Jurnal Teknik Lingkungan Volume 23 Nomor 1, April 2017 (Hal 87 - 98)

JURNAL
TEKNIK LINGKUNGAN

EVALUASI SISTEM DISTRIBUSI AIR MINUM PDAM TIRTA KERTA RAHARJA CABANG TELUKNAGA KABUPATEN TANGERANG

[*1]Iftikar Rizkia Nugraha, [2]Mohammad Rangga Sururi, dan [3]Lina Apriyanti Sulistiowati

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Institut Teknologi Nasional (Itenas), Bandung
Email: [1]iftikarrizkia@gmail.com

Abstrak: Cabang Teluknaga merupakan bagian wilayah dari pelayanan air minum PDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang. Cakupan wilayah pelayanan Cabang Teluknaga yaitu Kecamatan Teluknaga dan Kecamatan Kosambi, dengan jumlah penduduk pada tahun 2017 adalah 325.417 jiwa. Permasalahan sistem distribusi di wilayah ini adalah kurangnya sisa tekan pada jam puncak. Perencanaan ini bermaksud untuk mengevaluasi jaringan distribusi dengan simulasi menggunakan EPANET 2.0 pada jaringan distribusi. Hasil evaluasi jaringan distribusi eksisting menunjukan bahwa sisa tekan pada daerah pelayanan terjauh kurang dari 10 m dan diamater pipa yang terlalu besar sehingga kecepatan air kurang dari 0,3 m/detik. Oleh karena itu, dibutuhkan penyesuaian diamater pipa dan pemerataan tekanan untuk mencapai kondisi optimal. Direncanakan dua alternatif untuk menentukan kondisi optimal yaitu pemasangan booster pump dan menara air. Melalui analisa menggunakan WRT (Weight Ranking Method) terpilih sistem distribusi dengan pemasangan booster pump.

Kata kunci: evaluasi, air minum, sistem distribusi, EPANET 2.0, Teluknaga

Abstract: *Teluknaga Branch is part of PDAM Tirta Kerta Raharja Tangerang District. The coverage of drinking water area in Teluknaga Branch is Teluknaga and Kosambi Subdistricts, with the population in 2017 is 325.417 people. The problem of distribution system in this region is lack of residual head at peak hour. This plan to evaluate by simulation using EPANET 2.0. The results the evaluation of existing distribution network show that residual head on the farthest service less than 10 m and pipes have a diameter that's too large so the velocity in pipe less than 0.3 m/sec. Under these conditions, adjustable of diameter pipe is necessary and equalization of pressure to achieve optimal conditions. Planned two alternatives to determine the most optimal conditions that is using the booster pump and water tower. The alternative selection method uses WRT, so that the chosen alternative is the alternative one, namely the distribution system using a booster pump.*

Keywords: *evaluation, drinking water, distribution system, EPANET 2.0, Teluknaga*

PENDAHULUAN

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) pada awalnya harus menjamin kepastian pengaliran air minum ke daerah pelayanan dengan memenuhi syarat kuantitas, kualitas, kontinuitas (3K). Pada tahun 2012 Direktorat Pengembangan Air Minum (PAM) Ditjen Cipta Karya mengembangkan Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) dan menambah kriteria "keterjangkauan" untuk jaminan pengaliran air minum. Syarat 4K menunjang tercapainya 100% akses pelayanan air minum kepada masyarakat sesuai Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2015-2019.

Peraturan Daerah Kabupaten Tangerang No.16 Tahun 2001 menyatakan bahwa Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang sebagai perusahaan penyedia air minum di tingkat daerah. PDAM Tirta Kerta Raharja memiliki 12 Instalasi Pengolahan Air (IPA) dengan kapasitas 7,5 - 3.000 l/detik. Cakupan pelayanan PDAM Tirta Kerta Raharja meliputi Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang dan Kota Tangerang Selatan.

Cabang Teluknaga merupakan wilayah bagian utara dari Kabupaten Tangerang yang terlayani oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Kerta Raharja. Pelayanan Cabang Teluknaga terdiri dari Kecamatan Teluknaga dan Kecamatan Kosambi dengan jumlah penduduk pada tahun 2017 adalah 325.417 jiwa. Air baku terkumpul di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Bojong Renged yang terdiri dari 2 (dua) paket dengan kapasitas masing-masing sebesar 50 l/detik. Sumber air baku IPA I berasal dari saluran irigasi, sedangkan IPA II berasal dari Sungai Cisadane.
Pipa distribusi induk dari IPA Bojong Renged terbagi menjadi 2 (dua) jaringan induk, yaitu pipa distribusi induk untuk melayani Kecamatan Kosambi, dan pipa induk distribusi untuk melayani Kecamatan Teluknaga. Panjang jaringan pipa induk distribusi adalah 135.969 meter, dengan ukuran diameter pipa mulai dari 150 - 400 mm. Menurut Daftar Stand Meter Langgan (DSML) Bulan Oktober 2017, Pelanggan dalam jaringan distribusi induk berjumlah 7.747 SL (sambungan langganan) atau setara dengan 39.315 jiwa yang terdiri dari pengguna domestik dan non-domestik. Pelanggan Cabang Teluknaga membutuhkan jumlah air minum sebanyak 81,19 liter/detik dihitung dari data Daftar Stand Meter Langgan (DSML) bulan Oktober tahun 2017.

Laporan PDAM Tirta Kerta Raharja Bulan Oktober Tahun 2017 menyatakan bahwa permasalahan yang di hadapi oleh Cabang Teluknaga adalah tidak kontinunya pendistribusian air pada jam puncak (pukul 10.00 WIB) di titik pelayanan terjauh yang berjarak 11,19 km dari lokasi IPA. Keadaan ini menyebabkan sisa tekan pada titik pelayanan terjauh menjadi kritis. *Headloss* rata-rata pada pipa distribusi induk eksisting sebesar 4,06 m/km dan pada titik pelayanan terjauh memiliki *headloss* total sebesar 48,73 m. Hal ini menyebabkan tidak mengalirnya air pada jam puncak pengambilan air.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka akan dilakukan evaluasi Sistem Jaringan Distribusi PDAM Tirta Kerta Raharja Cabang Teluknaga Kabupaten Tangerang. Hasil evaluasi diharapkan dapat digunakan oleh PDAM Tirta Kerta Raharja sebagai bahan pembenahan sistem jaringan distribusi.

METODOLOGI PENELITIAN

Evaluasi Jaringan Distribusi Eksisting

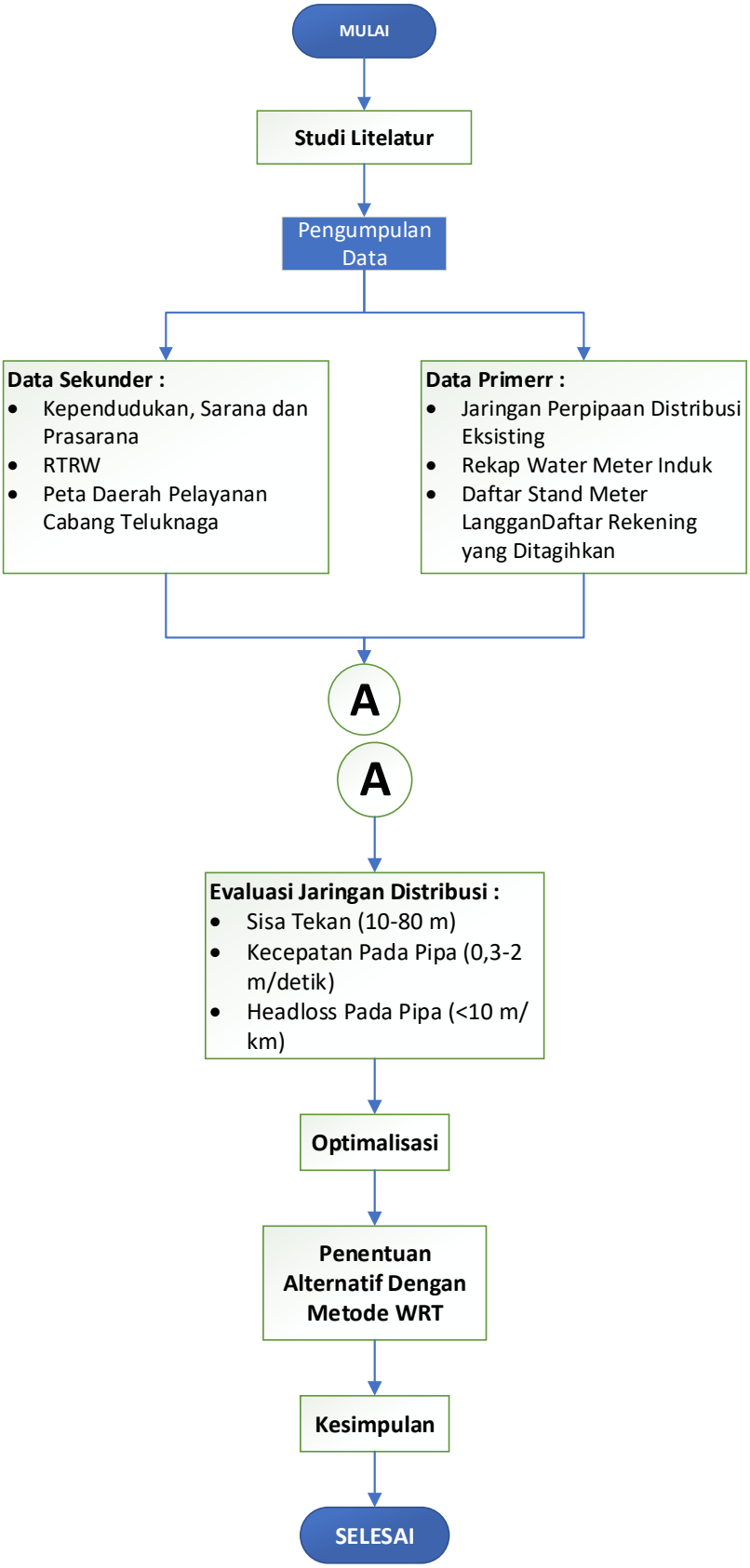
Evaluasi jaringan distribusi eksisting dilakukan dengan menggunakan *software EPANET 2.0*. Input data terdiri dari tekanan pompa, kapasitas pemompaan, *demand pattern*, panjang pipa, diameter pipa, kekasaran pipa, penempatan *gate valve* pada pipa, elevasi tanah, pembagian *node*, penggunaan air disetiap *node*. Pembuatan simulasi analisa hidrolis untuk optimalisasi jaringan pipa distribusi primer maupun sekunder bertujuan agar kondisi tekanan pada titik kritis atau jam puncak di pagi hari dan sore hari dapat merata ke seluruh wilayah pelayanan.

Optimalisasi

Kriteria desain jaringan distribusi mengacu kepada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 18 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Optimalisasi dilakukan dengan merubah dimensi pipa menjadi lebih kecil sehingga kecepatan aliran didalam pipa dapat sesuai dengan kriteria desain yaitu 0,3-2 meter/detik untuk kecepatan aliran, 10-80 m untuk sisa tekan dan *headloss* lebih kecil dari 10 m/km. Upaya optimalisasi dilakukan dengan mengadakan 2 alternatif penyelesaian yaitu pemasangan *booster pump* atau pemasangan menara air untuk pemerataan tekanan pada titik kritis.

Penentuan Alternatif Terpilih

Pemilihan alternatif jaringan distribusi air minum dilakukan dengan metode *Weighted Ranking Technique* dengan parameter kecepatan maksimum, kecepatan minimum, tekanan maksimum, kecepatan minimum dan *headloss*. *Weighted Ranking Technique Method* (WRT) atau metode pembobotan merupakan metode yang memberikan nilai terhadap setiap parameter yang dibandingkan, sehingga nilainya pun juga bersifat kuantitatif (Khodijah, 2000). Metode ini sangat umum digunakan dalam memperbandingkan beberapa alternatif dalam suatu perencanaan.



Gambar 1. Tahapan evaluasi jaringan distribusi air minum

Tahapan evaluasi sistem jaringan distribusi Cabang Teluknaga diawali dari studi literatur, pengumpulan data, evaluasi jaringan distribusi, optimasi, sampai penentuan alternatif optimasi terpilih sesuai **Gambar 1**.

HASIL DAN PEMBAHASAN

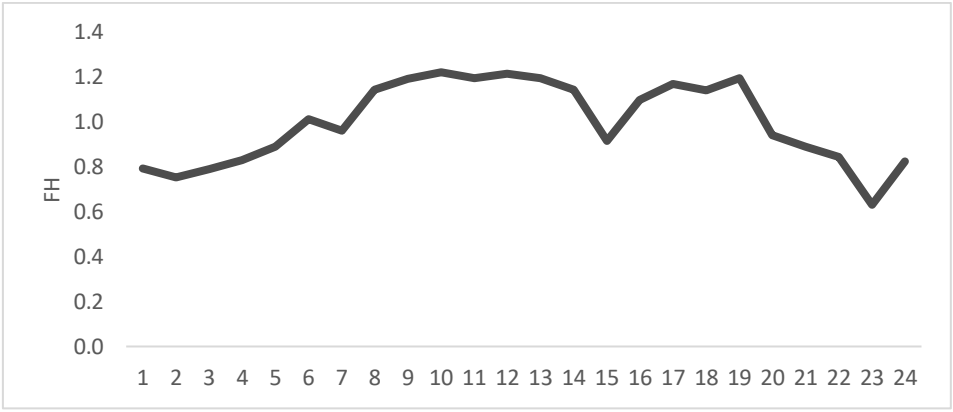
Evaluasi Distribusi Eksisting

Fluktuasi penggunaan air merupakan penggunaan air di setiap jamnya pada pengaliran distribusi. Penggunaan fluktuasi bertujuan untuk mengetahui jam pengambilan air puncak maupun minimum untuk digunakan pada demand pattern saat simulasi. *Demand Pattern* yang diukur di lapangan berlokasi pada Meter induk di IPA Bojong Renged. *Demand Pattern* yang digunakan dihitung dari Data Catat Water Meter Induk yang berada di lokasi IPAM yang di perlihatkan pada **Tabel 1**.

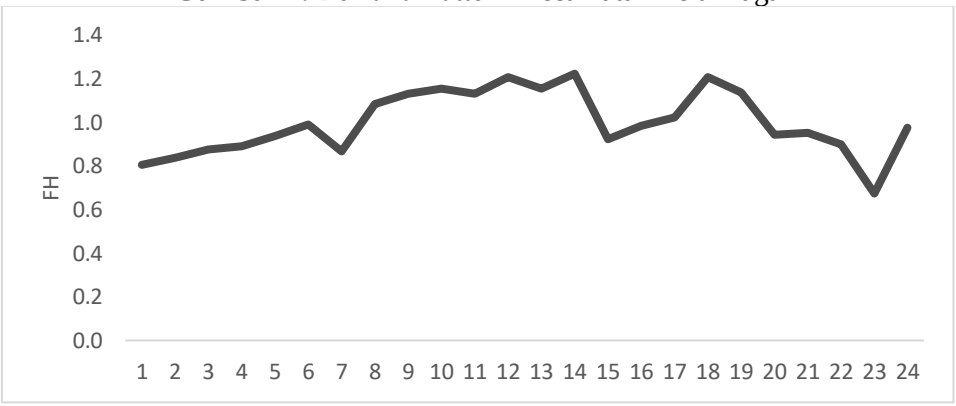
Tabel 1. Fluktuasi pengaliran ke Kecamatan Teluknaga dan Kosambi (PDAM Cabang Teluk Naga, 2018)

Jam	Teluknaga		Kosambi		Jam	Teluknaga		Kosambi	
	Q (l/s)	faktor	Q (l/s)	faktor		Q (l/s)	faktor	Q (l/s)	faktor
1	43.3	0.8	28.9	0.8	**13**	65.3	1.2	41.4	1.2
2	41.1	0.8	30	0.8	**14**	62.5	1.1	43.9	1.2
3	43.1	0.8	31.4	0.9	**15**	50	0.9	33.1	0.9
4	45.3	0.8	31.9	0.9	**16**	60	1.1	35.3	1
5	48.6	0.9	33.6	0.9	**17**	63.9	1.2	36.7	1
6	55.3	1	35.6	1	**18**	62.2	1.1	43.3	1.2
7	52.5	1	31.1	0.9	**19**	65.3	1.2	40.8	1.1
8	62.5	1.1	38.9	1.1	**20**	51.4	0.9	33.9	0.9
9	65	1.2	40.6	1.1	**21**	48.6	0.9	34.2	1
10	66.7	1.2	41.4	1.2	**22**	46.1	0.8	32.2	0.9
11	65.3	1.2	40.6	1.1	**23**	34.4	0.6	24.2	0.7
12	66.4	1.2	43.3	1.2	**24**	45	0.8	35	1

Pendistribusian air di Cabang Teluknaga memiliki dua *Demand Pattern* yang di sajikan pada **Gambar 2** dan **Gambar 3** yaitu untuk mendistribusikan air ke daerah Kecamatan Teluknaga dan Kecamatan Kosambi. Pendistribusian air ke daerah Kecamatan Teluknaga memiliki jam puncak pada jam 09.00 – 13.00 dan jam 17.00-19.00 dengan *Peak Hour* sebesar 1,2, dan pendistribusian air ke daerah Kecamatan Kosambi memiliki jam puncak pada jam 10.00-14.00 dan jam 18.00 dengan *Peak Hour* sebesar 1,2. Pengambilan data catat air di meter induk terletak pada meter induk di IPA Bojong Renged. Pengambilan data dilakukan dengan pencatatan manual setiap jam.

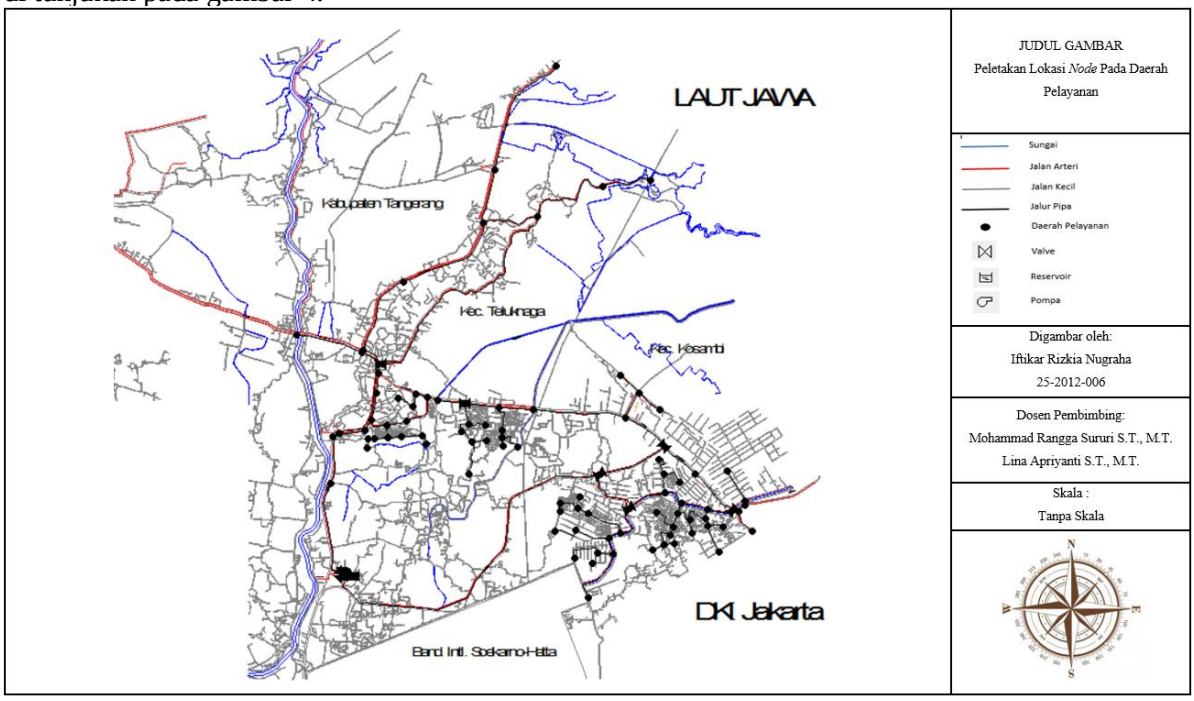


Gambar 2. *Demand Pattern* Kecamatan Teluknaga



Gambar 3. *Demand Pattern* Kecamatan Kosambi

Diameter pipa sekunder sebesar 100-150 mm menggunakan pipa jenis PVC *(Polyvinyl Chloride)* dan diameter pipa utama sebesar 200-360 mm menggunakan pipa jenis ACP *(Asbestos Cement Pipe)*, pipa PVC dan pipa HDPE *(High Density Polyethylene)*. Jalur distribusi Cabang Teluknaga di tunjukan pada gambar 4.

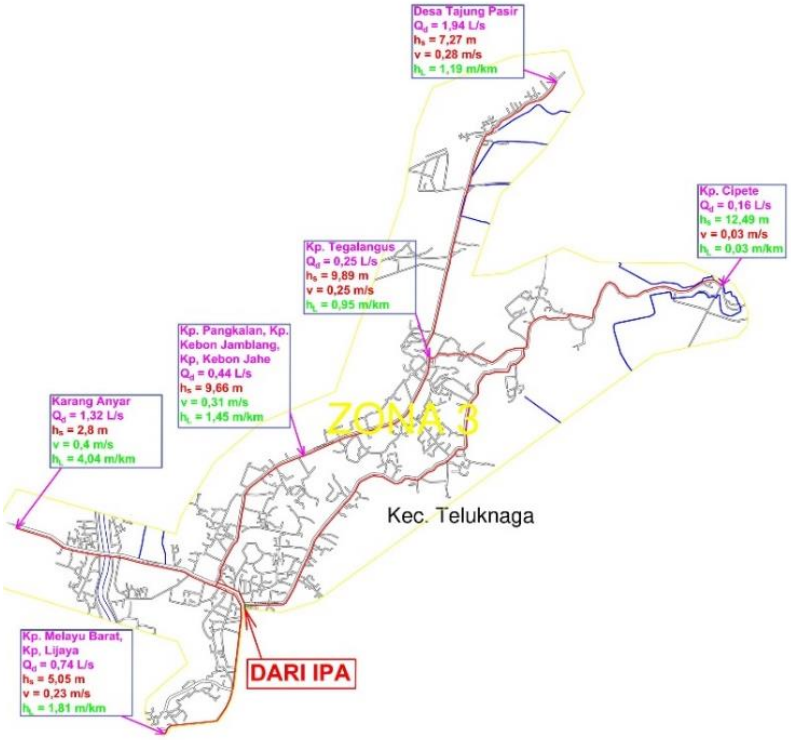


Gambar 4. Jalur Distribusi Eksisting Cabang Teluknaga

Simulasi dilakukan dengan mengambil waktu jam puncak pada pukul 10.00 WIB dan 18.00 WIB dengan tinjauan terhadap titik *junction* diperoleh sisa tekan/*residual head* sesuai dengan kriteria desain yaitu 10-100 meter.

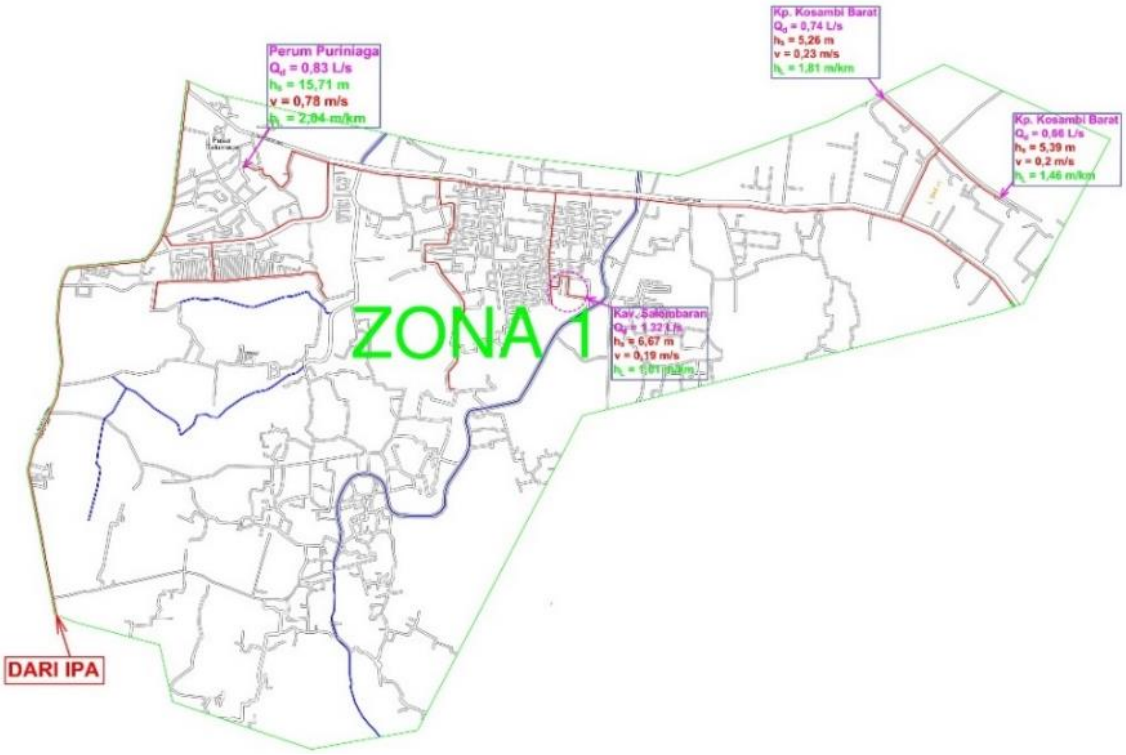
Gambar 5. Profil Hidrolis Antara Reservoir ke Titik Pelayanan Terjauh

Pada **Gambar 5** terlihat bahwa elevasi reservoir +32 mdpl sedangkan elevasi titik pelayanan terjauh +13 mdpl. Air didistribusikan menggunakan pompa bertekanan 50 m pada elevasi +28 mdpl. Terlalu jauhnya daerah pelayanan (11,29 km) menjadi faktor kurangnya tekanan. Rata-rata *headloss* pada pipa tersebur sebesar 4,3 m/km maka total *headloss* pada daerah pelayanan terjauh sebesar 48,73 m, hal ini menyebabkan tekanan pada daerah kritis kurang dari 10 m.



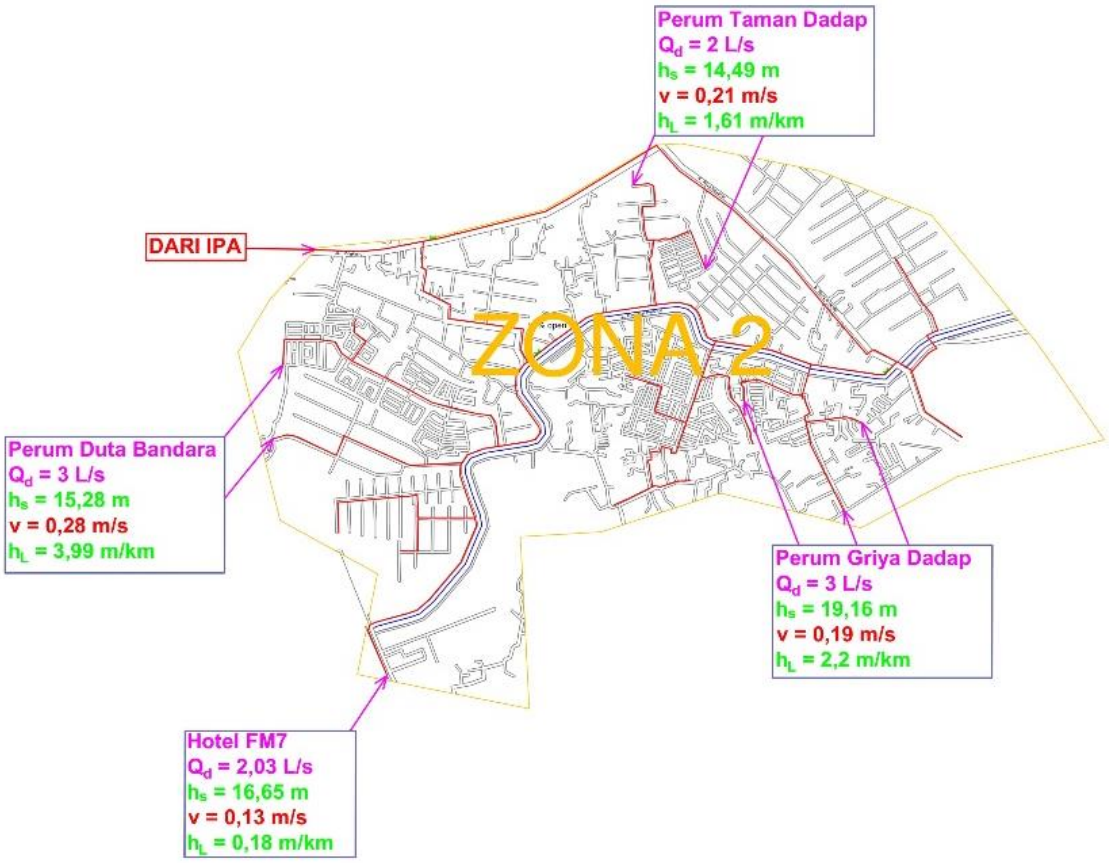
Gambar 6. Kondisi Pengaliran Jaringan Distribusi Zona 3

Kecepatan aliran didalam pipa pada jam puncak (pukul 10.00 WIB) tidak sesuai dengan kriteria desain yaitu kurang dari 0,3 m/detik. Pemakaian diameter pipa yang terlalu besar merupakan faktor yang mempengaruhi kecepatan aliran pipa menjadi tidak sesuai dengan kriteria desain. Terlihat pada **Gambar 4**, **Gambar 6** dan **Gambar 7** pipa yang memiliki kecepatan aliran air yang tidak sesuai kriteria desain terletak pada pipa sekunder.



Gambar 7. Kondisi pengaliran jaringan distribusi zona 1

Semakin besar diameter pipa maka kecepatan aliran dalam pipa akan semakin kecil, serta semakin kecil kecepatan aliran didalam pipa maka semakin kecil headloss. Pada ketiga zona, tidak menunjukan *headloss* yang melebihi ambang batas yaitu kurang dari 10 m. Hal ini disebabkan oleh diameter pipa tidak terlalu kecil, sehingga *headloss* di ketiga zona memenuhi kriteria desain.



Gambar 8 Kondisi Pengaliran Jaringan Distribusi Zona 2

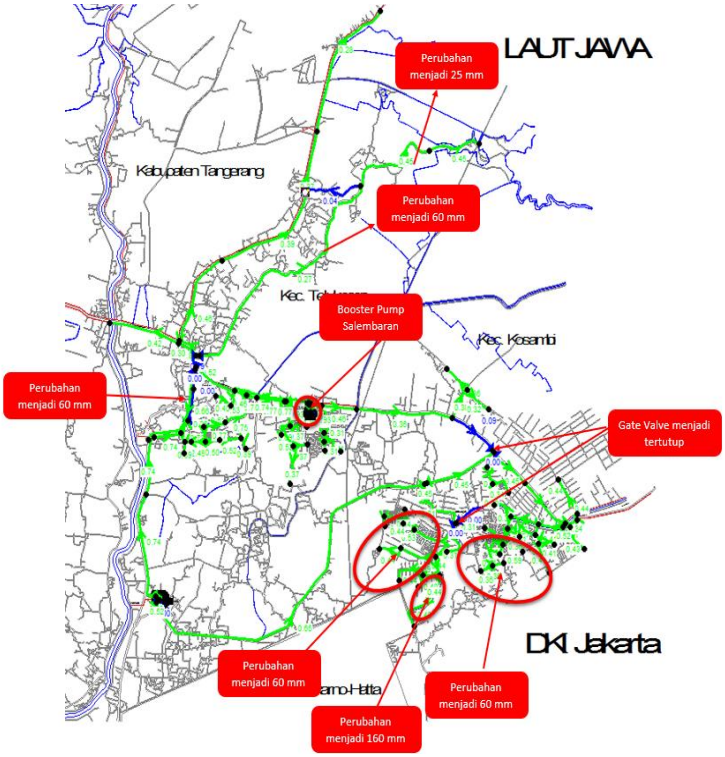
Optimalisasi Jaringan Distribusi

Optimalisasi sistem distribusi dilakukan agar pengaliran dalam jaringan distribusi sesuai dengan kriteria teknis. Untuk memperoleh sistem distribusi terbaik dibuat 2 (dua) alternatif jaringan distribusi agar dapat membandingkan antar alternatif dalam memutuskan alternatif yang paling tepat untuk digunakan pada daerah perencanaan.

Alternatif Satu Optimalisasi Jaringan Distribusi

Diameter pipa pada alternatif satu diperkecil agar kecepatan aliran dalam pipa memenuhi syarat teknis yaitu kecepatan minimal 0,3 meter/detik. Diameter pipa dirubah menjadi lebih kecil akan mempengaruhi sisa tekan pada daerah pelayanan, hal ini menyebabkan sisa tekan pada daerah perencanaan akan tidak sesuai dengan kriteria teknis pembentukan SPAM yaitu kurang dari 10 m.

Tahap berikutnya adalah pemasangan *booster pump* untuk menambah tekanan pada daerah pelayanan. Pada alternatif satu, *booster pump* diletakan pada Komplek Salembaran karena lokasi komplek tersebut tepat berada ditengah jaringan distribusi Cabang Teluknaga yang ditunjukan pada gambar 9. Hal ini di harapkan dapat memberikan tekanan lebih pada daerah pelayanan terjauh. Dua pompa ditempatkan pada *booster pump* dimana satu pompa sebagai cadangan jika pompa operasional sedang dalam perbaikan. Masing-masing pompa baik yang berfungsi sebagai pompa cadangan maupun operasional memiliki kapasitas 20 liter/detik dengan *head* masing-masing adalah 30 m.

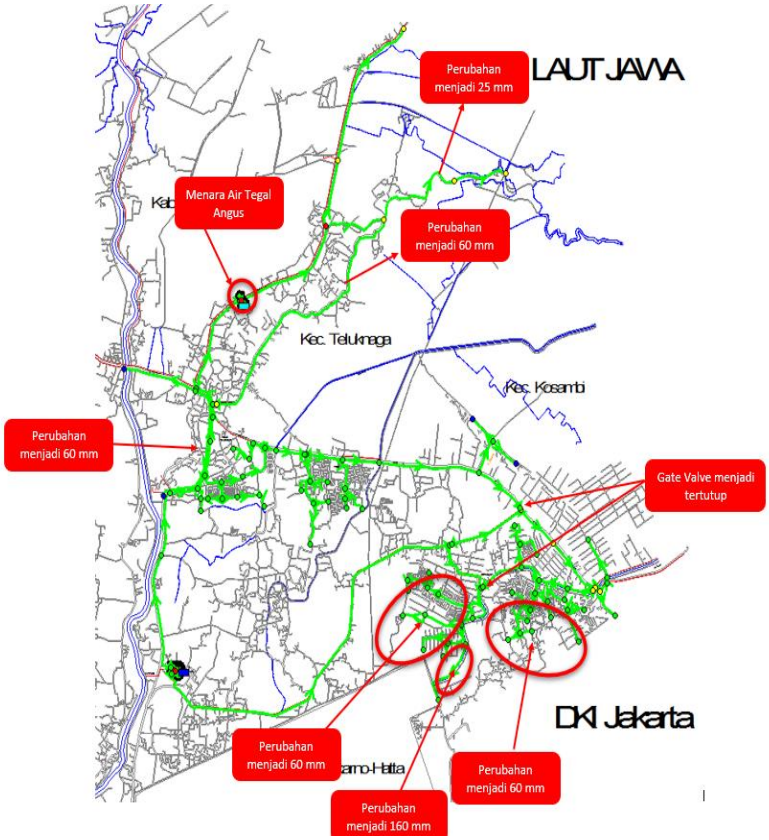


Gambar 9. Optimalisasi Jaringan Distribusi Alternatif Satu dengan Parameter Kecepatan Aliran

Perubahan diameter dan penambahan pipa ditunjukan pada **Gambar 9**. Rekayasa pembukaan gate valve dilakukan agar tekanan lebih merada ke daerah yang memiliki tekanan lebih kritis. Pertimbangan lokasi penempatan *booster pump* yaitu lokasi yang berata tepat pada tengah daerah pelayanan agar dapat membantu memberi tekanan pada daerah pelayanan terjauh.

Alternatif Dua Optimalisasi Jaringan Distribusi

Alternatif dua memiliki pola jaringan sama dengan alternati satu. Rekayasa bukaan *gate valve* dan perubahan diameter pipa juga sama dengan alternatif satu. Pada alternatif dua menggunakan menara air berjenis FRP (*Fiberglass Reinforced Plastic*). Peletakan menara air harus pada titik yang memiliki sisa tekan minimal 15 m sesuai dengan tinggi menara air, sehingga dapat membantu mengembalikan tekanan setara dengan tinggi menara air dan menambah sisa tekan yang kurang sampai memenuhi kriteria teknis di daerah pelayanan terjauh. Menara air akan dibangun di jalan Raya Tanjung Pasir karena lokasi tersebut memiliki sisa tekan yang sesuai dengan tinggi menara air, sesuai pada **Gambar 10**. Perubahan diameter pipa ditunjukan pada **Gambar 10**. Rekayasa pembukaan gate valve dilakukan agar tekanan merata ke daerah yang memiliki tekanan kritis.



Gambar 10. Optimalisasi Jaringan Distribusi Alternatif Dua dengan Parameter Kecepatan Aliran

Metode Pemilihan Alternatif Dengan Metode WRT

Tahap awal dalam analisa alternatif terbaik dalam WRT adalah menentukan nilai Koefisien Pentingnya Faktor (KPF). Nilai pada perbandingan adalah 0 sebagai parameter tidak penting, 0,5 parameter sama penting dan 1 parameter sama penting. Perhitungan nilai kooefisien pentingnya faktor dapat dilihat pada **Tabel 2**. Faktor yang digunakan untuk menentukan koefisien penting merupakan persyaratan teknis aliran dalam jaringan distribusi yaitu kecepatan aliran, sisa tekan dan *headloss.*

Tabel 2. Perhitungan nilai koefisien pentingnya faktor

Parameter	Proses Penilaian										Jumlah	KPF
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Kecepatan Minimum (m/s)	1	0	0	1							2	0,2
Kecepatan Maksimum (m/s)	0,5				0	0	0,5				1	0,1
Tekanan Minimum (m)		1			1			0,5	1		3,5	0,35
Tekanan Maksimum (m)			0,5			0,5		0,5		0,5	2	0,2
Headloss (m/Km)				0,5			0,5		0	0,5	1,5	0,15
Jumlah											10	1

Tahap kedua yaitu menentukan nilai Koefisien Pemilihan Alternatif (KPA) dengan nilai 0 sebagai parameter tidak penting, 0,5 parameter sama penting dan 1 parameter sama penting. Setelah dilakukannya proses penilaian, nilai setiap parameter untuk masing-masing alternatif dijumlahkan sesuai dengan hasil perhitungan dalam **Tabel 3**.

Tabel 3. Perhitungan nilai koefisien pemilihan alternatif

No	Parameter dan Pola Distribusi	KPA
1	**Kecepatan Minimum**	
	Alternatif 1 (0,30 m/detik)	1
	Alternatif 2 (0,28 m/detik)	0
	Jumlah	**1**
2	**Kecepatan Maksimum**	
	Alternatif 1 (1,15 m/detik)	0,5
	Alternatif 2 (1,25 m/detik)	0,5
	Jumlah	**1**
3	**Tekanan Minimum**	
	Alternatif 1 (12,37 m)	1
	Alternatif 2 (4,28 m)	0
	Jumlah	**1**
4	**Tekanan Maksimum**	
	Alternatif 1 (47,26 m)	0,5
	Alternatif 2 (23,86 m)	0,5
	Jumlah	**1**
5	**Headloss**	
	Alternatif 1 (15,94 m/Km)	0
	Alternatif 2 (8,49 m/Km)	0,5
	Jumlah	**0,5**

Tahap akhir adalah pengambilan keputusan dengan cara menjumlahkan Nilai KPF dan KPA yang telah ditentukan. Alternatif terpilih ditunjukan oleh nilai akhir terbesar dalam **Tabel 4**.

Tabel 4. Pemilihan alternatif optimalisasi jalur distribusi terbaik

No	Parameter	KPF	KPA		KPA x KPF	
			Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 1	Alternatif 2
1	Kecepatan Minimum (m/s)	0,2	1	0	0,2	0
2	Kecepatan Maksimum (m/s)	0,1	0,5	0,5	0,05	0,05
3	Tekanan Minimum (m)	0,35	1	0	0,35	0
4	Tekanan Maksimum (m)	0,2	0,5	0,5	0,1	0,1
5	*Headloss* (m/km)	0,15	0	0,5	0	0,075
	Jumlah				**0,7**	**0,225**

Dengan demikian alternatif satu merupakan pilihan terbaik dalam optimalisasi yaitu penggunaan booster pump agar sisa tekan merata di daerah pelayanan kritis.

KESIMPULAN

Evaluasi jaringan distribusi Cabang Teluknaga PDAM Tirta Kerta Raharja Kabupaten Tangerang dengan menggunakan *Software EPANET 2.0*. *Demand Pattern* pada jaringan distribusi Cabang Teluknaga terbagi menjadi 2 *pattern* yaitu *pattern* Kecamatan Kosambi dan *pattern* Kecamatan

Teluknaga, dengan jam puncak pada Kecamatan Kosambi yaitu pukul 10.00 WIB dan Kecamatan Teluknaga pukul 09.00 WIB. Dibuat 2 alternatif untuk optimalisasi jaringan distribusi eksisting, lalu kedua alternatif dibandingkan dengan melihat aspek teknis dan non-teknis yaitu kecepatan aliran, sisa tekan, *headloss* dan RAB. Dibutuhkannya penggantian pipa pada kedua alternatif dikarenakan diameter yang terlalu besar sehingga kecepatan aliran dalam pipa dapat sesuai dengan kriteria desain yaitu 0,3-2 m/detik. Pemilihan alternatif optimal menggunakan metode WRT adalah penggunaan *booster pump* yaitu alternatif satu agar sisa tekan merata di daerah pelayanan kritis.

Daftar Pustaka

Al-Layla, A. (1985). *Water Supply Engineering Design.* Machigan: Ann Arbor Science Publishers.

Babbit, H. E. (1978). *Water Supply Engineering.* New York: McGraw Hill.

Badan Pusat Statistika Kabupaten Tangerang. (2018). *Kabupaten Tangerang Dalam Angka.*

Badan Pusat Statistika Kabupaten Tangerang. (2018). *Kecamatan Kosambi Dalam Angka.*

Badan Pusat Statistika Kabupaten Tangerang. (2018). *Kecamatan Teluknaga Dalam Angka.*

Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Tangerang. (2010). Rencana Umum Tata Ruang Kota Pontianak.

Chatib, B. (1996). *Sistem PAM. Pendidikan dan Latihan Tenaga Teknik Penyediaan Air Minum.* Bandung: Lembaga Pengambian Masyarakat Institut Teknologi Bandung.

Departemen PU, C. (2007). *Pedoman Penyusuran Perencanaan Teknis Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.*

Farley, M. (2008). *The Manager's Non-Revenue Water Handbook: A Guide To Understanding Water Losses.* Asian Development Bank.

Peavy, H. S. (1985). *Environmental Engineering.* University Machigan: McGraw-Hill.

PDAM Tirta Kerta Raharja. (2018). Laporan Bulanan Cabang Teluknaga.

Stephenson, D. (1998). *Water Supply Management.* Johannesburg: Springer Science+Business Media Dordrecht.