



PROSIDING

**SEMINAR NASIONAL
APLIKASI TEKNOLOGI PRASARANA PERKOTAAN 2008**

**TEMA:
APLIKASI TEKNOLOGI
DALAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR**

31 JULI 2008

ISBN No. 978-979-18342-0-9

**PROGRAM DIPLOMA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2008**

KATA PENGANTAR

Ketersediaan berbagai jenis infrastruktur publik dihadapkan pada pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan kesejahteraan rakyat Indonesia sehingga Pembangunan infrastruktur sangat penting. Perkembangan dan keandalan teknologi informasi menjadi stimulan bagi munculnya peradaban baru. Tidak ada satu pun sektor pembangunan nasional yang tidak memerlukan penggunaan teknologi informasi. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi informasi dalam pembangunan infrastruktur menjadi suatu keniscayaan.

Paradigma pembangunan berkelanjutan perlu dijadikan pijakan agar ketersediaan infrastruktur benar-benar bisa memberikan kontribusi positif bagi masa depan perekonomian nasional dan kepentingan rakyat. Salah satu elemen penting dalam menjaga keberkelanjutan pembangunan infrastruktur adalah jasa konstruksi, sebagai tulang punggungnya. Implementasi pembangunan infrastruktur tidak jarang mengalami tumpang tindih sehingga melahirkan sederet problem-problem baru. Permasalahan transportasi yang berkaitan dengan krisis energi; Permasalahan Banjir dan air bersih yang terkait dengan permasalahan pemukiman; dan banyak permasalahan permasalahan lainnya yang saling terkait satu sama lain sehingga menimbulkan permasalahan baru yang lebih kompleks.

Berpijak dari deskripsi pemikiran tersebut diatas kiranya perlu dilakukan kajian intensif tentang masa depan pembangunan infrastruktur nasional. Untuk itu, maka Program Diploma Teknik Sipil FTSP ITS menyelenggarakan kegiatan Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana 2008 dengan tema "Aplikasi Teknologi dalam Pembangunan Infrastruktur". Adapun tujuannya memberikan wawasan tentang Aplikasi Teknologi Informasi dalam Pembangunan Infrastruktur dan mengembangkan disiplin ilmu ketekniksipilan dan bidang ilmu yang terkait agar dapat memberikan kontribusi terhadap pemecahan permasalahan pembangunan infrastruktur.

Akhirnya mudah-mudahan seminar ini dapat memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi semua pihak.

Surabaya, 31 Juli 2008

Panitia

DAFTAR ISI

| | |
|-----------------|------|
| Halaman Judul | i |
| Susunan Panitia | ii |
| Kata Pengantar | iii |
| Daftar Isi | viii |

MAKALAH UTAMA

| | |
|--|----|
| Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Pembangunan Infrastruktur <i>Prof. Dr. Ir. Mohammad NUH, DEA</i> | 1 |
| Pembangunan Infrastruktur dan Pendidikan Tinggi <i>dr. Fasli Jalal, PhD.</i> | 6 |
| Inovasi Birokrasi dalam Percepatan Pembangunan Infrastruktur <i>Ir. M. Saiful Imam, MM.</i> | 12 |
| Pengembangan Infrastruktur Kota Surabaya: Antara Problem dan Solusi <i>Ir. Tri Rismaharini, MT.</i> | 17 |
| Identifikasi Kerusakan Bangunan Infrastruktur Berbasis Response Getaran <i>Ir. Agung Budipryanto, MEng. PhD</i> | 28 |

MANAJEMEN REKAYASA SUMBER AIR

| | |
|--|------|
| Analisis Kualitas Air di Hulu dan Hilir Waduk Resapan Kampus Universitas Indonesia <i>Setyo Supriyadi, Bambang Setiadi, El Khobar Nazech</i> | A-1 |
| Keseimbangan Eksplorasi Air Tanah di cekungan Pasuruan-Jawa timur <i>Djoko Tri Yudianto</i> | A-10 |
| Mengembangkan Potensi Energi Terbarukan di Jaringan Irigasi Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) <i>Suwignyo, Sunarto</i> | A-14 |

| | |
|--|------|
| Model Prediksi Level Muka Air Bengawan Solo Rata-Rata Harian di Stasiun Pengamatan Bojonegoro <i>Umboro Lasminto, Listya Hery Mularto</i> | A-21 |
| Pengendalian Volume Limpasan Akibat Perubahan Tata Guna Lahan dengan Konsep $\Delta V = 0$ di DAS Kali Kedurus Hulu <i>Ismail Saud</i> | A-27 |
| Saatnya Berbalik Haluan Dalam Paradigma Pengendalian Banjir <i>Ir. Kuntjoro, MT</i> | A-39 |
| Strategi Pemanfaatan Model Hidraulis dalam Perencanaan Sistem Distribusi Jaringan Air Bersih <i>Kustamar</i> | A-44 |
| Permasalahan dan Strategi Pengembangan Kalimas Sebagai Sarana Transportasi Sungai <i>Sismanto</i> | A-56 |

BIDANG STRUKTUR

| | |
|---|------|
| Aplikasi Algoritma Genetika dalam Optimasi Rekayasa Struktur <i>Harun Alrasyid, Pujo Aji</i> | B-1 |
| Analisa Resiko Gempa dengan Teorema Probabilitas Total untuk Kota-Kota di Indonesia yang Aktifitas Seismiknya Tinggi <i>Helmy Darjanto, Adhi Muhtadi</i> | B-7 |
| Alternatif Alat Sambung Konstruksi Sambungan Kayu Tahan Tarik, Tekan dan Lentur <i>Munarus Suluch</i> | B-13 |
| Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Dengan Molaritas 8 Mol 1,5 Dan 12 Mol 1,5 Tahan Terhadap Agresifitas Air Laut Selat Madura <i>Srie Subekti, Triwulan, Muji Irmawan</i> | B-21 |
| Development Of Artificial Neural Network (Ann) For Predicting Air Curing Lightweight Foamed Concrete (Lfc) Compressive Strength <i>Ridho Bayuaji, Totok R. Biyanto</i> | B-33 |

STRATEGI PEMANFAATAN MODEL HIDRAULIS DALAM PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI JARINGAN AIR BERSIH

Kustamar

ABSTRAK

Sistem distribusi jaringan air bersih berfungsi mengalirkan air dari tandon sampai ke pelanggan. Sistem distribusi jaringan air bersih yang baik akan mampu mendukung pengkondisian terkontrolnya: kualitas, tekanan, dan 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. Model zonasi daerah layanan merupakan usaha penyederhanaan bentuk jaringan yang pada umumnya cocok untuk mengantisipasi sulitnya mengontrol besarnya kehilangan air. Simulasi terhadap rencana jaringan menggunakan model hidraulis akan memberikan gambaran besar dan sebaran tekanan air di pelanggan. Berbagai model hidraulis untuk jaringan pipa telah banyak berkembang, namun dalam penggunaannya diperlukan strategi yang tepat serta dukungan data yang akurat. Strategi dalam perencanaan pengembangan sistem jaringan distribusi yang tergabung dengan sistem lama diawali dengan memodelkan sistem yang telah ada. Untuk menjamin kesesuaian model yang tinggi diperlukan tahap kalibrasi dan verifikasi. Tahap berikutnya menggabungkan model yang telah terbangun dengan sistem jaringan baru, untuk merencanakan dimensi yang optimal. Dalam perencanaan pengembangan sistem distribusi daerah layanan Tandon Buring, digunakan Model EPANET. Hingga tahun 2018, dari 3 alternatif rencana pengembangan yang telah memenuhi syarat hidraulis, selanjutnya dipilih alternatif II sebagai rencana optimal berdasarkan jumlah harga pipa.

Kata kunci: jaringan distribusi air bersih, model hidraulis

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem distribusi jaringan air bersih merupakan bagian dari sistem jaringan air bersih yang berfungsi mengalirkan air dari tandon sampai ke pelanggan. Pada umumnya Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) selain mengemban tugas sosial, juga diharuskan berorientasi bisnis. Agar mendapat apresiasi dari pelanggan, sehingga pelanggan bersedia dengan senang hati memenuhi kewajibannya membayar rekening air maka harus mendapat layanan yang prima. Untuk mendukung tercapainya kondisi tersebut, maka sistem distribusi jaringan air bersih harus mampu mengalirkan air dengan kualitas yang baik, tekanan cukup dan merata,

kontinu selama 24 jam, serta kehilangan air sekecil mungkin.

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.

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 persentase 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 kebutuhan, 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 merencanakannya perlu suatu keahlian dengan sentuhan “seni dan arsitektur” tersendiri. Sebagai kajian, dalam tulisan ini dibahas tentang optimasi pengembangan sistem distribusi jaringan air bersih Daerah Layanan Tandon Buring Kota Malang.

1.2. Permasalahan

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

1. Bagaimana metode penggunaan model hidraulis dalam perencanaan pengembangan jaringan distribusi air bersih?

2. Bagaimana cara mendapatkan dimensi yang optimal?

3. Bagaimana hasil aplikasi penggunaan model dalam pengembangan sistem distribusi wilayah Tandon Buring?

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dari studi ini ialah mengkaji perencanaan pengembangan sistem distribusi jaringan air bersih menggunakan model hidraulis. Sedangkan tujuannya ialah mendapatkan strategi pemanfaatan model hidraulis, dengan harapan bermanfaat untuk mempermudah dalam mendapatkan dimensi sistem distribusi jaringan air bersih yang optimal.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Perencanaan Jaringan Air Bersih

2.1.1. Pemilihan Jenis Jaringan

Berorientasi terhadap perkembangan jumlah dan sebaran lokasi calon pelanggan pada umumnya selalu meningkat, maka jaringan distribusi utama lebih baik jika dipilih berjenis 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 akan lebih mudah dalam pengelolaannya.

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

2.1.2. Analisa Hidraulis

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 melingkar, karena tuntutan penggunaan konsep *Hardy Cross*.

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

2.1.3. 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, optimasi juga perlu dilakukan dengan pendekatan sub-daerah layanan. Hal tersebut dimaksudkan akan mempermudah dalam proses perencanaan pengendalian tekanan, dan pelaksanaan pengeloaannya (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).

2.2. Model Hidraulis Jaringan Pipa

2.2.1. 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. Dengan model ini dapat juga digunakan sebagai sarana bantu untuk simulasi.

Analisa hidraulis untuk jaringan air bersih mendasarkan pada prinsip kontinuitas debit dan kekekalan energi. Dalam aplikasi konsep hidraulis tersebut terdapat proses pemberian zat kimia dengan konsentrasi dan titik tertentu, dan 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* dan program *Microsoft Office*, *Microsoft Excel* dan *Microsoft Access* untuk *sharing data*. Model juga dilengkapi sarana pendukung sehingga dapat mengubah file jaringan pipa program *Epanet* dan *KYpipe* ke dalam bentuk file *WaterCAD*.

2.2.2. 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 master plan distribusi air bersih adalah sebagai berikut (Sukmawan, 2003):

Langkah 1 - Pembuatan model sistem eksisting menggunakan EPANET, ALEID, H2ONET, MIKENet, KYPIPE, WaterCAD, dan lain-lain.

Langkah 2 - Kalibrasi model berdasarkan pengukuran lapangan.

Langkah 3 - Tentukan kebutuhan air di masa yang akan datang yang harus dicapai, disain, dan kriteria kinerja yang harus dicapai.

Langkah 4 - Tambahkan pipa, reservoir, pompa dan valve pada sistem dan jalankan simulasi untuk melihat apakah simulasi dapat bekerja.

Langkah 5 - Lanjutkan penyelesaian peningkatan yang diusulkan dengan cara coba-coba sampai ditemukan solusi yang tepat (atau limit biaya terlampaui).

3. METODE YANG DIGUNAKAN

3.2. Strategi Perencanaan

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. Pada umumnya semua model hidraulik sistem perpipaan disediakan sarana berupa pemilihan koefisien kekasaran.

Tahap berikutnya menggabung 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.

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.

3.3. 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 simulasi hanya dibedakan berdasarkan diameter pipa saja, maka alternatif optimal secara ekonomis dapat dipilih berdasarkan besarnya harga seluruh pipa.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Proyeksi Jumlah Sambungan Rumah

Dari hasil perbandingan secara grafis antara hasil hitungan proyeksi jumlah penduduk dengan berbagai metode (Aritmatik, Geometrik dan Eksponensial) dengan ekstrapolasi garis regresi yang dihasilkan dari data, diperoleh simpulan bahwa hasil hitungan dengan metode Aritmatik yang digunakan pada hitungan berikutnya.

Jumlah penduduk terlayani diprediksi dari hasil proyeksi jumlah penduduk dan target persentase layanan. Dengan anggapan tiap rumah terdiri dari 6 jiwa, dan target realisasi layanan 100% pada tahun 2018 maka pada daerah layanan dapat diketahui jumlah penduduk = 889.460 jiwa, dan sambungan rumah = 24.766 buah.

4.2. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air yang terdistribusi dihitung dari total konsumsi air dibagi dengan pengurangan presentase kehilangan air. Hasil hitungan neraca air hingga tahun 2018 ditampilkan pada Tabel 4-1.

4.3. Kalibrasi Model

Kalibrasi model dilakukan dengan mencoba-coba berbagai nilai koefisien kekasaran pipa (C) pada model

eksisting. Yang dimaksud dengan jaringan kondisi eksisting ialah kondisi semula dari sistem jaringan yang terdiri dari: tandon, dan pipa distribusi utama (Gambar 2.1).

Dari berbagai uji coba nilai C, ditampilkan 2 hasil sebagai contoh yaitu nilai C = 110 dan 100. Perbandingan nilai tekanan air hasil model dan hasil pengukuran pada beberapa titik kontrol disajikan pada Tabel 4 - 2.

Besarnya persentase selisih antara tekanan hasil pengukuran dengan hasil model (ΔP) pada penggunaan nilai C = 100 berkisar antara 33,83% (-) pada titik 21, hingga 15,30% (+) pada titik 34. Sedangkan penggunaan nilai C = 110 diperoleh hasil ΔP antara 19,05% (-) pada titik 21 hingga 22,29% (+) pada titik 20. Melihat mayoritas nilai ΔP pada penggunaan C = 100 lebih kecil dibandingkan jika menggunakan C=110, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan nilai C = 100 lebih tepat. Karena model dapat dianggap telah mewakili kondisi sebenarnya.

*Strategi Pemanfaatan Model Hidraulis
Dalam Perencanaan Sistem Distribusi Jaringan Air Bersih*

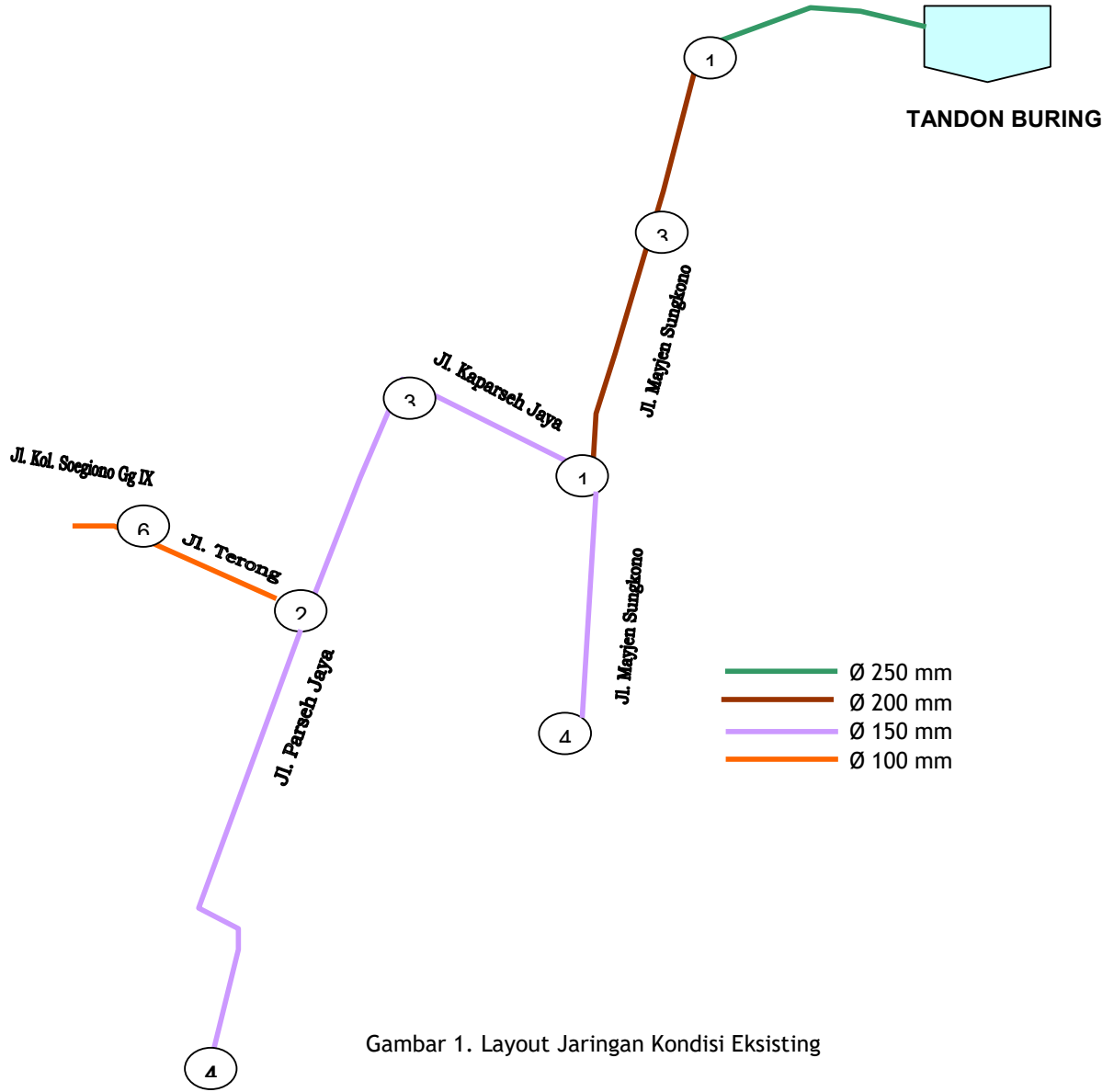
TABEL 1
NERACA AIR HINGGA TAHUN 2018

| KELURAHAN/DESA | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| TOTAL SR | 18,547 | 19,065 | 19,584 | 20,102 | 20,620 | 21,138 | 21,657 | 22,175 | 22,693 | 23,211 | 23,730 | 24,248 | 24,766 |
| Konsumsi Air (m ³ /bl/sr) (A) | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Total Konsumsi Air (m ³ /bl) (B) | 463,681 | 495,702 | 528,760 | 562,854 | 597,984 | 634,152 | 649,698 | 665,245 | 680,792 | 696,339 | 711,886 | 727,433 | 742,980 |
| (l/ dt) (C) | 179 | 191 | 204 | 217 | 231 | 245 | 251 | 257 | 263 | 269 | 275 | 281 | 287 |
| Kehilangan Air (%) (D) | 34 | 32 | 30 | 28 | 27 | 26 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Air Terdistribusi (l/dt) (E) | 271 | 281 | 291 | 302 | 316 | 331 | 334 | 342 | 350 | 358 | 366 | 374 | 382 |
| Q produksi (l/dt) (F) | 285 | 295 | 306 | 317 | 332 | 347 | 351 | 359 | 368 | 376 | 385 | 393 | 401 |

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan :

- (A) → Total SR = Jml. SR + (Jml.RT x 2500/ Total RT)
- (B) → Estimasi pemakaian rata-rata / bln / SR (berdasarkan kondisi eksisting pemakaian dari tahun 2003 s/d 2005 adalah = 24.53
- (C) → (A) x (B)
- (D) → Estimasi target kehilangan air pada PDAM
- (E) → (C dlm l/dt) / (1- (D))
- (F) → 1,05 x (E)



Gambar 1. Layout Jaringan Kondisi Eksisting

TABEL 2
TEKANAN AIR HASIL KALIBRASI

| Node | Titik Kontrol | P Hasil Pengukuran (m) | Contoh I | | | Contoh II | | |
|------|----------------------|------------------------|----------|-------|----------------|-----------|-------|----------------|
| | | | Koef. C | P (m) | ΔP (%) | Koef. C | P (m) | ΔP (%) |
| 18 | Jl. Mayjend Sungkono | 50 | 110 | 56.11 | 12.22 | 100 | 55.74 | 11.48 |
| 33 | Jl. Mayjend Sungkono | 50 | 110 | 53.85 | 7.70 | 100 | 53.05 | 6.10 |
| 19 | Jl. Mayjend Sungkono | 50 | 110 | 54.88 | 9.76 | 100 | 53.70 | 7.40 |
| 34 | Jl. Kaparseh jaya | 43 | 110 | 51.59 | 19.98 | 100 | 49.58 | 15.30 |
| 43 | Jl. Mayjend Sungkono | 50 | 110 | 56.71 | 13.42 | 100 | 55.49 | 10.98 |
| 20 | Jl. Terong | 41 | 110 | 50.14 | 22.29 | 100 | 47.27 | 15.29 |
| 60 | Jl. Terusan Terong | 50 | 110 | 57.63 | 15.26 | 100 | 52.73 | 5.46 |
| 21 | Jl. . Terusan Terong | 40 | 110 | 32.38 | -19.05 | 100 | 26.47 | -33.83 |
| 48 | Jl. Kaparseh jaya | 43 | 110 | 49.89 | 16.02 | 100 | 46.98 | 9.26 |

Sumber : hasil perhitungan

4.4. Hasil Analisa Hidraulis Jaringan Pengembangan Dengan Model

Diameter pipa yang digunakan pada masing-masing alternatif dalam pengembangan jaringan (Gambar 1) ditampilkan pada Tabel 3, sedangkan tekanan air yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada Tabel 3, terlihat bahwa perubahan diameter pada pipa nomor: 1, 23, 35, 44, 45, 46, 47, 22, 60, 64, 66, 15 dan 48. Sedangkan Tabel 4-4 memperlihatkan bahwa alternatif I cenderung mempunyai tekanan yang

paling besar, kemudian disusul alternatif II, dan alternatif III.

Dari ketiga alternatif, baik tekanan maksimum maupun minimum sudah sesuai dengan batasan yang diharapkan yaitu antara 10 m hingga 100 m. Dengan demikian ketiga alternatif rencana jaringan tersebut secara teknis dari tinjauan hidraulis telah memenuhi syarat. Untuk memilih jaringan terbaik selanjutnya digunakan tinjauan ekonomi.

TABEL 3
DIAMETER PIPA PADA PENGEMBANGAN JARINGAN

| Pipa | Panjang Pipa | Diameter (mm) | | |
|------|-----------------|---------------|--------|---------|
| | | Alt I | Alt II | Alt III |
| 2 | 500 | 300 | 300 | 300 |
| 3 | 400 | 150 | 150 | 150 |
| 4 | 450 | 150 | 150 | 150 |
| 5 | 500 | 250 | 250 | 250 |
| 6 | 480 | 250 | 250 | 250 |
| 9 | 1020 | 300 | 300 | 300 |
| 1 | 2500 | 500 | 400 | 500 |
| 11 | 900 | 200 | 200 | 200 |
| 12 | 1200 | 200 | 200 | 200 |
| 13 | 1017 | 250 | 250 | 200 |
| 18 | 20 | 200 | 200 | 200 |
| 19 | 1020 | 100 | 100 | 100 |
| 20 | 20 | 100 | 100 | 100 |
| 21 | 1020 | 100 | 100 | 100 |
| 23 | 30 | 350 | 250 | 200 |
| 24 | 1400 | 150 | 150 | 150 |
| 25 | 900 | 150 | 150 | 150 |
| 26 | 30 | 200 | 200 | 200 |
| 27 | 2300 | 200 | 200 | 200 |
| 7 | 360 | 250 | 250 | 250 |
| 28 | 720 | 250 | 250 | 250 |
| 29 | 500 | 150 | 150 | 150 |
| 30 | 100 | 150 | 150 | 150 |
| 31 | 160 | 150 | 150 | 150 |
| 32 | 320 | 150 | 150 | 150 |
| 33 | 500 | 150 | 150 | 150 |
| 34 | 1800 | 150 | 150 | 150 |
| 35 | 1400 | 250 | 200 | 250 |
| 36 | 500 | 200 | 200 | 200 |
| 37 | 550 | 200 | 200 | 200 |
| 38 | 660 | 150 | 150 | 150 |
| 39 | 900 | 150 | 150 | 150 |
| 40 | 700 | 200 | 200 | 200 |
| 41 | 500 | 200 | 200 | 200 |
| 42 | 600 | 200 | 200 | 200 |
| 43 | 800 | 150 | 150 | 150 |
| 44 | 500 | 500 | 400 | 350 |
| 45 | 550 | 500 | 400 | 350 |
| 46 | 660 | 500 | 400 | 350 |
| 47 | 900 | 500 | 400 | 350 |
| 49 | 700 | 350 | 250 | 300 |
| 50 | 500 | 350 | 250 | 300 |
| 51 | 600 | 350 | 250 | 300 |
| 52 | 20 | 350 | 250 | 300 |
| 10 | 360 | 150 | 150 | 150 |
| 14 | 500 | 200 | 200 | 200 |
| 8 | 320 | 150 | 150 | 150 |
| 17 | 400 | 150 | 150 | 150 |
| 54 | 2000 | 300 | 300 | 300 |
| 55 | 600 | 300 | 300 | 300 |
| 56 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| 57 | 900 | 200 | 200 | 200 |
| 58 | 240 | 200 | 200 | 200 |
| 59 | 1500 | 150 | 150 | 150 |
| 22 | 1200 | 300 | 250 | 300 |
| 60 | 1000 | 300 | 250 | 300 |
| 63 | 600 | 100 | 100 | 100 |
| 64 | 600 | 500 | 400 | 350 |
| 65 | 300 | 100 | 100 | 100 |
| 66 | 300 | 500 | 400 | 350 |
| 15 | 1017 | 500 | 400 | 350 |
| 16 | 1020 | 300 | 200 | 200 |
| 48 | 100 | 300 | 250 | 300 |
| 53 | 900 | 100 | 100 | 100 |
| 61 | 1400 | 100 | 100 | 100 |
| 62 | 1400 | 150 | 150 | 150 |
| 67 | 800 | 150 | 150 | 150 |
| 68 | 1000 | 200 | 200 | 200 |

TABEL 4
TEKANAN AIR (M) PADA RENCANA PENGEMBANGAN JARINGAN PIPA

| Titik | Alternatif I | | Alternatif II | | Alternatif III | |
|-------|--------------|----------|---------------|----------|----------------|----------|
| | Minimum | Maksimum | Minimum | Maksimum | Minimum | Maksimum |
| 10 | 41,42 | 49,39 | 30,30 | 46,71 | 45.34 | 50.88 |
| 11 | 31,85 | 46,40 | 23,96 | 44,96 | 39.01 | 49.12 |
| 12 | 29,31 | 45,61 | 22,11 | 44,44 | 37.33 | 48.66 |
| 13 | 24,37 | 44,06 | 18,30 | 43,39 | 34.07 | 47.76 |
| 14 | 25,00 | 44,26 | 18,86 | 43,54 | 34.48 | 47.87 |
| 15 | 22,47 | 43,47 | 17,17 | 43,07 | 32.84 | 47.42 |
| 16 | 22,17 | 43,37 | 16,96 | 43,02 | 32.64 | 47.36 |
| 31 | 33,51 | 48,98 | 26,08 | 47,71 | 41.12 | 51.88 |
| 17 | 36,03 | 53,20 | 29,43 | 52,26 | 44.48 | 56.42 |
| 18 | 54,91 | 57,04 | 52,87 | 56,58 | 49.51 | 55.65 |
| 19 | 54,60 | 59,00 | 50,01 | 57,95 | 42.24 | 55.80 |
| 20 | 54,96 | 61,87 | 47,36 | 60,11 | 34.85 | 56.65 |
| 21 | 51,05 | 59,27 | 41,68 | 57,09 | 25.91 | 52.72 |
| 22 | 50,33 | 59,04 | 40,85 | 56,86 | 25.56 | 52.63 |
| 23 | 48,85 | 59,27 | 35,22 | 56,03 | 23.01 | 52.65 |
| 24 | 48,83 | 59,27 | 35,20 | 56,02 | 23.00 | 52.64 |
| 25 | 52,02 | 63,01 | 36,98 | 59,41 | 24.78 | 56.03 |
| 26 | 51,13 | 62,73 | 36,50 | 59,28 | 24.30 | 55.90 |
| 27 | 36,92 | 58,30 | 23,65 | 55,72 | 17.22 | 53.93 |
| 28 | 36,91 | 58,30 | 23,65 | 55,71 | 17.22 | 53.93 |
| 32 | 32,65 | 53,53 | 18,93 | 50,79 | 13.08 | 49.17 |
| 29 | 34,02 | 49,83 | 18,59 | 46,36 | 12.73 | 44.74 |
| 30 | 34,33 | 49,92 | 18,78 | 46,41 | 12.95 | 44.80 |
| 37 | 23,86 | 43,90 | 18,11 | 43,34 | 33.76 | 47.67 |
| 42 | 23,46 | 43,78 | 17,76 | 43,24 | 33.48 | 47.59 |
| 39 | 22,37 | 43,44 | 17,57 | 43,05 | 32.77 | 47.40 |
| 38 | 22,09 | 43,35 | 16,90 | 43,00 | 32.59 | 47.35 |
| 40 | 23,63 | 43,83 | 16,34 | 42,85 | 33.58 | 47.62 |
| 41 | 25,56 | 44,43 | 16,18 | 42,10 | 34.85 | 47.97 |
| 33 | 53,3 | 56,53 | 50,02 | 55,79 | 44.51 | 54.26 |
| 34 | 54,03 | 59,51 | 48,14 | 58,16 | 38.32 | 55.44 |
| 35 | 49,34 | 58,74 | 37,71 | 55,99 | 23.83 | 52.15 |
| 36 | 49,50 | 59,47 | 36,74 | 56,45 | 23.80 | 52.86 |
| 43 | 48,24 | 58,39 | 44,47 | 57,87 | 35.51 | 55.38 |

LANJUTAN TABEL 5
TEKANAN AIR (M) PADA RENCANA PENGEMBANGAN JARINGAN PIPA

| Titik | Alternatif I | | Alternatif II | | Alternatif III | |
|--------------------------|--------------|----------|---------------|----------|----------------|----------|
| | Minimum | Maksimum | Minimum | Maksimum | Minimum | Maksimum |
| 44 | 47.05 | 58.02 | 43.53 | 57.61 | 34.06 | 54.98 |
| 45 | 47.86 | 58.96 | 44.37 | 58.56 | 34.78 | 55.91 |
| 46 | 47.84 | 58.96 | 44.35 | 58.56 | 34.73 | 55.89 |
| 47 | 48.82 | 59.95 | 45.27 | 59.54 | 35.17 | 56.74 |
| 48 | 49.37 | 60.12 | 45.37 | 59.56 | 34.88 | 56.66 |
| 51 | 43.15 | 56.12 | 29.92 | 53.11 | 20.48 | 50.5 |
| 60 | 71.69 | 79.47 | 62.91 | 77.43 | 48.22 | 73.37 |
| 70 | 71.69 | 79.47 | 62.91 | 77.43 | 48.22 | 73.37 |
| Jumlah Tekanan Rata-rata | 1354.85 | 1760.78 | 1060.22 | 1699.89 | 1345.21 | 2217.72 |
| | 32.258 | 41.923 | 25.243 | 40.474 | 32.029 | 52.803 |

Sumber: Hasil perhitungan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. a. Dalam perencanaan jaringan pipa diperlukan model hidraulis untuk mempercepat dan mempermudah, serta mencapai ketelitian yang tinggi.
- b. Dalam penggunaan model perlu dilakukan kalibrasi, terutama untuk menjamin terwakilinya kondisi jaringan eksisting. Hasil kalibrasi digunakan dalam proses analisa jaringan pengembangan.
2. a. Untuk mendapatkan jaringan yang optimal dilakukan dengan simulasi diameter pipa, hingga mendapatkan beberapa alternatif dengan tekanan yang memenuhi syarat.
- b. Pemilihan alternatif optimal dari beberapa alternatif yang secara hidraulis telah memenuhi syarat dapat digunakan ekonomis.
3. Dengan prediksi jumlah pada tahun 2018 sebanyak 889.460 jiwa dan target realisasi layanan 100%, dengan bantuan model dapat direncanakan sistem jaringan distribusi yang optimal. Dari simulasi dengan perlakuan merubah diameter beberapa pipa, dipilih tiga alternatif yang memenuhi syarat hidraulis.

Berdasarkan jumlah harga pipa yang termurah, dipilih alternatif II sebagai rencana pengembangan jaringan distribusi yang optimal.

Saran

Sebagai sarana kalibrasi, pengukuran tekanan air sebaiknya dilakukan secara serentak (jam yang sama) untuk mengantisipasi perubahan tinggi tekanan dalam distribusi waktu.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arbu, I.S., and F.K. Almar. 2002. **Optimization of Looped Water Supply Networks**. The "Politehnica University of Timisoara".
http://www.pp.bme.hu/me/2002_1/pdf/me2002_1_07.pdf. (15 Nop 2005).
- Laird, C.D., L.T. Biegler, and B.G. van B. Waanders. **Real-Time, Large Scale Optimization of water Network System using a Subdomain Approach**.
<http://dynopt.cheme.cmu.edu/papers/preprint/paper10.pdf> (15 Nop 2005).

- Paramitasari, A.H. 2003. **OPTIMASI JARINGAN PIPA AIR BERSIH MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA.** Makalah Seminar. <http://tapa-i.stttelkom.ac.id/seminar/index.php/113020060>
- Sukmawan, B.2003. **Sekilas Tentang Algoritma Genetika dan Aplikasinya pada Optimasi Jaringan Pipa Air Bersih.** <http://bdg.certrin.net.id/~budskman/ga.htm>
- Water Supply & Water Resources. 2002. **EPANET 2.0** Environmental Protection Agency , U.S. http://www.//66.102.7.4/search?q=cache:uh2VsLYSM68J:www.pp.bme.hu/me/2002_1/pdf/me2002_1_07.pdf+water+distribution+system+pipes+network+loop+journal&hl=id. (15 Nopember 2005).
- Wali Kota Malang. 2001. **Kedudukan, Susunan Organisasi, Uraian Tugas, Fungsi Dan Tata Kerja Pdam Kota Malang (Sk.Wali Kota Malang No. 447 Tahun 2001).** Pemerintah Daerah Kota Malang.



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
PROGRAM DIPLOMA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN



Sertifikat

Diberikan kepada :

Kustamar, Dr. Ir. MT.

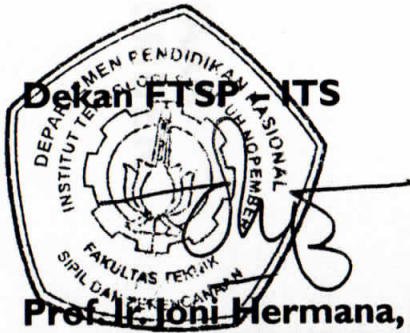
Atas partisipasinya sebagai :

Pemakalah

Pada

**SEMINAR NASIONAL
APLIKASI TEKNOLOGI PRASARANA PERKOTAAN 2008**
"Aplikasi Teknologi dalam Pembangunan Infrastruktur"

Surabaya, 31 Juli 2008
Ketua Panitia



Prof. Ir. Joni Hermana, MScES. PhD
NIP: 131 796 141



SEMINAR NASIONAL
Aplikasi Teknologi
Prasarana Perkotaan

Machsus, ST. MT
NIP: 132 310 234

