



EVALUASI DAN PREDIKSI PENGELOLAAN JARINGAN AIR BERSIH IKK BRANGSONG KABUPATEN KENDAL BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM RANGKA Mendukung MILLENIUM DEVELOPMENT GOALS (MDGS)

Pranoto Samto Admodjo¹, Sri Sangkawati¹

Diterima 5 Desember 2008

ABSTRACT

To support the government program of Millennium Development Goals (MDGS) where's in the year 2015 : 80% of residents must be able to served by supply of cleanness water systems, hence writer evaluate management and distribution of network supporting facilities for clean water based on GIS (Geographical Information System) technology. GIS can store technical data of cleanness water network, and GIS in allying with hydraulic model of EPANET applicable to evaluate existing network and assists to predict the possibility future expansion of network (eg the year 2015). This evaluation of covers mapping of STA pipe network with GPS, mapping of continuation with GIS, calculation of scenario prediction clean water required in the year 2015, and handling of network supporting facilities for clean water with simulation EPANET for network existing and extension of either in the year 2008 and also for the year 2015. This research was carried out based on the real field condition there are : Cleanness water supplies for public IKK Brangsong supported by 2 pumping well. Its Part of Sub-Province Kendal area - that PDAM's customer- no supplied by network especially at the peak hour time, and resent still have much region which has not been served clean water by PDAM ,so that's need to extension network to supplied that area.

Keywords : GPS, Evaluation, GIS, Prediction

ABSTRAK

Dalam rangka menunjang Program Millenium Development Goals (MDGs), dimana salah satu targetnya adalah pada tahun 2015 : 80% penduduk harus terlayani suply air bersih. Terkait dengan hal tersebut , penulis melaksanakan penelitian yang meliputi

¹ Jurusan Teknik Sipil FT. Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto SH. Tembalang Semarang
Email : Pranotosa@ft.undip.ac.id ; No hp : 08164246190
Email : sangka@indosat.net.id ; No hp : 0811278292

Evaluasi pengelolaan jaringan air bersih dan prediksi layanan sampai tahun 2015, dengan menggunakan Teknologi Sistem Informasi Geographis (SIG) atau Geographical Information System (GIS). Sistem ini sangat menunjang, karena dapat menyimpan dan mengolah banyak data teknik dengan mudah. SIG digabung dengan Program Epanet dapat digunakan untuk mengevaluasi jaringan yang ada dan menghitung prediksi layanan pada tahun 2015 yang akan datang. Pada evaluasi meliputi mapping jaringan pipa dengan GPS, dilanjutkan dengan GIS dan dengan Epanet dapat mengevaluasi kondisi layanan saat ini. Dengan Epanet, akan dapat dihitung kebutuhan air dan fasilitasnya untuk berbagai skenario sampai tahun 2015. Penelitian ini dilaksanakan berdasar kondisi lapangan yang ada, yaitu: Suply air bersih di IKK Brangsong digunakan 2 Pompa yang diambilkan dari Sumur. Dari sebagian areal layanan, ada yang masih kekurangan air, terutama saat-saat debit puncak, dan masih ada beberapa areal disekitar yang selama ini belum teraliri dari PDAM, sehingga perlu direncanakan jaringan baru berikut fasilitasnya untuk melayani ke areal tersebut.

Kata Kunci: GPS, Evaluasi, GIS, Prediksi

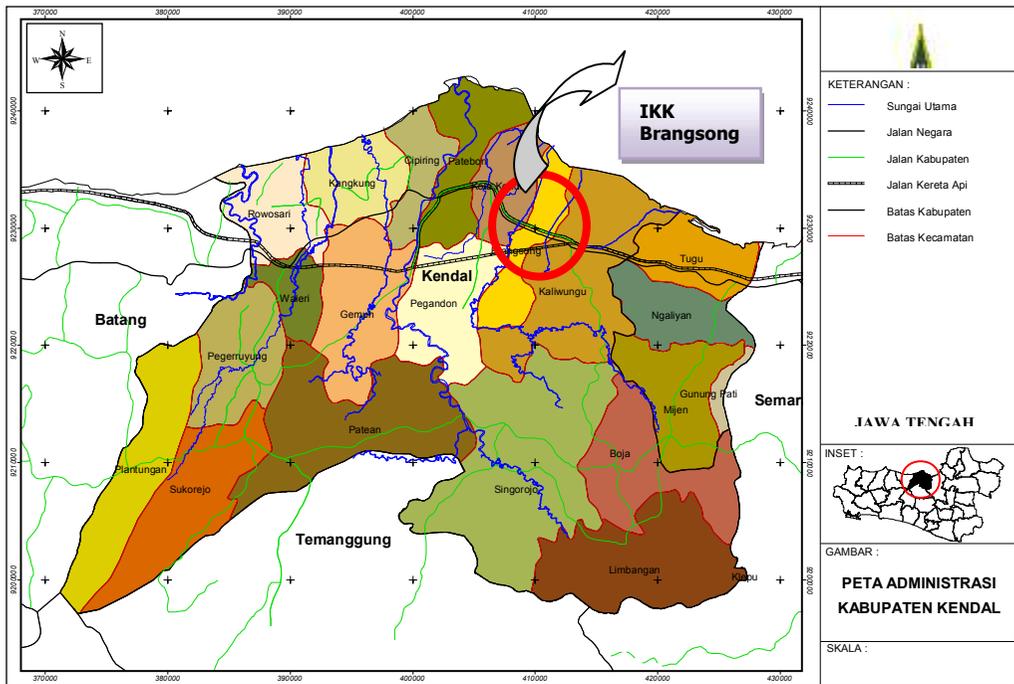
PENDAHULUAN

Kebutuhan air bersih di suatu wilayah kota harus sesuai dengan syarat kuantitas yaitu dapat mencukupi kebutuhan hidup masyarakat dan sesuai syarat kualitas yaitu memenuhi sebagai air yang layak dikonsumsi manusia, serta memenuhi syarat kontinuitas. Maka pengecekan (evaluasi) jaringan sarana air bersih perlu dilakukan sehingga pemenuhan kebutuhan air bersih masyarakat dapat terlayani dengan baik. Dalam tulisan ini penulis akan mengkaji apakah jaringan air bersih eksisting IKK Brangsong pada tahun 2008 sudah bisa melayani kebutuhan masyarakat, yaitu dengan melakukan analisa kebutuhan air bersih pada tahun 2008 baik untuk jaringan eksisting maupun perluasan jaringan pipa (untuk wilayah yang belum terlayani PDAM) serta penangannya untuk menuju tercapainya salah satu target MDG's yaitu : pada tahun 2015

80% penduduk terlayani air bersih. Disamping itu perlu keakuratan informasi teknis, yang didukung oleh SIG dan model hidrolik EPANET.

Lokasi penelitian dilakukan di IKK Brangsong, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah. Daerah ini merupakan kecamatan dengan tingkat pertumbuhan yang pesat, karena lokasinya yang dilalui oleh jalan raya lingkaran Kendal dan mempunyai beragam karakteristik pelanggan. (Gambar 1)

Wilayah Kecamatan Brangsong memiliki 12 Kelurahan/Desa, namun dari keseluruhan luas wilayah kecamatan Brangsong tersebut masih terdapat 5 Kelurahan/Desa yang belum terlayani oleh air bersih dari PDAM Kabupaten Kendal cabang pembantu) Brangsong. 5 Kelurahan/Desa tersebut direncanakan dapat terlayani pada tahun 2015 sesuai dengan target MDG's.



Gambar 1. Lokasi Studi IKK Brangsong Kabupaten Kendal

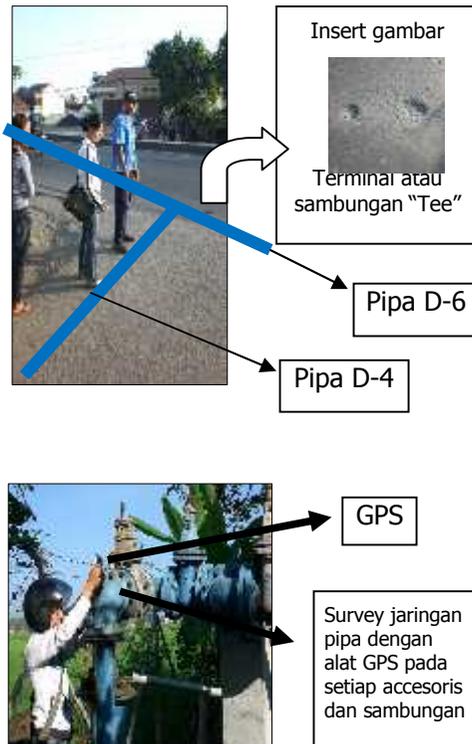
Evaluasi ini, meliputi :

1. Pendataan dan pemetaan route jaringan pipa dengan GPS
2. Analisa kebutuhan air bersih untuk tahun 2008 dan prediksi untuk tahun 2015
3. Pengecekan (evaluasi) suplai air pada jaringan eksisting (2008) beserta jaringan perluasannya (2015).
4. Skenario pengembangan jaringan sarana air bersih pada tahun 2015
5. Simulasi EPANET untuk skenario kebutuhan air bersih 2015 serta penanganannya untuk menuju salah satu target MDGs

PROSES PENDATAAN DAN PEMERATAAN ROUTE JARINGAN PIPA

Pendataan dan pemetaan jaringan dilakukan untuk membuat basis data informasi teknis dari jaringan air bersih baik pada daerah jaringan eksisting maupun daerah pengembangan jaringan serta sebagai alat bantu dalam permodelan hidrolis. Proses pendataan dan pemetaan ini dibantu oleh alat GPS (*Global Positioning System*) untuk mendapatkan data koordinat jaringan secara akurat dan perangkat lunak AutoCAD dan SIG. Metode pendataan dan pemetaan dilakukan dengan metode survey lapangan. Survey ini meliputi survey jaringan air bersih dari

pengambilan sumber air, asset perpipaan (pompa, IPA, valve, reducer, dsb) hingga *watermeter* pelanggan. Proses pendataan dan pemetaan dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Pendataan dan Pemetaan Jaringan Air Bersih dengan GPS

ANALISA DATA

Data Penduduk dan Data Pelanggan

Metode yang digunakan untuk analisa pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan pelanggan PDAM yaitu Metode Geometrik.

Rumus dasar metode geometrik adalah

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

Dimana :

- Pt : jumlah penduduk/pelanggan tahun proyeksi
- Po : umlah penduduk/pelanggan tahun yang diketahui
- r : presentase pertambahan penduduk/pelanggan tiap tahun
- n : tahun proyeksi

Dengan perhitungan angka pertumbuhan penduduk/pelanggan menggunakan rumus berikut:

$$r(\%) = \frac{\sum \text{pertumbuhan}}{\sum \text{data}} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan data pertumbuhan penduduk tiap tahun pada Tabel 1, dan data pertumbuhan pelanggan tiap tahun pada Tabel 2, sebagai berikut:

Tabel 1. Pertumbuhan Penduduk Tiap Tahun

Tahun	Jumlah Penduduk	Laju Pertumbuhan
2002	52.095	
2003	52.281	0,36%
2004	52.773	0,93%
2005	52.804	0,06%
2006	53.231	0,80%
rata-rata pertumbuhan =		0,54%

Sumber: Data BPS

Pengambilan data jumlah penduduk dimulai setelah Kecamatan Brangsong mengalami pemekaran wilayah.

Tabel 2. Pertumbuhan Pelanggan PDAM Tiap Tahun

Tahun	Jumlah Total Pelanggan	Pertumbuhan
2005	2038	
2006	2229	8,57%
2007	2398	7,05%
Rata – rata pertumbuhan		7,81%

Sumber : Data dari arsip buku sambungan rumah PDAM cabang Brangsong dan Hasil Analisa Penulis

Dari data diatas, maka jumlah penduduk dan pelanggan PDAM dapat diproyeksikan dengan hasil perhitungan menggunakan formula (1), sebagai berikut:

Tabel 3. Proyeksi Pertambahan Penduduk Kecamatan Brangsong Tahun 2008 dan 2015

Tahun	nilai r	Jumlah Penduduk
2006	0,54%	53.231
2008	0,54%	53.804
2015	0,54%	55.861

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. Proyeksi Pertambahan Pelanggan Kecamatan Brangsong Tahun 2008 dan 2015

Tahun	nilai r	Jumlah Penduduk
2007	7,81%	2.398
2008	7,81%	2.585
2015	7,81%	4.376

Sumber : Hasil Perhitungan

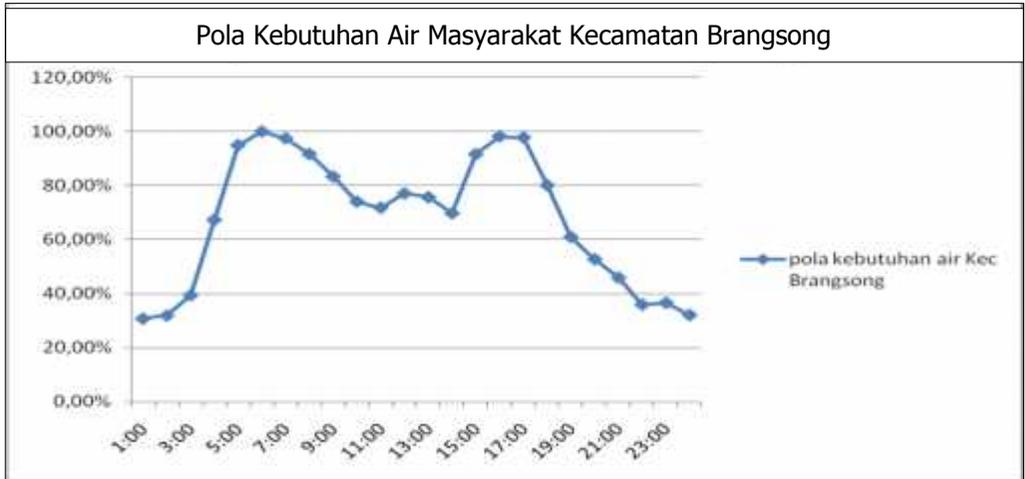
Pola Kebutuhan Air Bersih Masyarakat Kecamatan Brangsong

Pola kebutuhan air bersih dibuat dari pola kebutuhan rata-rata yang diamati selama satu bulan pengamatan pada produksi pompa yang menggunakan system *variable speed*, sehingga dapat terlihat kebutuhan air tiap jam. Pola kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Brangsong ditunjukkan pada Tabel 5 dan Gambar 3 berikut:

Tabel 5. Pola Kebutuhan Air Bersih Harian Masyarakat Kecamatan Brangsong

jam	Q keb harian m^3/jam	Perse ntase
1:00	28,548	30,81%
2:00	29,581	31,93%
3:00	36,548	39,45%
4:00	62,387	67,34%
5:00	87,968	94,95%
6:00	92,645	100,00%
7:00	90,355	97,53%
8:00	84,968	91,71%
9:00	77,258	83,39%
10:00	68,645	74,09%
11:00	66,548	71,83%
12:00	71,452	77,12%
13:00	70,161	75,73%
14:00	64,677	69,81%
15:00	84,903	91,64%
16:00	91,000	98,22%
17:00	90,613	97,81%
18:00	74,290	80,19%
19:00	56,548	61,04%
20:00	48,903	52,79%
21:00	42,581	45,96%
22:00	33,323	35,97%
23:00	33,968	36,66%
0:00	29,774	32,14%

Sumber : Hasil Pengamatan Produksi Pompa Selama Bulan Juli 2008



Gambar 3. Pola Kebutuhan Air Bersih Harian Masyarakat Kecamatan Brang song dalam Persen.

Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Dengan melihat hasil proyeksi pertambahan penduduk yang telah dihitung sebelumnya, dapat dihitung kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Brangsong dengan ketentuan sebagai Tabel 6.

Tabel 6. Kriteria Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Kategori Kota

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Bersih (L/O/H)
1	Semi Urban (Ibu Kota Kecamatan)	3.000 – 20.000	60 – 90
2	Kota Kecil	20.000 – 100.000	90 – 110
3	Kota Sedang	100.000 – 500.000	100- 125
4	Kota Besar	500.000 – 1.000.000	120 – 150
5	Metropolitan	>1.000.000	150 – 200

Sumber : Dirjen Cipta Karya, DPU, 2006

Kriteria lainnya diambil berdasarkan data dari Satuan Kerja Pengembangan Kinerja Pengelolaan Air Minum dan Air Limbah Provinsi Jateng, 2006, "Studi Identifikasi Program Air Minum Untuk Mendukung Percepatan Pencapaian Target MDGs 2015", kriteria tersebut adalah :

- Tingkat konsumsi kebutuhan air melalui hidran umum = 45 liter/orang/hari
- Pelayanan non domestik ditetapkan 10% dari kebutuhan domestik
- Tingkat penurunan kehilangan air 28% menjadi 20%
- Faktor koefisien hari maksimum = 1,25
- Faktor koefisien jam puncak = 1,75
- Faktor koefisien kebutuhan air baku = 1,1
- Rasio pelayanan melalui SR : HU dari 82% : 18% menjadi 94% : 6%

Dengan melihat kriteria-kriteria kebutuhan air bersih yang sudah ditentukan, kebutuhan air bersih di Kecamatan Brangsong adalah :

- Kecamatan Brangsong mempunyai jumlah penduduk pada tahun 2008 : 53.804 jiwa dan pada tahun 2015 : 55.861 jiwa yang masuk sebagai kategori kota kecil, sesuai dengan Tabel 6, maka kebutuhan air bersih masyarakat Brangsong diambil 100 l/o/h (liter/orang/hari).
- Kriteria lainnya diambil sesuai dengan kriteria pada Satuan Kerja Pengembangan Kinerja Pengelolaan Air Minum dan Air Limbah Provinsi Jateng, 2006
- Satuan jiwa dalam 1 (satu) rumah tangga diambil berdasarkan nilai dari BPS (Badan Pusat Statistik) yaitu 4 jiwa per 1 rumah tangga.

Kebutuhan Air Bersih 2008

Kebutuhan air bersih pada tahun 2008 dapat dilihat dalam Tabel 7. Dengan jumlah penggunaan air sesuai dengan jumlah pelanggan pada tahun 2008. Jumlah sekolah dan tempat peribadatan diambil dari data pelanggan yang terdaftar hingga bulan juli 2008.

Prediksi Kebutuhan Air Bersih 2015

Kebutuhan air bersih pada tahun 2015 dapat dilihat dalam Tabel 8. Dengan jumlah penggunaan air sesuai dengan jumlah 80% penduduk pada tahun 2015 (sesuai target MDG's). Jumlah sekolah dan tempat peribadatan diambil dari data pelanggan yang terdaftar hingga bulan juli 2008 dan diasumsikan tidak mengalami penambahan.

Tabel 7. Kebutuhan air bersih pada tahun 2008

keterangan	jumlah		kebutuhan air l/o/h	total keb air l/h	total keb air l/dtk	Q jam puncak l/dtk
	unit	jiwa				
jumlah pelanggan 2008	2.585	10.200	100	1.020.000	11,806	20,660
jumlah sekolah	25	6.154	10	61.540	0,712	1,246
jumlah tempat peribadatan	12	12	3.000	36.000	0,417	0,729
jumlah fasilitas kesehatan	3	3	2.000	6.000	0,069	0,122
				jumlah	13,004	22,757

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 8. Prediksi Kebutuhan air bersih pada tahun 2015

keterangan	jumlah		kebutuhan air l/o/h	total keb air l/h	total keb air l/dtk	Q jam puncak l/dtk
	unit	jiwa				
jumlah pelanggan 2015	11.172	44.689	100	4.468.900	51,759	90,58
jumlah sekolah	25	6.154	10	61.540	0,712	1,25
jumlah tempat peribadatan	12	12	3.000	36.000	0,417	0,73
jumlah fasilitas kesehatan	3	3	2.000	6.000	0,069	0,12
				jumlah	52,958	92,68

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari data sumber air yang ada, maka dapat dianalisa suplai air pada jaringan eksisting tahun 2008 dan pengembangan wilayah jaringan pada tahun 2015 apakah masih dapat terpenuhi oleh sumber air eksisting.

Pada tahun 2008 kebutuhan air pada jam puncak sebesar 22,757 l/dtk. Nilai kebutuhan air ini masih dapat terpenuhi oleh sumber air pompa eksisting sebesar 25 l/dtk (sesuai dengan pelaksanaan di lapangan saat ini hanya menggunakan pompa Tosari).

Pada tahun 2015 nilai kebutuhan air saat jam puncak sangatlah besar yaitu 92,68 l/dtk, direncanakan pada tahun 2015 sebanyak 80% penduduk pada IKK Brangsong sudah terlayani air bersih PDAM. Besarnya kebutuhan air ini tidak dapat dipenuhi oleh 2 sumber pompa yang ada yang hanya mampu mensuplai air maksimum sebesar 40 l/dtk, sehingga dibutuhkan perencanaan atau skenario pengembangan jaringan air bersih serta perubahan sistem penyediaan air bersih pada IKK Brangsong untuk tahun 2015.

Jenis pompa dan jumlah debit suplai eksisting di IKK Brangsong sebagai berikut:

Tabel 9. Data Sumber Air Eksisting

Keterangan	Pompa Tosari	Pompa Sidorejo
Jenis pompa	Sub-mersible	Sub-mersible
Kapasitas produksi	25 l/dtk	15 l/dtk
daya	18,5 kw	11 kw
efisiensi	80 %	80%
Head	50 m	50 m

Sumber : Data Bagian Produksi PDAM Kendal

SKENARIO SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH TAHUN 2015

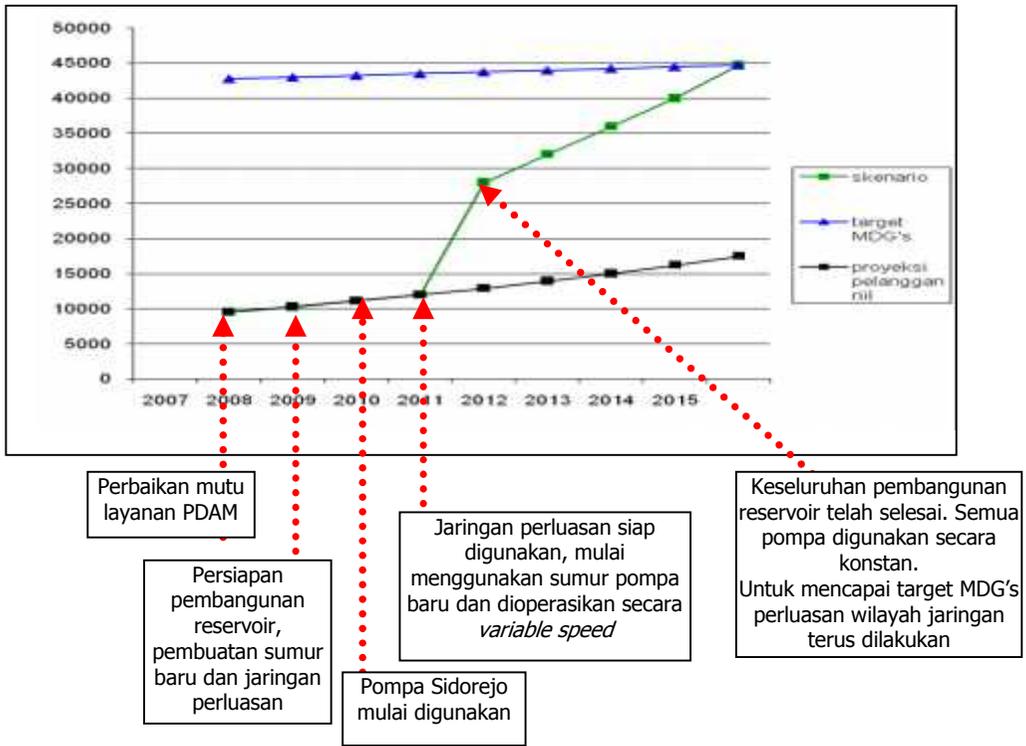
Sesuai dengan hasil evaluasi jaringan penyediaan air bersih, maka diperlukan skenario dan perubahan sistem penyediaan air bersih pada tahun 2015. Skenario yang direncanakan adalah seperti pada Gambar 4.

Rencana skenario ini telah dianalisa dengan analisa *Flow Routing* dan didapatkan sumber air yang dapat mensuplai kebutuhan air pada tahun 2015 adalah sebesar 65 l/dtk (asumsi pompa bekerja konstan) sehingga dibutuhkan sebuah sumber air baru yang mempunyai kapasitas produksi sebesar 25 l/dtk dan sebuah reservoir baru yang dapat membantu suplai air pada saat jam puncak (*peak hour*).

Simulasi Epanet Sistem Jaringan Tahun 2015

Skema jaringan pada tahun 2015 adalah jaringan eksisting ditambah dengan rencana pengembangan jaringan ke 5 kelurahan yang belum terlayani sehingga pada tahun 2015 target MDG's dapat tercapai.

Sistem pelayanan penyediaan air bersih menggunakan sistem yang telah dianalisa sebelumnya, yaitu dengan menggunakan 3 pompa (pompa Tosari, pompa Sidorejo dan pompa sumur-dalam baru yang direncanakan) serta sebuah ground reservoir. Kebutuhan air pada tahun 2015 pada jam puncak adalah 92,668 liter/detik, dan kebutuhan air rata-rata adalah 63,013 liter/detik.



Gambar 4. Rencana Skenario Sistem Penyediaan Air Bersih dalam Rangka Memenuhi Target MDG's Tahun 2015 IKK Brangsong Kabupaten Kendal.

Sistem perluasan direncanakan menggunakan sistem jaringan loop pada jaringan pipa utamanya yang berputar pada Desa Blorok, sumur, Tunggul sari, Kertomulyo dan Penjalin.

Running EPANET dilakukan dengan 3 tahap :

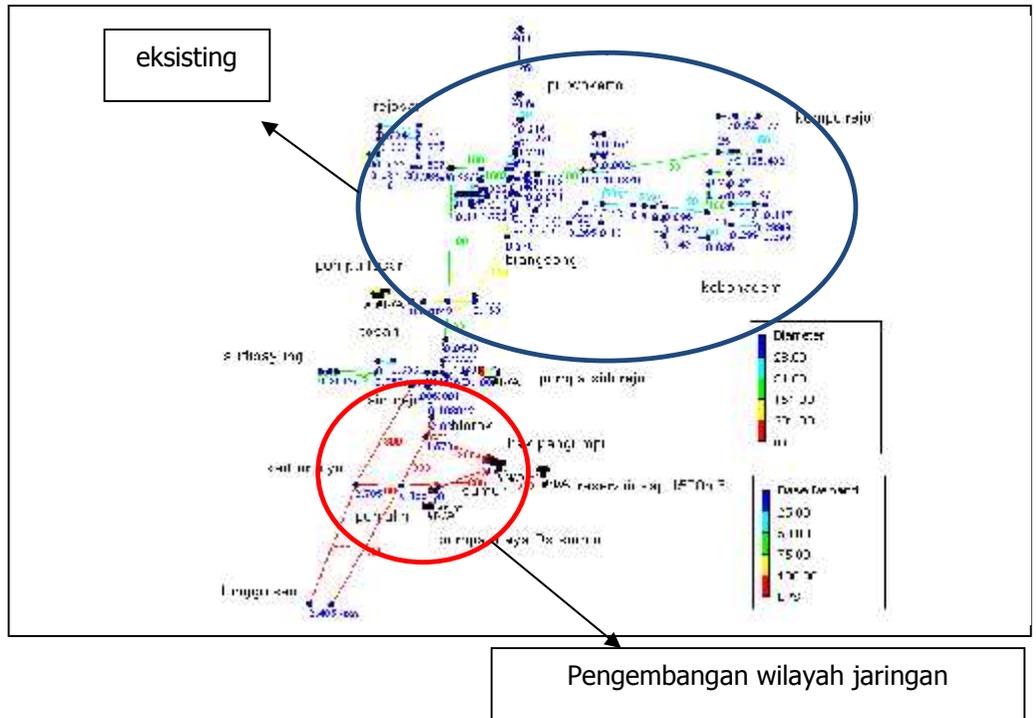
1. Kondisi jaringan eksisting dengan diameter pipa seperti pada Tabel 10 dan jaringan pengembangan dengan diameter 300 mm. Skema jaringan lihat Gambar 5.
2. Kondisi jaringan eksisting digunakan 2 pipa, yaitu 100 mm dan 200 mm serta pada jaringan pengembangan digunakan diameter 300 mm.

3. Pipa induk pada jaringan eksisting maupun jaringan pengembangan digunakan pipa dengan diameter 300 mm, lihat Gambar 6.

Tabel 10. Data Pipa Jaringan Eksisting

No	Diameter Pipa (inchi)	Diameter Pipa (mm)
1	1 inchi	25 mm
2	2 inchi	50 mm
3	3 inchi	75 mm
4	4 inchi	100 mm
5	6 inchi	154 mm

Sumber : Peta Jaringan Distribusi dan Peta Pelanggan PDAM Kec. Brangsong.



Gambar 5. Skema Jaringan Air Bersih pada Tahun 2015.

Dari ketiga tahap tersebut, didapatkan hasil :

- Pada tahap 1 mengalami *negative pressure* (kurang tekanan) pada jaringan *eksisting*, dengan tekanan minimum yang disyaratkan adalah 10 mka (standart Dirjen Cipta Karya, DPU).

Kurang tekanan yang sangat tinggi pada jaringan eksisting, berarti jaringan eksisting tidak dapat digunakan untuk mencapai target MDG's pada tahun 2015.

- Pada tahap 2 hasil analisa EPANET menunjukkan jaringan tidak mengalami *negative pressure*. Namun,

sistem jaringan tidak efektif dan tidak ekonomis, karena terjadi aliran bolak-balik pada kasus tertentu, sehingga untuk investasi jangka panjang relatif mahal.

- Pada tahap 3 hasil analisa EPANET, jaringan tidak mengalami *negative pressure* dan tekanan yang dihasilkan lebih baik daripada tahap 2, sehingga jaringan tersebut lebih efektif dan lebih ekonomis.

Permodelan simulasi EPANET pada tahap 3 adalah yang paling cocok untuk pengelolaan jaringan sarana air bersih tahun 2015.

dengan pemetaan yang dilakukan oleh BPN (Badan Pertanahan Nasional) yang memiliki data koordinat yang lebih akurat sebagai pembanding hasil.

- Pada pengumpulan data sistem jaringan distribusi dan asset sistem perpipaan sebaiknya lebih didata secara akurat, pendataan sebaiknya dilakukan pada asset pipa yang tampak (di permukaan) dan yang tidak tampak (tertanam).
- Untuk permodelan yang lebih akurat, data asset yang lebih akurat dimasukkan ke dalam model serta model dibuat mendekati jaringan aslinya dengan membuat model yang lengkap hingga tingkat pelanggan.
- Beban penyediaan air bersih pada kurun waktu ke depan semakin besar dengan ketersediaan air baku yang makin lama semakin relatif terbatas, diperlukan perencanaan terpadu sumber daya air yang berkelanjutan

DAFTAR PUSTAKA

Agus Maryono, (2001). *"Hidrolika Terapan"*, Pradnya Paramita, Jakarta.

Anonim, (2008). *"What is GIS?"*, <http://www.gis.com/whatisgis/index.html>.

Anonim, (2008). *"What is GPS."*, http://id.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System.

Arnastasia RP & Nugoho, Indriyo, (2006). *"Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM Kota Subang Proyeksi Tahun 2014"*, tidak dipublikasikan, Universitas Diponegoro, Semarang.

Budiyanto E, (2002). *"Sistem Informasi Geografis Menggunakan ArcView GIS"*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

Ernawi, I. S., (2007). *"Manfaat Perkembangan Terkini dan Permasalahan dalam Membangun Web SIG di DITJEN Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum"*, Rapat Koordinasi Teknis Sistem Informasi Geografis.

Jun C., Koo J. and Koh J., (2002). *"Developing a Water Pipe Management System In Seoul Using The GIS"*, Seoul.

Tim Penyusun Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, (1997). *"Rekayasa Lingkungan"*, penerbit gunadarma, Jakarta.

Prahasto, (2006). *"Sistem Informasi GIS: Membangun Aplikasi Web-Based Gis dengan MapServer"*, Penerbit Informatika, Bandung.