

STUDI EVALUASI DAN PENGEMBANGAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KECAMATAN PADEMAWU KABUPATEN PAMEKASAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* *WATERCAD V8i*

Wirda¹, Runi Asmaranto², Jadfah Sidqi Fidari²

¹Mahasiswa Program Sarjana Teknik Jurusan Pengairan Universitas Brawijaya

²Dosen Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Teknik Pengairan Universitas Brawijaya-Malang, Jawa Timur, Indonesia

Jl. MT. Haryono 167 Malang 65145, Indonesia

e-mail: wirdaibrahimth@gmail.com

ABSTRAK: Kecamatan Pademawu ini memiliki 7 desa yang sudah terlayani kebutuhan airnya oleh PDAM yaitu Desa Majungan, Padelegan, Tanjung, Pademawu Timur, Pademawu Barat, Bunder dan Dasok dan pada perencanaan pengembangan hingga tahun 2036 ada penambahan daerah layanan di 4 desa lainnya yaitu Desa Baddurih, Pagagan, Jarin dan Durbuk.

Dalam studi ini dilakukan suatu evaluasi kondisi eksisting baik dari segi sumber, pompa, tandon serta komponen lainnya dan melaksanakan simulasi guna melihat kondisi hidrolis yang ada pada jaringan eksisting. Evaluasi ini dapat dijadikan acuan untuk perencanaan pengembangan 2036 kedepan. Perencanaan pengembangan yang meliputi 11 desa tersebut akan di simulasikan lagi menggunakan bantuan *Software Watercad*.

Berdasarkan hasil akhir simulasi yang diperoleh dari *software WaterCAD* Perencanaan pengembangan dilakukan dengan penambahan beberapa komponen diantaranya kapasitas sumber air sebesar 20 lt/dt, menara air, pompa, pergantian pipa dan juga penambahan katup PRV . Sehingga debit dan kondisi hidrolis jaringan air bersih dapat memenuhi kriteria yang telah ditentukan. Rencana anggaran biaya yang akan dikeluarkan pada perencanaan pengembangan ini sebesar Rp. 3.153.108.800,-

Kata kunci: air bersih, watercad, jaringan, rencana pengembangan.

ABSTRACT : *Pademawu District has 7 villages which have been served by the water needs by PDAM, Majungan, Padelegan, Tanjung, Pademawu Timur, Pademawu Barat, Bunder and Dasok and in development planning until 2036 there are additional service areas in 4 other villages, Baddurih, Pagagan , Jarin and Durbuk.*

In this study, an evaluation of the existing condition in terms of source, pump, tandon and other components and simulation is done to see the existing hydraulic conditions in the existing network. This evaluation can be used as a reference for future 2036 development planning. Development planning covering 11 villages will be simulated again using Watercad Software assistance.

Based on the final simulation results obtained from WaterCAD software Development planning is done with the addition of several components such as water source capacity of 20 liters/second, water tower, pump, pipe change and addition of PRV valve. So that the discharge and hydraulic conditions of clean water network can meet the criteria that have been determined. The budget plan that will be spent on this development plan is Rp. 3.153.108.800, -

Keywords: *clean water, waterCAD, network, development planning.*

PENDAHULUAN

Penyediaan air bersih untuk masyarakat mempunyai peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kesehatan lingkungan atau masyarakat, yakni mempunyai peranan dalam menurunkan angka penderita penyakit khususnya yang berhubungan dengan air, dan berperan dalam meningkatkan standar dan kualitas hidup masyarakat.

Sampai saat ini penyediaan air bersih untuk masyarakat Indonesia masih dihadapkan pada beberapa permasalahan yang cukup kompleks dan sampai saat ini masih belum dapat diatasi sepenuhnya. Salah satu masalah yang masih dihadapi sampai saat ini yakni masih rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat. Maka dari itu PDAM dituntut untuk mampu memenuhi kebutuhan air bersih tersebut, dengan

kualitas, kuantitas dan kontinuitas yang diinginkan serta tekanan air yang mencukupi.

Maka dari itu PDAM Kabupaten Pamekasan melakukan upaya untuk memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Pademawu dengan melakukan perencanaan pengembangan jaringan distribusi air bersih yang sebelumnya sudah melayani 7 desa yaitu Desa Majungan, Padelegan, Tanjung, Pademawu Timur, Pademawu Barat, Bunder dan Dasok akan dikembangkan ke 4 desa yaitu Desa Jarin, Pagagan, Baddurih dan Durbuk.

Sumber air tanah yang ada dikecamatan Pademawu memiliki kapasitas air sebesar 40 lt/det sedangkan yang terpakai 17,80 lt/det dengan jam operasi selama 24 jam/hari. sehingga perlu adanya suatu evaluasi kebutuhan air bersih dan jaringan yang sudah ada sebelumnya.

Analisa yang dilakukan mengenai kondisi hidrolika mencakup pengaruh tekanan setiap titik simpul, besarnya debit kecepatan dan kehilangan tinggi tekan pada setiap pipa dalam jaringan distribusi pada daerah studi. Dalam laporan ini menggunakan *software WaterCAD V8i*.

Adapun tujuan dari studi ini yaitu:

1. Mengevaluasi kebutuhan air serta jaringan distribusi air bersih pada kondisi eksisting di Kecamatan Pademawu Kabupaten Pamekasan menggunakan program *WaterCAD V8i*.
2. Merencanakan pengembangan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Pademawu Kabupaten Pamekasan sampai tahun 2036 dengan menerapkan model simulasi program *WaterCAD V8i*.
3. Mengetahui besarnya Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang harus dikeluarkan untuk rencana pengembangan.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi studi ini berada di Kecamatan pademawu Kabupaten Pamekasan, secara geografis terletak pada 6°51–7°31 LS dan 113°19–113°58 BT, Kecamatan Pademawu terletak di wilayah selatan dari Kabupaten Pamekasan. Memiliki luas 71,9 km². Kecamatan Pademawu berbatasan dengan Kecamatan Galis dan Kecamatan Larangan sebelah utara, Selat Madura di sebelah selatan, Kecamatan Tlanakan dan Kecamatan Pamekasan sebelah barat, dan Kecamatan Galis di sebelah timur.



Gambar 1. Peta Kecamatan Pademawu
Data Pendukung Kajian

Dalam studi ini diperlukan data-data primer yaitu berupa data teknis maupun data pendukung guna mengkaji sistem jaringan distribusi air bersih. Adapun data yang diperlukan meliputi

1. Data penduduk
2. Data kapasitas sumber air
3. Data pelanggan
4. Peta topografi
5. Peta layout dan data teknis jaringan eksisting.

Langkah-langkah Studi

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan maka diperlukan langkah pengerjaan yang sistematis. Adapun langkah – langkah pengerjaan sebagai berikut :

1. Pengumpulan data teknis
 - Elevasi dan debit sumber air
 - Peta daerah layanan
 - Jumlah penduduk tahun 2007 – 2016

2. Perhitungan proyeksi penduduk daerah terlayani 20 tahun kedepan menggunakan metode Geometri, Aritmatik dan Eksponensial.
3. Uji kesesuaian metode proyeksi penduduk dengan koefisien determinasi
4. Perhitungan kebutuhan air bersih hingga tahun 2036
5. Evaluasi kondisi aliran daerah eksisting dengan simulasi menggunakan paket program *WaterCAD V8i*
6. Perencanaan pengembangan hingga tahun 2036
7. Melakukan simulasi menggunakan paket program *WaterCAD V8i*
8. Perhitungan Rencana Anggaran biaya.

Proyeksi Penduduk

Dalam perencanaan penyediaan air bersih distuatu wilayah, diperhatikan juga tingkat pertumbuhan penduduknya. Proyeksi penduduk menjadi dasar untuk menghitung jumlah kebutuhan air bersih dimasa akan datang. Perhitungan tersebut didasarkan pada asumsi perkembangan kelahiran, kematian dan migrasi. Metode yang digunakan dalam memproyeksikan jumlah penduduk adalah sebagai berikut:

1. Metode Aritmatik
2. Metode Geometrik
3. Metode Eksponensial

Kemudian dilakukan uji kesesuaian dengan menggunakan koefisien determinasi dengan nilai r^2 mendekati +1.

Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih adalah banyaknya air yang dibutuhkan untuk melayani suatu masyarakat. Kebutuhan air bersih yang ada dibagi menjadi 2 tipe, yakni kebutuhan domestik (kebutuhan air bersih yang diperuntukkan untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga) dan non domestik (kebutuhan air yang digunakan untuk penyediaan sarana sosial). Nilai dari kebutuhan non domestik dihitung 15 % dari kebutuhan domestik. (Linsley dkk, 1986).

Analisa Hidrolika pada Jaringan Pipa

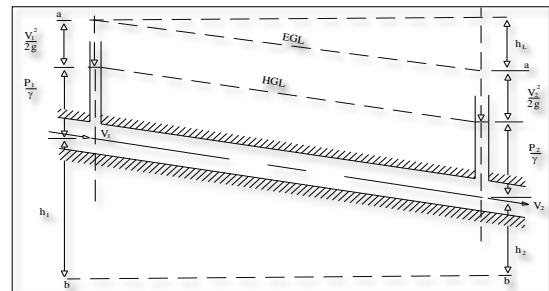
1. Hukum Bernoulli

Hukum Bernoulli menyatakan bahwa tinggi energi total merupakan jumlah dari tinggi tempat, tinggi tekanan dan tinggi kecepatan yang berbeda dari garis arus yang satu ke garis arus yang lain. Oleh karena itu persamaan tersebut hanya berlaku untuk titik-titik pada suatu garis arus. Sehingga apabila dirumuskan adalah sebagai berikut:

Ettotal = Energi ketinggian + energi kecepatan + energi tekanan

$$E_{total} = h + \frac{V^2}{2g} + \frac{P}{\gamma_w}$$

Pada aliran zat cair ideal, garis tenaga mempunyai tinggi tetap yang menunjukkan jumlah dari tinggi elevasi, tinggi tekanan dan tinggi kecepatan. Sehingga dapat diterapkan pada gambar dibawah:



Gambar 2. Energi EGL dan HGL dalam aliran pipa

Aplikasi persamaan Bernoulli untuk kedua titik didalam sebuah pipa akan memberikan rumus sebagai berikut (Triatmodjo, 1993: 124):

$$Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{\rho_1}{\gamma_w} = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{\rho_2}{\gamma_w} + H_L$$

dengan:

$$\frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g} = \text{tinggi energi di titik 1 dan 2 (m)}$$

$$\frac{\rho_1}{\gamma_w}, \frac{\rho_2}{\gamma_w} = \text{tinggi tekanan di titik 1 dan 2 (m)}$$

$$Z_1, Z_2 = \text{tinggi elevasi di titik 1 dan 2 (m)}$$

$$V_1, V_2 = \text{kecepatan di titik 1 dan 2 (m/dt)}$$

$$P_1, P_2 = \text{tekanan di titik 1 dan 2 (kg/m}^2\text{)}$$

$$H_L = \text{kehilangan tinggi tekan (m)}$$

γ_w = berat jenis air (kg/m^3)
 g = percepatan gravitasi (m/dt^2)

2. Hukum Kontinuitas

Hukum ini menyatakan bahwa debit yang masuk ke dalam pipa akan sama dengan debit yang keluar dari dalam pipa.

$$Q_{\text{masuk}} = Q_{\text{keluar}}$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

dengan:

Q_1 = debit pada potongan 1 (m^3/det)
 Q_2 = debit pada potongan 2 (m^3/det)
 A_1 = luas penampang di potongan 1 (m^2)
 A_2 = luas penampang di potongan 2 (m^2)
 V_1 = kecepatan di potongan 1 (m/det)
 V_2 = kecepatan di potongan 2 (m/det)

Pada aliran percabangan pipa juga berlaku hukum kontinuitas dimana debit yang masuk pada suatu pipa sama dengan debit yang keluar pipa. Hal tersebut diilustrasikan sebagai berikut:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$A_1 \cdot V_1 = (A_2 \cdot V_2) + (A_3 \cdot V_3)$$

dengan:

Q_1, Q_2, Q_3 = debit yang mengalir pada penampang 1, 2 dan 3 (m^3/det)
 V_1, V_2, V_3 = kecepatan pada penampang 1, 2 dan 3 (m/det)

3. Kehilangan Tinggi Tekan

Pada perencanaan jaringan pipa, tidak mungkin dapat dihindari adanya suatu kehilangan tinggi tekan selama aliran air dalam sebuah pipa itu berjalan. Kehilangan tinggi tekan ini dibagi menjadi dua aspek, yakni kehilangan tinggi tekan mayor (*major losses*) dan kehilangan tinggi tekan minor (*minor losses*).

• Kehilangan Tinggi Tekan Mayor

Kehilangan energi mayor disebabkan oleh gesekan atau friksi dengan pipa. Dalam buku Priyantoro (1991), terdapat beberapa teori untuk menghitung kehilangan tinggi tekan mayor diantaranya dengan menggunakan Hazen-Williams, formula dari Darcy-Weisbach, Manning, Chezy. Namun dalam studi ini menggunakan persamaan Hazen-Williams dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_i = 0,85 C_{hw} \cdot A_i \cdot R_i^{0,63} \cdot Sf^{0,54}$$

$$V_i = 0,85 C_{hw} \cdot R_i^{0,63} \cdot Sf^{0,54}$$

dengan:

Q_i = debit aliran pada pipa (m^3/dt)
 V_i = kecepatan dalam pipa (m/dt)
 C_{hw} = koefisien kekasaran
 A_i = luas penampang pada pipa i (m^2)

R_i = jari-jari hidrolis pada pipa i (m)
 Sf = kemiringan garis hidrolis (EGL)

Sehingga dari perhitungan debit yang telah diketahui, dapat digunakan dalam persamaan kehilangan tinggi tekan mayor menurut *Hazen-Williams* menjadi:

$$H_f = k \cdot Q^{1,85}$$

$$k = \frac{10,675 \cdot L}{C_{hw}^{1,85} D^{4,87}}$$

dengan:

H_f = kehilangan tinggi tekan mayor (m)

k = koefisien karakteristik pipa

Q = debit aliran pada pipa (m^3/dt)

D = diameter pipa (m)

L = panjang pipa (m)

C_{hw} = koefisien kekasaran

• Kehilangan Tinggi Tekan Minor

Selain kehilangan energi karena gesekan dengan dinding pipa selama pengalirannya terdapat juga kehilangan energi karena terdapat belokan disepanjang pipa itu diletakkan sehingga terjadi turbulensi. Kehilangan energi juga akan terjadi jika air harus melalui katup dan perbesaran maupun pengecilan pada pipa.

Perencanaan Teknis Unit

1. Perencanaan Teknis Unit Transmisi

Perencanaan teknis unit transmisi harus mengoptimalkan jarak antara unit air baku menuju unit produksi dan/atau dari unit produksi menuju reservoir. Hal ini terjadi karena pipa transmisi air baku pada dasarnya harus dirancang untuk dapat mengalirkan kebutuhan maksimum.

2. Perencanaan Teknis Unit Distribusi

Dalam perencanaan jaringan distribusi juga terdapat beberapa ketentuan, yaitu:

a) Denah (*layout*)

- b) Sistem distribusi ditentukan berdasarkan keadaan topografi.
- c) Jika keadaan topografi tidak memungkinkan untuk menggunakan sistem gravitasi, maka dapat diusulkan sebuah sistem kombinasi
- d) Jika terdapat perbedaan elevasi wilayah pelayanan terlalu besar, maka dapat dibagi menjadi beberapa zona.

Kriteria Jaringan Pipa Air Bersih

Dalam perencanaan jaringan air bersih terdapat kriteria yang digunakan sebagai kontrol kondisi hidrolis dari segi kecepatan, *headloss gradient* dan tekanan yang ada dalam pipa. Adapun kriteria jaringan pipa ditampilkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Kriteria Jaringan Air Bersih

Kriteria Jaringan Air Bersih	
1. Kecepatan 0,1-2,5 m/s	<ul style="list-style-type: none"> • Kecepatan kurang dari 0,1 m/s <ul style="list-style-type: none"> a. Diameter pipa perkecil b. Tambah pompa c. Elevasi hulu pipa ditinggikan
• Kecepatan lebih dari 2,5 m/s	<ul style="list-style-type: none"> a. Diameter pipa perbesar b. Elevasi hulu lebih besar dari hilir
2. <i>Headloss Gradient</i> 0-15 m/km	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Headloss Gradient</i> lebih dari 15 m/km <ul style="list-style-type: none"> a. Diameter pipa perbesar b. Elevasi hulu lebih besar dari hilir
3. Tekanan 0,5-8 atm	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan kurang dari 0,5 atm <ul style="list-style-type: none"> a. Diameter pipa perbesar b. Tambah pompa • Tekanan lebih dari 2,5 m/s <ul style="list-style-type: none"> a. Diameter pipa perkecil b. Tambah bak pelepas tekan c. Pasang PRV

Pengenalan Watercad

Saat ini *software* di bidang pengairan khususnya untuk perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih sudah berkembang sedemikian rupa, sehingga kerumitan dalam perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih dapat diatasi menggunakan *software* yang sudah

diperbarui. Jadi secara garis besar, Watercad memiliki kegunaan antara lain:

- Menganalisis sistem jaringan distribusi air pada satu kondisi waktu tertentu.
- Menganalisis tahapan-tahapan simulasi pada sistem jaringan terhadap adanya kebutuhan air yang berfluktuatif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Jumlah Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk dilakukan dengan tiga metode, yaitu metode aritmatik, metode geometrik dan metode eksponensial. Setelah diperoleh hasil proyeksi dengan masing-masing metode, kemudian dilakukan uji kesesuaian menggunakan koefisien determinasi, diambil nilai koefisien determinasi yang mendekati +1.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Koefisien Determinasi

Desa	Metode	Metode	Metode
	Aritmatik	Geometrik	Eksponensial
Majungan	0,6378	0,6292	0,6291
Padelegen	0,7821	0,7717	0,7716
Tanjung	0,6807	0,6703	0,6702
Pademawu Timur	0,4414	0,4467	0,4467
Pademawu Barat	0,289	0,2718	0,2716
Bunder	0,0116	0,0109	0,0109
Dasok	0,0182	0,0158	0,0158
Baddurih	0,4155	0,404	0,4039
Pagagan	0,8473	0,8377	0,8376
Jarin	0,075	0,0704	0,0704
Durbuk	0,0739	0,0668	0,0667

Maka dari itu hasil perhitungan koefisien determinasi dapat disimpulkan metode yang akan digunakan dalam perhitungan jumlah proyeksi penduduk adalah metode aritmatik, dimana nilai r^2 paling tinggi dibandingkan metode geometrik dan eksponensial.

Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih di Kecamatan Pademawu hingga tahun 2036 sebagai berikut:

- a. Kebutuhan domestik dan non domestik

Berdasarkan PDAM Kabupaten Pamekasan, kebutuhan air bersih di Kecamatan Pademawu sebesar 80

liter/orang/hari. Sedangkan untuk kebutuhan non domestik, berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM tingkat pelayanan air untuk kebutuhan non domestik sebesar 15% dari kebutuhan domestik.

b. Fluktuasi Kebutuhan Air

Pemakaian air pada daerah berbeda-beda setiap jamnya karena adanya fluktuasi pada setiap jamnya yang dipengaruhi oleh pemakaian air konsumen. Perhitungannya sebagai berikut:

- Kebutuhan air rata-rata = kebutuhan domestik + kebutuhan non domestik
- Kebutuhan air maksimum = 1.15 x kebutuhan air rata-rata
- Kebutuhan jam puncak = 1.56 x kebutuhan air rata-rata

c. Kehilangan Air

Kehilangan yang disebabkan oleh kebocoran pada pipa transmisi, kebocoran dan limpahan tanki menara air. Angka kehilangan air pada kondisi eksisting Kecamatan Pademawu sebesar 35%. Namun untuk perencanaan pengembangan kehilangan air menggunakan 20%, karena kondisi hidrolis untuk pengembangan sudah sesuai dengan kriteria perencanaan.

Tabel 3. Rekapitulasi Kebutuhan Air Bersih

Nama Desa	Tahun Kebutuhan Air Rata-rata (liter/detik)				
	2016	2021	2026	2031	2036
Majungan	1,80	1,72	1,84	1,96	2,09
Padelegan	4,31	4,38	4,62	4,87	5,12
Tanjung	3,95	4,24	4,49	4,75	5,01
Pademawu Timur	5,03	4,63	4,83	5,03	5,23
Pademawu Barat	1,44	4,01	4,46	4,90	5,34
Bunder	0,90	1,61	1,64	1,67	1,70
Dasok	0,37	2,29	2,38	2,48	2,57
Baddurih		1,15	1,22	1,28	1,34
Pagagan		1,40	1,50	1,60	1,70
Jarin		2,41	2,52	2,63	2,74
Durbuk		1,67	1,79	1,90	2,02
Jumlah	17,80	31,30	34,86	33,08	34,86

Simulasi menggunakan Software Watercad

1. Evaluasi kondisi ekisting sistem jaringan air bersih (2016) dengan software Watercad

a. Kondisi Sumber Air

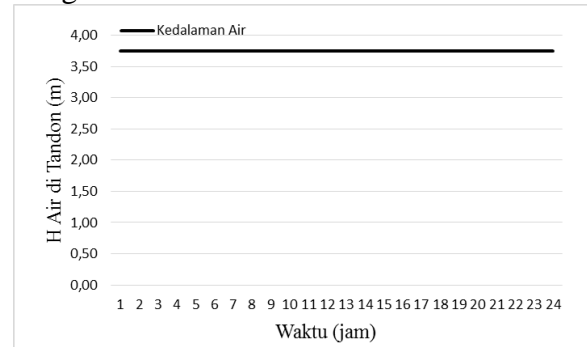
PDAM Kabupaten Pamekasan menggunakan 2 sumber air tanah yaitu sumber air peltong I dan Peltong II, dengan kapasitas masing-masing sumber yaitu 20 liter/detik. Sumber peltong I dan II digunakan untuk melayani 7 desa dengan kebutuhan air bersih rata-rata yaitu 17,80 liter/detik

b. Kondisi Eksisting Pompa

Kondisi eksisting Kecamatan Pademawu menggunakan 3 buah pompa, dimana 2 buah pompa terletak pada sumber dengan jenis pompa submersible, sedang 1 pompa dipasang setelah tandon jenis sentrifugal. Dengan jam kerja pompa disumber air selama 24 jam, sedangkan pompa setelah tandon jam kerjanya selama 20 jam dari pukul 00:00 – 20:00, oleh sebab itu diatas jam 20:00 tidak ada aliran air untuk didistribusikan pada daerah layanan setelah tandon.

c. Kondisi Tandon

Air dari sumber peltong I dan II selain langsung didistribusikan ke masyarakat sebagian di tampung ditandon. Dengan kapasitas tandon 314 m³ kemudian air dari tandon dialirkan menggunakan pompa kerumah-rumah warga.

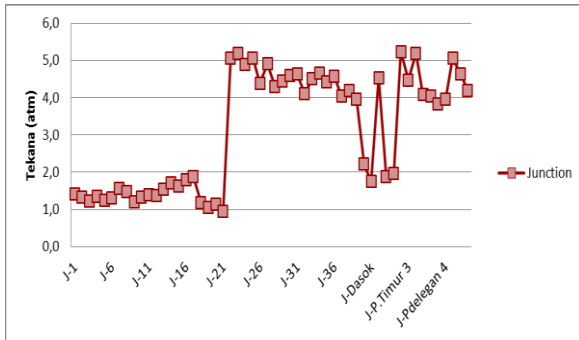


Gambar 3. Grafik Tinggi Muka Air dalam Tandon

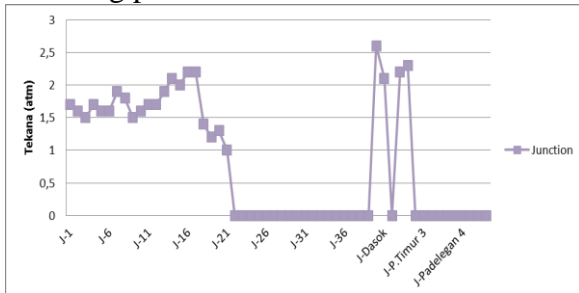
Pada kondisi eksisting ketinggian air dalam tandon tiap jamnya konstan, karena pompa dari sumber air bekerja selama 24 jam nonstop, hal tersebut juga disebabkan debit *inflow* lebih besar daripada debit *outflow*.

d. Kondisi Aliran dalam Pipa

Hasil evaluasi kondisi aliran menggunakan *software waterCAD V8i* dapat dilihat pada grafik dibawah ini:

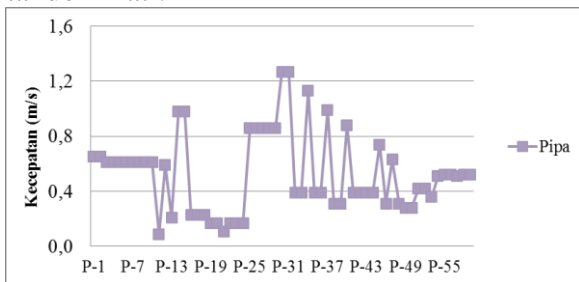


Gambar 4. Grafik Tekanan Kondisi Eksisting pada Pukul 08:00.

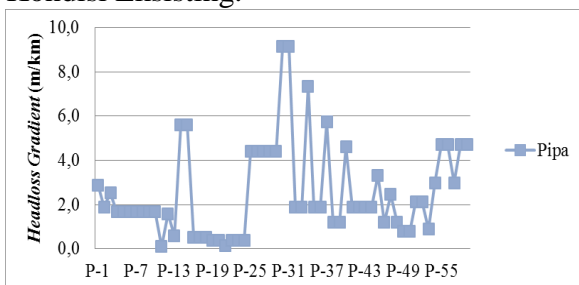


Gambar 5. Grafik Grafik Tekanan Kondisi Eksisting pada Pukul 20:00.

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa tekanan pada tiap titik simpul (*Junction*) berbeda-beda untuk tekanan masing-masing junction sudah memenuhi kriteria perencanaan. Namun pada pukul 20:00 keatas tekanan pada *junction* setelah tandon tidak memenuhi kriteri karena pada pukul 20:00 pompa setelah tandon mati.



Gambar 6. Grafik Kecepatan pada Pipa Kondisi Eksisting.



Gambar 7. Grafik *Headloss Gradient* pada Pipa Kondisi Eksisting.

Hasil simulasi aliran pipa pada kondisi eksisting pada jam ke 08:00 diatas,memiliki kecepatan dan *headloss gradient* yang berbeda-beda disetiap pipanya, namun untuk pukul 08:00 masih memenuhi kriteria perencanaan. Perbedaan nilai *headloss gradient* dan kecepatan dikarenakan perbedaan diameter, kapasitas debit yang dialirkan dan elevasi tiap pipa.

Perencanaan Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Kecamatan Pademawu (2036) dengan *Software WaterCAD V8i*

Perencanaan pengembangan jaringan distribusi air bersih dilakukan tahun 2036 dengan penambahan 4 desa sehingga total ada 11 desa dengan 7 desa termasuk kondisi eksisting. Pengembangan direncanakan menggunakan jaringan yang sudah ada (kondisi eksisting).

Setelah dilakukan analisa kapasitas debit dari tahun 2017-2036 ternyata kebutuhan air lebih besar dari air yang tersedia, maka dari itu pada perencanaan pengembangan ada penambahan sumber baru dengan kapasitas debit 20 liter/detik, serta pergantian dan penambahan komponen-komponen yang ada pada jaringan distribusi air bersih. Hal-hal yang direncanakan pada jaringan distribusi air bersih Kecamatan Pademawu sebagai berikut:

- Penambahan sumber baru dengan kapasitas debit 20 liter/detik
- Perencanaan pompa dengan jenis pompa sentrifugal head 77 m
- Perencanaan Menara air dengan tinggi menara yaitu 10m dan volume sebesar 100 m³
- Perencanaan dan pergantian pipa distribusi ke daerah layanan
- Penambahan 2 buah katup PRV dikarenakan tekanan terlalu tinggi dari kriteria perencanaan.

a. Kondisi Sumber Air

Kebutuhan air bersih jam puncak pada perencanaan pengembangan tahun 2036 sebesar 54,39 lt/dt. Sehingga sumber lama tidak mampu melayani

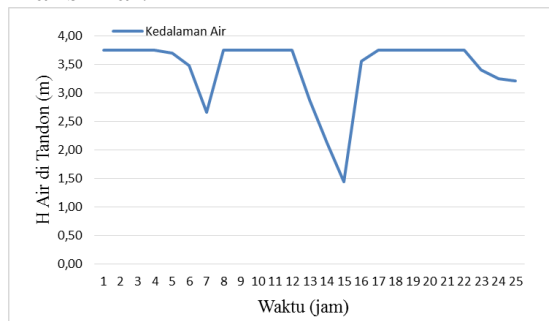
kebutuhan tersebut. oleh sebab itu ada penambahan sumber air tanah baru dengan kapasitas 20 liter/detik. Total sumber air tanah untuk kondisi pengembangan sebesar 60 liter/detik.

b. Kondisi Pompa

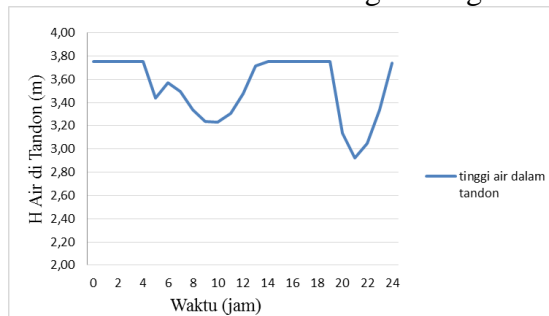
Pada kondisi pengembangan total pompa yang dipakai adalah 5 pompa, 3 buah pompa submersible dan 2 pompa sentrifugal, dimana sebelumnya hanya terdapat 3 pompa dan jam kerja dua buah pompa 24 jam non stop, sedang satu pompanya 20 jam, akan tetapi pada saat pompa tersebut mati daerah layanan tidak ada aliran air. Maka dari itu ada penambahan pompa dan pengaturan jam kerja pompa supaya pompa-pompa tersebut bekerja maksimal dan efektif. Untuk rencana pengembangan 2036 ini jam kerja pompa rata-rata 17 jam/hari.

c. Kondisi Tandon dan Menara air

Pada pengembangan 2036 terdapat penambahan satu menara air. Hal ini dikarenakan untuk mengurangi kehilangan air pada jaringan distribusi dan juga untuk membantu kinerja Tandon yang sudah ada, supaya pelayanan terhadap masyarakat maksimal.



Gambar 8. Grafik Fluktuasi Muka Air Dalam Tandon Kondisi Pengembangan.

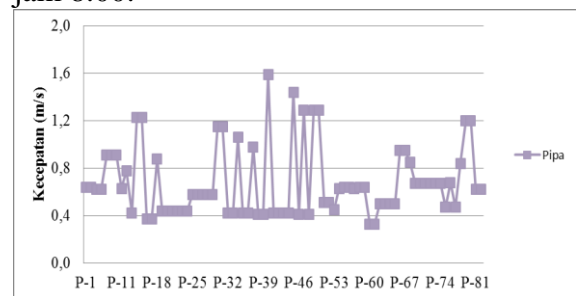


Gambar 9. Grafik Fluktuasi Muka Air Dalam Tandon Kondisi Pengembangan

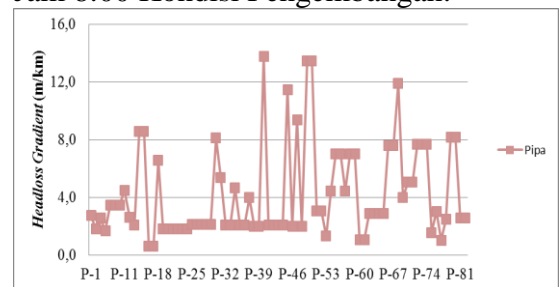
Pada grafik tandon kondisi pengembangan berbeda dengan kondisi eksisting hal tersebut disebabkan karena kebutuhan air yang bertambah dan jam kerja pompa yang berbeda-beda.

d. Kondisi Aliran dalam Pipa

Pada kondisi pengembangan ada tambahan dan pergantian pipa distribusi hal tersebut dikarenakan ada tambahan daerah layanan yaitu 4 desa dan ada beberapa pipa yang tidak memenuhi kriteria perencanaan, berikut hasil simulasi aliran pada pipa kondisi pengembangan pada jam puncak yaitu jam 8:00:

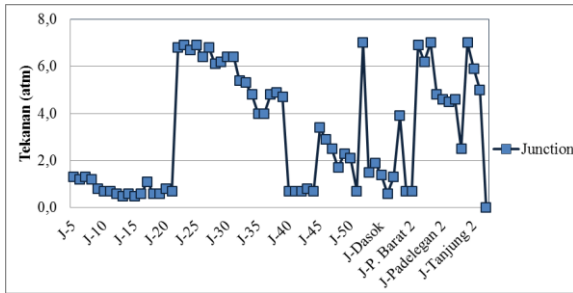


Gambar 10. Grafik Kecepatan pada Pipa Jam 8:00 Kondisi Pengembangan.



Gambar 11. Grafik Headloss Gradient pada Pipa Jam 8:00 Kondisi Pengembangan.

Hasil simulasi aliran pipa pada kondisi pengembangan pada jam ke 08:00 diatas, diketahui bahwa kecepatan dan headloss gradient masih memenuhi kriteria perencanaan. Adanya perbedaan kecepatan tiap pipa disebabkan oleh kapasitas debit yang dialirkan oleh sumber dan juga diameter pipa.

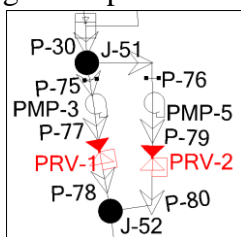


Gambar 12. Grafik Tekanan Titik Simpul jam 8:00 Kondisi Pengembangan.

Hasil simulasi tekanan titik simpul pada kondisi pengembangan jam ke 08:00 diatas, tekanan tiap titik simpul (*Junction*) sudah memenuhi kriteria perencanaan, Adanya perbedaan tekanan tiap titik simpul disebabkan oleh kapasitas debit yang dialirkan, elevasi dan juga diameter pipa.

e. Penambahan PRV

Pada perencanaan pengembangan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Pademawu tekanan yang melalui pipa setelah dilakukan simulasi, hasil tekanan yang terjadi melebihi kriteria perencanaan sehingga perlu adanya penambahan katup (PRV) untuk menstabilkan tekanan dan menghindari kebocoran atau bahkan pipa pecah. Pada perencanaan pengembangan ini ada 2 buah penambahan katup (PRV) yang terletak setelah pompa, berikut adalah gambar perletakan PRV:



Gambar 13. Perletakan PRV

Rencana Anggaran Biaya

rencana anggaran biaya untuk Pengembangan jaringan distribusi air bersih Kecamatan Pademawu. Daftar harga satuan bahan dan harga satuan pekerja mengacu pada standart harga satuan Kabupaten Pamekasan dan perhitungan harga pekerjaan mengacu pada AHSP PU Ciptakarya 2016. Dengan rincian pekerjaan Pengadan Pompa, Pengadaan menara air dan pengadaan

pipa dan aksesoris pipa didapat rencana anggaran biaya sebesar Rp. 3.153.108.800,00 Harga tersebut sudah termasuk biaya PPN sebesar 10%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada kondisi eksisting, jaringan distribusi air bersih Kecamatan Pademawu menggunakan *software WaterCAD* didapat hasil:
 - a. Kebutuhan air bersih rata-rata pada kondisi eksisting (tahun 2016) sebesar 17,80 liter/detik dengan debit yang tersedia 40 liter/detik. Sisa debit akan digunakan untuk perencanaan pengembangan.
 - b. Dari segi hidrolisnya jaringan pipa masih berfungsi dengan baik dari segi tekanan, kecepatan dan *Headloss gradient* masih memenuhi kriteria perencanaan, namun pada saat pompa mati diatas jam 20:00 jaringan setelah tandon tidak ada aliran air.
2. a. Pada perencanaan pengembangan jaringan distribusi air bersih Kecamatan Pademawu dilakukan Proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2036 menggunakan metode aritmatik dengan nilai koefisien determinasi rata-rata 0,78.
 - b. Proyeksi kebutuhan air bersih untuk Kecamatan Pademawu hingga tahun 2036 dengan prosentase pelayanan 45% adalah sebagai berikut:
 - Kebutuhan air bersih rata-rata sebesar 34,86 liter/detik
 - Kebutuhan air bersih harian maksimum sebesar 40,09 liter/detik
 - Kebutuhan air bersih jam puncak sebesar 54,39 liter/detik

- c. Perencanaan pengembangan jaringan distribusi air bersih Kecamatan Pademawu ini ada penambahan sumber air tanah dengan debit 20 liter/detik, dan penambahan pompa baru dengan head pompa 76 dan debit pompa 33 liter/detik setelah tandon, dan juga penambahan menara air dengan volume 100 m³ hal tersebut disebabkan karena pada kondisi eksisting pada saat pompa mati tidak ada aliran air setelah tandon. Dari segi kecepatan, *headloss gradient* dan tekanan masih ada pipa yang tidak memenuhi kriteria perencanaan, maka dari itu direncanakan pergantian diameter pipa dan pemasangan PRV.
3. Besarnya anggaran biaya yang harus dikeluarkan PDAM Kabupaten Pamekasan untuk perencanaan pengembangan jaringan distribusi air bersih Kecamatan Pademawu sebesar Rp. 3.153.108.800,00

Saran

Beberapa saran yang dapat penulis sampaikan yaitu:

1. Dengan melihat hasil evaluasi yang ada bahwa pada saat pompa mati tidak ada aliran air mengakibatkan pelayanan kepada masyarakat tentu tidak maksimal, oleh karena itu PDAM Kabupaten Pamekasan harus menambah pompa dan mengatur jam kerja pompa supaya nilai kehilangan air tidak tinggi dan meningkatnya pelayanan air bersih di Kecamatan Pademawu.
2. Dalam perencanaan pengembangan sistem jaringan air bersih sebaiknya dilakukan pendataan ulang jumlah pelanggan, kebutuhan air dan jam kerja pompa lebih terstruktur dan akurat.
3. PDAM Kabupaten Pamekasan harus mencari alternatif sumber baru supaya prosentase pelayanan mencapai 100%, dan supaya

penduduk Kecamatan Pademawu tidak kesulitan dalam memperoleh air bersih.

4. Hasil dari laporan skripsi ini dapat dijadikan studi dan analisa guna mendapat hasil yang lebih baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

1. Bapak Dr. Runi Asmaranto, ST., MT. Dan Bapak Jadfian Sidqi Fidari, ST., MT. Sebagai dosen pembimbing atas masukan, arahan, bimbingan dan waktu yang diluangkan hingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.
2. Ibu Dr. Eng. Evi Nur Cahya, ST., MT. Dan Ibu Rahma Dara Lufira, ST., MT. Sebagai dosen penguji yang memberikan masukan dan arahan untuk kelengkapan tugas akhir ini.
3. Bapak Arief dan Bapak Sulaiman dari PDAM Pamekasan yang telah membantu dan memberikan saran dan arahan selama proses pengerjaan skripsi.
4. Dan keluarga serta teman-teman yang telah memberikan dukungan hingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini. 1983. *Hidrolika*. Surabaya: FT Sipil ITS
- Anonim. (1994). *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU*. Jakarta: Dinas Pekerjaan Umum.
- Anonim. (2007). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2005. *SNI 06-4829-2005*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Linsley, Ray. K, Franzini, J.B. 1989. *Teknik Sumber Daya Air*. Jakarta: Erlangga

Priyantoro, Dwi. 1991. *Hidrolika Saluran Tertutup*. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Raswari. 2010. *Teknologi Perencanaan Sistem Perpipaan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia

Sastraatmadja, Soedrajat. 2012. *Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova

Triadmadja, Radianta. 2013. *Hidrolika Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum*. Yogyakarta: Beta Offset

Triadmodjo, Bambang. 1993. *Hidrolika I*. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, Bambang. 1993. *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.

