

## KAJIAN JARINGAN DISTRIBUSI DAN ANALISA FINANSIAL PADA PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN AIR BERSIH DI KECAMATAN ARJOSARI, KABUPATEN PACITAN

Fransisca Kharina Rosalia<sup>1</sup>, Agus Suhardono<sup>2</sup>, Sutikno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, <sup>3</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

Koresponden\*, Email : [valenciafransisca2@gmail.com](mailto:valenciafransisca2@gmail.com); [agus.suhardono@polinema.ac.id](mailto:agus.suhardono@polinema.ac.id); [sutikno@polinema.ac.id](mailto:sutikno@polinema.ac.id).

### ABSTRAK

Air merupakan sumber daya alam yang menjadi bagian penting dalam menunjang kelangsungan hidup. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan air berpengaruh pada kehidupan manusia, maka dari itu penulis melakukan perencanaan jaringan distribusi untuk 5 desa yaitu desa Tremas, Jatimalang, Gembong, Arjosari dan Paggutan. Tujuan dari skripsi ini adalah mengetahui jumlah penduduk, menghitung debit kebutuhan air warga, menghitung debit andalan, menghitung kapasitas reservoirnya, menghitung analisa finansial air dan bagaimana system pelayanannya. Data yang dibutuhkan adalah data penduduk, peta topografi, debit sumber dan daftar harga satuan pekerjaan kabupaten pacitan tahun 2018. Metode yang digunakan dalam perencanaan ini adalah menunjukkan jumlah penduduk tahun 2029 sebanyak 19307 jiwa, debit kebutuhan air 3,64lt/dt, sedangkan debit andalan menggunakan metode basic year dengan dasar tahun perencanaan 2017 dan pendistribusian menggunakan pipa GI sepanjang 5250meter dengan rincian pipa 2inch sepanjang 3000m, 3inch sepanjang 1250meter dan 4 inch sepanjang 1000meter. Untuk desain reservoir dengan ukuran 10m x 10m x 3m. Biaya air pada tahun 2029 seharga Rp. 500 per m<sup>3</sup>. Untuk system pelayanan dengan kapasitas 300m<sup>3</sup> mampu memenuhi kebutuhan 5 desa

**Kata kunci :** Distribusi Air ; analisa finansial ; Pacitan

### ABSTRACT

*Water is a natural resource that is an important part of supporting survival. This shows that the availability of water affects human life, therefore the authors plan a distribution network for 5 villages namely Tremas, Jatimalang, Gembong, Arjosari and Paggutan villages. The purpose of this thesis is to find out the population, calculate the discharge of water needs of residents, calculate the mainstay of discharge, calculate the reservoir capacity, calculate the financial analysis of water and how the service system is. The data needed are population data, topographic maps, source debit and price list for the Pacitan regency work unit in 2018. The method used in this planning is to show the population in 2029 as many as 19307, the discharge of water needs is 3.64lt / sec, while the mainstay debit uses the basic year method is based on the 2017 planning year and distribution using a 5250meter long GI pipe with details of 3000m long 2inch pipe, 1250meter 3inch length and 1000meter 4 inch long pipe. For the reservoir design with a size of 10m x 10m x 3m. The cost of water in 2029 is Rp. 500 per m<sup>3</sup>. The service system with a capacity of 300m<sup>3</sup> is able to meet the needs of 5 villages*

*Key words:* Water distribution; financial analysis; Pacitan

### 1. PENDAHULUAN

Pada jaringan air bersih sebelumnya dikelola oleh pihak PDAM kecamatan Arjosari, untuk pendistribusian air bersih hanya mengalir 30-40 % dan belum bisa mengalir seluruh desa secara optimal di Kecamatan Arjosari. Penyebab kurang maksimalnya pendistribusian air bersih dikarenakan kontur daerah karena berada didaerah pegunungan. Pada

perencanaan terdahulu menggunakan sumber yang digunakan sebagai sumber air yang berada pada sungai Asemgondok.

Maka Dari itu diperlukan adanya perencanaan sistem jaringan penyediaan air bersih di desa Tremas, Arjosari, Jatimalang, Pagutan, dan Gembong guna mencukupi kebutuhan air bersih penduduk Kecamatan Arjosari.

Pada perencanaan ini guna mendukung upaya pelaksanaan perencanaan pengembangan air bersih di Kecamatan Arjosari Kabupaten Pacitan, maka direncanakan analisa harga finansial. Supaya perencanaan pengembangan air bersih ini dapat memenuhi air bagi masyarakat kecamatan Arjosari dengan baik.

Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk merencanakan jaringan distribusi air dan analisa finansial yang sesuai dengan SNI untuk pipa yang akan melalui sungai.

**2. METODE**

**Lokasi Penelitian**

1. Lokasi perencanaan distribusi dilakukan di 5 desa yaitu Tremas, Arjosari, Jatimalang, Pagutan, dan Gembong

**Data Perencanaan**

Data yang dibutuhkan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Data *Peta Topografi*  
Data ini didapatkan dari PDAM kabupaten pacitan.
2. Data Penduduk  
Data ini didapat dari PDAM Pacitan
3. Data Debit Sumber  
Data ini didapat dari PDAM Pacitan
4. Data Harga Satuan Pekerjaan Kabupaten Pacitan Tahun 2018 Data ini didapatkan dari PDAM Kabupaten Pacitan.

**Pengolahan Analisis Data**

**Jaringan Distribusi Air**

Jaringan distribusi bertujuan untuk mengalirkan air ke berbagai tempat pemakaian dengan aman tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas air. Perpipaian distribusi sedapat mungkin dipasang di dalam anah. Kedalaman tanah penutup pipa minimum ditentukan 80 cm pada kondisi biasa dan 100cm untuk pipa dibawah jalan. Untuk kemudahan pemasangan dan pemeriksaan.

1. Proyeksi Jumlah Penduduk :

- Metode Aritmatika  
 $Pt = Po (1 + n.r)$  (1)
- Metode Geomtrik  
 $Pt = Po (1 + r)^n$  (2)
- Metode Ekponensial  
 $Pt = Po \times e^{r.n}$  (3)

2. Perhitungan Debit Kebutuhan Air

- jumlah Penduduk desa = (L desa X Proyeksi Penduduk) /  $\sum$  luas penduduk (4)  
Kebutuhan air diperoleh dari tabel

**Tabel 1 Kebutuhan Air**

No	Uraian	Pemakaian Air	Sat
1	R. Tinggal	150	l/penghuni/air
2	R. Sakit	500	l/air
3	SD	40	l/siswa/air
4	SMP	50	l/siswa/air
5	SMA	50	l/siswa/air
6	SMK	50	l/siswa/air
7	Tempat ibadah	100	l/air

Sumber: PDAM Pacitan

- Kebutuhan Domestik  
= Jumlah Penduduk X Kebutuhan Air (5)
- Kebutuhan Non Domestik  
= 20% X Kebutuhan Domestik (6)
- Kebutuhan Hidran Umum  
= 30 X jumlah Penduduk (7)
- Kebutuhan Harian Rata-rata  
= Kebutuhan air NonDomestik + Kebutuhan air Domestik (8)
- Kehilangan Air  
= 20% X Kebutuhan harian rata-rata (9)
- Kebutuhan Air Rencana  
= Kebutuhan air Domestik + Kebutuhan Nondomestik + Kebutuhan air rata-rata+ Kehilangan air (10)
- Kebutuhan air Harian Maximal  
= Kebutuhan air rencana X Faktor harian maximal (11)
- Kebutuhan Jam Puncak  
= Kebutuhan air rencana X Faktor jam Puncak 2 (12)

3. Perhitungan Debit Andalan

- Metode Tahun Perencanaan  
 $Q = \left(\frac{n}{0}\right) + 1$  (13)

Perhitungan dimensi

- $S = (HL/L)$  (14)
- $V = \frac{Q}{A}$  Dimana  $A = \pi \times d^2$  (15)
- $HL = \frac{v^2}{2.g}$  (16)
- $Hf = (Q/0,2785.C. d^{2,63})^{1,85}. L$  (17)
- Sisa tekan akhir  
 $= \frac{v1^2}{2g} + \frac{p1}{\gamma} + z1 = \frac{v2^2}{2g} + \frac{p2}{\gamma} + Z2 + Hf$

$$= \frac{p^2}{\gamma} = z_1 + \frac{p^1}{\gamma} - Z_2 - H_f \quad (18)$$

$$\bullet \text{ A pipa} = A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \quad (19)$$

$$\bullet \text{ Q hitung} = V \times A \quad (20)$$

$$\bullet \text{ Kontrol debit} = Q_{hitung} > Q_{kapasitas} \quad (21)$$

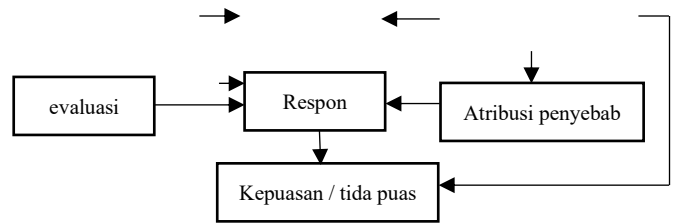
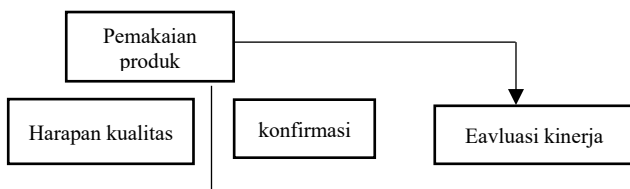
**Analisa Finansial Air**

Faktor Bunga adalah salah satu faktor yang berpengaruh dalam perhitungan biaya maka dari itu pendapatan yang diperoleh dari hasil penjualan air bersih diasumsikan sebanding dengan biaya pengeluaran dengan rumus sebagai berikut:

$$F = (1 + i)^n \quad (22)$$

**Sistem Pelayanan**

Kualitas menurut Montgomery dalam Supranto (2001:2) adalah “quality is the extent to which products meet the requirements of people who use them”. Atau dengan kata lain kualitas adalah sejauh mana produk memenuhi kebutuhan orang-orang yang menggunakannya. Sehingga dapat dikatakan suatu produk atau jasa dikatakan bermutu bagi seseorang jika produk tersebut dapat memenuhi kebutuhannya. Menurut Wycokf dalam Tjiptono, dkk., (2004:255) kualitas jasa merupakan tingkat kesempurnaan yang diharapkan dan pengendalian atas kesempurnaan tersebut untuk memenuhi keinginan pelanggan. Menurut Wycokf dalam Tjiptono, dkk., (2004:255) kualitas jasa merupakan tingkat kesempurnaan yang diharapkan dan pengendalian atas kesempurnaan tersebut untuk memenuhi keinginan pelanggan. Kepuasan atau ketidakpuasan pelanggan adalah respon pelanggan terhadap evaluasi ketidaksesuaian yang dirasakan antara harapan sebelumnya dan kinerja aktual produk yang dirasakan setelah pemakaiannya (Schnaars, 1991; Tjiptono, 1994; Day dalam Tjiptono, 1995:27). Seperti halnya perencanaan jaringan distriusi ini dengan kapasitas 300m3 dalam waktu 3 jam diharapkan mampu mencukupi kebutuhan air bersih kecamatan arjosari kabupaten pacitan dengan harga yang dapat dijangkau oleh masyarakat di 5 desa perencanaan. Berikut model kepuasan pelanggan yang tersaji dalam gambar:



**Gambar 1 Gambar Kepuasan/Ketidakpuasan pelanggan**

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Rumus dan metode digunakan untuk menghitung perencanaan jaringan distribusi dan analisis finansial air agar mendapatkan kualitas sesuai dengan standar. Mulai perhitungan proyeksi penduduk sampai mendapatkan hasil harga air yang dibutuhkan.

**Perhitungan Jaringan distribusi**

- a. Pertumbuhan penduduk menggunakan rumus Aritmatika dikarenakan nilai terkecil yang dibuat patokan untuk kenyataan di daerah yang direncanakan. Menurut KP Ditjen Cipta Karya PU, 1996 b metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang selalu meningkat/bertambah secara konstan.

Perhitungan Menggunakan Rumus Aritmatika

$$P_t = P_0 (1 + n.r)$$

$$P_{t2029} = 1730 \times (1 + (10 \times 0.00107))$$

$$= 1930.769 \quad \text{Jiwa}$$

- b. Perhitungan Kebutuhan Air

- Jumlah Penduduk desa  
(L desa X proyeksi penduduk) /  $\sum$ proyeksi  
(286 X 19.307) / 19.307 = 285.195
- Kebutuhan domestik  
Jumlah penduduk X Kebutuhan Air  
285.195 X 150 = 42828 lt/hari
- Kebutuhan Non Domestik  
20% X Kebutuhan domestik  
20% X 42828 = 85656 lt/hari
- Kebutuhan Hidran umum  
30 X Jumlah penduduk  
30 X 286 = 8565lt/hari
- Kebutuhan harian rata-rata  
Nondomestik + domestik  
85656 + 42828 = 51394lt/hari
- Kehilangan air = 20% X keb air rata-rata  
= 20% X 51394 = 1027lt/hari
- Keb air rencana =

Keb domestik + nondomestik + keb rata-rata +kehilangan air

$$42828+85656+51394+1027 = 70238 \text{ lt/hari}$$

- Keb. Harian maximal = keb. Renc x faktor harian =  $70238 \times 1.2 = 84286 \text{ lt/hari}$
- Keb. Jam puncak = keb. Air renc x faktor jam puncak =  $70238 \times 2 = 140476 \text{ lt/hari}$

c. Perhitungan Debit Andalan

Hasil perbandingan kedua metode menggunakan neraca air untuk memenuhi tingkat pemenuhan debit andalan terhadap debit kebutuhan maka perencanaan

debit andalan menggunakan metode basic year , berikut perhitungan menentukan tahun dasar perencanaan dengan keandalan 90%:

$$Q_{90} = \frac{n}{(100-90)} + 1 = \frac{10}{10} + 1 = 2$$

Maka, tahun dasar perencanaan adalah urutan ke-2 terkecil dari debit kumulatif yang telah diurutkan

d. Perhitungan interpolasi kontur

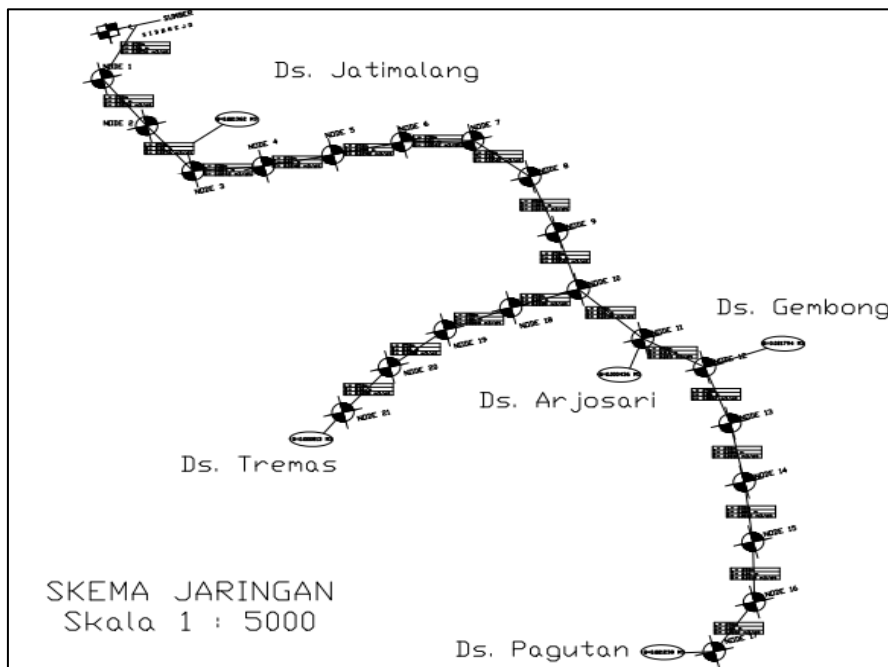
Perhitungan didapat dari perhitungan autocad 2010.

didapat hasil seperti berikut:

=kontur sebelum – (a/b) X interval kotur

sehingga perhitungannya berikut:

$$= 140 - (0.36 / 1.01) \times 10 = 136.40$$



Gambar 2 Skema Jaringan Air Bersih

e. Perhitungan dimensi

Dimensi perencanaan suatu jaringan pipa distribusi, pendimensionan pipa sangat diperlukan agar tidak terjadi kesalahan-kesalahan didalam suatu perencanaan .

Contoh perhitungan:

- Elevasi awal = 140
- Elevasi akhir = 117.34 ( didapat dari interpolasi kontur)
- Q debit dari perhitungan kebutuhan air/ desa = 0.00136m/dtk
- C pipa didapat dari kriteria koefisien hazen wiliam ( tabel 2.2) = 120
- $\Delta H$  = elevasi awal-elevasi akhir = 19.06

- Diameter pipa menggunakan 0.06 m atau 2 inch ( menggunakan ukuran pipa dipasaran)

- Panjang pipa 250 m

- Kemiringan pipa  $S = (HL/L)$   
 $= (0.165/250)$   
 $= 0.076$

- Kecepatan  $V = \frac{Q}{A}$  Dimana  $A = \pi \times d^2$

$$V = \frac{0.0014}{3.14 \times 0.1139 \times 0.1139} = 0.03343 \text{ m/dt}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh hasil 0,845 m/dt, dimana nilai tersebut sudah sesuai dengan kriteria kecepatan aliran 0,3 – 3 m/dt.

- $HL = \frac{v^2}{2.g}$   
 $= \frac{1.798^2}{2.9,8} = 0.165$
- Kehilangan tekanan  
 $H_f = \left( \frac{Q}{0,2875 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L$   
 $H_f = \left( \frac{0.00136}{0,2875 \times 0.2785 \times 0,06^{2,63}} \right)^{1,85}$   
 $= 0.000042 \text{ m}$
- Sisa tekan akhir  
 $= \frac{v1^2}{2g} + \frac{p1}{\gamma} + z1 = \frac{v2^2}{2g} + \frac{p2}{\gamma} + Z2 + Hf$   
 $= \frac{p2}{\gamma} = z1 + \frac{p1}{\gamma} - Z2 - Hf$   
 $= 250.00 + 19.06 - 250.00 - 0.000042$   
 $= 55.940$
- Sisa tekan dengan memenuhi kriteria head pompa  
 $10 < P < 75$
- A pipa =  $A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$   
 $= \frac{1}{4} \times 3.14 \times 0.06^2$   
 $= 0.00283$
- Q hitung =  $V \times A$   
 $= 1.798 \times 0.00283$   
 $= 0.00508$
- Kontrol debit  
 $= Q_{hitung} > Q_{kapasitas}$   
 $= 0.00508 > 0.00136 \dots \dots \text{OK}$

f. Perhitungan reservoir  
 Berikut ini merupakan perhitungan simulasi reservoir :  
 Kebutuhan air Harian = 9570989.28 m<sup>3</sup>/hari  
 Angka fluktuasi kebutuhan dan if air dalam satu hari didapat dari Kriteria Perencanaan Air Bersih untuk Pedesaan, 2002. Sedangkan angka debit suplai air merupakan angka kebutuhan rata – rata air penduduk. Berikut contoh perhitungannya :  
 Tampung Air Bruto =  $9570989,28 \times (15\% / 100)$   
 $= 1435648,39 \text{ m}^3$   
 Tampung Air Netto =  $1435648,39 \times (20\% / 100)$   
 $= 287129,68 \text{ m}^3$   
 Volume Reservoir = 287129,68 m<sup>3</sup>  
 Volume Perencanaan = 300 m<sup>3</sup>  
 Setelah menghitung nilai tampungan reservoir selama 24 jam, selanjutnya dicari nilai tampungan minus terbesar. Tanda minus pada tampungan menandakan kurangnya debit yang akan didistribusikan, sehingga dibutuhkan reservoir untuk memenuhi kebutuhan air bersih dengan bantuan pompa untuk mengisi reservoir. Pompa yang digunakan adalah pompa 3 phase centrifugal pump tipe F65/200B dengan maksimum flow 120 m<sup>3</sup>/jam.

Durasi Pompa =  $287129,68 / 120 = 2,392 \text{ jam} \approx 3 \text{ jam}$   
 Jadi durasi yang dibutuhkan pompa untuk memenuhi kekurangan pada reservoir selama 3 jam. Berikut ini perhitungan tampungan reservoir berdasarkan debit kebutuhan harian maksimum :  
 Perhitungan volume reservoir yang direncanakan berdasarkan kriteria . Dari Kimpraswil 2003 yaitu antara 15 – 20% kebutuhan air harian maksimum.  
 Volume Tampungan =  $15\% \times 9570989,28$   
 $= 14356448,39 \text{ m}^3$   
 Dimensi untuk reservoir direncanakan 300 m dan dibagi menjadi 1 unit reservoir . Berikut ini tabel reservoir :

**Tabel 2 Dimensi Reservoir**

Volume perencanaan	300	M <sup>3</sup>
Jumlah reservoir	1	
Dimensi perencanaan reservoir yaitu :		
10m x 10m x 3m		
P	10	M
L	10	M
t	3	M

Sumber: Perhitungan

**Perhitungan Analisa Biaya Harga Air**

Sebelum menghitung harga finansial jual air, terlebih dahulu menghitung volume masing-masing pekerjaan selanjutnya membuat Analisa Harga Satuan Tiap Pekerjaan. Dan mendapat harga atau biaya tiap pekerjaan tersebut.

**Tabel 3 Rekapitulasi Biaya operasional & pemeliharaan**

Item	satuan	keb	Harga	Jml harga
Ketua	Org/bln	1	3.200.000	3.200.000
Sekretaris	Org/bln	1	2.400.000	2.400.000
Bendahara	Org/bln	1	2.400.000	2.400.000
Petugas lap.	Org/bln	8	1.600.000	12.800.000
satpam	Org/bln	3	1.500.000	4.500.000
			<b>Subtotal</b>	25.300.000
listrik	Hr	30	500.000	15.000.000
Transpor	Hr	30	240.000	7.200.000
ATK	set	1	500.000	500.000
			<b>Subtotal</b>	22.700.000
perawatan		0.006	19.601.410.000	117.608.460
			<b>Σbulan</b>	165.608.460
			<b>Σtahun</b>	1.987.301.520

Sumber: Perhitungan

Faktor Bunga adalah salah satu faktor yang berpengaruh dalam perhitungan biaya pada sebuah perusahaan. Dari factor bunga didapatkan pendapatan yang diperoleh dari hasil penjualan air bersih diasumsikan sebanding dengan

biaya pengeluaran. Berikut ini adalah contoh perhitungan faktor bunga dengan asumsi bunga sebesar 5% :

$$F = (1 + i)^n$$

$$F_{2029} = (1 + 0,05)^{(2021-2020)}$$

$$= 1,05$$

Berdasarkan cashflow, berikut ini contoh perhitungannya:

$$F1 = (19.601.410.000 / 10) + (1,05 \times 2.086.666.596)$$

$$= \text{Rp. } 4.151.140.925$$

$$\text{NPV} = F1 \text{ Pendapatan} - F1 \text{ Pengeluaran}$$

$$\text{NPV} = 0$$

$$F1 \text{ Pendapatan} = \text{Rp. } 4.151.140.925 / \text{tahun}$$

Jadi, pendapatan yang di terima pada tahun pertama sebesar Rp. 4.151.140.925 untuk total pemakaian air bersih pada tahun pertama. Berikut perhitungan total volume air yang didistribusikan setiap tahun :

$$Q_{\text{tahun}} = 711 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 711 \times 24 = 17.064 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 17.064 \times 365 = 6.228.360 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

Sehingga dapat diketahui harga air per m<sup>3</sup>, seperti contoh perhitungan dibawah ini:

$$\text{Harga air} = \frac{4.151.140.925 / \text{tahun}}{6.228.360 \text{ m}^3/\text{tahun}}$$

$$= \text{Rp } 666 \text{ per m}^3 \sim 700 \text{ per m}^3$$

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan “Perencanaan Jaringan Distribusi dan Analisa finansial Air Pada Perencanaan Pengembangan Jaringan Air Bersih Pada Kecamatan Arjosari, Kabupaten Pacitan” yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah penduduk pada tahun 2029 dengan menggunakan metode aritmatika sebanyak 1930.769 jiwa.
2. Kebutuhan air pada Jumlah kebutuhan air di Kecamatan Arjosari untuk Domestik sebesar 135091.77 liter/detik , sedangkan untuk kebutuhan Non Domestik sebesar 270183.75 liter/detik
3. Debit kebutuhan dari Debit andalan sungai asemgondok yang dialokasikan untuk sumber air bersih Kecamatan Arjosari
4. Perhitungan interpolasi kontur didapat dari autocad yang berfungsi untuk menentukan arah air mengalir
5. Perhitungan dimensi yang digunakan untuk perencanaan jaringan distribusi. Jaringan distribusi bertujuan untuk mengalirkan air ke berbagai tempat pemakai dengan aman tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas air dengan sisa tekan memenuhi head pompa  $10 < P < 75$

6. Pada perencanaan ini menggunakan reservoir jenis ground reservoir untuk memenuhi kebutuhan air bersih dengan bantuan pompa, pompa yang digunakan adalah pompa 3 phase centrifugal pump tipe F65/200B dengan maksimum flow 120 m<sup>3</sup>/jam. Durasi yang digunakan untuk memenuhi kekurangan pada reservoir selama 3 jam. dengan dimensi perencanaan reservoir 10m x 10m x 3m
7. Analisis biaya harga air di kecamatan arjosari kabupaten pacitan pada tahun 2029 sebesar Rp 500 per m<sup>3</sup>
8. Sistem pelayanan yang dilakukan dengan kapasitas reservoir 300m<sup>3</sup> sudah mampu mencukupi kebutuhan air 5 desa , harga pelayanan untuk pasca pembangunan jaringan distribusi ditahun pertama sampai dengan 5 tahun yang akan mendatang harga Rp.700 per m<sup>3</sup> dan untuk harga untuk tahun 6 sampai 10 tahun mendatang harga Rp. 800 per m<sup>3</sup>

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setawan, Agus.2008. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD Berdasarkan .sni 03-1729-2002*.Erlangga : Jakarta
- [2] Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1729-2002, butir 7.6.4 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur baja Untuk Bangunan
- [3] Harahap, Hamidah. 2007. *Studi Pengendalian Kualitas Air PDAM Tirtanadi pada Reservoir Tuasan dan Sambungan Pelanggan*. Jurnal Teknologi Proses. Vol. 6, No. 1. Halaman 45-48
- [4] Honing. 2003. *Konstruksi Bangunan Air*, Jakarta : Pradnya Paramita.
- [5] Ibrahim, Bachtiar, *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Jakarta: PT. Bumi Aksara, 2012.
- [6] Ismail. 2010. *Manajemen Perbankan Dari Teori Menuju Aplikasi*. Jakarta: Kencana.
- [7] Kodoatie, Robert J. 2005. *Analisis Ekonomi Teknik*. Yogyakarta : Andi