

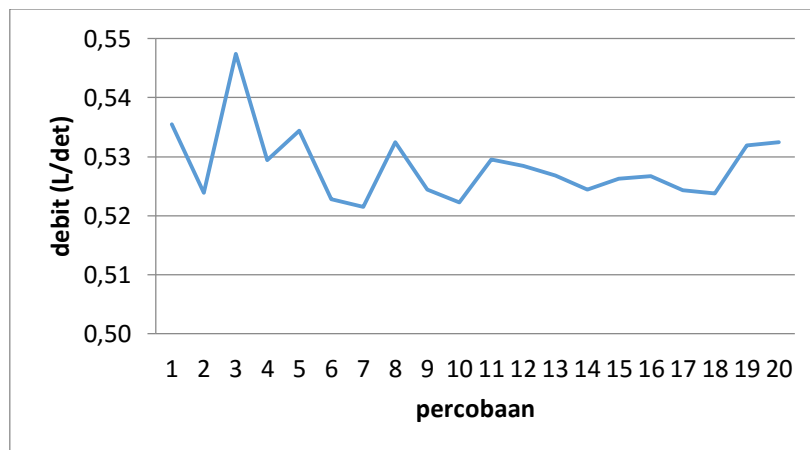
BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

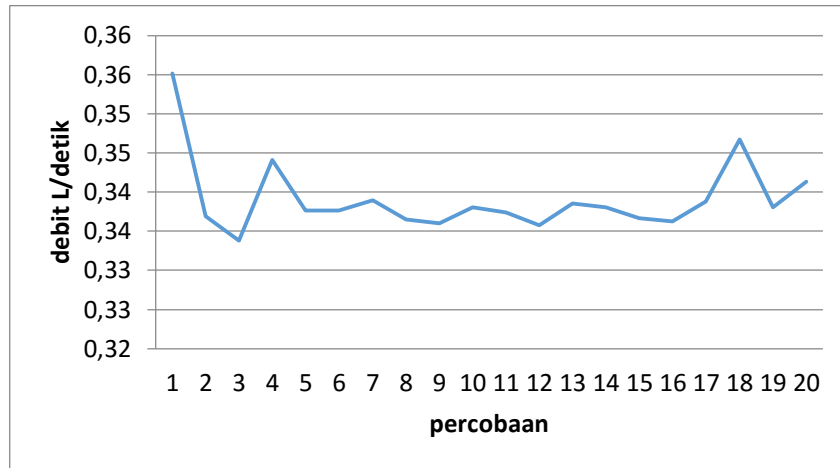
5.1 Hasil Perhitungan Debit Sumber

5.1.1 Kondisi Eksisting Debit Sumber

Berdasarkan kondisi eksisting, Dusun Jogokerten pada RW 13 mengambil mata air di wilayah dusun pendeman, sedangkan pada RW 14 mayoritas menggunakan sumur rumah tangga. Pengambilan kuantitas sumber air di fokuskan untuk RW 13. Di dalamnya terdapat dua mata air yang digunakan, tepatnya pada aliran sungai Bedog. Pengukuran dilakukan saat musim peralihan antara penghujan menuju kemarau pada pukul 16.00 dan suhu 27°C. Perhitungan debit sumber menggunakan metode volumetrik dengan alat yang digunakan adalah stopwatch, derigen 25 liter dan 5 liter dengan 20 kali pengulangan sesuai Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.6 Juni 2015 (361-372) ISSN: 2337-6732361 Chrisiansen Dirk Kaunang dan Lingkaran Kawet, F. Halim Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Hasil secara rinci pada Gambar 5.1 dan 5.2.



Gambar 5.1 Pengukuran Sumber Mata Air Pendeman 1



Gambar 5.2 Pengukuran Sumber Mata Air Pendeman 2

Pada sumber mata air pertama dan kedua, didapatkan debit air menggunakan percobaan volumetrik sebanyak 20 kali masing-masing adalah 0,53 l/s dan 0,34 l/s. Digunakan skema perhitungan sebagai berikut. Contoh perhitungan pada sumber mata air pertama sebagai berikut :

- a) [volume (liter) / waktu (detik)] = debit per detik.
- b) 25 liter / 46,69 = 0,54 .
- c) Debit rerata = Jumlah percobaan (20 kali) / jumlah data = 10,57 / 20 = 0,53 l/s . Total debit pada mata air 1 dan 2 adalah 0,87 l/s.

Sesuai dengan lampiran PERMEN PU NO. 8 TAHUN 2007 maka mata air tersebut tergolong ≤ 1 maka debit cenderung konstan dan kemungkinan berkurang debitnya ketika musim kemarau. Hal ini tidak berpengaruh apabila debit sumber lebih besar dari kebutuhan total masyarakat.

5.1.2 Kondisi Eksisting Kebutuhan Per Hari

Kebutuhan per hari dihitung melalui pemakaian intensif 24 jam warga menggunakan air bersih. Pada kondisi realita dilapangan, alat kelengkapan pengaturan pemakaian dapat dilihat pada *water meter*. Pemakai berjumlah 92 KK. Dapat dilihat kebutuhan air dengan melihat Tabel 5.3. Untuk daftar nama pemakai dapat dilihat pada halaman Lampiran 1.

Tabel 5.1 Total Kebutuhan Air

Jenis Kebutuhan	kebutuhan per hari		kebutuhan air/hari
	(m ³)	L	L/detik
Kebutuhan domestik	53,7	53700	0,622
Kebutuhan non domestik	2,5	2500	0,029
Debit puncak	67,44	67440	0,781
kehilangan air	8,43	8430	0,098
debit harian maksimum	61,82	61820	0,716

Perhitungan yang digunakan untuk mengetahui total kebutuhan air adalah sebagai berikut :

- a. Kebutuhan air domestik : Melihat pengukuran pada *water meter*.
- b. Kebutuhan air non domestik meliputi total air yang digunakan pada fasilitas umum yaitu makam, pondok pesantren, masjid, dan TK trimulyo. Seluruh kebutuhan air dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.2 Kebutuhan Non Domestik

fasilitas umum	Pemakaian (m ³ /hari)
Makam	0,1
pondok pesantren	1,5
masjid	0,2
TK Trimulyo	0,7
Total	2,5

Sumber : Arsip pengelola PAMDES

- c. Debit Puncak = (Kebutuhan Domestik + Non Domestik) x faktor puncak

$$= (53700 \text{ liter} + 2500) \times 1,2$$

$$= 67440 \text{ L /hari}$$
- d. Kehilangan air = (Domestik + Non domestik) x Faktor kehilangan

$$= (53700 \text{ liter} + 2500) \times 15\% = 8430 \text{ L/ hari}$$
- e. Debit harian maksimum =(Domestik + Non domestik) x Faktor maksimum

$$= (53700 \text{ liter} + 2500) \times 1,1$$

$$= 61820 \text{ L/hari}$$
- f. Total kebutuhan air = Domestik + Non domestik + Kehilangan air

$$= 53700 \text{ liter} + 2500 + 8430$$

$$= 64630 \text{ L/ hari}$$

$$= 64,63 \text{ m}^3/\text{hari}$$

5.1.3 Perhitungan Proyeksi Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatik. Metode aritmatik digunakan karena standar deviasi paling terkecil diantara geometrik dan least square dapat dilihat pada halaman Lampiran 2. Menurut data dari Kantor Desa Trimulyo dalam angka didapatkan jumlah penduduk Dusun Jogokerten tahun 2006 sebesar 698 jiwa dan pada tahun 2015 per Juni meningkat menjadi 743 jiwa. Data awal jumlah penduduk dapat dilihat pada Tabel 5.3. Dari data tersebut dijadikan acuan untuk menghitung laju pertumbuhan penduduk di Dusun Jogokerten karena data yang didapatkan dalam penelitian ini hanya mencakup jumlah penduduk pada bulan Juni tahun 2016.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapatkan hasil laju pertumbuhan penduduk yang terlayani sebesar 0,014. Kemudian dihitung proyeksi penduduk yang direncanakan yaitu 5 tahun yakni tahun 2016 sampai tahun 2021. Maka perhitungan proyeksi penduduk dapat dilihat pada Tabel 5.4. Perhitungan standar deviasi dan proyeksi secara lengkap dapat dilihat pada halaman Lampiran 2.

Tabel 5.3 Data Penduduk

No	Tahun	Jumlah penduduk
1	2006	698
2	2007	718
3	2008	721
4	2009	755
5	2010	768
6	2011	728
7	2012	730
8	2013	751
9	2014	752
10	2015	743



Gambar 5.3 Proyeksi Penduduk

Dari tabel hasil perhitungan proyeksi diatas didapatkan hasil proyeksi pada tahun rencana yaitu pada tahun 2021 sebesar 797 jiwa. Berdasarkan hasil tersebut nantinya akan dihitung kebutuhan air bersih berdasarkan jumlah jiwa. Untuk hitungan proyeksi penduduk secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2.

5.2 Analisa Jaringan Transmisi

5.2.1 Kondisi Eksisting Jaringan Transmisi

Jaringan transmisi merupakan aliran yang menghubungkan sumber mata air hingga reservoir utama. Dalam menganalisa perlu ada pengukuran elevasi dan diameter pipa transmisi. Pada pengukuran elevasi menggunakan alat theodolit untuk mengetahui perbedaan tinggi guna melihat efisiensi sistem gravitasi pada jaringan transmisi. Untuk data pengukuran elevasi dapat dilihat pada halaman Lampiran 3 Tabel 3.5.

5.2.2 Perhitungan Pipa Transmisi Kondisi Eksisting

a. Perhitungan Kehilangan Energi Mayor Losses

Pipa transmisi air baku mulai dari penangkap mata air sampai reservoir adalah pipa jenis PVC ukuran 2 inc atau 60mm. Kehilangan energi mayor losses disebabkan karena gesekan langsung air dengan dinding pipa. Perhitungan pipa transmisi dari hasil pengukuran diketahui :

- (Penangkap mata air – Reservoir)

$$\Delta H = 7,5 \text{ (elevasi pada penangkap mata air – elevasi pipa di reservoir)}$$

$$L = 585,3\text{m}$$

$$Q = 0,87 \text{ l/det} = 0,00087 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$D = 60 \text{ mm} = 0,06 \text{ m}$$

$$CHw = 140$$

Mengalami kehilangan head :

$$\begin{aligned} H_f &= \left(\frac{Q}{0,2785 \cdot C \cdot D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \\ &= \left(\frac{0,00087}{0,2785 \cdot 140 \cdot 0,06^{2,63}} \right)^{1,85} \times 585,3 \\ &= 1,772 \text{ m} \dots\dots\dots hf < 7,5 \dots\dots \text{ oke} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Kecepatan Pada Pipa Transmisi

Untuk cek kecepatan dapat dilihat pada perhitungan dengan memperhatikan debit sumber dan diameter pipa yang digunakan. Untuk perhitungan sebagai berikut :

$$Q = A \times V$$

$$Q = \text{Debit yang mengalir pada pipa (l/s)}$$

$$A = \text{Luas / didapatkan pada perhitungan luasan bentuk pipa}$$

$$V = \text{Kecepatan aliran}$$

$$0,87 = 3,14 r^2 \times V$$

$$0,00087 = 3,14 0,03 \times V$$

$$V = 0,00087 / 0,002826 = 0,307 \text{ m/s}$$

Untuk keseluruhan pipa transmisi kesesuaian kondisi eksisting dengan perhitungan secara teoritis menunjukkan kesamaan atau tidak terjadi permasalahan di dalamnya. Dengan memperhatikan H_f yang dihasilkan lebih kecil dari pada head total pada reservoir yaitu $H_f = 1,77\text{m} \dots\dots\dots hf < \Delta H 1,77 \text{ m} < 7,5\text{m}$. Untuk kecepatan berdasarkan kriteria perencanaan pedoman perencanaan air bersih berkisar 0,3 – 3 m/s. Pada perhitungan kondisi eksisting menunjukkan kecepatan di dalam pipa transmisi 0,307 m/s.

5.3 Analisa Jaringan Distribusi

5.3.1 Kondisi Eksisting Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi merupakan sistem perpipaan yang menghubungkan dari reservoir utama hingga titik distribusi pengguna atau sering disebut SR. Desain sistem perpipaan pada jaringan distribusi Dusun Jogokerten menggunakan pipa jenis PVC dengan diameter beragam yaitu 1,5 inch dan 1 inch. Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan jaringan perpipaan adalah sebagai berikut :

1. Tekanan air dalam pipa
 - a. Tekanan maksimum direncanakan sebesar 75 m kolom air
 - b. Tekanan minimum direncanakan sebesar 5-10 m kolom air.
2. Kecepatan pengaliran dalam pipa
 - a. Minimum 0,3 m/s
 - b. Maksimum 3 m/s

Selain hal tersebut peta jaringan Dusun Jogokerten sangat diperlukan guna melihat kondisi eksisting lapangan. Data pengukuran elevasi dapat dilihat pada halaman lampiran 3 Tabel 3.6.

Evaluasi kondisi eksisting menggunakan software *epanet 2.0*. Hal ini mempermudah perhitungan dimana terfokus dalam *network link* dan *network node*. Perhitungan eksisting jaringan distribusi dengan fokus *network node* menggunakan software *Epanet 2.0* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Nodes Parameter Jaringan Air Bersih

Node	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
A	0,1	292,7	1,13
B	0,05	295,6	1,3
C	0,1	295,68	1,16
D	0,02	297,67	0,4
E	0,04	299,66	3,4
F	0,05	299,66	2,89
G	0,11	299,66	4,06
H	0,01	299,66	3,85
I	0,01	299,66	4,53
J	0,02	299,66	4,26
K	0,02	299,66	4,61
L	0,01	299,66	5,04
M	0,01	299,66	5,72
N	0,02	299,66	6,25
O	0,01	299,66	5,14
P	0,01	295,72	6,46
Q	0,01	295,76	4,63
R	0,06	295,88	0,4
S	0,02	295,73	1,26
T	0,01	295,73	3,63
U	0,01	295,73	4,91
V	0,02	295,73	7,35
W	0,01	295,73	10,23
X	0,01	295,74	5,16
Y	0,01	295,73	10,88
Z	0,02	295,73	10,37
Rsvr 1	0,78	295,76	0

Pada *node* parameter menunjukkan nilai *pressure* beragam. Direncanakan tekanan minimum dalam pipa sesuai dengan kriteria perencanaan adalah 5-10 m/kolom air dan tekanan maksimum 75 m/kolom air. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *node* A hingga K, Q, dan R hingga U tidak sesuai dengan kriteria desain minimum. Pada *junction* R menunjukkan negative *pressure* yang artinya daerah layanan tersebut tidak mendapatkan air. Ketidaksesuaian di daerah Dusun Jogokerten disebabkan karena kurang tingginya *head* pada reservoir dan tidak didukung dengan pompa. Selain itu minimalnya nilai debit menjadi salah satu faktor pengaruh. Permasalahan ini dapat diatasi dengan penambahan pompa atau menaikkan reservoir.

Evaluasi pada *network links* bertujuan untuk melihat nilai *velocity* dan *headloss* pada pipa distribusi. Sesuai dengan kriteria perencanaan nilai *velocity* minimum 0,3 m/s dan maksimum 3 m/s. Sedangkan untuk *headloss* yang diizinkan adalah 10 m/km. Hasil dapat dilihat pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Link Parameter Jaringan Air Bersih

Link id	Length (m)	Diameter (m)	Flow (LPS)	Velocity (m/s)	Headloss (m/km)
1	72,31	48	0,51	0,28	3,18
2	22,96	48	0,32	0,16	1,38
3	14,75	48	0,12	0,07	0,22
4	45,13	48	0,02	0,01	0,01
5	35,58	48	0,15	0,09	0,35
6	45,09	48	0,06	0,04	0,07
7	19,57	48	0,02	0,01	0,01
8	24,58	48	0,04	0,04	0,08
9	62,67	48	0,01	0	0
10	11,14	48	0,01	0,01	0
11	56,18	48	0,02	0,06	0,01
12	31,06	32	0,06	0,06	0,31
13	42,47	32	0,07	0,03	0,08
14	18,14	32	0,02	0,02	0,06
15	14,6	32	0,02	0,02	0,06
16	51,34	32	0,1	0,1	0,79
17	75,93	32	0,01	0,01	0,01
18	206,93	48	0,11	0,11	0,59
19	101,7	48	0,06	0,06	0,19
20	1000	32	0,02	0,02	0,16
21	142,8	48	0,01	0,01	0,01
22	62,54	48	0,02	0,02	0,01
23	32,8	48	0,02	0,02	0,03
24	120,36	48	0,15	0,15	0,96
25	11,36	48	0,01	0,01	0
26	65,74	48	0,06	0,06	0,16
27	209,43	48	0,02	0,02	0,03
28	120,36	48	0,01	0,01	0,01
29	385,19	48	0,05	0,11	0,11
30	15	48	0,02	0,02	0,02
31	19	48	0,03	0,02	0,02
32	4	48	0,03	0,04	0,04

Perhitungan *link* parameter menunjukkan nilai *v* (*velocity*) dan *headloss* bervariasi. Kecepatan aliran sesuai dengan data tabel diatas, pemenuhan kriteria hanya pada pipa 1 yaitu 0,31 m/s. Untuk unit *headloss* seluruh pipa memenuhi kriteria perencanaan dimana kurang dari 10m/km. Nilai kecepatan dalam pipa

dikarenakan ukuran pipa terlalu besar. Permasalahan *velocity* dapat diselesaikan dengan menambahkan debit dan mengecilkan ukuran pipa.

5.4 Analisa Hidraulis Reservoir

Reservoir berfungsi sebagai pengumpul air bersih dan penampung air bersih. Ukuran reservoir ditentukan dari kebutuhan yang ada. Umumnya kapasitas reservoir diambil 20% dari kebutuhan harian maksimum. Pada kondisi eksisting reservoir pada Dusun Jogokerten mempunyai dimensi ukuran panjang x lebar x tinggi yaitu 3 x 4 x 2,5 meter. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 6 Gambar 6.8. Sarana penunjang lain yaitu :

- a. Pipa outlet
- b. Pipa Overflow
- c. Pipa drainase
- d. Tangga
- e. Valve untuk pipa penguras

5.4.1 Perhitungan Kapasitas Reservoir Pada Kondisi Eksisting

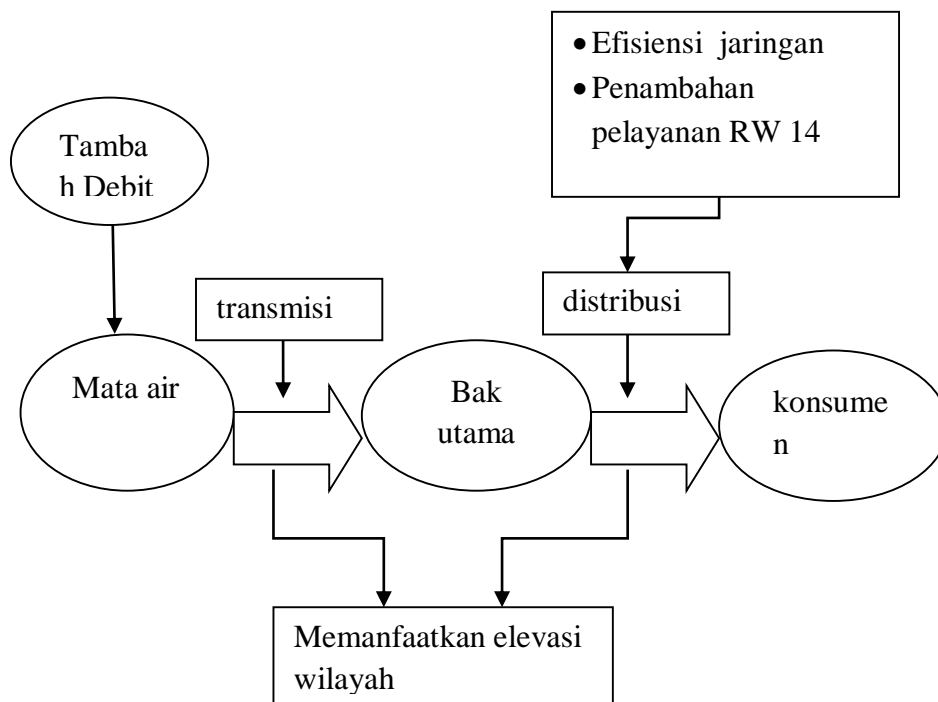
Perhitungan kapasitas reservoir perlu melihat berbagai faktor yang mempengaruhinya. Diantara faktor tersebut adalah kebutuhan air harian maksimum dan kapasitas berguna reservoir. Maka didapatkan perhitungan kapasitas reservoir sebagai berikut :

- a. Debit mata air = 0,87 l / detik = 0,000871
- b. Kapasitas berguna reservoir diambil 20 % dari total kebutuhan harian maksimum = 20 % x 0,000871 m³/det x 86400 = 15,05 m³
- c. Ukuran eksisting reservoir 3 x 4 x 2,5 meter
 $V = 3 \times 4 \times 2,5 >$ kapasitas reservoir yang dibutuhkan
 $V = 25 \text{ m}^3 > 15,05 \text{ m}^3$ oke!

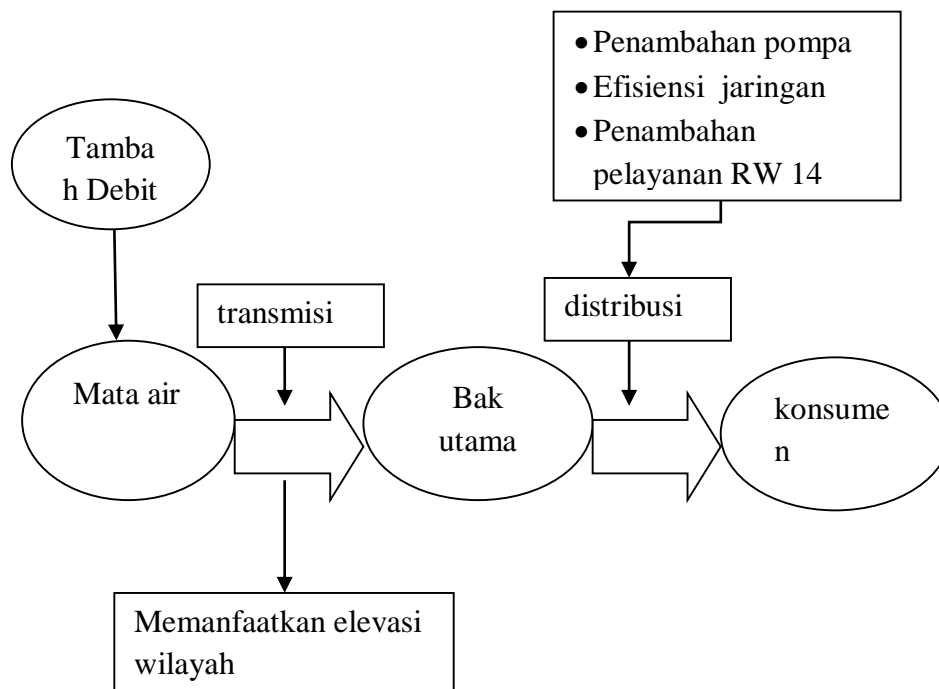
Berdasarkan perhitungan diatas reservoir dengan ukuran 3 x 4 x 2,5 meter sesuai dengan air yang ditampung dari debit sumber. Sehingga untuk *overflow* dimungkinkan kecil karena masi menyisakan ruang bebas di dalamnya 10m³.

5.5 Perencanaan Pengembangan Jaringan

Pengembangan jaringan perlu dilakukan dikarenakan distribusi pelayanan hanya mencapai angka 92 KK atau 460 jiwa. Sementara jumlah keseluruhan warga dusun Jogokerten mencapai 797 orang pada tahun perencanaan 2021. Artinya hanya 60 % terlayani sementara debit sumber masi menyisakan 0,17 L/detik karena kebutuhan eksisting penduduk hanya memakai 0,6 L/detik. Dalam pengembangan jaringan perencanaan di fokuskan untuk penambahan sambungan rumah dan digunakan dua skenario untuk memenuhi standar kriteria dalam aspek kuantitas dan teknis pendistribusian. Secara skema konsep dapat dilihat pada Gambar 5.3 untuk skenario pertama dan Gambar 5.4 skenario kedua.



Gambar 5.4 Skema Pengembangan Jaringan Skenario 1



Gambar 5.5 Skema Pengembangan Jaringan Skenario 2

Jaringan distribusi pada rencana pengembangan jaringan direncanakan penambahan SR (sambungan rumah). Perhitungan menggunakan *software epanet 2.0*. Di dalam pengembangan menggunakan dua skenario yaitu sebagai berikut :

1. Penambahan debit baru pada jaringan eksisting, efisiensi jaringan, dan penambahan junction
2. Penambahan debit baru, Pengecilan/perbesaran pipa, penambahan pompa, pemotongan jaringan, dan penambahan junction

Untuk penambahan *junction* telah dilakukan pengukuran panjang dan elevasi menggunakan GPS. Pengukuran dilakukan dimulai dari debit sumber baru, bak reservoir, dan masing-masing *junction*. Hasil dapat dilihat pada Tabel 5.7

Tabel 5.7 Pengukuran Panjang dan Elevasi

Saluran	Panjang pipa (m)	Elevasi Tanah	
		Awal	Akhir
S ke a1	174	294,47	286
T ke U	62,54	292,1	290,82
a1 ke a2	100	286	284
a2 ke a3	10	284	281,3
a3 ke a4	58,5	281,3	280
V ke a4	43	288,38	280

5.5.1 Perhitungan Kebutuhan Air

Berdasarkan kebutuhan air eksisting maka kebutuhan air domestik untuk wilayah Dusun Jogokerten antara 70 liter/orang/hari. Dalam perencanaan ini. 460 warga telah terlayani sehingga 337 jiwa belum terlayani. Direncanakan akan dilayani menggunakan sambungan rumah. Untuk kebutuhan non domestik tidak ada penambahan. Menghitung kebutuhan air dengan formula sebagai berikut :

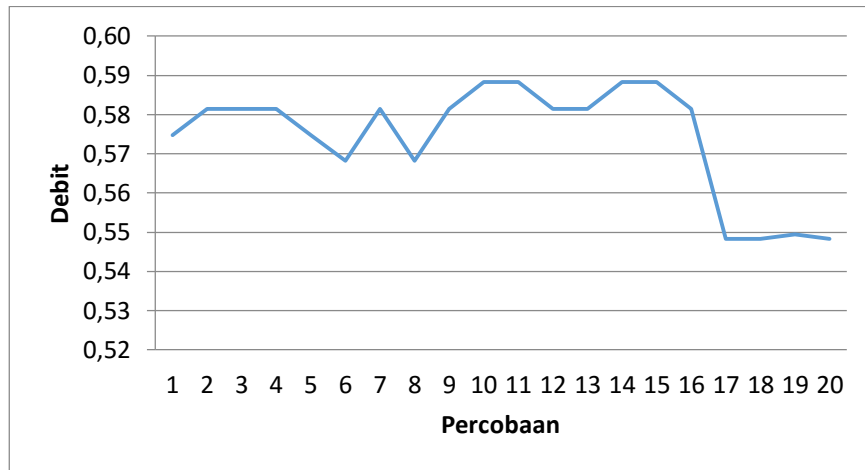
$$\begin{aligned}
 Q &= \text{Penduduk terlayani} \times \text{kebutuhan/hari} \times \text{faktor harian maksimum} \\
 &= 337 \text{ orang} \times 70 \text{ liter/orang/hari} \times 1,1 \\
 &= 25945 \text{ L/hari} \\
 &= 25,945 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= 25945 \text{ L/hari} \times 20 \% \text{ (kehilangan air)} \\
 &= 5190 \text{ L/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= \text{Domestik} + \text{Non Domestik} + \text{Kehilangan air} \\
 &= 25945 \text{ L/hari} + 2500 \text{ L/hari} + 5190 \text{ L/hari} \\
 &= 33635 \text{ L/hari} = 34 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,39 \text{ L/detik}
 \end{aligned}$$

Melihat kondisi debit sisa pada sumber mata air utama hanya 0,17 L/detik , maka untuk melayani dibutuhkan 0,2 L/detik. Untuk itu direncanakan pengambilan debit dari mata air di daerah Klegen Desa Trimulyo yang berjarak 755 meter dari daerah distribusi. Pengukuran debit dilakukan dengan metode volumetrik dengan volume 5 liter sebanyak 20 kali sesuai dengan Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.6 Juni 2015 (361-372) ISSN: 2337-6732361 Chrisiansen Dirk Kaunang dan Lingkan Kawet, F. Halim Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado,

didapatkan hasil rata- rata 0,57 L/detik. Hasil pengukuran dapat dilihat pada grafik Gambar 5.5.



Gambar 5.6 Pengukuran Sumber Mata Air Klegen

5.5.2 Perhitungan Jaringan Transmisi

Perhitungan jaringan transmisi meliputi diameter dan *headloss*. Jaringan transmisi pada pengembangan direncanakan dari sumber air klegen menuju bak utama. Detail perhitungan dapat dilihat sebagai berikut :

V (kecepatan perencanaan) = 0,3 – 3 m/s ,maka dapat digunakan perhitungan :

$$Q = V \cdot A$$

$$0,00057 = 0,3 \text{ m/s} \cdot 3,14r^2$$

$$R^2 = \frac{\sqrt{0,004}}{0,942}$$

$$R = 0,0206 \text{ m} = 20,6 \text{ mm} , \text{ maka } D = 41,2 \text{ mm}$$

Standar pipa di pasaran PVC WAVIN = 42 mm dengan tekanan kerja 10kg/cm , panjang 4 m, dan ketebalan dinding 2,30 mm. Untuk perhitungan *headloss* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \Delta H &= \text{tinggi elevasi mata air} - \text{tinggi elevasi reservoir} \\ &= 301\text{m} - 298 \text{ m} = 3\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_f &= \left(\frac{Q}{0,2785.C.D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \\
 &= \left(\frac{0,0004}{0,2785.140.0,042^{2,63}} \right)^{1,85} \times 755 \\
 &= 2,95 \text{ m} \dots \dots \dots h_f < 3 \dots \dots \text{ oke}
 \end{aligned}$$

Pada standar *headloss* yang diizinkan maksimal 10m dan juga memperhatikan perbedaan tinggi pada mata air dan reservoir, dikarenakan ketika nilai *headloss* sama dengan tinggi reservoir maka dimungkinkan air tidak sampai pada reservoir atau minim tekanan. Perhitungan diatas menunjukkan nilai sesuai dengan standart yaitu 2,95 m.

5.5.3 Perhitungan Jaringan Distribusi

Pada skenario pertama, penambahan debit baru pada pengembangan jaringan dapat dilihat pada Tabel 5.8 untuk *node* dan 5.9 untuk jaringan pipa/*link*. Perhitungan menggunakan simulasi *epanet 2.0*. Sementara untuk visualisasi dapat dilihat pada halaman lampiran Gambar no 4.7

Tabel 5.8 Simulasi Skenario 1 Pada Node

Node ID	Elevation (m)	Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
Junc A	294.59	0.00	297.91	3.32
Junc B	294.38	0.00	297.89	3.51
Junc G	291.6	0.00	297.79	6.19
Junc H	291.81	0.05	297.30	5.49
Junc I	291.13	0.01	297.78	6.65
Junc L	290.62	0.01	297.76	7.14
Junc M	289.94	0.20	297.27	7.33
Junc O	290.52	0.14	297.04	6.52
Junc P	289.26	0.16	297.13	7.87
Junc Q	291.13	0.01	297.74	6.61
Junc R	296.28	0.05	297.08	0.80
Junc S	294.47	0.00	296.29	1.82
Junc T	292.1	0.05	294.61	2.51
Junc U	290.82	0.19	293.67	2.85
Junc Y	288.38	0.08	296.98	8.60
Junc X	290.58	0.01	297.27	6.69
Junc a1	286	0.00	296.05	10.05
Junc a2	284	0.38	295.91	11.91
Junc a3	281.3	0.01	295.99	14.69
Junc a4	280	0.08	296.46	16.46
Junc 2	296	0.01	297.45	1.45
Resvr 1	298	-144	298.00	0.00

Pada skenario pertama ditambahkan debit 0,57 L/detik untuk pelayanan 100% sehingga debit total adalah 1,44 l/detik. Direncanakan ada pemotongan junction d,c,e,f,k,j,o,w,z,y karena melihat keefektifan untuk *typing* pada daerah layanan sehingga jumlah *junction* 21. Di dalam pengembangan jaringan ditambahkan *junction* baru yaitu a1, a2, a3, a4 untuk melayani daerah RW 14. Hasil perhitungan diatas masih menunjukkan kekurangan *pressure*/tekanan pada *junction* A, B, R, S, T, U, dan 2. Hal ini dikarenakan kurang tingginya reservoir dan kecenderungan penurunan elevasi pada *junction* tidak fluktuatif atau relatif sama.

Tabel 5.9 Simulasi Skenario 1 Pada Link

Link ID	Diameter (mm)	Flow (LPS)	Velocity (m/s)	Unit Headloss (m/km)
Pipe 1	76	1.21	0.27	1.27
Pipe 2	76	1.21	0.27	1.27
Pipe 7	76	0.92	0.20	0.76
Pipe 8	76	0.91	0.20	0.74
Pipe 13	32	0.29	0.36	6.11
Pipe 16	76	0.64	0.14	0.39
Pipe17	26	0.12	0.22	3.21
Pipe18	22	0.06	0.15	1.89
Pipe19	48	0.57	0.32	2.96
Pipe20	32	0.23	0.28	3.91
Pipe21	32	0.24	0.30	4.28
Pipe22	26	0.19	0.36	6.71
Pipe26	48	0.56	0.31	2.86
Pipe31	26	0.16	0.30	7.38
Pipe32	32	0.24	0.30	4.31
Pipe30	22	0.01	0.03	0.11
Pipe33	22	0.01	0.03	0.12
Pipe 34	42	0.39	0.28	2.84
Pipe 35	42	0.40	0.29	2.95
Pipe 36	42	0.48	0.35	4.12
Pipe 14	32	0.22	0.27	3.67
Pipe 3	22	0.14	0.37	9.77
Pipe 5	76	1.21	0.27	1.27
Pipe 4	32	0.23	0.29	3.98

Pada rona eksisting ada pemotongan jalur pipa yaitu pada nomor 3, 4, 5, 12, 5, 14, 15, 9, 28, 23, 25, 27, dan 29. Hasil simulasi *epanet* 2.0 pada *link* menunjukkan kecepatan aliran dalam pipa sebagian besar dibawah standar kriteria perencanaan yaitu 0,3-3 m/s . Hal ini disebabkan karena kurangnya debit yang mengalir dan ukuran pipa terlalu besar. Kecepatan untuk pipa dibawah standar ditunjukkan pada

nomor pipa masing-masing 1-2, 4-5, 7-8, 14, 16-18, 20, 30, dan 33-35. Untuk unit *headloss* sesuai dengan kriteria adalah maksimal 10m/km. Pada skenario pertama terlihat dibawah nilai maksimal sehingga layak. Hal ini dikarenakan kecepatan dan tekanan dalam pipa kecil. Dapat disimpulkan skenario 1 dapat dilakukan apabila untuk mengoptimalkan kondisi eksisting tanpa pengembangan jaringan ke RW 14.

Pada skenario kedua memakai debit tambahan, efisiensi jaringan dan penambahan pompa untuk menaikkan tekanan. Selain itu pemotongan jaringan dan penambahan *junction* baru untuk penambahan prosentase pelayanan menjadi 100%. Skenario kedua dihitung menggunakan aplikasi *epanet* 2.0. Dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Simulasi Skenario 2 Pada Node

Node ID	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Head (m)	Pressure (m)
Junc A	294.59	0	298.35	3.76
Junc B	294.38	0	298.46	4.08
Junc G	291.6	0.001	298.84	7.24
Junc H	291.81	0.05	298.46	6.65
Junc I	291.13	0.01	298.95	7.82
Junc L	290.62	0.01	298.08	8.46
Junc M	289.94	0.2	298.44	8.50
Junc O	290.52	0.14	298.36	7.84
Junc P	289.26	0.16	298.30	9.04
Junc Q	291.13	0.01	299.44	8.31
Junc R	296.28	0.05	301.30	5.02
Junc S	294.47	0.001	300.12	5.65
Junc T	292.1	0.05	298.44	6.34
Junc U	290.82	0.19	297.50	6.68
Junc V	288.38	0.08	298.87	10.49
Junc Y	288.38	0.08	298.87	10.49
Junc X	290.58	0.01	299.09	8.51
Junc a1	286	0.001	298.86	12.86
Junc a2	284	0.38	298.14	14.14
Junc a3	281.3	0.008	298.19	16.89
Junc a4	280	0.08	298.50	18.50
Junc 2	296	0.01	301.68	5.68
Resvr 1	298	#N/A	298.00	0.00

Debit ditambahkan 0,57 l/detik dan ada pemotongan junction d, c, e, f, k, j, o, w, z, y karena melihat keefektifan untuk *typing* pada daerah layanan. Pemotongan pada junction terbukti efektif untuk meningkatkan *pressure* pada *junction* lama. Pengalihan tersebut direncanakan dengan sedikit *junction* akan tetapi luas cakupan wilayah luas untuk *typing*. Di dalam pengembangan jaringan ditambahkan *junction* baru yaitu a1, a2, a3, a4 untuk melayani daerah RW 14 Dusun Jogokerten. Pada

titik terjauh sesuai dengan kriteria desain nilai *pressure* memenuhi kriteria yaitu 20,26 m, dimana tekanan minimal adalah 5- 10 m. Sementara di *junction* A dan B terlihat *pressure* 3,76 dan 4,08 kurang dari kriteria desain. Hal itu tidak bermasalah dikarenakan pada titik tersebut tidak terdapat *typing*.

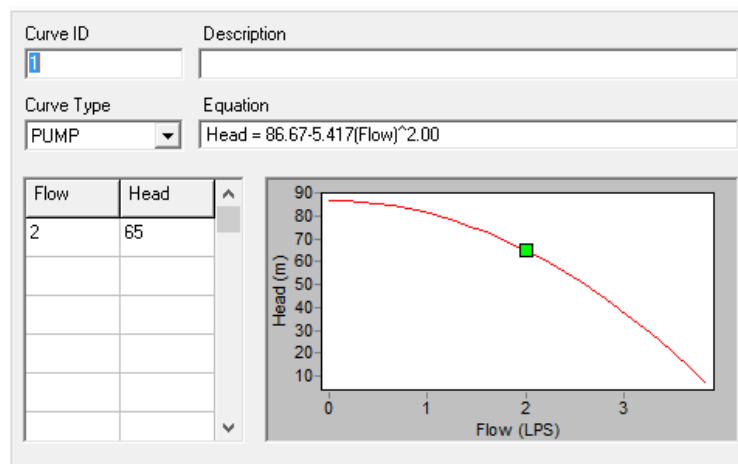
Untuk perpipaan dalam pengembangan jaringan ekonomis dan efektif menjadi prioritas utama. Pada rona eksisting ada pemotongan jalur pipa yaitu pada nomor 3, 4, 5, 12, 5, 14, 15, 9, 28, 23, 25, 27, dan 29. Selain itu ada pemasangan pipa baru pada pengembangan jaringan untuk RW 14 ditunjukkan dengan nomor 30, 33, 34, 35, dan 36. Data hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.11

Tabel 5.11 Simulasi Skenario 2 Pada Link

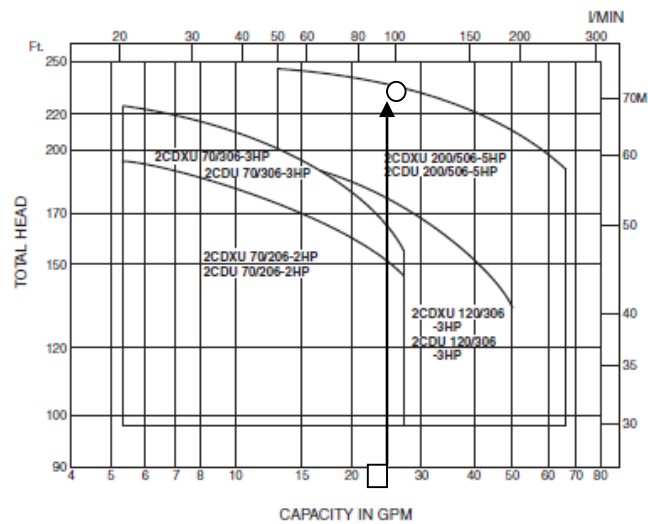
Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Headloss (m/km)
Pipe1	72.91	76	-247	0.54	4,75
Pipe2	22.98	76	-252	0.56	4,93
Pipe7	19.57	76	-275	0.61	5,78
Pipe8	24.58	76	-276	0.61	5,82
Pipe13	42.47	26	0.21	0.39	8,92
Pipe16	51.34	76	-311	0.69	7,28
Pipe17	75.93	26	0.20	0.38	8,64
Pipe18	205.93	76	3.55	0.78	9,3
Pipe19	101.7	42	0.43	0.31	3,34
Pipe20	130	32	0.30	0.37	6,48
Pipe21	142.8	26	0.17	0.32	6,21
Pipe22	62.54	22	0.12	0.32	6,47
Pipe26	65.74	42	0.42	0.30	3,2
Pipe31	19	26	0.16	0.30	7,38
Pipe32	4	26	0.16	0.30	5,34
Pipe30	174	22	0.13	0.34	8,46
Pipe33	100	22	0.13	0.34	8,34
Pipe34	10	32	-0,25	0.31	4,66
Pipe35	58.5	32	-0,26	0.32	4,94
Pipe36	43	32	-0,34	0.42	8,13
Pipe14	72.91	89	3.90	0.63	5,13
Pipe3	73.81	22	0.14	0.37	9,77
Pipe5	80.67	76	-2,54	0.56	5
Pump4	#N/A	#N/A	3.91	0.00	-3,78

Pada tabel diatas terlihat untuk kecepatan aliran dan *headloss* memenuhi kriteria perencanaan yaitu masing-masing 0,3-3m/s dan maksimal 10km/m. Hal itu dipengaruhi oleh diameter pipa sehingga berpengaruh pada kecepatan aliran di dalamnya. Pengaruh efisiensi jaringan dengan pemotongan jalur juga mempengaruhi kecepatan aliran dan *headloss*. Skenario dua dapat dilakukan untuk mengoptimalkan kondisi eksisting dan pengembangan jaringan sampai RW 14 diakarenakan sesuai dengan aspek teknis memenuhi standarisasi.

Penambahan pompa digunakan dikarenakan kurangnya *pressure* pada *junction*. Kapasitas pompa yang digunakan dengan head 65 meter dan flow pompa 2 l/s, konversi didapatkan $2 \text{ l/s} = 24 \text{ GPM}$ $65 \text{ m} = 231 \text{ ft}$. Nilai pompa diperoleh dari simulasi epanet dan ditunjukkan pada Gambar 5.6. Pompa yang digunakan EBARA jenis sentrifugal dengan model 2CDXU, 2CDU spesifikasi **2CDXU 70/306-3HP 2CDU 70/306-3HP**. Spesifikasi pompa didapatkan dari kurva pompa dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Nilai Pompa Dalam Simulasi *EPANET 2.0*



Gambar 5.8 Grafik Pompa Ebara Tipe 2CDXU, 2CDU

5.5.4 Perhitungan Kapasitas Reservoir Pengembangan Jaringan

Dalam perhitungan kapasitas reservoir untuk pengembangan perlu melihat reservoir eksisting dimana menampung 0,87/detik dan penambahan debit baru menghasilkan 0,5 l/detik . Maka didapatkan perhitungan kapasitas reservoir sebagai berikut :

- a. Debit mata air = 1,44 L/detik = 0,00144
- b. Kapasitas reservoir diambil 20 % dari total kebutuhan harian maksimum
 $= 20 \% \times 0,00144 \text{ m}^3/\text{det} \times 86400$
 $= 24,8 \text{ m}^3$
- c. Ukuran eksisting reservoir 3 x 4 x 2,5 meter
 $V = 3 \times 4 \times 2,5 > \text{kapasitas reservoir yang dibutuhkan}$
 $V = 25 \text{ m}^3 > 24,8 \text{ m}^3 \dots\dots\dots \text{oke!}$

Berdasarkan perhitungan diatas reservoir dengan ukuran 3 x 4 x 2,5 meter, masih dapat menampung untuk pemenuhan 100% pelayanan. Hal itu dikarenakan masih menyisakan 0,2 m³ volume dalam reservoir. Gambar dapat dilihat pada halaman Lampiran 6 Gambar 6.9.

5.5.5 Alternatif Biaya Untuk Pengembangan Jaringan

Pemasukan biaya untuk pengembangan jaringan didapatkan dari pemasukan biaya retribusi setiap bulannya. Dimungkinkan untuk adanya kenaikan biaya retribusi karena meningkatnya fasilitas pelayanan. Selain itu sumber pendanaan dapat mengajukan bantuan ke pemerintah Desa Trimulyo atau instansi terkait seperti Dinas Cipta Karya bagian Distribusi Air Bersih. Perlu membuat terobosan baru dengan penambahan biaya pendaftaran apabila ada masyarakat ikut memakai sistem distribusi air ini.

5.6 BOQ dan RAB

5.6.1 BOQ (Bill of Quantity)

Perhitungan BOQ meliputi banyaknya kebutuhan yang digunakan pada tahapan pelaksanaan. Perhitungan BOQ merencanakan keseluruhan sistem pengembangan jaringan dan mengakomodir dua skenario yang diberikan. Perbedaan skenario pertama dan kedua hanya terletak pada penambahan pompa. BOQ untuk galian dan timbunan baik skenario 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan 5.13. Sedangkan untuk jumlah pipa dan aksesoris pipa skenario 1 dan 2 tertera pada Tabel 5.14. Untuk aksesoris pipa skenario 1 dapat dilihat pada Tabel 5.15 dan aksesoris pipa skenario 2 dapat dilihat pada Tabel 5.16. Contoh perhitungan dapat dilihat pada halaman Lampiran 4.

Tabel 5.12 BOQ (Bill of Quantity) Galian Skenario 1 dan 2

No.	Jalur	Elevasi MT		Elev.dasar pipa		Kedalaman		Kedalaman	Kedalaman	Lebar	Diame	Diamet	Panjan	Volume	Vol.
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Rata2 (m)	Galian	Galian	ter	er	g Pipa	Galian	Tanah
1	2	3	4	5	6	7	8	9=(7+8)/2	10=13+9	11=0.3+1 3+10	12	13=12/ 1000	14	15=10*11 *14	16=((10- (0,15+0,15 +13))*11*1 4)
1	R ke 2	298	296	296,9	294,9	1,076	1,076	1,076	1,152	1,528	76	0,076	100	176,03	118,57
2	2 ke R	296	296,28	294,9	295,2	1,089	1,089	1,089	1,178	1,567	89	0,089	72,91	134,59	90,14
3	R ke S	296,28	294,47	295,2	293,4	1,032	1,032	1,032	1,064	1,396	32	0,032	130	193,09	132,84
4	R ke Q	296,28	291,13	295,2	290,1	1,076	1,076	1,076	1,152	1,528	76	0,076	205,93	362,49	244,18
5	S ke T	294,47	292,1	293,4	291,1	1,026	1,026	1,026	1,052	1,378	26	0,026	142,8	207,01	142,86
6	S ke a1	294,47	286	293,4	285,0	1,022	1,022	1,022	1,044	1,366	22	0,022	174	248,14	171,61
7	T ke U	292,1	290,82	291,1	289,8	1,022	1,022	1,022	1,044	1,366	22	0,022	62,54	89,19	61,68
8	a1 ke a2	286	284	285,0	283,0	1,022	1,022	1,022	1,044	1,366	22	0,022	100	142,61	98,63
9	a2 ke a3	284	281,3	283,0	280,3	1,032	1,032	1,032	1,064	1,396	32	0,032	10	14,85	10,22
10	a3 ke a4	281,3	280	280,3	279,0	1,032	1,032	1,032	1,064	1,396	32	0,032	58,5	86,89	59,78
11	V ke a4	288,38	280	287,3	279,0	1,032	1,032	1,032	1,064	1,396	32	0,032	43	63,87	43,94
12	V ke X	290,58	288,38	289,5	287,3	1,042	1,042	1,042	1,084	1,426	42	0,042	65,74	101,62	69,56
13	Q ke X	291,13	290,58	290,1	289,5	1,042	1,042	1,042	1,084	1,426	42	0,042	101,7	157,21	107,61
14	Q ke L	291,13	290,62	290,1	289,5	1,076	1,076	1,076	1,152	1,528	76	0,076	51,34	90,37	60,88
15	L ke O	290,62	290,52	289,6	289,5	1,022	1,022	1,022	1,044	1,366	22	0,022	73,81	105,26	72,80
16	L ke M	290,62	289,94	289,6	288,9	1,026	1,026	1,026	1,052	1,378	26	0,026	75,93	110,07	75,96
17	I ke L	291,13	290,62	290,1	289,5	1,078	1,078	1,078	1,156	1,534	78	0,078	24,58	43,59	29,34
18	M ke P	289,94	289,26	288,9	288,2	1,026	1,026	1,026	1,052	1,378	26	0,026	19	27,54	19,01
19	M ke H	291,81	289,94	290,8	288,9	1,026	1,026	1,026	1,052	1,378	26	0,026	4	5,80	4,00
20	G ke I	291,6	291,13	290,5	290,1	1,076	1,076	1,076	1,152	1,528	76	0,076	19,57	34,45	23,20
21	H ke G	291,81	291,6	290,8	290,6	1,026	1,026	1,026	1,052	1,378	26	0,026	42,47	61,57	42,49
22	B ke G	294,38	291,6	293,3	290,5	1,076	1,076	1,076	1,152	1,528	76	0,076	80,67	142,00	95,65
23	A ke B	294,59	294,38	293,5	293,3	1,076	1,076	1,076	1,152	1,528	76	0,076	22,98	40,45	27,25

Tabel 5.13 BOQ (Bill of Quantity) Timbunan Skenario 1 dan 2

Jalur Pipa Dari	D (mm)	L (m)	Kedalaman Galian (m)	Lebar Galian (m)	Urukan Pasir (m ³)	Urukan Tanah (m ³)
1	2	3	4	5	$6 = \frac{((0,3+(2/1000)) \times 5 - (0,25 \times 3,14 \times (0,15+0,15+(2/1000)))) \times 5 \times 3}{3}$	$7 = ((4 - (0,15+0,15+(2/1000)))) \times 5 \times 3$
R ke 2	76	100	1,152	1,528	0,6	11,6
2 ke R	89	72,91	1,178	1,567	0,6	11,8
R ke S	32	130	1,064	1,396	0,5	11,0
R ke Q	76	205,93	1,152	1,528	0,6	11,6
S ke T	26	142,8	1,052	1,378	0,4	10,9
S ke a1	22	174	1,044	1,366	0,4	10,8
T ke U	22	62,54	1,044	1,366	0,4	10,8
a1 ke a2	22	100	1,044	1,366	0,4	10,8
a2 ke a3	32	10	1,064	1,396	0,5	11,0
a3 ke a4	32	58,5	1,064	1,396	0,5	11,0
V ke a4	32	43	1,064	1,396	0,5	11,0
V ke X	42	65,74	1,084	1,426	0,5	11,1
Q ke X	42	101,7	1,084	1,426	0,5	11,1
Q ke L	76	51,34	1,152	1,528	0,6	11,6
L ke O	22	73,81	1,044	1,366	0,4	10,8
L ke M	26	75,93	1,052	1,378	0,4	10,9
I ke L	78	24,58	1,156	1,534	0,6	11,7
M ke P	26	19	1,052	1,378	0,4	10,9
M ke H	26	4	1,052	1,378	0,4	10,9
G ke I	76	19,57	1,152	1,528	0,6	11,6
H ke G	26	42,47	1,052	1,378	0,4	10,9
B ke G	76	80,67	1,152	1,528	0,6	11,6
A ke B	76	22,98	1,152	1,528	0,6	11,6

Tabel 5.14 BOQ (Bill of Quantity) Perpipaan Skenario 1 dan 2

No.	Jalur	Diameter	Panjang Pipa	Panjang Pipa Satuan	Jumlah	pembulatan jumlah batang
		(mm)	(m)	(m/batang)		
	1	2	3	4	5=3/4	
1	R ke 2	76	100	4	25	25
2	2 ke R	89	72,91	4	18,2275	19
3	R ke S	32	130	4	32,5	33
4	R ke Q	76	205,93	4	51,4825	52
5	S ke T	26	142,8	4	35,7	36
6	S ke a1	22	174	4	43,5	44
7	T ke U	22	62,54	4	15,635	16
8	a1 ke a2	22	100	4	25	25
9	a2 ke a3	32	10	4	2,5	3
10	a3 ke a4	32	58,5	4	14,625	15
11	V ke a4	32	43	4	10,75	11
12	V ke X	42	65,74	4	16,435	17
13	Q ke X	42	101,7	4	25,425	26
14	Q ke L	76	51,34	4	12,835	13
15	L ke O	22	73,81	4	18,4525	19
16	L ke M	26	75,93	4	18,9825	19
17	I ke L	78	24,58	4	6,145	7
18	M ke P	26	19	4	4,75	5
19	M ke H	26	4	4	1	1
20	G ke I	76	19,57	4	4,8925	5
21	H ke G	26	42,47	4	10,6175	11
22	B ke G	76	80,67	4	20,1675	21
23	A ke B	76	22,98	4	5,745	6

Tabel 5.15 BOQ (Bill of Quantity) Aksesoris Pipa Skenario 1

Pengadaan Aksesoris Pipa			
No	Aksesoris	Diameter (m)	Jumlah (buah)
1	Gate Valve	22	3
		26	4
		32	4
		42	2
		76	4
		89	5
2	Reducer	89 x 76	1
		76 x 26	2
		76 x 42	1
		32 x 26	1
		26 x 22	1
3	Increaser	32 x 42	1
4	Tee All Flange	26	1
		76	3
5	Water meter		21
6	Bend Flange 45	22	1
		32	1
7	Bend Flange 90	32	1
		76	1
Jumlah			

Tabel 5.16 BOQ (Bill of Quantity) Aksesoris Pipa Skenario 2

No	Aksesoris	Diameter (m)	Jumlah (buah)
1	Gate Valve	22	3
		26	4
		32	4
		42	2
		76	4
		89	5
2	Reducer	89 x 76	1
		76 x 26	2
		76 x 42	1
		32 x 26	1
		26 x 22	1
3	Increaser	32 x 42	1
4	Tee All Flange	26	1
		76	1
		78	2
5	Bend Flange 45	22	1
		32	1
6	Bend Flange 90	32	1
		78	1
7	Water meter		21
8	Pompa Sentrifugal	Tipe Model 2CDXU, 2CDU	2

5.6.2 RAB (Rancangan Anggaran Biaya)

Dalam perhitungan RAB menggunakan hasil dari BOQ dan disesuaikan dengan harga barang dan jasa pada tahapan pelaksanaan. Untuk melihat harga tetapan dapat melihat halaman lampiran 3 pada katalog pipa dan pompa. Anggaran biaya meliputi galian timbunan, pengadaan pipa, pengadaan aksesoris pipa dan pompa. Untuk harga menggunakan taksiran 2015. Nominal harga pipa dan aksesoris pipa dapat dilihat pada halaman Lampiran 4 Tabel 4.1, 4.2, dan Gambar 4.1. Analisa harga satuan dan rincian RAB dapat dilihat pada halaman Lampiran 4 Tabel 4.1 dan Tabel 4.2. Keseluruhan RAB dapat dilihat pada Tabel 5.16.

Tabel 5.17 Total RAB (Rancangan Anggaran Biaya) Skenario 1

No	Jenis pekerjaan	Biaya
1	Pekerjaan Tanah dan Pasir	Rp 59.743.418,68
2	Pengadaan Pipa	Rp 28.417.720
3	Pengadaan Aksesoris	Rp 12.526.035
4	Pemasangan Pipa	Rp 6.285.710
5	Pemasangan Aksesoris	Rp 1.520.085
TOTAL		Rp 108.492.969

Tabel 5.18 Total RAB (Rancangan Anggaran Biaya) Skenario 2

No	Jenis pekerjaan	Biaya
1	Pekerjaan Tanah	Rp 59.743.418,68
2	Pengadaan Pipa	Rp 28.417.720
3	Pengadaan Aksesoris	Rp 12.526.035
4	Pemasangan Pipa	Rp 6.285.710
5	Pemasangan Aksesoris	Rp 1.520.085
6	Pengadaan Pompa	Rp 50.000.000
7	Pemasangan Pompa	Rp 441.000
TOTAL		Rp 158.933.969