

PERENCANAAN DESENTRALISASI SPAM PERUMAHAN WILAYAH PELAYANAN CABANG SEMARANG TENGAH KOTA SEMARANG

Muhammad Irsyad Rabbani^{*)}, Dwi Siwi Handayani^{**)}, Ganjar Samudro^{**)}

Department Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof Sudharto, Kampus Undip Tembalang, Semarang Selatan,
Indonesia 50275
email: irsyadrabb@hotmail.com

Abstrak

Perumahan Puri Sartika, Bukit Sukorejo, dan Trangkil Sejahtera merupakan bagian dari pengembangan perencanaan wilayah pelayanan PDAM Tirta Moedal Kota Semarang Cabang Tengah yang secara administrasi berada di Kelurahan Sukorejo Kecamatan Gunungpati yang akan dijadikan sebagai wilayah studi yang direncanakan dengan sistem desentralisasi. Sistem desentralisasi merupakan penyediaan air minum dimana sistem pendistribusiannya dikelola sendiri oleh masyarakat dan penyediaan airnya disediakan oleh PDAM. Perencanaan ini dibuat untuk kontrol kehilangan air dan mengoptimalkan jaringan distribusi PDAM Tirta Moedal Semarang. Kebanyakan semburan pipa terjadi karena fluktuasi tekanan yang terus menerus yang membuat pipa selalu mengembang dan berkontraksi, sehingga menyebabkan retakan karena stres. Sehingga dari masalah tersebut dilakukan perencanaan sistem desentralisasi dengan pembangunan reservoir di wilayah studi sebagai metode pengaturan tekanan yang dapat mengurangi frekuensi pipa pecah akibat tekanan yang terlalu tinggi serta sebagai penyeimbang antara aliran keluar dan aliran masuk ke reservoir selama pemakaian air di daerah pelayanan. Sebelum dilakukan perencanaan sistem desentralisasi di wilayah studi, dilakukan kajian sistem desentralisasi dan desentralisasi yang telah berjalan kemudian mengkomparasikan kedua sistem tersebut yang menghasilkan nilai skoring sistem yang lebih unggul dalam aspek teknis, sosial, dan biaya. Wilayah sentralisasi meliputi Perumahan Greenwood dan untuk wilayah desentralisasi yaitu Perumahan Beringin.

Kata kunci : desentralisasi, sentralisasi, kehilangan air, reservoir

Abstract

[Water Supply Decentralization System Planning Area Housing Services Branch Central City Semarang]. Housing of Puri Sartika, Bukit Sukorejo, and Trangkil Sejahtera are part of the service of PDAM Tirta Moedal Semarang Central Branch administratively located in the Village District of Gunungpati Sukorejo, Semarang, Indonesia, which is an area of study that will be planned with a decentralized system. The decentralized system is the provision of drinking water distribution system which managed by the community and the provision of water supplied by public water utilities. This study is made as for non-revenue-water control and optimizes the distribution network PDAM Tirta Moedal Semarang Central Branch. Most pipe bursts occur not because of the high pressure but rather due to continuous pressure fluctuations that make pipes always expands and contracts, cause a cracks caused by stress on the pipe. Of these conditions will be built reservoir in the study area as a method for reservoir pressure setting is used for the flow uniformity and have a function serves to balance between demand and supply of water. Centralization compared with a decentralization system compare with technical, social, and cost which result is the more optimal system.

Keywords: decentralization, distribution, loss, non revenue water , reservoir, water

I. PENDAHULUAN

Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang merupakan perusahaan milik Daerah (BUMD) yang bergerak di bidang pelayanan masyarakat yang menyediakan air bersih untuk masyarakat Kota Semarang. Berdasarkan data dari situs PDAM Kota Semarang pada bulan Februari 2014 mempunyai pelanggan yang berjumlah 145.638 pelanggan. Salah satu cabang dalam PDAM Tirta Moedal yaitu cabang tengah yang memiliki pelanggan sebanyak 19.813 pelanggan (PDAM Kota Semarang, 2014). Sampai saat ini masih banyak PDAM yang belum mampu memberikan pelayanan kepada pelanggan dalam jumlah yang cukup selama 24 jam sehari sebagaimana seharusnya (Benny Chatib, 2003). Salah satu faktor penyebabnya adalah adanya kehilangan air yang cukup tinggi pada sistem distribusi yang meliputi kehilangan teknis dan non teknis. Secara finansial, kehilangan air menyebabkan kerugian pendapatan yang cukup besar bagi perusahaan. Menurut data resmi Departemen Pekerjaan Umum, rata-rata kehilangan air PDAM di Indonesia mencapai sekitar 37 persen, Dengan tingkat kehilangan air 37 persen, peluang pendapatan yang hilang mencapai Rp 1,139 triliun per tahun. Tingkat kehilangan air PDAM Tirta Moedal masih tergolong cukup tinggi yaitu 41% (PDAM Tirta Moedal, 2016). Selain merugikan perusahaan, kehilangan air juga secara tidak langsung merugikan pelanggan. Akibatnya ketika kebutuhan air sedang berada di jam puncak, air yang mengalir terganggu kontinuitasnya, membuat air terbuang percuma. Kehilangan air merupakan parameter dalam efisiensi pada sistem distribusi.

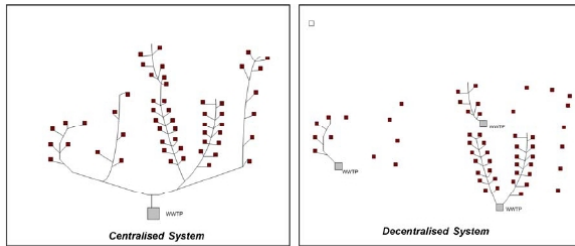
Perumahan Puri Sartika, Bukit Sukorejo, dan Trangkil Sejahtera merupakan bagian dari pengembangan perencanaan wilayah pelayanan PDAM Tirta Moedal Kota Semarang Cabang Tengah yang secara administrasi berada di Kelurahan Sukorejo Kecamatan Gunungpati yang akan dijadikan sebagai wilayah studi yang akan direncanakan dengan sistem desentralisasi. Masalah teknis yang dihadapi dalam perencanaan sistem distribusi di wilayah studi yaitu masalah topografi. Tekanan maksimum untuk pipa PE yaitu 1,24 MPa atau sekitar 120 m (Permen PU No.18 Tahun 2007). Perbedaan topografi yang mencapai 136 m berpotensi mengakibatkan pecahnya pipa akibat tekanan yang terlalu besar yang dapat menyebabkan kebocoran air.

Sebelum dilakukan perencanaan di wilayah studi, akan dilakukan kajian sistem sentralisasi dan desentralisasi yang telah berjalan. Dimana akan dilakukan kajian serta komparasi pada kedua sistem tersebut. Wilayah sentralisasi meliputi Perumahan Greenwood dan untuk wilayah desentralisasi yaitu Perumahan Beringin.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desentralisasi

Maryna et al. (2008) menyatakan desentralisasi merupakan sistem pengolahan dan distribusi air bersih dalam skala kecil. Sedangkan Cook et al. (2009) menyatakan desentralisasi merupakan sistem penyediaan sumber daya air yang bersumber dekat dengan titik penggunaan.



Gambar 2.1 Skema Sistem Desentralisasi

Sumber: Cook et al, 2009

Menurut Venhuizen, 2001, sistem desentralisasi dianggap lebih baik karena dalam sistem sentralisasi debit pengaliran yang besar hanya terkonsentrasi pada satu pipa. Sedangkan untuk sistem desentralisasi atau dalam skala kecil, debit tersebar melalui pipa kecil sehingga kehilangan air dan debit yang terlalu besar dapat berkurang. Selain itu berdasarkan Cook et al. 2009 dalam sistem desentralisasi penggunaan energi dapat dikurangi karena jarak pemompaan yang jauh.

Menurut Daigger et al. (2007) sistem desentralisasi penyediaan air dirancang dalam tingkat rumah tangga. Berdasarkan Al-Layla (1978) pembuatan zona merupakan cara untuk memfasilitasi manajemen sistem dsitribusi air. Berdasarkan Venhuizen (2001) dalam sistem sentralisasi, debit yang besar hanya terkonsentrasi dalam satu pipa, sedangkan dalam sistem desentralisasi atau skala kecil, debit mengalir di pipa-pipa kecil sehingga kehilangan air dan debit yang terlalu besar dapat dikurangi.

Berdasarkan Nazarovs, et al. (2012) dalam sistem desentralisasi, terdapat pemisahan manajemen penyediaan air di suatu wilayah sehingga hal ini membantu mengurangi instalasi dan biaya pemeliharaan. Menurut Peter (2012) sistem desentralisasi sering digunakan untuk meningkatkan kualitas serta kauntitas air. Penurunan biaya investasi

sebagai hasil dari penurunan koneksi jaringan adalah keuntungan dalam aspek biaya selain itu keuntungan lainnya adalah sistem desentralisasi bersifat fleksibel atau menyesuaikan kebutuhan di suatu wilayah. (Opryszko et. al., 2009).

Berdasarkan *Safe Water Network, International Finance Corporation*, sistem skala kecil mempunyai peluang keberlanjutan keuangan. Faktor penting yang mempengaruhi kesuksesan sistem desentralisasi yaitu biaya operasional yang rendah, kemudahan penggunaan, biaya pemeliharaan yang rendah, dan efisiensi energi. (Sara et. al., 1997).

2.2 Kebocoran

Menurut Dharmasetiawan, 2004, kehilangan air dapat didefinisikan sebagai selisih antara jumlah air yang tercatat masuk ke sistem dan jumlah air yang tercatat keluar dari sistem. Dalam suatu sistem penyediaan air minum tidak seluruhnya air yang diproduksi instalasi sampai ke konsumen. Biasanya terdapat kebocoran disana-sini yang disebut dengan kehilangan air.

Sedangkan menurut Linsley, Ray, et.al, 1985, kehilangan air merupakan air yang bocor dari sistem penyediaan air, kesalahan meteran air, sambungan-sambungan yang tidak sah dan hilangnya air yang tidak diketahui penyebabnya digolongkan sebagai kehilangan dan pemborosan.

Berdasarkan *Ciriajasa Engineering Consultant* (1994), kebocoran atau kehilangan air dapat dibagi menjadi kebocoran air tercatat dan kebocoran air yang tidak tercatat

1. Kehilangan Air Tercatat

Kehilangan air tercatat merupakan sebagian besar dari salah satu rangkaian

operasi dan pemeliharaan sistem penyediaan air minum seperti :

- a. Pengurusan bak pengendap, pencucian filter dan lain-lain dalam operasi pengolahan air.
- b. Pengurusan pipa distribusi dan transmisi baik dalam pengetesan maupun operasional pelayanan.
- c. Pengetesan *fire hydrant* secara berkala.
- d. Keperluan pemadam kebakaran.
- e. Keperluan fasilitas keindahan kota.
- f. Pemakaian air yang berlebihan oleh konsumen.
- g. Penggunaan sosial lain.

Kehilangan air tercatat ini biasanya dapat dicatat dengan memakai meter air atau membuat perkiraan besarnya pemakaian air. Kehilangan air tercatat biasanya berkisar 1-2%.

2. Kehilangan Air Tak Tercatat

Kehilangan air tak tercatat adalah kehilangan air yang dapat berupa kebocoran nyata dan kebocoran tidak nyata. Kebocoran nyata adalah kebocoran yang disebabkan oleh kebocoran pipa, dan perlengkapan, baik di pipa distribusi maupun di pipa konsumen yang dapat diteliti melalui *Leakage Abatement Program*. Kebocoran tidak nyata dapat berupa kebocoran yang disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut:

- a. Pencurian air.
- b. Pembacaan meter yang tidak benar.
- c. Akurasi meter air yang rendah.
- d. Berputarbaliknya meter air yang disebabkan oleh kosongnya pipa sehingga angin masuk dari pipa konsumen ke pipa distribusi.

III. METODOLOGI PERENCANAAN

3.1 Faktor Pemilihan Wilayah Studi

Pemilihan wilayah eksisting sentralisasi dan desentralisasi serta wilayah pelayanan dilakukan dengan beberapa faktor sebagai berikut:

TABEL 3. 1
FAKTOR PEMILIHAN WILAYAH STUDI

Wilayah pelayanan Eksisting Sentralisasi	Wilayah Pelayanan Eksisting desentralisasi	Wilayah perencanaan
Telah terlayani oleh PDAM	Telah terlayani oleh PDAM	Akan dilayani oleh PDAM
Penyediaan air minum dengan sistem sentralisasi	Penyediaan air minum dengan sistem desentralisasi	-
Pengaliran gravitasi	Pengaliran gravitasi	-
Non-Perumahan	Non-Perumahan	Non-Perumahan
Tahun perencanaan	Tahun perencanaan	-

3.2 Teknik Sampling

Pengambilan sampel pada wilayah studi dilakukan dengan teknik sampling *Simple Random Sampling* yang berarti setiap masyarakat dianggap homogen dan penyebaran tanpa melihat strata masyarakat. Jumlah sampel dapat dihitung dengan rumus Slovin sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{(1 + Ne^2)}$$

Sehingga dapat dihitung jumlah sampel yang akan diambil dengan tingkat toleransi kesalahan sebesar 10% pada wilayah studi dan wilayah kontrol adalah sebagai berikut:

Tabel 3.9
Jumlah KK dan Jumlah Sampel

Wilayah Studi	Jumlah KK	Jumlah Sampel (KK)
Wilayah Pelayanan Eksisting Sentralisasi	580	85
Wilayah Pelayanan Eksisting Desentralisasi	424	81
Wilayah perencanaan	1040	91
Total	1468 KK	257 KK

Berdasarkan perhitungan, maka total sampel yang akan diambil berjumlah 257 KK dengan rincian pada wilayah sentralisasi sejumlah 85 KK, wilayah desentralisasi 81 KK, dan wilayah perencanaan 91 KK.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Pada tahap ini, terdapat 3 metode yang digunakan untuk melakukan pengumpulan data yaitu:

1. Metode Observasi

Metode observasi dilakukan dengan pengamatan langsung dan pendokumentasian terhadap kondisi topografi dan reservoir di wilayah eksisting sentralisasi dan desentralisasi serta pengamatan dan pendokumentasian topografi di wilayah perencanaan,

2. Metode *Interview* atau wawancara

Metode wawancara dilakukan kepada pelanggan PDAM di wilayah eksisting sentralisasi dan desentralisasi mengenai kontinuitas dan kuantitas sistem penyediaan air minum yang telah diterapkan oleh PDAM. Sedangkan wawancara pada masyarakat wilayah perencanaan mengenai kesediaan

sistem desentralisasi yang akan dilaksanakan. Wawancara ini dilakukan dengan pengajuan pertanyaan-pertanyaan dalam kuisisioner.

3. Metode Kuisisioner

Penyebaran kuisisioner ditujukan pada masyarakat yang berada di wilayah eksisting dan wilayah perencanaan. Kuisisioner ini mempunyai tujuan untuk mengetahui kondisi umum tentang penyediaan air minum yang sudah diterapkan oleh PDAM di

wilayah eksisting sistem sentralisasi dan desentralisasi.

Selanjutnya pada wilayah perencanaan, dilakukan untuk mengetahui kesediaan masyarakat dilaksanakannya penerapan sistem desentralisasi SPAM pada wilayah perencanaan. Data yang diperoleh akan digunakan sebagai acuan untuk merencanakan penyediaan air minum sistem desentralisasi.

3.4 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

3.4.1 Wilayah Pelayanan Eksisting

Pengolahan dan analisis data pada wilayah pelayanan eksisting ini dilakukan melalui tahapan skoring. Dalam menentukan alternatif jaringan terbaik, maka dilakukan skoring untuk wilayah pelayanan eksisting. Skoring dilakukan dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Konsep dasar AHP adalah penggunaan matriks pairwise comparison (matriks perbandingan berpasangan) untuk menghasilkan bobot relative antar kriteria maupun alternatif. Suatu kriteria akan dibandingkan dengan kriteria lainnya dalam hal seberapa penting terhadap pencapaian tujuan di atasnya (Saaty, 1986).

Tabel 3.12

Matrik Perbandingan Berpasangan Untuk Aspek

Aspek	Teknis	Sosial	Biaya	Bobot
Teknis	1	3	5	65%
Sosial	1/3	1	2	23%
Biaya	1/5	1/2	1	12%

Tabel 3.13
Skoring Wilayah Pelayanan

Aspek	Parameter	*Kriteria
Teknis (65%)	Tekanan (25%)	≤ 10 atm
	Kecepatan (25%)	Minimum: $< 0,3 -0,6$ m/dt
		Maksimum: $\geq 0,6-4,5$ m/dt
	Sisa tekan (25%)	≥ 1 atm
	Kehilangan Tekanan (25%)	Lebih kecil lebih baik
Sosial (23%)	Kualitas (33,33%)	Kualitas: memenuhi ketentuan baku mutu air yang berlaku;
	Kuantitas (33,33%)	Aliran deras
	Kontinuitas (33,33%)	Aliran air tersedia 24 jam per hari
Biaya (12%)	Biaya Operasional dan pemeliharaan	Biaya terkecil

3.4.2 Wilayah Perencanaan

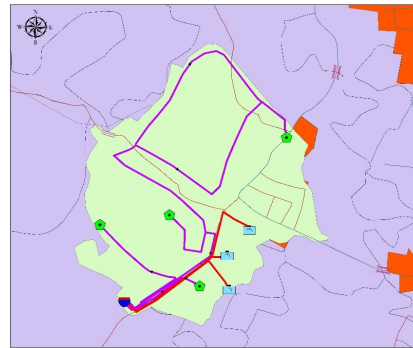
Pengolahan dan analisis data pada wilayah pelayanan eksisting ini dilakukan melalui tahapan perhitungan dan simulasi EPANET.

IV. GAMBARAN DAERAH PERENCANAAN

4.1 Gambaran Umum Wilayah Eksisting Desentralisasi

Wilayah eksisting SPAM desentralisasi terletak di Perumahan Beringin, Kelurahan Beringin, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang. Wilayah ini mencakup jumlah pelanggan sebanyak 1670 KK.

Jumlah pelanggan yang akan dianalisis di Perumahan Beringin sekitar 1670 KK.



Gambar 4.1 Jalur Pipa Perumahan Beringin

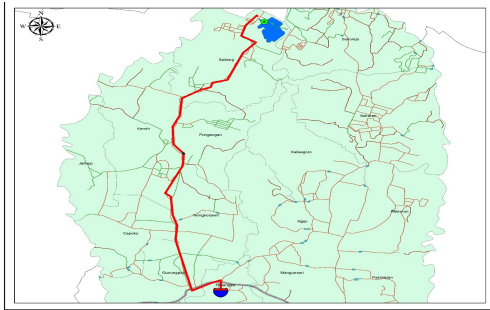
4.1.2 Analisis Kondisi Reservoir

Salah satu kawasan dalam wilayah pelayanan PDAM Kota Semarang yang menerapkan sistem desentralisasi, yaitu kawasan Perumahan Beringin yang dilayani oleh Reservoir Beringin. Reservoir ini terletak di pada elevasi 123 mdpl dan memiliki sumber air berupa sumur yang berjumlah 3 sumur artesis *East 1 – East 3* yang dialirkan ke Reservoir Beringin dengan metode pemompaan.

Reservoir Beringin berkapasitas 350 m³ dan mulai dibangun pada tahun 1997. Dari Reservoir Beringin, air kemudian didistribusikan ke pelanggan di kawasan Perumahan Beringin dengan cara gravitasi. Reservoir ini melayani wilayah pelayanan selama 24 jam.

4.1 Gambaran Umum Wilayah Eksisting Sentralisasi

Wilayah eksisting sistem penyediaan air minum sentralisasi terletak di Perumahan Greenwood, Kelurahan Sadeng, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang. Wilayah ini mencakup jumlah pelanggan sebanyak 581 KK.



Gambar 4.2 Jalur Pipa Perumahan Greenwood

4.2.1 Analisis Kondisi Reservoir

Reservoir ini terletak pada elevasi 305 mdpl dan memiliki sumber air berupa sumur yang berjumlah 30 sumur artesis *East 1 – East 16* dan *West 1 -West 16*.

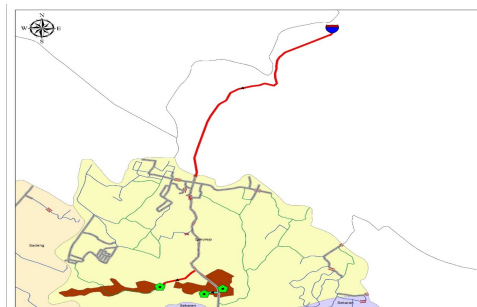
Reservoir Gunungpati melayani kawasan Perumahan Kuasen Rejo, Perumahan Kandri Asri, Sadeng, Perumahan Greenwood, Kalialang Baru, Candi Penataran, dan Kalipancur. Reservoir Gunungpati berkapasitas 1000 m³ dan mulai beroperasi sejak tahun 1898. Dari Reservoir Gunungpati inilah, air kemudian didistribusikan ke pelanggan di beberapa wilayah Semarang Barat dan beberapa wilayah Semarang Tengah dengan cara gravitasi. Reservoir ini melayani wilayah pelayanan selama 24 jam.

Kondisi dari Reservoir Gunungpati dalam keadaan terawat karena memang terdapat operator dari reservoir tersebut. Menurut penuturan operator, suplai air ke reservoir selama 24 jam kecuali pompa dalam keadaan mati, maka tidak ada suplai ke reservoir.

4.2 Gambaran Umum Wilayah Perencanaan

Wilayah perencanaan terdiri dari 3 perumahan yang terdiri atas Perumahan Bukit Sukorejo yang terdiri dari 3 RT dengan 1 RW dan jumlah KK mencapai 150 KK. Sedangkan untuk Perumahan Trangkil Sejahtera terdiri dari 3 RT dan 1 RW yang memiliki jumlah KK sebanyak 150 KK. Dan Perumahan Puri Sartika terdiri dari 7 RT dan 1 RW sehingga jumlah KK mencapai 287 KK. Sehingga total KK pada wilayah perencanaan sebesar 587 KK.

Gambar 4.3 Jalur Pipa Wilayah Perencanaan



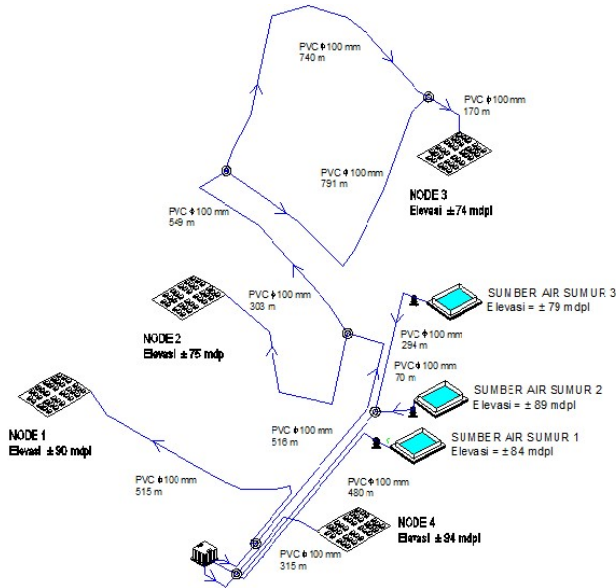
Perencanaan

4.3.1 Kondisi Air Bersih Wilayah Perencanaan

Pada wilayah perencanaan Perumahan Bukit Sukorejo, Trangkil Sejahtera, dan Puri Sartika belum dilayani oleh PDAM sehingga masyarakat masih memakai sumur untuk memenuhi kebutuhan air bersih setiap harinya, Tetapi kawasan Perumahan Bukit Sukorejo belum terlayani selama 24 jam, dan ini menjadi masalah bagi rumah yang tidak memiliki cadangan air.

V. HASIL PERENCANAAN

5.1 Analisis Sistem Desentralisasi dan Sentralisasi Wilayah Kontrol

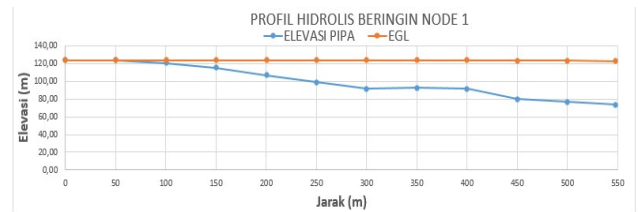


Gambar 5.1 Skema Sistem Desentralisasi Perumahan Beringin

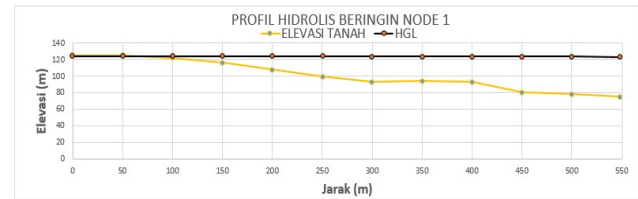
Wilayah pelayanan dengan sistem desentralisasi terletak di Perumahan Beringin, Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang. Sistem jaringan pipa distribusi yang digunakan dalam sistem desentralisasi ini adalah kombinasi sistem bercabang (*dead-end distribution system*) dan jaringan tertutup atau bisa disebut sistem campuran yang berasal dari Reservoir Beringin. Sistem pengaliran air dari Reservoir Beringin yaitu menggunakan sistem gravitasi. Perbedaan elevasi antara Reservoir Beringin dan wilayah pelayanan Perumahan Beringin yaitu sekitar 29-29 mdpl. Reservoir Beringin khusus mengalirkan air ke Perumahan Beringin.

5.1.1 Analisis Hidraulika Sistem Desentralisasi Wilayah Kontrol

Analisis teknis berupa analisis hidrolika yaitu tekanan dan kecepatan aliran, kehilangan tekanan, kehilangan air, dan simulasi EPANET. Analisis hidraulika berfungsi untuk memastikan elevasi EGL dan HGL pada setiap jaringan pipa yang ada lebih tinggi daripada elevasi statis (Hs). Hasil perhitungan analisis hidrolika disajikan dalam tabel dan grafik-grafik berikut:



Gambar 5.2 Profil Hidrolis Perumahan Beringin

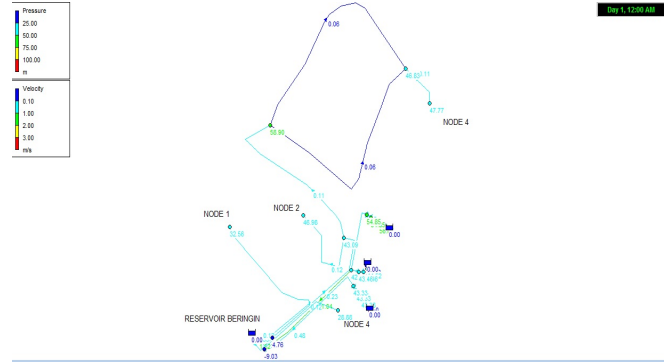


Gambar 5.3 Profil Hidrolis Perumahan Beringin

Dilihat dari hasil analisis hidrolika di Perumahan Beringin di keempat node, tekanan maksimum yaitu sebesar 63 mka dengan pipa PVC (*Polyvinyl Chloride*) berdiameter 100 mm. sedangkan menurut kriteria berdasarkan PERMEN PU No.18 tahun 2007, pipa PVC (*Polyvinyl Chloride*) dapat menahan tekanan sebesar 8 atm atau sebesar 80 mka, sehingga tekanan maksimum masih memenuhi syarat berdasarkan PERMEN PU Nomor 28 Tahun

2007. kawasan Perumahan Beringin memiliki kecepatan minimum yaitu sebesar 0,06 m/dt dan kecepatan maksimum sebesar 0,35 m/dt. Maka untuk kecepatan aliran belum memenuhi syarat berdasarkan PERMEN PU Nomor 18 Tahun 2007. Untuk perpipaan distribusi dari Reservoir Beringin menuju kawasan Perumahan Beringin di node 1 memiliki *headloss* (kehilangan tekanan) total sebesar 0,45 m (0,82 m/km), node 2 sebesar 1,74 m (2,12 m/km), node 3 sebesar 1,92 m (0,96 m/km), dan node 4 sebesar 0,61 m (1,92 m/km). Berdasarkan standar Permen PU No.18 Tahun 2007, standar kehilangan tekanan yaitu 5 m/km, maka dari itu nilai kehilangan tekanan di jalur distribusi menuju node pelayanan Perumahan Beringin sudah memenuhi standar Permen PU. Berdasarkan dari hasil analisis hidrolika di atas, memperlihatkan sisa tekan di wilayah pelayanan dari Reservoir Beringin menuju kawasan Perumahan Beringin memiliki nilai sebesar 124 mka (muka kolom air) untuk node 1, 122 mka untuk node 2, 122 mka untuk node 3, dan 124 mka untuk node 4. Menurut Permen PU No. 18 Tahun 2007, standar minimum untuk sisa tekan minimal yaitu 1 atm atau 10 mka sehingga masih sesuai dengan standar Permen PU Nomor 18 Tahun 2007.

Gambar 5.4 Simulasi Hidraulika EPANET 2.0



Simulasi analisis hidrolika menggunakan program Epanet 2.0 pada sistem distribusi menunjukkan tidak ada tekanan berlebih di wilayah pelayanan Perumahan Beringin sehingga tekanan masih di bawah standar desain menurut PERMEN PU No.18 Tahun 2007 untuk pipa PVC yaitu 8 atm atau 80 mka. Sedangkan untuk kecepatan alir pada pipa belum memenuhi kriteria desain berdasarkan PERMEN PU No.18 Tahun 2007 yaitu sebesar 0,3 – 3 m/detik. Dimana hasil simulasi menunjukkan masih ada kecepatan alir yang berkisar 0,06 – 0,23 m/dt.

5.1.2 Analisis Aspek Sosial Sistem Desentralisasi Wilayah Kontrol

Berdasarkan hasil survey, 48,8% responden menyatakan bahwa kualitas air yang telah mereka terima berwarna/keruh,berasa dan berbau kaporit. Selanjutnya, 20,7% responden menyatakan kualitas air yang mereka terima berbau kaporit, 22% responden menyatakan air yang mereka terima berwarna/keruh, dan 7,3% lainnya menyatakan air yang mereka terima yaitu berasa.

Berdasarkan hasil survey, 79% responden menyatakan bahwa aliran air yang diterima di rumah-rumah mereka kencang tetapi aliran kencang dan 21% lainnya menyatakan aliran air yang mereka terima cukup.

Berdasarkan hasil survey, 80,5% responden menyatakan bahwa aliran air

yang mereka terima sudah 24 jam pelayanan. 18,3% lainnya menyatakan aliran air cukup, dimana aliran air belum 24 jam tetapi. Hal ini dikarenakan pengaliran air oleh PDAM Tirta Moedal ke Perumahan Beringin ada yang sudah dilayani 24 jam dan yang hanya dilayani 12 jam dimana terdapat sistem giliran.

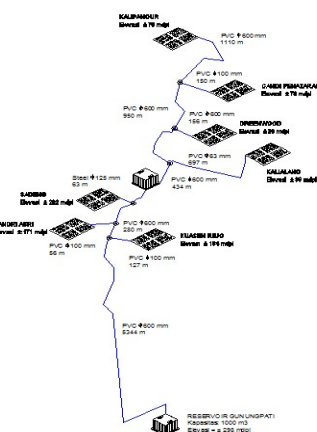
5.1.3 Analisis Aspek Biaya Sistem Desentralisasi Wilayah Kontrol

Biaya Operasional	Biaya per Hari	Biaya per Bulan
Biaya Listrik (Rp)		
Pompa Sumur	324.000	9.720.000
Pompa Lumpur	85.500	2.565.000
Pompa Bahan Kimia	324.000	9.720.000
Lampu Penerangan	54.000	1.620.000
Beban Listrik lain-lain	108.000	3.240.000
Tenaga Kerja (Rp)		
Operator	133,333	4.000,000
Administrator	66,667	2.000,000
Mekanik & elektrik	66,667	2.000,000
Office Guard	58,333	1.750,000
Retribusi (Rp)		
Air baku	462.000	13.860.000
Pemeliharaan Rutin (Rp)		
Spare part, service rutin	280.000	8.400.000
Biaya Bahan Kimia (Rp)		
Kaporit, CaOCl ₂	604.800	18.144.000
Total	2.567.300	77.019.000

Tabel 5.1 Biaya Operasional Reservoir Beringin

Biaya operasional di wilayah desentralisasi yaitu sebesar Rp. 2.567.300 dalam satu hari atau Rp. 77.019.000 dalam satu bulan. Biaya terbesar dalam biaya operasional yaitu untuk biaya tenaga kerja. Dimana Reservoir Beringin (wilayah pelayanan desentralisasi) sebesar Rp. 9.750.000.

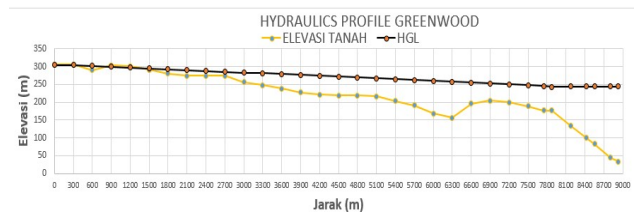
5.1.4 Analisis Hidraulika Sistem Sentralisasi Wilayah Kontrol



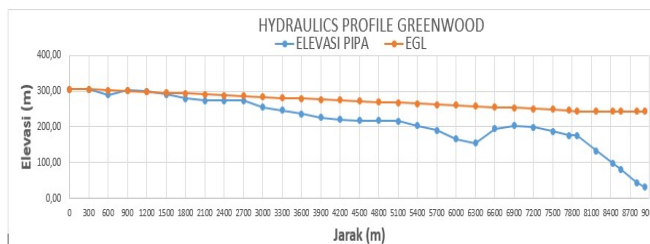
Gambar 5.6 Skema Sistem Sentralisasi Perumahan Greenwood

Sistem jaringan pipa distribusi yang digunakan dalam sistem sentralisasi ini adalah sistem bercabang (*dead-end distribution system*) yang berasal dari Reservoir Gunungpati. Reservoir Gunungpati mengalirkan air ke beberapa wilayah yaitu Perumahan Kuasen Rejo, Perumahan Kandri Asri, Zona Sadeng, Perumahan Greenwood, Kaliahang, Zona Candi Penataran, Perumahan Pasadena, dan Zona Kalipancur. Pipa yang digunakan dalam sistem distribusi sentralisasi adalah jenis pipa *Asbestos Cement Pipes (ACP)* dan PVC.

5.1.5 Analisis Hidraulika Sistem Desentralisasi Wilayah Kontrol



Gambar 5.7 Profil Hidrolis Perumahan Greenwood

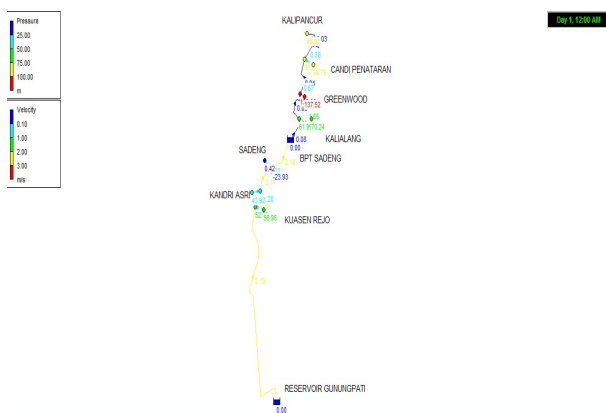


Gambar 5.8 Profil Hidrolis Perumahan Greenwood

Berdasarkan dari hasil analisis hidrolika di atas, memperlihatkan jalur perpipaan distribusi dari Reservoir Gunungpati menuju kawasan Perumahan Greenwood memiliki tekanan maksimum yaitu sebesar 136 mka di titik 9.000 m dengan pipa PVC berdiameter 100 mm. sedangkan menurut kriteria berdasarkan PERMEN PU No.18 tahun 2007, pipa

PVC dapat menahan tekanan sebesar 8 atm atau sebesar 80 mka, sehingga tekanan maksimum belum memenuhi syarat berdasarkan PERMEN PU. Jalur perpipaan distribusi dari Reservoir Gunungpati menuju kawasan Perumahan Greenwood memiliki kecepatan minimum yaitu sebesar 0,67 m/dt dan kecepatan maksimum sebesar 1,88 m/dt. Maka untuk kecepatan aliran sudah memenuhi syarat berdasarkan PERMEN PU yaitu 0,3-3 m/dt. Jalur perpipaan distribusi dari Reservoir Gunungpati menuju kawasan Perumahan Greenwood memiliki kehilangan tekanan (*headloss*) total sebesar 62,32 m atau 6,97 m/km. Berdasarkan standar Permen PU No.18 Tahun 2007, standar kehilangan tekanan yaitu 5 m/km, maka dari itu nilai kehilangan tekanan di jalur distribusi menuju Perumahan Greenwood belum memenuhi standar Permen PU. Berdasarkan dari hasil analisis hidrolika di atas, memperlihatkan sisa tekan di wilayah pelayanan dari Reservoir Gunungpati menuju kawasan Perumahan Greenwood memiliki nilai sebesar 168 mka. Menurut Permen PU No. 18 Tahun 2007, standar minimum untuk sisa tekan minimal yaitu 1 atm atau 10 mka sehingga masih sesuai dengan standar Permen PU.

Gambar 5.9 Simulasi Hidraulika EPANET 2.0



Simulasi analisis hidrolika menggunakan program Epanet 2.0 pada sistem distribusi menunjukkan terdapat tekanan berlebih di wilayah pelayanan Perumahan Greenwood sehingga tekanan masih di bawah standar desain menurut PERMEN PU No.18 Tahun 2007 untuk pipa PVC yaitu 8 atm atau 80 mka. Sedangkan untuk kecepatan aliran pada pipa sudah memenuhi kriteria desain berdasarkan PERMEN PU No.18 Tahun 2007 yaitu sebesar 0,3 – 3 m/detik. Hal ini ditunjukkan tidak terdapat pipa berwarna merah pada simulasi Epanet.

5.1.6 Analisis Aspek Sosial Sistem Sentralisasi Wilayah Kontrol

Berdasarkan hasil survey, 64,7% responden menyatakan bahwa kualitas air yang telah mereka berkualitas baik, yaitu jernih tidak berbau, berasa, ataupun berwarna. Selanjutnya, 35,3% responden menyatakan kualitas air yang mereka terima cukup baik, dimana ada sedikit pasir.

Berdasarkan hasil survey, 100% responden menyatakan bahwa aliran air yang diterima di rumah-rumah mereka kencang tetapi aliran kencang ini tidak dibarengi oleh pengaliran air selama 24 jam.

Berdasarkan hasil survey, 85 responden menyatakan bahwa aliran air yang mereka terima sering mati. Hal ini dikarenakan pengaliran air oleh PDAM Tirta Moedal ke Perumahan Greenwood belum 24 jam dimana terdapat sistem giliran.

5.1.7 Analisis Aspek Biaya Sistem Sentralisasi Wilayah Kontrol

Biaya Operasional	Biaya per Hari	Biaya per Bulan
Biaya Listrik(Rp)		
Pompa Sumur	648.000	19.440.000
Pompa Lumpur	170.100	5.103.000
Pompa Bahan Kimia	648.000	19.440.000
Lampu Penerangan	108.000	3.240.000
Beban Listrik lain-lain	216.000	6.480.000
Tenaga Kerja(Rp)		
Operator	266.667	8.000.000
Administrator	133.333	4.000.000
Mekanik & elektrik	66.667	2.000.000
Office Guard	233.333	7.000.000
Office Boy	100.000	3.000.000
Retribusi (Rp)		
Air baku	1.320.000	39.600.000
Maintenance rutin(Rp)		
Spare part, service rutin	16.800.000	560.000
Biaya Bahan Kimia(Rp)		

Tabel 5.2 Biaya Operasional Reservoir Gunungpati

Berdasarkan tabel di atas, biaya operasional di Reservoir Gunungpati (wilayah pelayanan sentralisasi) yang terdiri dari biaya listrik, biaya penambahan bahan kimia, biaya tenaga kerja, biaya retribusi, dan biaya pemeliharaan rutin yaitu sebesar Rp. 22.438.100 dalam satu hari atau Rp. 169.703.000 dalam satu bulan.

5.1.8 Analisis Kebocoran

Kita dapat menghitung persentase/jumlah kehilangan air dengan rumus:

$$(D - K) / D \times 100\%$$

Dimana H = kehilangan air (%),
 D= jumlah air yang didistribusikan (m³),
 K = jumlah air yang diterima oleh meter

ZONE	METER LOCATION	WATER DISTRIBUTION		Losses	
		DEMAND (m ³)	SUPPLY (m ³)	m ³	%
GREENWOOD	MDA Greenwood	13.570	23.282	9.712	41,71
	TOTAL	13.570	23.282	9.712	41,71

air zona (m³)

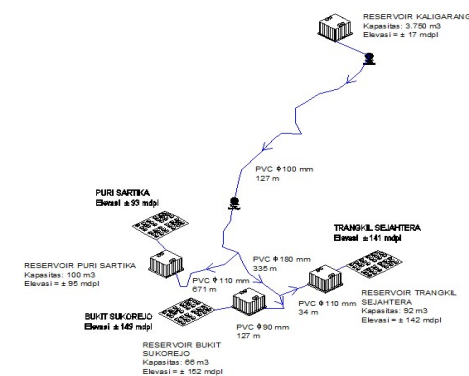
ZONE	METER LOCATION	WATER DISTRIBUTION		Losses	
		DEMAND (m ³)	SUPPLY (m ³)	m ³	%
BERINGIN	MDA Beringin	4.105	5.028	923	22,48
	TOTAL	4.105	5.028	923	22,48

Tabel 5.3 Analisis Kebocoran Sistem Sentralisasi

Tabel 5.4 Analisis Kebocoran Sistem Desentralisasi

Berdasarkan kedua tabel di atas, terlihat bahwa prosentase kebocoran di Perumahan Greenwood dengan sistem sentralisasi lebih besar dengan 41,71% ketimbang di Perumahan Beringin dengan prosentase 22,48%.

5.2 Perencanaan Sistem Desentralisasi



Gambar 5.9 Skema Perencanaan Sistem Desentralisasi

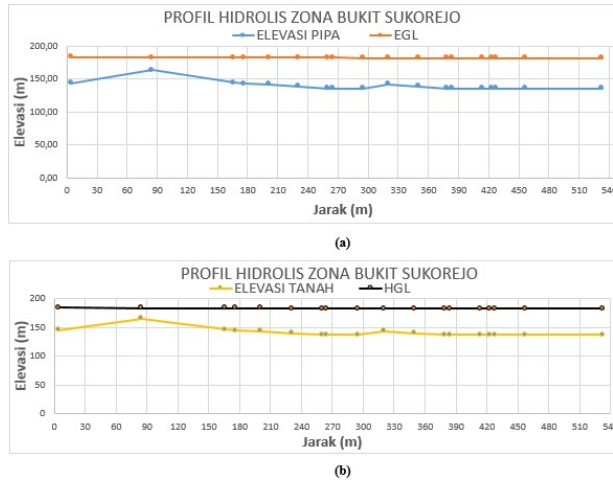
Wilayah Perencanaan	Kapasitas Ground Reservoir yang Direncanakan (m ³)	Kapasitas Elevated Reservoir yang Direncanakan (m ³)
Perumahan Bukit Sukorejo	44	22
Perumahan Tranquil Sejahtera	62	31
Perumahan Puris Sartika	100	

Tabel 5.4 Perencanaan Reservoir Desentralisasi

Spesifikasi Pompa	Pompa Reservoir Perumahan Bukit Sukorejo	Pompa Reservoir Perumahan Tranquil Sejahtera
Kapasitas Pompa (Q)	6,66 l/dt	10 l/dt
Head Pompa (H)	Tersedia: 30 meter Hitung: 20,81 meter	Tersedia: 30 meter Hitung: 26,51 meter
Daya Pompa (P)	3 kW	3 kW
Efisiensi (E)	98,1%	64,74%

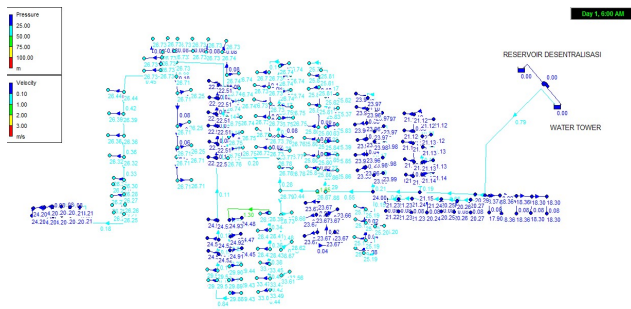
Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Analisis Pompa

5.2.1 Analisis Hidraulika Sistem Desentralisasi Wilayah Kontrol



Gambar 5.10 Profil Hidrolis Perumahan Bukit Sukorejo

Berdasarkan dari hasil analisis hidrolika di atas, memperlihatkan tekanan maksimal di Zona Perumahan Bukit Sukorejo memiliki tekanan maksimal sebesar 46,7 mka. Sedangkan kecepatan aliran di zona Perumahan Bukit Sukorejo memiliki kecepatan minimum yaitu sebesar 0,02 m/dt dan kecepatan maksimum sebesar 1,47 m/dt. Berdasarkan dari hasil analisis hidrolika di atas, kehilangan tekanan yaitu 1,87 m (3,50 m/km) di zona Perumahan Bukit Sukorejo.



Gambar 5.11 Simulasi Hidraulika EPANET 2.0

Simulasi analisis hidrolika menggunakan program Epanet 2.0 pada sistem distribusi menunjukkan terdapat tekanan berlebih di wilayah pelayanan Perumahan Greenwood sehingga tekanan masih di bawah standar desain menurut

PERMEN PU No.18 Tahun 2007 untuk pipa PVC yaitu 8 atm atau 80 mka. Sedangkan untuk kecepatan aliran pada pipa sudah memenuhi kriteria desain berdasarkan PERMEN PU No.18 Tahun 2007 yaitu sebesar 0,3 – 3 m/detik. Hal ini ditunjukkan tidak terdapat pipa berwarna merah pada simulasi Epanet.

5.2.2 Analisis Aspek Sosial Perencanaan Sistem Desentralisasi

Berdasarkan hasil survey di Perumahan Bukit Sukorejo menunjukkan persentase 86,7% atau 26 responden yang berkeinginan menerapkan sistem desentralisasi di wilayah mereka dengan pembangunan reservoir tambahan. Sedangkan 13,3% atau 4 responden tidak berkeinginan menerapkan sistem desentralisasi.

Berdasarkan hasil survey di Perumahan Bukit Sukorejo, menunjukkan persentase 6,7% atau 2 responden yang tidak berkeinginan menerapkan sistem desentralisasi dengan alasan biaya investasi yang mahal dan 6,7% atau 2 responden tidak berkeinginan menerapkan sistem desentralisasi dengan alasan sumber air telah tersedia banyak.

5.2.3 Rencana Anggaran Biaya Perencanaan Sistem Desentralisasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	HARGA (Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 348.430,00
II	PEKERJAAN PENGADAAN PIPA HDPE DAN ASESORIS	Rp 441.118.500,00
III	PEKERJAAN PENGADAAN PIPA PVC DAN AKSESORIS	Rp 29.393.200,00
IV	PEKERJAAN PEMASANGAN PIPA DAN AKSESORIS	Rp 871.144.290,55
V	PEKERJAAN LAIN-LAIN	Rp 3.452.636,00
VI	PEKERJAAN RESERVOIR	Rp 757.323.771,14
JUMLAH TOTAL		Rp 2.102.760.827,69

Tabel 5.6 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan tabel di atas, total rencana biaya pembangunan tiga reservoir di wilayah perencanaan desentralisasi yaitu Perumahan Puri Sartika, Trangkil Sejahtera, dan Bukit Sukorejo serta perpipaan jalur distribusi sebesar Rp 2.102.760.827,69

6. KESIMPULAN

1. Dari hasil skoring dengan menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*), terbukti sistem desentralisasi lebih baik dilihat dari aspek teknis berupa tekanan, kecepatan, kehilangan tekanan, dan sisa tekan. Hasil skoring untuk aspek teknis di wilayah sentralisasi yaitu sebesar 54 dan di wilayah desentralisasi sebesar 54 untuk aspek biaya yaitu biaya operasional yang terdiri dari biaya listrik, biaya tenaga kerja, biaya penambahan bahan kimia, biaya retribusi, dan biaya pemeliharaan, wilayah sentralisasi mendapatkan skor sebesar 5 dan wilayah desentralisasi sebesar 50 Untuk aspek sosial yang terdiri dari aspek kuantitas, kualitas, dan kontinuitas, wilayah sentralisasi mendapatkan skor sebesar 22 dan wilayah desentralisasi mendapatkan skor sebesar 31.

2. Dalam perencanaan sistem desentralisasi, akan direncanakan jaringan distribusi menuju wilayah perencanaan dan pembangunan reservoir. Untuk wilayah perencanaan Perumahan Puri Sartika akan direncanakan pembangunan *ground reservoir* dengan volume 100 m^3 . Untuk wilayah perencanaan Perumahan Trangkil Sejahtera akan direncanakan *ground reservoir* dan *elevated reservoir* masing-masing dengan volume 62 m^3 dan 31 m^3 . Untuk wilayah perencanaan Perumahan Bukit Sukorejo akan direncanakan *ground reservoir* dan *elevated reservoir* masing-masing dengan volume 44 m^3 dan 21 m^3

Daftar Pustaka

_____. 2015. Pengertian EPANET, Wikipedia Indonesia

[1] Al-Layla, Anis, Shamim Ahmad, and Joe Middlebrooks. 1978. *Water Supply Engineering Design* Ann Arbor Science New York

[2] Anonim. 2007. *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Tahun 2007*. PU. Jakarta

[3] Chatib, Benny. 1996. *Sistem Penyediaan Air Bersih. Diklat Tenaga Teknik PAM*. Bandung : LPM-ITB

[4] Daigger, T. and Crawford, G. 2007. Enhancing Water System Security and Sustainability by Incorporating Centralized and Decentralized Water Reclamation and Reuse into Urban Water Management Systems. *J. Environ. Eng. Manage* (1) 1-10.

[5] Dharmasetiawan, M. 2004. *Teori Perencanaan Instalasi Pengolahan Air* Ekamitra Engineering. Pg. 126

[6] Dirjen Cipta Karya. 1988. *Surabaya Unaccounted Water Study: Leakage Control System Training Manual*. Sir M. Macdonald & Partner Asia

[7] Farley, M., Gary, W., Zainuddin, G., Arie, I., Sher, S. 2008. *The Manager's Non-Revenue Water Handbook: A Guide to Understanding Water Losses*. Ranhill Utilities Berhad: Kuala Lumpur.

[8] Joko, Tri. 2010. *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Semarang.

[9] Nazarovs, S., S. Dejus, and T. Juhna. 2012. Modelling Water Quality in Drinking Water Distribution Networks from Real-Time Direction Data. *Drinking Water Engineering and Science Discussions* (5): 31-46.

[10] Opryszko, M. Huang, H., Soderlund, K., and Schwab, K. 2009. Data gaps in evidence-based research on small water enterprises in developing countries. *J. Water Health* (7): 609-622.



- [11] Peter-Varbanets, M., Zurbrügg, C., Swartz, C., and Pronk, W. 2012. Decentralized systems for potable water and the potential of membrane technology. *Water Res* (43): 245-265.
- [12] Safe Water Network. 2013 International Finance Corporation. *The Decentralized Water Market-Assesing and Overcoming the Hurdles to Scale in Kenya*. International Finance Corporation and Safe Water Network: Nairobi, Kenya.
- [13] Sara, J and Katz, T. 1997. Making the Rural Water Supply Sustainable: Report on the Impact of Project Rules. *UNDP/World Bank Water and Sanitation Program*: Washington, DC, USA.
- [14] Sharma 2015. *An Overview of Hybrid Water Supply System in the Context*
- [15] Venhuizen, D. 2001. Decentralized Wastewater Management. *Civil Engineering*.