daerah pelanggan, jumlah dan sebaran penduduk, lokasi sumber, serta berorientasi pada prediksi perkembangan jumlah dan sebaran calon pelanggan di masa yang akan datang. Simulasi terhadap rencana jaringan menggunakan model hidraulis akan memberikan gambaran besar dan sebaran tekanan air di pelanggan. Strategi dalam perencanaan pengembangan sistem jaringan distribusi yang tergabung dengan sistem lama diawali dengan memodelkan sistem yang telah ada. Untuk menjamin keseimbangan model yang tinggi diperlukan tahap kalibrasi dan verifikasi. Tahap berikutnya adalah menggabungkan model yang telah terbangun dengan sistem jaringan baru untuk merencanakan alternatif dimensi dan memilih yang optimal. Dari alternatif rencana yang dihasilkan dan telah memenuhi syarat hidraulis, selanjutnya dipilih alternatif I sebagai rencana optimal berdasarkan jumlah harga pipa.*

**Kata Kunci:** *Optimasi, Pipa Distribusi, Jaringan Air Bersih*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Sistem distribusi jaringan air bersih merupakan bagian dari sistem jaringan air yang berfungsi mengalirkan air bersih dari tandon sampai ke pelanggan. Pada umumnya Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) selain mengemban tugas sosial, juga diharuskan berorientasi bisnis. Untuk mendukung pengkondisian agar pelanggan mau membayar rekening air dengan sukarela, maka kualitas layanan harus prima. Dalam tinjauan teknis,

kualitas layanan tercermin pada kualitas air, tekanan, kontinuitas, dan kebocoran air.

Kontrol kualitas jaringan harus dilakukan sejak dari tahap pemilihan jenis pipa dan aksesorisnya, perencanaan hidraulis, hingga pelaksanaan di lapangan. Dalam tahap perencanaan, pemilihan model jaringan harus memperhatikan varian elevasi topografi daerah pelanggan, jumlah dan sebaran penduduk, lokasi sumber, serta berorientasi pada prediksi perkembangan jumlah dan sebaran calon pelanggan di masa yang akan datang.

Model zonasi daerah layanan merupakan usaha penyederhanaan bentuk jaringan yang pada umumnya cocok untuk mengantisipasi sulitnya mengontrol besarnya kehilangan air, dan pemerataan tekanan. Zonasi daerah layanan sangat sesuai pada daerah layanan yang memiliki perbedaan elevasi topografi lebih dari 10 m, atau jumlah pelanggan lebih dari 5000, atau perbedaan umur fisik jaringan lebih dari 15 tahun.

Lokasi pelanggan tersebar dengan jarak dan perbedaan elevasi yang variatif dengan tandon. Fluktuasi kebutuhan air bagi pelanggan seringkali tidak sesuai dengan ketersediaan debit dari sumber, demikian juga dengan kualitasnya. Terdapat 3 (tiga) bentuk jaringan distribusi, yaitu bercabang, melingkar, atau gabungan. Pertumbuhan jumlah penduduk dan target prosentase layanan selalu meningkat, sedangkan kapasitas sumber cenderung menurun seiring dengan kondisi lingkungan.

Untuk mendapatkan dimensi dan bentuk jaringan yang optimal, dalam perencanaannya dapat dilakukan simulasi. Proses simulasi dimulai dari proyeksi jumlah pelanggan, alokasi kebocoran, dan sumber yang dieksploitasi. Dari berbagai alternatif yang secara teknis memenuhi syarat, sudah barang tentu masing-masing memiliki kebutuhan biaya konstruksi yang berbeda. Oleh karenanya pada tahap awal alternatif dapat dipilih yang memerlukan harga pipa termurah.

Berangkat dari kompleksitas permasalahan tersebut dan tuntutan kondisi ideal dari sebuah sistem jaringan air bersih, maka dalam perencanaannya perlu suatu keahlian dengan strategi tersendiri. Sebagai kajian, dalam tulisan ini dibahas tentang strategi optimasi dimensi pipa sistem distribusi jaringan air bersih di Kecamatan Mojoroto Kota Kediri.

## **Permasalahan**

Permasalahan yang teridentifikasi, dirangkum dan dinyatakan dalam bentuk kalimat sebagai berikut:

1. Bagaimana strategi optimasi dimensi pipa dalam pengembangan jaringan distribusi air bersih?
2. Bagaimana hasil optimasi dalam pengembangan sistem distribusi wilayah Kecamatan Mojoroto Kota Kediri?

## **Maksud dan Tujuan**

Maksud dari studi ini adalah mengembangkan strategi optimasi dimensi pipa dalam perencanaan pengembangan sistem distribusi jaringan air bersih menggunakan model hidraulis. Sedangkan tujuannya ialah mendapatkan strategi optimasi dengan metode simulasi untuk memperoleh manfaat mempermudah dalam mendapatkan dimensi sistem distribusi jaringan air bersih yang ideal.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Perencanaan Jaringan Air Bersih**

#### **Pemilihan Jenis Jaringan**

Berorientasi terhadap perkembangan jumlah dan sebaran lokasi calon pelanggan pada umumnya selalu meningkat, maka jaringan distribusi utama lebih baik jika dipilih jenis bercabang. Hal ini dimaksudkan agar dalam perkembangannya sistem distribusi akan membentuk zona-zona layanan. Dengan zona layanan yang masing-masing terpisah secara hidraulis dan dengan sebaran spasial yang berkelompok, maka akan lebih mudah dalam pengelolaannya.

Untuk menjamin kontinuitas dan kelancaran aliran air, pada jaringan sekunder, lebih tepat jika dipilih jenis jaringan yang melingkar. Dengan jaringan melingkar, tidak akan ada simpul-simpul aliran yang 'mati' dalam setiap zone layanan. Dengan kondisi demikian, jika terdapat kegiatan perbaikan pada suatu titik, maka tidak akan banyak mengganggu kualitas layanan di titik lain dalam zone layanan yang sama.

#### **Analisa Hidraulis**

Analisa hidraulis untuk jaringan air bersih didasarkan pada prinsip kontinuitas debit dan kekekalan energi. Dalam aplikasi konsep hidraulis tersebut terdapat proses keharusan untuk melakukan coba-coba. Untuk mendapatkan ketelitian yang cukup, diperlukan iterasi dalam jumlah yang banyak. Kesulitan tersebut akan semakin kompleks saat analisa harus dilakukan pada jaringan berjenis melingka karena tuntutan penggunaan konsep *hardy cross*.

Untuk mempermudah kegiatan analisa hidraulis tersebut, maka perlu digunakan alat bantu yang saat ini sudah banyak berkembang dalam bentuk model hidraulis jaringan pipa.

#### **Optimasi Sistem Jaringan Air Bersih**

Arbu (2002) menyarankan bahwa pemilihan jaringan dan diameter pipa berorientasi terhadap kehilangan tinggi tekan. Jika sistem jaringan

terbentuk dalam skala yang besar dan kompleks, maka optimasi juga perlu dilakukan dengan pendekatan sub-daerah layanan. Hal tersebut dimaksudkan akan mempermudah dalam proses perencanaan pengendalian tekanan, dan pelaksanaan pengeloannya (Laird, 2005).

Paramitasari (2003) melakukan optimasi jaringan pipa air bersih dengan algoritma genetika, menggunakan sarana bantu EPANET sebagai alat untuk analisa hidraulis. Sebagai ukuran optimal, dipilih biaya termurah dari berbagai diameter pipa yang disimulasikan dengan batasan kriteria hidraulis (tekanan air).

## **Model Hidraulis Jaringan Pipa**

### **Perkembangan Model Hidraulis Jaringan Pipa**

Beberapa program komputer di bidang rekayasa dan perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih di antaranya adalah program Loops, Wadiso, Kypipe, Epanet, dan WaterCAD. Sebagai model yang kehadirannya di awal, model Loops tampil dalam bentuk yang relatif 'sederhana' sesuai dengan kondisi sarana komputasi saat itu. Model Loops dapat digunakan sebagai saran bantu dalam analisa hidraulis jaringan pipa dengan aliran permanen, baik dalam jenis jaringan bercabang maupun melingkar. Pada model Loops semua data diinputkan sebagai data titik, sedangkan spasial jaringan diwakili oleh rangkaian pipa dan titik hubung yang didefinisikan berdasarkan skema jaringan nyata.

Model Epanet hadir pada era berikutnya, sudah dilengkapi dengan kemampuan untuk analisa aliran tidak permanen, dan mampu mengakomodasi aksesoris jaringan (klep) serta sarana pendukung (pompa dan tandon). Informasi spasial dapat diinputkan melalui peta dan juga dilengkapi dengan sarana mencetak gambar skema jaringan. Model ini dapat juga digunakan sebagai sarana bantu untuk simulasi pemberian zat kimia dengan konsentrasi dan titik tertentu untuk mengetahui konsentrasi pada titik lainnya. Sedangkan pada perkembangan terakhir, muncul model WaterCAD dengan keunggulan dapat mendukung GIS *data base connection* pada program ArcView, ArcInfo, ArcCAD, MapInfo, dan AutoCAD dengan program Microsoft Office, Microsoft Excel, dan Microsoft Access untuk *sharing* data. Model ini juga dilengkapi sarana pendukung, sehingga dapat mengubah file jaringan pipa program Epanet dan KYpipe ke dalam bentuk file WaterCAD.

### **Penggunaan Model Hidraulis**

Optimasi, merupakan suatu usaha untuk mencapai kondisi optimal, yaitu kondisi terbaik sesuai dengan standar dengan segala batasan-batasan yang ada. Dalam proses simulasi, seringkali dilakukan menggunakan model hidraulis.

Pada umumnya, langkah-langkah pada *masterplan* distribusi air bersih adalah sebagai berikut (Sukmawan, 2003):

- *Langkah 1:* Pembuatan model sistem eksisting menggunakan EPANET, ALEID, H2ONET, MIKENet, KYPIPE, WaterCAD, dan lai-lain.
- *Langkah 2:* Kalibrasi model berdasarkan pengukuran lapangan.
- *Langkah 3:* Penentuan kebutuhan air di masa yang akan datang yang harus dicapai, desain, dan kriteria kinerja yang harus dicapai.
- *Langkah 4:* Penambahan pipa, reservoir, pompa, dan *valve* pada sistem dan menjalankan simulasi untuk melihat apakah simulasi dapat bekerja.
- *Langkah 5:* Lanjutan penyelesaian peningkatan yang diusulkan dengan cara coba-coba sampai ditemukan solusi yang tepat (atau *limit* biaya terlampaui).

## METODOLOGI

### Strategi Perencanaan

Strategi dalam perencanaan pengembangan sistem jaringan distribusi yang tergabung dengan sistem lama diawali dengan memodelkan sistem yang telah ada. Untuk menjamin kesebangunan model yang tinggi, maka diperlukan tahap kalibrasi dan verifikasi. Pada umumnya, semua model hidraulis sistem perpipaan disediakan sarana berupa pemilihan koefisien kekasaran.

Tahap berikutnya adalah menggabungkan model yang telah terbangun dengan sistem jaringan baru untuk merencanakan dimensi yang optimal, sedangkan jika sistem distribusi yang dikembangkan terpisah dengan sistem lama, atau merupakan jaringan baru – maka dengan sendirinya pekerjaan akan menjadi lebih sederhana. Akibat tidak terdapatnya alternatif pilihan untuk mensimulasikan jalur pipa, maka simulasi dilakukan hanya dengan merubah beberapa diameter pipa. Pipa-pipa yang merupakan simpul jaringan diyakini mempunyai peran yang sangat penting dalam melakukan kontrol tekanan. Oleh karenanya, simulasi dikonsentrasikan pada pipa-pipa tersebut.

### Pemilihan Alternatif Optimal

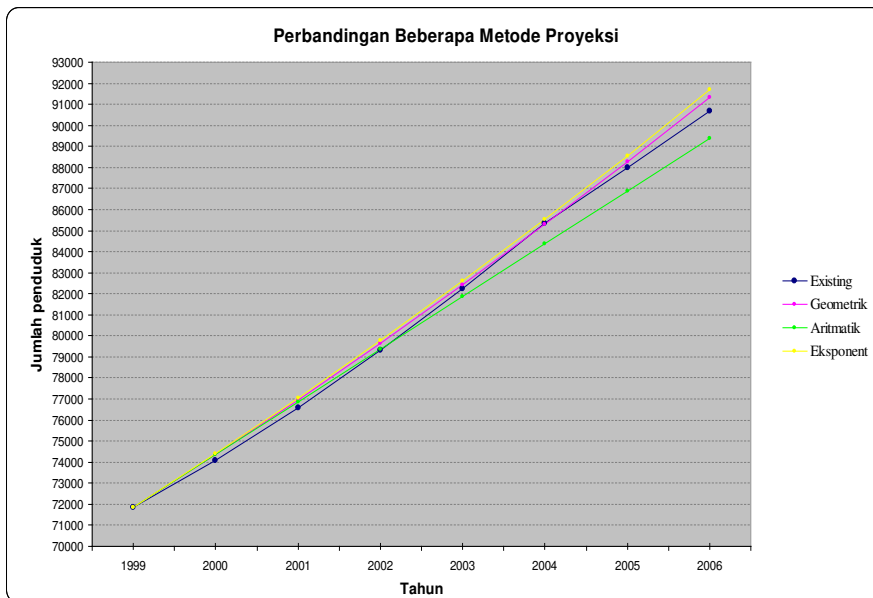
Komponen ekonomis dari sebuah jaringan terdiri dari biaya perencanaan, harga pipa dan aksesorisnya, hingga biaya pelaksanaan. Dalam kondisi dimana setiap alternatif tidak terdapat perbedaan jalur pipa dan dalam proses simulai hanya dibedakan berdasarkan diameter pipa saja, maka alternatif optimal secara ekonomis dapat dipilih berdasarkan besarnya harga seluruh pipa.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Pemilihan metode untuk memproyeksikan jumlah penduduk dilakukan dengan membandingkan, antara data tercatat dengan hasil hitungan. Hasil perbandingan diperlihatkan pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Grafik Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Mojoroto dengan Beberapa Metode Proyeksi

Secara visual dari grafik tersebut di atas terlihat bahwa yang paling mendekati grafik eksisting yang ada adalah metode Geometrik. Dengan demikian, metode yang digunakan untuk menghitung proyeksi pertumbuhan penduduk hingga tahun 2017 adalah metode Geometrik.

Tabel 1. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Metode Geometrik

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2007	93,766
2	2008	96,935
3	2009	100,211
4	2010	103,597
5	2011	107,098
6	2012	110,718
7	2013	114,459
8	2014	118,327
9	2015	122,326
10	2016	126,460
11	2017	130,734

Sumber: Hasil Perhitungan

### Perkembangan Jumlah Penduduk Terlayani

Pendistribusian air bersih untuk Kecamatan Mojojoto yang dilakukan oleh PDAM Kota Kediri pada saat ini baru sekitar 70%. Oleh karena itu, target dari PDAM Kota Kediri untuk tahun 2017 sebesar 92% dengan peningkatan per tahun sebesar 2%.

Tabel 2. Jumlah Penduduk Terlayani sampai dengan Tahun 2007 Kecamatan Mojojoto

Desa	Tahun 2006			Tahun 2017		
	Prosentase (%)	Jumlah Penduduk	Jumlah Penduduk Terlayani	Prosentase (%)	Jumlah Penduduk	Jumlah Penduduk Terlayani
Pojok	70	7.739	5417	92	11.669	10.735
Campurrejo	50	6.582	3291	83	9.924	8.237
Tamanan	30	3.583	1075	63	5.402	3.403
Banjarmlati	0	4.211	0	55	6.349	3.492
Bandar Kidul	20	7.896	1579	53	11.906	6.310
Lirboyo	50	7.745	3873	83	11.678	9.693
Bandar Lor	50	9.154	4577	83	13.802	11.456
Mojojoto	50	11.385	5693	83	17.166	14.248
Sukorame	50	7.536	3768	83	11.363	9.431
Bujel	15	6.580	987	48	9.921	4.762
Ngampel	50	4.781	2391	83	7.209	5.983
Gayam	0	3.531	0	55	5.324	2.928
Mrican	0	6.786	0	55	10.232	5.628
Dermo	0	3.192	0	55	4.813	2.647

Sumber: Hasil Perhitungan

## **Proyeksi Kebutuhan Air Bersih**

### **Kebutuhan Domestik**

Kebutuhan domestik meliputi:

- Sambungan Rumah Tangga  
Berdasarkan data pemakaian air yang tercatat pada tahun 1999 sampai dengan 2006 unit kebutuhan air rerata untuk golongan rumah tangga direncanakan sebesar sebesar 130 lt/orang/hari dengan pelayanan 97,5%.
- Kran Umum  
Sambungan kran umum diproyeksikan untuk masyarakat yang kurang mampu pada tahun 2017 diharapkan prosentase pelayanan untuk kran umum sebesar 30% karena sebagian telah beralih ke sambungan rumah tangga.

### **Kebutuhan Non Domestik**

Besar konsumsi non domestik sampai dengan tahun 2017 ditetapkan 15% dari kebutuhan domestik.

### **Kehilangan Air**

Yaitu merupakan besar air yang hilang selama proses pendistribusiannya. Untuk kehilangan air diasumsikan setiap tahun terjadi sebesar 30% (PDAM Kota Kediri)

## **Proyeksi Kebutuhan Air Bersih dalam Sistem Jaringan Air Bersih**

Penggunaan air bersih yang beragam tentu berpengaruh pada pola aliran jaringan distribusi karena setiap percabangan atau titik simpul mempunyai proporsi yang berbeda-beda. Adapun langkah yang dipakai dalam menentukan debit tiap titik simpul dilakukan dengan kajian pendekatan jumlah rumah tiap-tiap daerah atau kepadatan yang ada.

Setiap titik simpul di daerah pelayanan akan mendapat penambahan pembebanan akibat perkembangan di masa mendatang seiring dengan meningkatnya populasi penduduk dan adanya pengembangan berupa areal pada lahan kosong.

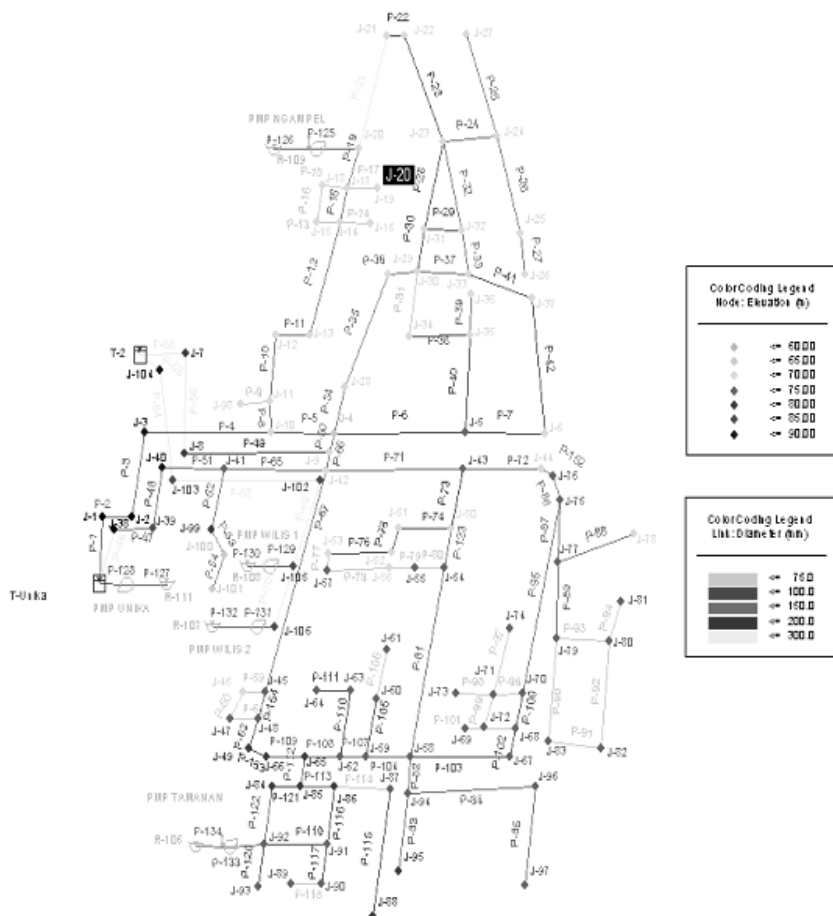
## **Perhitungan Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih**

Fungsi dari suatu sistem jaringan distribusi air bersih adalah untuk menyediakan besarnya kebutuhan bagi konsumen dengan tekanan yang cukup pada berbagai macam kondisi permintaan. Kondisi permintaan pada studi ini didefinisikan sebagai fluktuasi dari kebutuhan harian pada kondisi permanen di suatu titik simpul (debit pembebanan) yang diakibatkan oleh

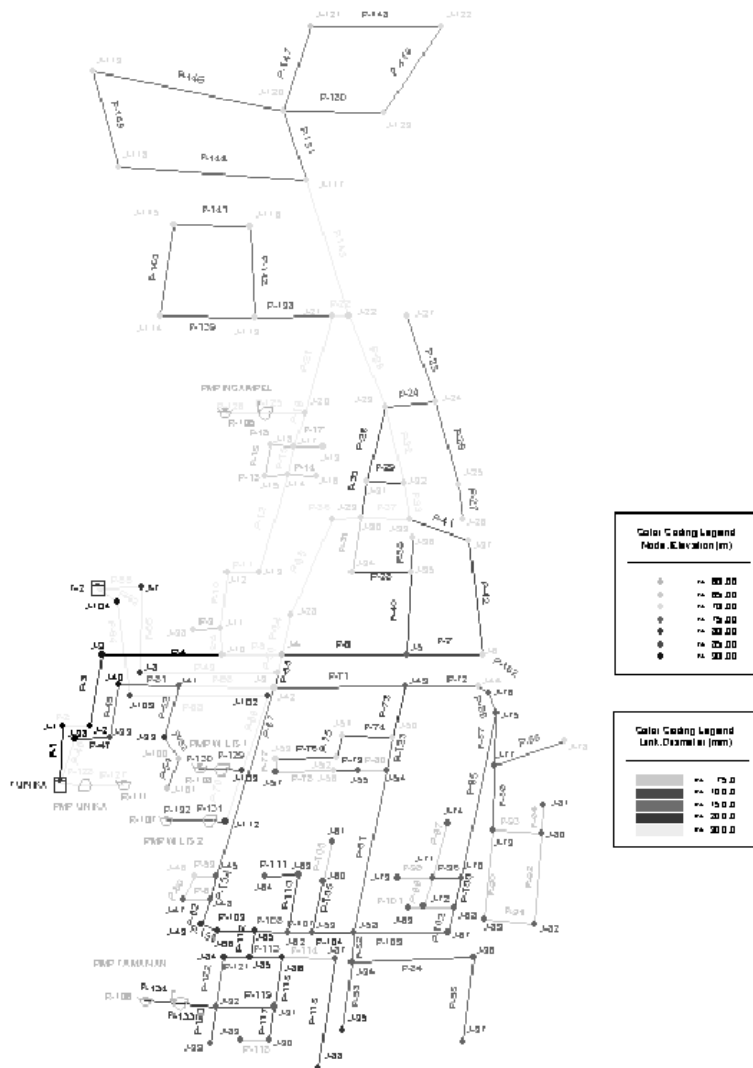
suatu urutan corak perubahan kebutuhan sepanjang hari, kebutuhan puncak harian dan adanya kebutuhan krisis ketika terjadi kerusakan pipa.

Variasi kebutuhan air akibat kebutuhan puncak harian yang terjadi pada titik simpul dengan pendekatan faktor kebutuhan air puncak (*peak factor*) pada sistem distribusi air bersih diasumsikan sudah terwakili dalam corak fluktuasi kebutuhan air bersih harian dengan metode pendekatan hasil penelitian Ditjen Cipta Karya tersebut. Kebutuhan jam puncak harian terjadi pada jam ke-8 dengan *peak factor* sebesar 1,56 terhadap kebutuhan rata-rata.

Skema jaringan kondisi eksisting tahun 2006 tersaji pada Gambar 2, sedangkan skema jaringan tahap pengembangan sampai tahun 2017 disajikan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 2. Skema Jaringan Distribusi Air Bersih Kondisi Eksisting Tahun 2006



Gambar 5. Skema Jaringan Distribusi Air Bersih Tahap Pengembangan Tahun 2017

### Evaluasi Tekanan Sisa pada Titik Simpul

Dari hasil simulasi kondisi non permanen pada Kecamatan Mojooroto dengan bantuan program WaterCad v.4.5 didapati adanya tekanan sisa yang menurun drastis mulai pukul 02.00 WIB, terutama terjadi pada pelanggan di bagian Barat dan Utara Kecamatan Mojooroto. Hal ini terjadi karena lokasi ini jauh dari tandon dan belum optimalnya pengoperasian pompa distribusi di lokasi tersebut. Pada saat mendekati pukul 22.00 WIB

tekanan pada titik-titik simpul mulai naik karena berkurangnya penggunaan air oleh pelanggan. Untuk mengatasi kurangnya tekanan sisa pada jam-jam debit puncak dilakukan penyambungan pipa secara paralel dan mengoptimalkan pengoperasian tandon dan pompa yang ada.

### **Menentukan Nilai HWC (*Hazen William Coeficient*)**

Dalam pemodelan kondisi eksisting dicari kesesuaian nilai tekanan pada titik simpul dengan merubah nilai HWC sampai didapat nilai tekanan yang sama atau mendekati. Semakin kecil selisih tekanan atau persentase selisih tekanan di titik simpul terhadap tekanan yang ada lapangan di titik simpul yang sama, maka nilai HWC tersebut semakin mewakili kondisi eksisting yang ada. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 Perhitungan Tekanan Berdasar HWC.

Setelah digambar grafik selisih tekanan terhadap nilai HWC, maka dapat dilihat terdapat dua buah data lapangan yang mempunyai kecenderungan menyimpang dan tiga data yang bisa dianggap sesuai dengan pengukuran. Oleh sebab itu, maka dipakai tiga data saja untuk dicari nilai rata-ratanya guna menentukan nilai HWC yang akhirnya didapatkan nilai HWC 131 yang paling mendekati dengan kondisi eksisting.

### **Evaluasi Tekanan Sisa pada Titik Simpul**

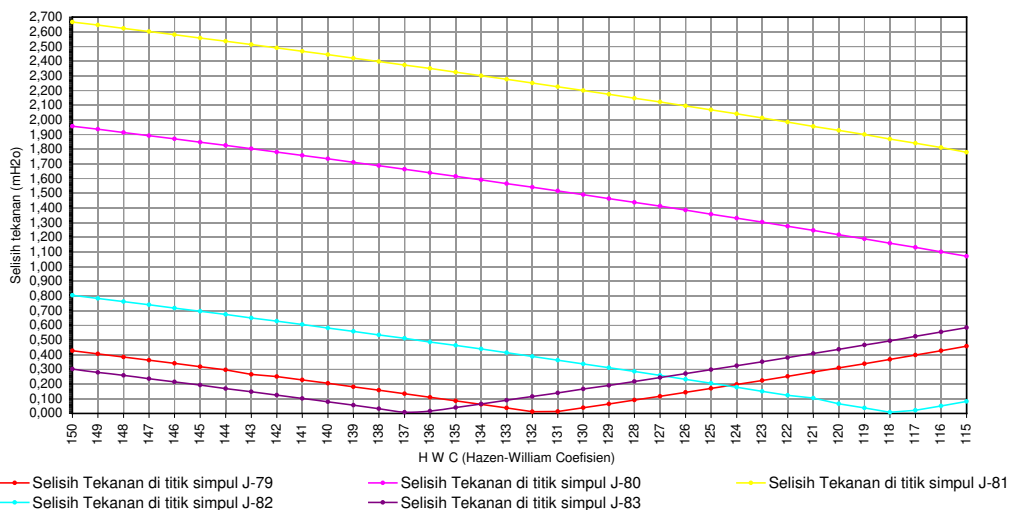
Tekanan sisa pada titik simpul merupakan selisih antara elevasi tinggi tekan pada titik simpul (HGL) dengan elevasi titik simpul tersebut. Faktor utama penyebab menurunnya tekanan sisa pada titik simpul adalah jumlah debit pada titik simpul dan elevasi titik simpul. Setelah didapat nilai HWC dan dilakukan pemasangan pipa baru serta perubahan diameter beberapa pipa didapatkan tekanan (*pressure*) yang memenuhi kriteria perencanaan.

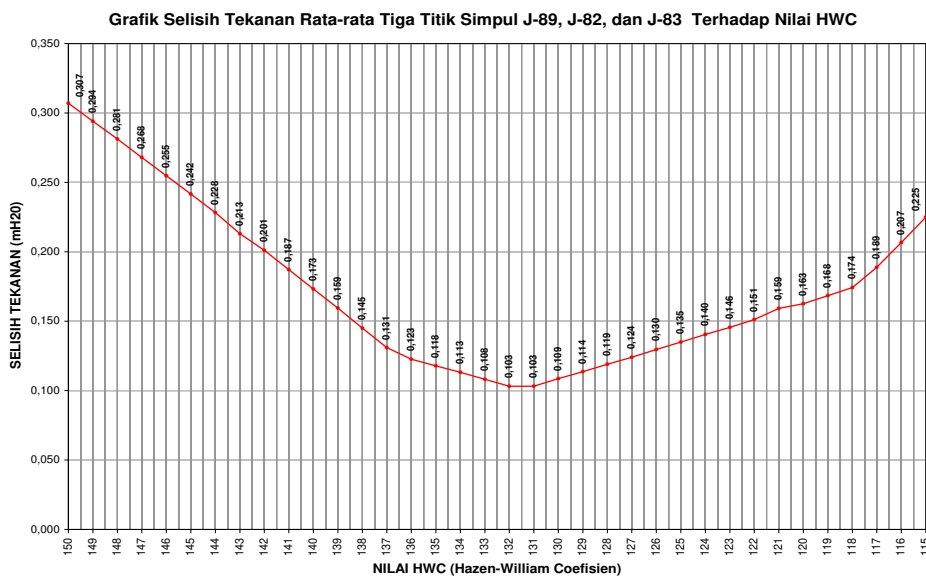
Tabel 3. Perhitungan Tekanan Berdasar HWC

Titik Simpul	J-79			J-80			J-81			J-82			J-83		RATA - RATA	RATA - RATA	
Elevasi	70,81			70,46			70,46			70,51			70,7		J79, J80, J81,	J79, J82, J84	
Kelurahan	Bandar Kidul			Bandar Kidul			Bandar Lor			Bandar Kidul			Bandar Kidul		J82, J83	J79, J82, J84	
Data lapangan	39,657	Selisih	%	38,475	Selisih	%	37,765	Selisih	%	39,577	Selisih	%	39,891	Selisih	%		
150	40,085	0,428	1,079	40,432	1,957	5,086	40,432	2,667	7,062	40,382	0,805	2,034	40,193	0,302	0,757	1,232	0,307
149	40,063	0,406	1,024	40,411	1,936	5,032	40,411	2,646	7,006	40,361	0,784	1,981	40,171	0,280	0,702	1,210	0,294
148	40,042	0,385	0,971	40,389	1,914	4,975	40,389	2,624	6,948	40,339	0,762	1,925	40,150	0,259	0,649	1,189	0,281
147	40,020	0,363	0,915	40,367	1,892	4,917	40,367	2,602	6,890	40,317	0,740	1,870	40,128	0,237	0,594	1,167	0,268
146	39,998	0,341	0,860	40,346	1,871	4,863	40,345	2,580	6,832	40,295	0,718	1,814	40,106	0,215	0,539	1,145	0,255
145	39,976	0,319	0,804	40,323	1,848	4,803	40,323	2,558	6,773	40,273	0,696	1,759	40,084	0,193	0,484	1,123	0,242
144	39,954	0,297	0,749	40,301	1,826	4,746	40,301	2,536	6,715	40,251	0,674	1,703	40,061	0,170	0,426	1,101	0,228
143	39,931	0,266	0,671	40,278	1,803	4,686	40,278	2,513	6,654	40,228	0,651	1,645	40,039	0,148	0,371	1,076	0,213
142	39,908	0,251	0,633	40,256	1,781	4,629	40,256	2,491	6,596	40,206	0,629	1,589	40,016	0,125	0,313	1,055	0,201
141	39,885	0,228	0,575	40,233	1,758	4,569	40,233	2,468	6,535	40,183	0,606	1,531	39,993	0,102	0,256	1,032	0,187
140	39,862	0,205	0,517	40,210	1,735	4,509	40,209	2,444	6,472	40,159	0,582	1,471	39,970	0,079	0,198	1,009	0,173
139	39,839	0,182	0,459	40,186	1,711	4,447	40,186	2,421	6,411	40,136	0,559	1,412	39,947	0,056	0,140	0,986	0,159
138	39,815	0,158	0,398	40,163	1,688	4,387	40,162	2,397	6,347	40,112	0,535	1,352	39,923	0,032	0,080	0,962	0,145
137	39,792	0,135	0,340	40,139	1,664	4,325	40,139	2,374	6,286	40,089	0,512	1,294	39,899	0,008	0,020	0,939	0,131
136	39,767	0,110	0,277	40,115	1,640	4,263	40,115	2,350	6,223	40,064	0,487	1,231	39,875	0,016	0,040	0,921	0,123
135	39,743	0,086	0,217	40,090	1,615	4,198	40,090	2,325	6,156	40,040	0,463	1,170	39,851	0,040	0,100	0,906	0,118
134	39,719	0,062	0,156	40,066	1,591	4,135	40,066	2,301	6,093	40,016	0,439	1,109	39,826	0,065	0,163	0,892	0,113
133	39,694	0,037	0,093	40,041	1,566	4,070	40,041	2,276	6,027	39,991	0,414	1,046	39,801	0,090	0,226	0,877	0,108
132	39,669	0,012	0,030	40,016	1,541	4,005	40,016	2,251	5,961	39,966	0,389	0,983	39,776	0,115	0,288	0,862	0,103
131	39,644	0,013	0,033	39,991	1,516	3,940	39,990	2,225	5,892	39,940	0,363	0,917	39,751	0,140	0,351	0,851	0,103
130	39,618	0,039	0,098	39,965	1,490	3,873	39,965	2,200	5,825	39,915	0,338	0,854	39,725	0,166	0,416	0,847	0,109
129	39,592	0,065	0,164	39,939	1,464	3,805	39,939	2,174	5,757	39,889	0,312	0,788	39,700	0,191	0,479	0,841	0,114
128	39,566	0,091	0,229	39,913	1,438	3,737	39,913	2,148	5,688	39,863	0,286	0,723	39,673	0,218	0,546	0,836	0,119
127	39,540	0,117	0,295	39,887	1,412	3,670	39,887	2,122	5,619	39,836	0,259	0,654	39,647	0,244	0,612	0,831	0,124
126	39,513	0,144	0,363	39,860	1,385	3,600	39,860	2,095	5,547	39,810	0,233	0,589	39,620	0,271	0,679	0,826	0,130
125	39,486	0,171	0,431	39,833	1,358	3,530	39,833	2,068	5,476	39,783	0,206	0,521	39,593	0,298	0,747	0,820	0,135
124	39,459	0,198	0,499	39,806	1,331	3,459	39,806	2,041	5,404	39,756	0,179	0,452	39,566	0,325	0,815	0,815	0,140
123	39,432	0,225	0,567	39,778	1,303	3,387	39,778	2,013	5,330	39,728	0,151	0,382	39,539	0,352	0,882	0,809	0,146
122	39,404	0,253	0,638	39,750	1,275	3,314	39,750	1,985	5,256	39,700	0,123	0,311	39,511	0,380	0,953	0,803	0,151
121	39,375	0,282	0,711	39,722	1,247	3,241	39,720	1,955	5,177	39,682	0,105	0,265	39,482	0,409	1,025	0,800	0,159
120	39,347	0,310	0,782	39,693	1,218	3,166	39,693	1,928	5,105	39,643	0,066	0,167	39,454	0,437	1,095	0,792	0,163
119	39,318	0,339	0,855	39,665	1,190	3,093	39,665	1,900	5,031	39,614	0,037	0,093	39,425	0,466	1,168	0,786	0,168
118	39,289	0,368	0,928	39,635	1,160	3,015	39,635	1,870	4,952	39,585	0,008	0,020	39,396	0,495	1,241	0,780	0,174
117	39,259	0,398	1,004	39,606	1,131	2,940	39,606	1,841	4,875	39,556	0,021	0,053	39,366	0,525	1,316	0,783	0,189
116	39,230	0,427	1,077	39,576	1,101	2,862	39,576	1,811	4,795	39,526	0,051	0,129	39,336	0,555	1,391	0,789	0,207
115	39,199	0,458	1,155	39,546	1,071	2,784	39,545	1,780	4,713	39,495	0,082	0,207	39,306	0,585	1,466	0,795	0,225

Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik Selisih Tekanan Lapangan dengan Tekanan Pemodelan jaringan Eksisting Terhadap Nilai HWC di Titik Simpul J-79, J-80, J-81, J-82, J-83.





## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Metode proyeksi jumlah penduduk dipilih berdasar kedekatannya dengan kecenderungan data pertumbuhan penduduk di lokasi kajian. Di lokasi studi, jumlah penduduk yang akan dilayani sampai dengan tahun 2017 adalah sebesar 98.954 jiwa dengan penambahan penduduk yang dilayani sebesar 66.303 jiwa.
2. Pemodelan hidraulik jaringan harus diawali dengan pemodelan jaringan eksisting, baru pada rencana jaringan.
3. Dari hasil simulasi kondisi tidak permanen didapatkan tekanan sisa minimum 20,480 mH<sub>2</sub>O pada titik simpul 38 dan maksimum sebesar 59.620 mH<sub>2</sub>O pada titik simpul 109. Secara umum seluruh komponen sistem jaringan distribusi yang direncanakan mampu beroperasi secara optimum dan telah memenuhi kriteria perencanaan.

### Saran

1. Dalam perencanaan suatu sistem jaringan distribusi air bersih sepatutnya mempertimbangkan adanya suatu penerapan model simulasi kondisi tidak permanen agar didapatkan hasil yang optimal dan efisien.
2. Peningkatan mutu air dapat dilakukan dengan penambahan zat penjernih air, sehingga air bersih bisa digunakan sebagai air minum dalam tahap pengembangan ini.



## PUSTAKA ACUAN

- Haestad. 2001. *User`s Guide WaterCAD v.4 for Windows*. USA: Haestad Press, Waterbury CT.
- Kamulyan, B. 2000. *Perkiraan Kebutuhan Air*. Kertas Kerja. Jurusan Sipil Fakultas Teknik. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Rubin S., Edward. 2001. *Introduction to Engineering And The Environment*. New York: Mc. Graw Hill Inc,
- Sasongko, Djoko. 1989. *Teknik Sumber Daya Air Jilid I dan Jilid II*. Edisi Ketiga. Terjemahan. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Triadmodjo, Bambang. 1995. *Soal Penyelesaian Hidraulika II*. Edisi Kedua. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset.
- \_\_\_\_\_. 1995. *Hidraulika I dan Hidraulika II*. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset.

