

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Dalam bab ini akan membahas tentang perhitungan-perhitungan dan pengembangan jaringan distribusi air bersih Kecamatan Pademawu Kabupaten Pamekasan, pertama yaitu menghitung jumlah proyeksi penduduk dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2036, menggunakan metode Geometri, Aritmatik dan ekponensial lalu dilakukan uji kesesuaian menggunakan koefisien determinasi, kemudian dipilih metode proyeksi yang sesuai. Selanjutnya adalah menghitung jumlah kebutuhan air bersih.

Simulasi dengan program *WaterCAD V8i* dilakukan setelah semua perhitungan dan semua data sudah sesuai dan model telah selesai dibuat. Hasil dari simulasi dilakukan evaluasi dari segi hidraulis, apabila terjadi permasalahan dalam distribusi jaringan air bersih maka dilakukan perubahan komponen pada sistem tersebut hingga diperoleh hasil yang sesuai dengan kriteria perencanaan. Kemudian dilakukan perhitungan RAB (Rencana anggaran biaya).

4.2 Proyeksi Pertumbuhan 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.

Sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM No. 18/PRT/M/2007, untuk kota kecil proyeksi penduduk dilakukan dengan jangka waktu 15-20 tahun kedepan. Proyeksi penduduk dalam studi ini dilakukan dengan jangka waktu 20 tahun kedepan mulai tahun 2017 sampai dengan 2036.

4.2.1 Daerah Eksisting

Pada daerah eksisting akan dibahas mengenai proyeksi jumlah penduduk pada desa yang sudah terlayani selama 20 tahun kedepan, Desa yang sudah terlayani yaitu Desa Majungan, Padelegan, Tanjung, Pademawu Timur, Pademawu Barat, Bunder, dan Dasok. Dari hasil proyeksi penduduk nantinya digunakan untuk menghitung kebutuhan air bersih. Untuk metode proyeksi yang digunakan yaitu metode aritmatik, metode Geometrik dan

metode eksponensial, sebelum dilakukan perhitungan proyeksi penduduk akan dihitung laju pertumbuhan penduduk masing-masing desa, berikut ini tabel jumlah penduduk desa yang sudah terlayani.

Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Desa yang Sudah Terlayani (Kondisi Eksisting)

No.	Nama Desa	Jumlah Penduduk (jiwa)									
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Majungan	1810	1878	1951	1821	2010	2051	2079	2016	2016	2054
2	Padelegen	2919	2953	3143	3136	3158	3199	3227	3230	3230	3244
3	Tanjung	6183	6461	6816	6573	6789	6830	6858	6872	6872	6920
4	Pademawu Timur	6340	6393	6467	6633	6283	6324	6352	6785	6785	6804
5	Pademawu Barat	5070	5640	6574	6132	6097	6138	6166	6151	6151	6210
6	Bunder	2679	2696	2918	2753	2890	2931	2959	2735	2735	2747
7	Dasok	3561	3852	4061	3914	4073	4114	4142	3802	3802	3813
Jumlah		29290	30849	29094	31930	30328	31357	31321	31580	31591	31591

Sumber : BPS Kabupaten Pamekasan

Dari data jumlah penduduk diatas dapat dilihat bahwa jumlah penduduk pertahun ditiap desa mengalami kenaikan dan penurunan hal tersebut disebabkan oleh angka kelahiran, kematian dan imigrasi yang tidak terduga. kemudian dilakukan perhitungan laju pertumbuhan penduduk (r), berikut tabel laju pertumbuhan penduduk:

Tabel 4.2 Prosentase Laju Pertambahan Penduduk Desa Majungan Kecamatan Pademawu Tahun 2007-2016 (Kondisi Eksisting)

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertambahan Penduduk	
	(jiwa)	jiwa	%
2007	1810		
2008	1878	68	3,8%
2009	1951	73	3,9%
2010	1821	-130	-6,7%
2011	2010	189	10,4%
2012	2051	41	2,0%
2013	2079	28	1,4%
2014	2016	-63	-3,0%
2015	2016	0	0,0%
2016	2054	38	1,9%
Jumlah		206	14%
Rata-Rata		25,75	1,51%

Sumber: Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan Laju pertambahan penduduk Desa Majungan

- r = jumlah penduduk (2008) - jumlah penduduk (2007)
 = 1878 – 1810
 = 68

$$\begin{aligned}
 r(\%) &= r / \text{jumlah penduduk (2007)} \\
 &= 68 / 1810 \\
 &= 3,8 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil nilai r (trend laju pertumbuhan jumlah penduduk) yang telah diketahui, nantinya akan digunakan dalam perhitungan metode aritmatik, geometrik dan juga eksponensial. Berikut ini adalah penjabarannya.

4.2.1.1 Proyeksi Penduduk Metode Aritmatik

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatik dihitung berdasarkan persamaan rumus (2-1) dan tabel 4.2. contoh perhitungan proyeksi penduduk Desa Majungan pada tahun 2017:

Diketahui:

$$P_n = 2054$$

$$n = 1$$

$$r = 1,51 \% \text{ (laju penambahan penduduk)}$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2017 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 (1+r.n) \\
 &= 2054 (1 + (1,51\%.1)) \\
 &= 2085
 \end{aligned}$$

Hasil proyeksi jumlah penduduk dengan cara perhitungan yang sama pada masing-masing desa hingga tahun 2036 disajikan pada tabel 4.3.

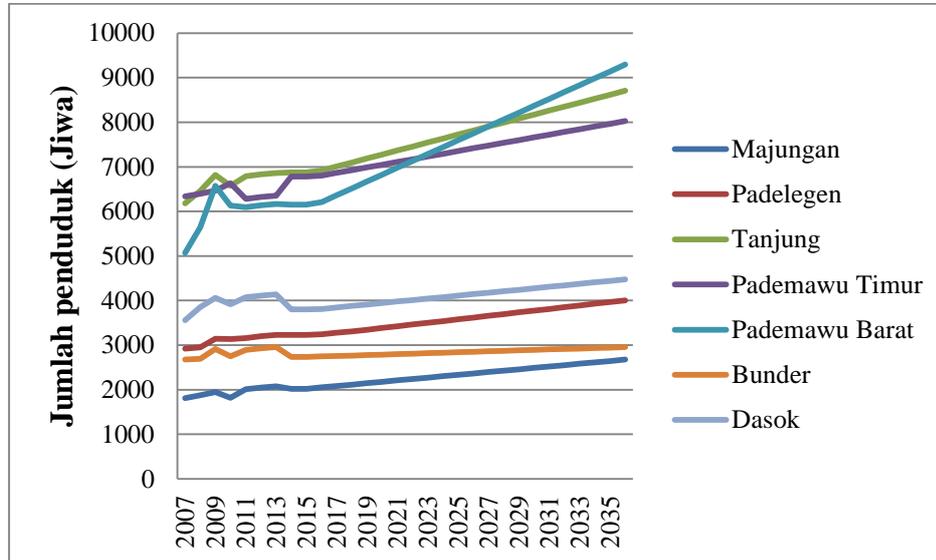
Tabel 4.3 Perhitungan Proyeksi Penduduk Hingga Tahun 2036 dengan Metode Aritmatik pada Daerah Eksisting

No	Tahun	Desa						
		Majungan	Padelegen	Tanjung	Pademawu Timur	Pademawu Barat	Bunder	Dasok
1	2007	1810	2919	6183	6340	5070	2679	3561
2	2008	1878	2953	6461	6393	5640	2696	3852
3	2009	1951	3143	6816	6467	6574	2918	4061
4	2010	1821	3136	6573	6633	6132	2753	3914
5	2011	2010	3158	6789	6283	6097	2890	4073
6	2012	2051	3199	6830	6324	6138	2931	4114
7	2013	2079	3227	6858	6352	6166	2959	4142
8	2014	2016	3230	6872	6785	6151	2735	3802
9	2015	2016	3230	6872	6785	6151	2735	3802
10	2016	2054	3244	6920	6804	6210	2747	3813
11	2017	2085	3283	7009	6865	6364	2757	3846
12	2018	2116	3308	7099	6926	6518	2768	3879
13	2019	2147	3347	7188	6988	6673	2778	3912

Lanjutan Tabel 4.3 Perhitungan Proyeksi Penduduk Hingga Tahun 2036 dengan Metode Aritmatik pada Daerah Eksisting

No	Tahun	Desa						
		Majungan	Padelegen	Tanjung	Pademawu Timur	Pademawu Barat	Bunder	Dasok
14	2020	2178	3385	7278	7049	6827	2789	3945
15	2021	2209	3424	7367	7110	6981	2799	3978
16	2022	2240	3463	7456	7171	7135	2810	4011
17	2023	2272	3502	7546	7232	7290	2820	4045
18	2024	2303	3541	7635	7294	7444	2831	4078
19	2025	2334	3580	7725	7355	7598	2841	4111
20	2026	2365	3618	7814	7416	7752	2852	4144
21	2027	2396	3657	7903	7477	7907	2862	4177
22	2028	2427	3696	7993	7538	8061	2873	4210
23	2029	2458	3735	8082	7600	8215	2883	4243
24	2030	2489	3774	8172	7661	8369	2894	4276
25	2031	2520	3813	8261	7722	8524	2904	4309
26	2032	2551	3852	8351	7783	8678	2915	4342
27	2033	2582	3890	8440	7844	8832	2925	4375
28	2034	2613	3929	8529	7906	8986	2936	4408
29	2035	2645	3968	8619	7967	9141	2946	4442
30	2036	2676	4007	8708	8028	9295	2957	4475

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.1 Grafik Metode Aritmatik Pada Daerah Layanan Eksisting

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa hasil dari proyeksi penduduk dari tahun 2017-2036 menggunakan metode aritmatik pada daerah layanan eksisting mengalami kenaikan yang relatif konstan, dimana angka kematian dan kelahiran relatif sama. Hasil proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatik lebih kecil dibandingkan dengan metode geometrik dan eksponensial.

4.2.1.2 Proyeksi Penduduk Metode Geometrik

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode geometrik dihitung berdasarkan persamaan rumus (2-2) dan tabel 4.1. contoh perhitungan proyeksi penduduk Desa Majungan pada tahun 2017

Diketahui:

$$P_0 = 2054$$

$$n = 1$$

$$r = 1,51\%$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2017 sebagai berikut

$$\begin{aligned} P_n &= P_0 (1+r)^n \\ &= 2054 (1+1,51\%)^1 \\ &= 2413 \end{aligned}$$

Hasil proyeksi penduduk dengan cara perhitungan yang sama pada masing-masing desa hingga tahun 2036 disajikan pada tabel 4.4.

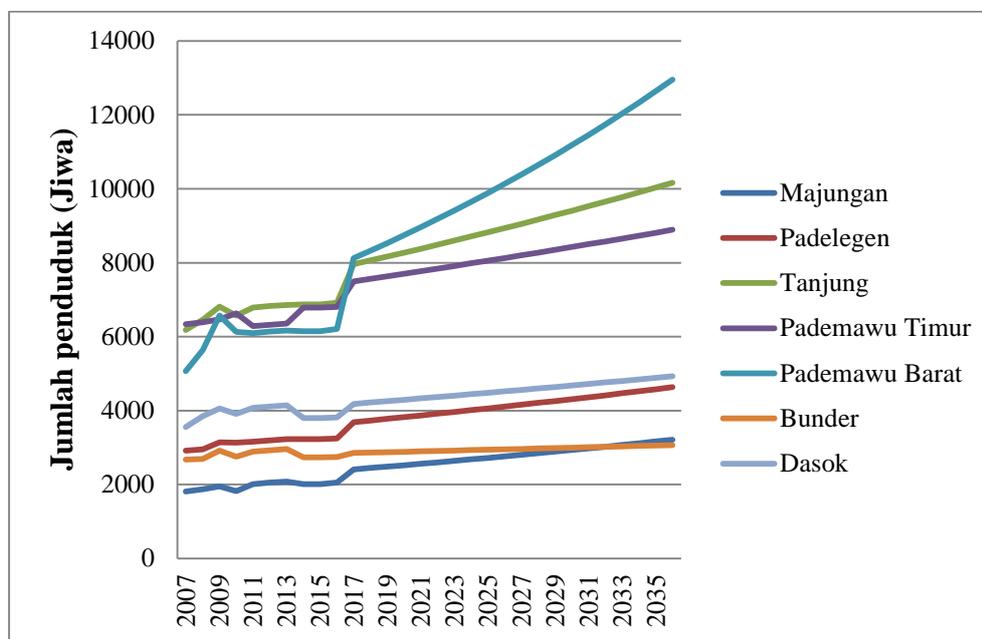
Tabel 4.4 Perhitungan Proyeksi Penduduk Hingga Tahun 2036 dengan Metode Geometrik pada Daerah Eksisting

No	Tahun	Desa						
		Majungan	Padelegen	Tanjung	Pademawu Timur	Pademawu Barat	Bunder	Dasok
1	2007	1810	2919	6183	6340	5070	2679	3561
2	2008	1878	2953	6461	6393	5640	2696	3852
3	2009	1951	3143	6816	6467	6574	2918	4061
4	2010	1821	3136	6573	6633	6132	2753	3914
5	2011	2010	3158	6789	6283	6097	2890	4073
6	2012	2051	3199	6830	6324	6138	2931	4114
7	2013	2079	3227	6858	6352	6166	2959	4142
8	2014	2016	3230	6872	6785	6151	2735	3802
9	2015	2016	3230	6872	6785	6151	2735	3802
10	2016	2054	3244	6920	6804	6210	2747	3813
11	2017	2413	3690	7960	7498	8124	2855	4183
12	2018	2450	3734	8063	7566	8326	2865	4219
13	2019	2487	3779	8167	7634	8533	2876	4256
14	2020	2525	3825	8272	7703	8745	2887	4293
15	2021	2563	3871	8379	7772	8962	2898	4331
16	2022	2602	3918	8488	7842	9185	2910	4368
17	2023	2641	3965	8598	7913	9414	2921	4406
18	2024	2682	4013	8709	7984	9648	2932	4444
19	2025	2722	4061	8822	8056	9888	2943	4483
20	2026	2764	4110	8936	8128	10133	2954	4522
21	2027	2806	4160	9051	8202	10385	2966	4561

Lanjutan Tabel 4.4 Perhitungan Proyeksi Penduduk Hingga Tahun 2036 dengan Metode Geometrik pada Daerah Eksisting

No	Tahun	Desa						
		Majungan	Padelegen	Tanjung	Pademawu Timur	Pademawu Barat	Bunder	Dasok
22	2028	2848	4210	9168	8276	10644	2977	4601
23	2029	2892	4261	9287	8350	10908	2988	4641
24	2030	2935	4312	9407	8425	11179	3000	4681
25	2031	2980	4364	9529	8501	11457	3011	4722
26	2032	3025	4417	9652	8578	11742	3023	4763
27	2033	3071	4470	9777	8655	12034	3034	4805
28	2034	3118	4524	9903	8733	12333	3046	4846
29	2035	3165	4578	10031	8811	12640	3058	4888
30	2036	3213	4633	10161	8891	12954	3069	4931

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.2 Grafik Metode Geometrik Pada Daerah Layanan Eksisting

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada grafik diatas dapat disimpulkan bahwa metode geometrik mengalami kenaikan jumlah penduduk yang sangat pesat dibandingkan dengan metode aritmatik dan metode eksponensial.

4.2.1.3 Proyeksi Penduduk Metode Eksponensial

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode eksponensial dihitung berdasarkan persamaan rumus (2-3) dan tabel 4.1. contoh perhitungan proyeksi penduduk Desa Majungan pada tahun 2017:

Diketahui:

$$P_0 = 2054$$

$$n = 1$$

$$r = 1,51\%$$

$$e = 2,718$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2016 sebagai berikut:

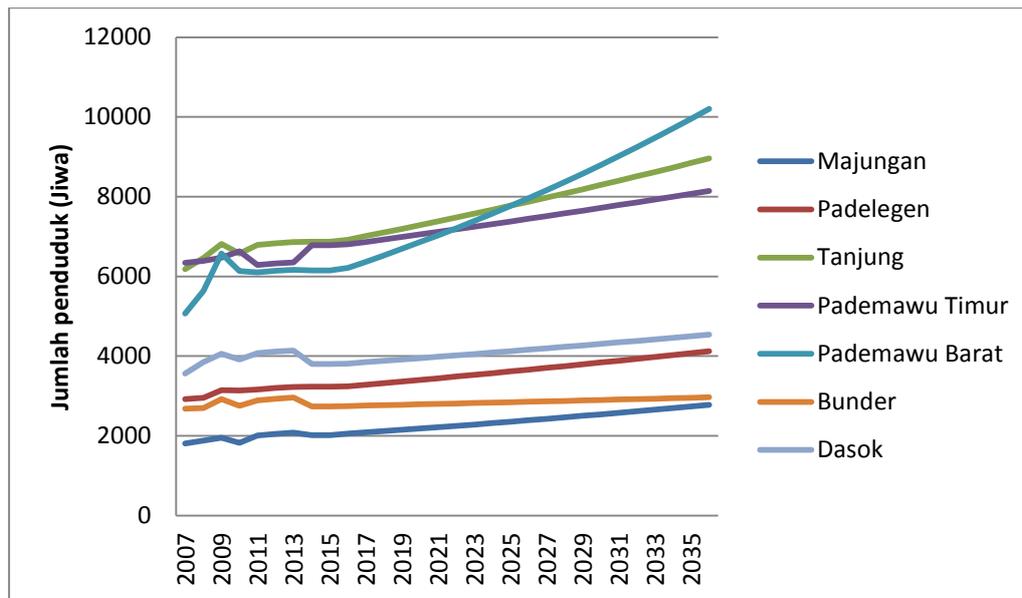
$$\begin{aligned} P_n &= P_0 \cdot e^{(r \cdot n)} \\ &= 2054 \cdot 2,718^{(1,51\% \cdot 1)} \\ &= 2085 \end{aligned}$$

Hasil proyeksi jumlah penduduk dengan cara perhitungan yang sama pada masing-masing desa hingga tahun 2036 disajikan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perhitungan Proyeksi Penduduk Hingga Tahun 2036 dengan Metode Eksponensial pada Daerah Eksisting

No	Tahun	Desa						
		Majungan	Padelegen	Tanjung	Pademawu Timur	Pademawu Barat	Bunder	Dasok
1	2007	1810	2919	6183	6340	5070	2679	3561
2	2008	1878	2953	6461	6393	5640	2696	3852
3	2009	1951	3143	6816	6467	6574	2918	4061
4	2010	1821	3136	6573	6633	6132	2753	3914
5	2011	2010	3158	6789	6283	6097	2890	4073
6	2012	2051	3199	6830	6324	6138	2931	4114
7	2013	2079	3227	6858	6352	6166	2959	4142
8	2014	2016	3230	6872	6785	6151	2735	3802
9	2015	2016	3230	6872	6785	6151	2735	3802
10	2016	2054	3244	6920	6804	6210	2747	3813
11	2017	2085	3283	7010	6865	6366	2757	3846
12	2018	2117	3323	7101	6928	6526	2768	3880
13	2019	2149	3363	7193	6990	6690	2779	3914
14	2020	2182	3404	7287	7053	6859	2789	3948
15	2021	2215	3445	7382	7117	7031	2800	3982
16	2022	2249	3487	7478	7181	7208	2811	4017
17	2023	2284	3529	7575	7246	7389	2821	4052
18	2024	2318	3572	7674	7312	7575	2832	4087
19	2025	2354	3615	7773	7378	7766	2843	4123
20	2026	2390	3659	7874	7444	7961	2854	4159
21	2027	2426	3703	7977	7512	8161	2865	4195
22	2028	2463	3748	8081	7580	8366	2876	4231
23	2029	2501	3793	8186	7648	8577	2887	4268
24	2030	2539	3839	8292	7717	8792	2898	4305
25	2031	2577	3885	8400	7787	9013	2909	4343
26	2032	2617	3932	8509	7857	9240	2920	4381
27	2033	2657	3980	8620	7928	9472	2931	4419
28	2034	2697	4028	8732	8000	9711	2942	4457
29	2035	2738	4077	8845	8072	9955	2954	4496
30	2036	2780	4126	8960	8145	10205	2965	4535

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.3 Grafik Metode Eksponensial Pada Daerah Layanan Eksisting
Sumber : hasil Perhitungan

Pada grafik diatas dapat diketahui bahwa metode eksponensial mengalami kenaikan dan penurunan yang stabil dibandingkan dengan metode aritmatik dan metode geometrik.

4.2.2 Daerah Rencana Pengembangan

Untuk rencana pengembangan akan ditambah 4 desa lagi, yaitu Desa Baddurih, Pagagan, Jarin, dan Desa Durbuk untuk metode proyeksi yang digunakan sama dengan daerah eksisting, sebelum dilakukan perhitungan proyeksi penduduk akan dihitung laju pertumbuhan penduduk setiap tahunnya, berikut ini tabel prosentase laju pertumbuhan penduduk Desa Baddurih Kecamatan Pademawu.

Tabel 4. 6 Data Jumlah Penduduk pada Daerah Pengembangan

No	Nama Desa	Jumlah Penduduk (jiwa)									
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Baddurih	1714	1789	1896	1823	1907	1948	1976	1883	1883	1893
2	Pagagan	1971	2055	2101	2097	2122	2241	2269	2235	2235	2259
3	Jarin	3716	4087	4134	3997	4151	4192	4220	4005	4005	4012
4	Durbuk	2396	2653	2940	2711	2803	2844	2872	2688	2688	2699
Jumlah		9680	10275	9885	10940	10784	10791	10965	11026	10811	10811

Sumber : Data BPS Kabupaten Pamekasan

Dari data jumlah penduduk diatas kemudian dilakukan perhitungan laju pertumbuhan penduduk, berikut tabel laju pertumbuhan penduduk daerah pengembangan:

Tabel 4.7 Prosentase Laju Pertumbuhan Penduduk pada Daerah Pengembangan

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertambahan Penduduk	
		Jiwa	%
2007	1714		
2008	1789	75	4,4%
2009	1896	107	6,0%
2010	1823	-73	-3,9%
2011	1907	84	4,6%
2012	1948	41	2,1%
2013	1976	28	1,4%
2014	1883	-93	-4,7%
2015	1883	0	0,0%
2016	1893	10	0,5%
	Jumlah	169	10%
	Rata-Rata	21,13	1,17%

Sumber : Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan Laju pertumbuhan penduduk Desa Baddurih

$$\begin{aligned}
 r &= \text{jumlah penduduk (2008)} - \text{jumlah penduduk (2007)} \\
 &= 1789 - 1714 \\
 &= 75
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 r(\%) &= r / \text{jumlah penduduk (2007)} \\
 &= 75 / 1714 \\
 &= 4,4 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil nilai r (trend laju pertumbuhan jumlah penduduk) yang telah diketahui, nantinya digunakan dalam perhitungan metode aritmatik, geometrik dan juga eksponensial. Berikut ini adalah penjabarannya.

4.2.2.1 Proyeksi Penduduk Metode Aritmatik

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatik dihitung berdasarkan persamaan (2-1) dan tabel 4.7. contoh perhitungan proyeksi penduduk Desa Baddurih pada tahun 2017:

Diketahui:

$$P_n = 1893$$

$$n = 1$$

$$r = 1.17\% \text{ (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk)}$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2017 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 (1+r.n) \\
 &= 1893 (1+ (1.17\%.1)) \\
 &= 1915
 \end{aligned}$$

Hasil proyeksi jumlah penduduk dengan cara perhitungan yang sama pada masing-masing desa hingga tahun 2036 disajikan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perhitungan Proyeksi Penduduk Hingga Tahun 2036 dengan Metode Aritmatik pada Daerah Pengembangan

No	Tahun	Desa			
		Baddurih	Pagagan	Jarin	Durbuk
1	2007	1714	1971	3716	2396
2	2008	1789	2055	4087	2653
3	2009	1896	2101	4134	2940
4	2010	1823	2097	3997	2711
5	2011	1907	2122	4151	2803
6	2012	1948	2241	4192	2844
7	2013	1976	2269	4220	2872
8	2014	1883	2235	4005	2688
9	2015	1883	2235	4005	2688
10	2016	1893	2259	4012	2699
11	2017	1915	2294	4049	2740
12	2018	1937	2329	4087	2781
13	2019	1959	2364	4124	2821
14	2020	1982	2399	4162	2862
15	2021	2004	2434	4199	2903
16	2022	2026	2469	4237	2944
17	2023	2048	2504	4274	2984
18	2024	2070	2539	4312	3025
19	2025	2092	2574	4349	3066
20	2026	2114	2609	4387	3107
21	2027	2137	2644	4424	3148
22	2028	2159	2679	4462	3188
23	2029	2181	2714	4499	3229
24	2030	2203	2749	4537	3270
25	2031	2225	2784	4574	3311
26	2032	2247	2819	4612	3351
27	2033	2269	2854	4649	3392
28	2034	2292	2889	4687	3433
29	2035	2314	2924	4724	3474
30	2036	2336	2959	4762	3515

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.1.2 Proyeksi Penduduk Metode Geometrik

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode geometrik dihitung berdasarkan persamaan (2-2) dan tabel 4.7. contoh perhitungan proyeksi penduduk Desa Majungan pada tahun 2017

Diketahui:

$$P_0 = 1893$$

$$n = 1$$

$$r = 1.17\%$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2017 sebagai berikut

$$\begin{aligned} P_n &= P_0 (1+r)^n \\ &= 1893 (1+ 1.17\%)^1 \\ &= 2141 \end{aligned}$$

Hasil proyeksi penduduk dengan cara perhitungan yang sama pada masing-masing desa hingga tahun 2036 disajikan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perhitungan Proyeksi Penduduk Hingga Tahun 2036 dengan Metode Geometrik pada Daerah Pengembangan

No	Tahun	Desa			
		Baddurih	Pagagan	Jarin	Durbuk
1	2007	1714	1971	3716	2396
2	2008	1789	2055	4087	2653
3	2009	1896	2101	4134	2940
4	2010	1823	2097	3997	2711
5	2011	1907	2122	4151	2803
6	2012	1948	2241	4192	2844
7	2013	1976	2269	4220	2872
8	2014	1883	2235	4005	2688
9	2015	1883	2235	4005	2688
10	2016	1893	2259	4012	2699
11	2017	2141	2665	4434	3173
12	2018	2166	2706	4476	3221
13	2019	2192	2748	4518	3270
14	2020	2218	2791	4560	3320
15	2021	2244	2835	4603	3370
16	2022	2270	2879	4646	3421
17	2023	2297	2923	4689	3473
18	2024	2324	2969	4733	3525
19	2025	2351	3015	4777	3579
20	2026	2379	3062	4822	3633
21	2027	2407	3109	4867	3688
22	2028	2435	3157	4913	3744
23	2029	2463	3207	4959	3801
24	2030	2492	3256	5005	3858
25	2031	2522	3307	5052	3917
26	2032	2551	3358	5099	3976

Lanjutan Tabel 4.9 Perhitungan Proyeksi Penduduk Hingga Tahun 2036 dengan Metode Geometrik pada Daerah Pengembangan

No	Tahun	Desa			
		Baddurih	Pagagan	Jarin	Durbuk
27	2033	2581	3410	5147	4036
28	2034	2611	3463	5195	4097
29	2035	2642	3517	5244	4159
30	2036	2673	3572	5293	4222

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.1.3 Proyeksi Penduduk Metode Eksponensial

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode eksponensial dihitung berdasarkan persamaan (2-3) dan tabel 4.7. contoh perhitungan proyeksi penduduk Desa Baddurih pada tahun 2017:

Diketahui:

$$P_0 = 1893$$

$$n = 1$$

$$r = 1,17\%$$

$$e = 2,718$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2017 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_n &= P_0 \cdot e^{(r \cdot n)} \\ &= 1893 \cdot 2,718^{(1,11\% \cdot 1)} \\ &= 1915 \end{aligned}$$

Hasil proyeksi jumlah penduduk dengan cara perhitungan yang sama pada masing-masing desa hingga tahun 2036 disajikan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perhitungan Proyeksi Penduduk Hingga Tahun 2035 dengan Metode Eksponensial pada Daerah Pengembangan

No	Tahun	Desa			
		Baddurih	Pagagan	Jarin	Durbuk
1	2007	1714	1971	3716	2396
2	2008	1789	2055	4087	2653
3	2009	1896	2101	4134	2940
4	2010	1823	2097	3997	2711
5	2011	1907	2122	4151	2803
6	2012	1948	2241	4192	2844
7	2013	1976	2269	4220	2872
8	2014	1883	2235	4005	2688
9	2015	1883	2235	4005	2688
10	2016	1893	2259	4012	2699

Lanjutan Tabel 4.10 Perhitungan Proyeksi Penduduk Hingga Tahun 2035 dengan Metode Eksponensial pada Daerah Pengembangan

No	Tahun	Desa			
		Baddurih	Pagagan	Jarin	Durbuk
11	2017	1915	2294	4050	2740
12	2018	1938	2330	4088	2782
13	2019	1961	2366	4126	2824
14	2020	1984	2403	4165	2867
15	2021	2007	2441	4204	2911
16	2022	2031	2479	4243	2955
17	2023	2055	2518	4283	3000
18	2024	2079	2557	4323	3046
19	2025	2103	2597	4364	3092
20	2026	2128	2637	4405	3139
21	2027	2153	2678	4446	3187
22	2028	2178	2720	4488	3236
23	2029	2204	2763	4530	3285
24	2030	2230	2806	4573	3335
25	2031	2256	2850	4616	3386
26	2032	2283	2894	4659	3437
27	2033	2309	2939	4703	3489
28	2034	2337	2985	4747	3543
29	2035	2364	3032	4791	3596
30	2036	2392	3079	4836	3651

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.3 Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Dalam menentukan metode yang paling tepat untuk digunakan dalam perhitungan kebutuhan air, maka dilakukan pengujian statistik menggunakan koefisien determinasi yaitu berdasarkan nilai koefisien korelasi (r^2) mendekati +1. Hasil perhitungan koefisien determinasi pada proyeksi jumlah penduduk dengan menggunakan metode aritmatik dapat dilihat pada tabel 4.11 sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Perhitungan Koefisien Determinasi Pada Proyeksi Jumlah Penduduk Dengan Menggunakan Metode Aritmatik

Tahun [1]	x [2]	x ² [3]	y [4]	y ² [5]	X x Y [6]
2007	1810	3276100	1810	3276100	3276100
2008	1878	3526884	1837	3376002	3450618,24
2009	1951	3806401	1865	3477404	3638185,41
2010	1821	3316041	1892	3580306	3445641,05
2011	2010	4040100	1920	3684709	3858314,83
2012	2051	4206601	1947	3790612	3993193,47
2013	2079	4322241	1974	3898016	4104651,67
2014	2016	4064256	2002	4006920	4035486,33
2015	2016	4064256	2029	4117324,866	4090704,38
2016	2054	4218916	2057	4229229,836	4224069,77
jumlah	19686	38841796	19333	37436624	38116965
r^2			0,6378		

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan tabel :

[1] : Tahun

[2] : Data penduduk asli (jiwa)

[3] : Kuadrat dari data penduduk asli

[4] : Data jumlah penduduk hasil proyeksi

[5] : Kuadrat dari data jumlah penduduk hasil proyeksi

[6] : Data penduduk asli dikali data jumlah penduduk hasil proyeksi

Berikut adalah contoh perhitungan koefisien determinasi Desa Majungan dengan metode aritmatik:

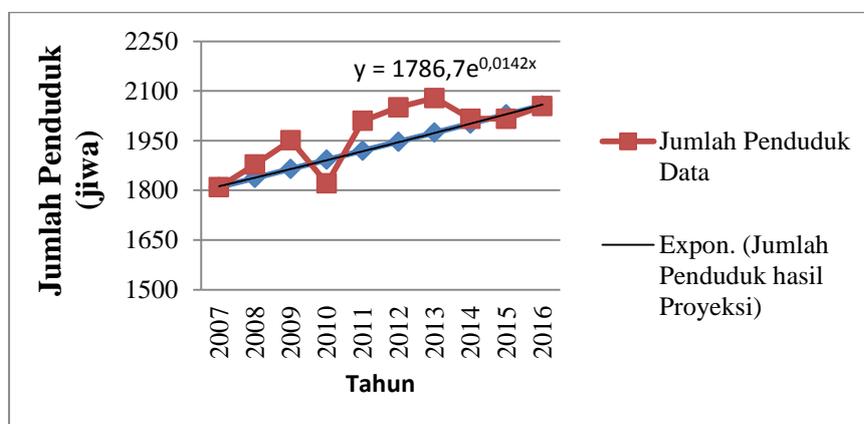
1. Data asli X tahun 2007 = 1810
2. Jumlah (X) tahun 2007-2016 = 19686
3. X^2 tahun 2007 = $(1810^2) = 3276100$
4. Jumlah (X^2) tahun 2007-2016 = 38841796
5. Hasil proyeksi tahun 2007 (Y) = 1810
6. Jumlah (Y) tahun 2007-2016 = 19081
7. Y^2 tahun 2007 = $(1810^2) = 3276100$
8. Jumlah (Y^2) tahun 2007-2016 = 36449030
9. $X \times Y$ tahun 2007 = 3276100
10. Jumlah ($X \times Y$) tahun 2007-2016 = 37610456

Penyelesaian

$$r^2 = \left[\frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2) \cdot (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \right]^2$$

$$= \left[\frac{(10 \cdot 37610456) - (19686 \cdot 19081)}{\sqrt{((10 \cdot 38841796) - 19686^2) \cdot ((10 \cdot 36449030) - 19081^2)}} \right]^2$$

$$= 0.6378$$



Gambar 4.4 Grafik Koefisien Determinasi Metode Aritmatik
Sumber : Hasil Perhitungan

Pada gambar 4.4 Dapat dilihat bahwa jumlah penduduk data asli mempunyai nilai yang relatif tidak stabil (naik turun), hal tersebut disebabkan oleh adanya kematian, kelahiran dan perpindahan penduduk di wilayah tersebut. Namun dalam proyeksi jumlah penduduk diasumsikan naik untuk menghindari atau mengurangi tingkatan resiko dari kesalahan, berikut adalah tabel rekapitulasi perhitungan koefisien determinasi:

Tabel 4.12 Rekapitulasi Perhitungan Koefisien Determinasi

Desa	Metode Aritmatik	Metode Geometrik	Metode 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	0,2890	0,2718	0,2716
Bunder	0,0116	0,0109	0,0109
Dasok	0,0182	0,0158	0,0158
Baddurih	0,4155	0,4040	0,4039
Pagagan	0,8473	0,8377	0,8376
Jarin	0,0750	0,0704	0,0704
Durbuk	0,0739	0,0668	0,0667

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dapat dilihat ada 7 desa yang nilai $r^2 < 0.5$ (tidak berkorelasi) , hal tersebut disebabkan oleh data jumlah penduduk dari tahun 2007-2016 mengalami kenaikan dan penurunan jumlah penduduk yang tidak konstan. Namun ada 4 desa yang nilai $r^2 > 0.5$ (berkorelasi). 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.

4.3 Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih PDAM Kabupaten Pamekasan berdasarkan pada:

1. Kebutuhan domestik dan non domestik

Kebutuhan air bersih dibagi menjadi 2 macam, yaitu kebutuhan domestik dan non domestik. Berdasarkan asumsi PDAM Kabupaten Pamekasan, kebutuhan air bersih 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.

2. Fluktuasi Kebutuhan Air

Pemakaian air pada daerah berbeda-beda setiap jamnya karena adanya fluktuasi pada setiap jamnya yang dipengaruhi oleh pemakai 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

3. Kehilangan air

Kehilangan air dibagi menjadi 2 jenis yaitu kehilangan non fisik dan kehilangan fisik.

a. Kehilangan non fisik

Kehilangan air yang secara fisik tidak terlihat, namun dapat diketahui dari perhitungan. Hal tersebut disebabkan oleh konsumsi air tidak resmi seperti sambungan liar dan pemakaian air yang tidak dibayar serta ketidakakuratan meter pelanggan dan kesalahan data.

b. Kehilangan fisik/teknis

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.

4.3.1 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Daerah Eksisting

Perhitungan kebutuhan air bersih daerah eksisting digunakan untuk mengetahui sisa debit yang akan digunakan dalam perhitungan kebutuhan air bersih pada daerah pengembangan. Berikut adalah tabel rekapitulasi perhitungan kebutuhan air bersih pada daerah layanan eksisting tahun 2016.

Tabel 4.13 Rekapitulasi Perhitungan Kebutuhan Air Bersih pada Daerah Layanan Eksisting Tahun 2016

No.	Uraian	Satuan	Desa						
			Majungan	Padelegan	Tanjung	Pademawu Timur	Pademawu Barat	Bunder	Dasok
1	Jumlah penduduk total	jiwa	2054	3244	6920	6804	6210	2747	3813
		jiwa	1250	3000	2750	3500	1000	625	255
2	Jumlah penduduk terlayani	SR	250	600	550	700	200	125	51
		%	60,86	92,48	39,74	51,44	16,10	22,75	6,69
3	Kebutuhan air untuk tiap 1 orang per hari	liter/hari/orang	80	80	80	80	80	80	80
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	100000	240000	220000	280000	80000	50000	20400
		liter/detik	1,157	2,778	2,546	3,241	0,926	0,579	0,236
5	Kebutuhan air non domestik = 15% Kebutuhan domestik	liter/detik	0,174	0,417	0,382	0,486	0,139	0,087	0,035
6	Total kebutuhan air	liter/detik	1,331	3,194	2,928	3,727	1,065	0,666	0,272
7	Kehilangan air 35%	liter/detik	0,466	1,118	1,025	1,304	0,373	0,233	0,095
		liter/detik	1,80	4,31	3,95	5,03	1,44	0,90	0,37
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	m ³ /hari	155,250	372,600	341,550	434,700	124,200	77,625	31,671
		m ³ /bulan	4657,50	11178,00	10246,50	13041,00	3726,00	2328,75	950,13
		juta m ³ /tahun	0,056	0,134	0,123	0,156	0,045	0,028	0,011
9	Kebutuhan harian maksimum = 1,15 x kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	2,066	4,959	4,546	5,786	1,653	1,033	0,422
10	Kebutuhan air pada jam puncak = 1,56 x kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	2,803	6,728	6,167	7,849	2,243	1,402	0,572

Sumber : Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan kebutuhan air bersih tahun 2016 pada Desa Majungan:

1. Jumlah penduduk tahun 2016 = 2054 jiwa
2. Jumlah penduduk terlayani = 1250 jiwa
3. Prosentase pelayanan = $\frac{\text{jumlah penduduk terlayani}}{\text{jumlah penduduk tahun 2015}}$
 $= \frac{1250}{2054}$
 $= 60,86 \%$
4. Asumsi kebutuhan air untuk 1 orang per hari (dari PDAM) = 100 liter/ hari
5. Kebutuhan domestik = kebutuhan 1 orang perhari x jumlah penduduk terlayani
 $= 80 \times 1250$
 $= 100000 \text{ liter/hari}$
 $= 1.157 \text{ liter/detik}$
6. Kebutuhan air non domestik = 15% x kebutuhan domestik
 $= 15 \% \times 1.157 \text{ liter/detik}$
 $= 0.174 \text{ liter/detik}$
7. Total kebutuhan air = kebutuhan domestik + kebutuhan non domestik
 $= 1.157 + 0.174$
 $= 1.331 \text{ liter/detik}$
8. Kehilangan air = total kebutuhan air x 35%
 $= 1.664 \times 35\%$
 $= 0.466 \text{ liter/detik}$
9. Kebutuhan air bersih rata-rata = Total kebutuhan air + kehilangan air
 $= 1.331 + 0.466$
 $= 1,80 \text{ liter/detik}$
10. Kebutuhan harian maksimum = 1.15 x kebutuhan air bersih rata-rata
 $= 1.15 \times 1,80$
 $= 2.066 \text{ liter/detik}$
11. Kebutuhan air pada jam puncak = 1.56 x kebutuhan air bersih rata-rata
 $= 1.56 \times 1,80$
 $= 2,803 \text{ liter/detik}$

Berdasarkan data yang diperoleh, PDAM Kabupaten Pamekasan memiliki nilai prosentase pelayanan yang berbeda di tiap desa pada daerah eksisting tahun 2016. Dilihat dari hasil perhitungan kebutuhan air bersih, diperoleh jumlah kebutuhan rata-rata pada daerah eksisting sebesar 17,80 liter/detik. Sedangkan debit yang tersedia sebesar 40 liter/detik, sehingga sisa debit masih bisa digunakan untuk pengembangan.

4.3.2 Kebutuhan Air Bersih Pada Daerah Pengembangan

Perhitungan kebutuhan air bersih untuk pengembangan ini dilakukan dari tahun 2016 hingga tahun 2036 dan rencananya dari 7 desa yang sudah terlayani akan ditambah 4 desa lagi yaitu Desa Baddurih, Pagagan, Jarin dan Desa Durbuk. Sedangkan untuk prosentase pelayanan ditargetkan pada tahun 2036 sudah mencapai 45% untuk 9 desa yang prosentase pelayanan pada kondisi eksisting kurang dari 45%, sedangkan untuk 3 desa lainnya prosentase pelayanannya tetap, berikut Tabel 4.14 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih pada Daerah Rencana Pengembangan Tahun 2036.

Tabel 4.14 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih pada Daerah Rencana Pengembangan Tahun 2036.

No.	Uraian	Satuan	Desa										
			Majungan	Padelegan	Tanjung	Pademawu Timur	Pademawu Barat	Bunder	Dasok	Baddurih	Pagagan	Jarin	Durbuk
1	Jumlah penduduk total	jiwa	2676	4007	8708	8028	9295	2957	4475	2336	2959	4762	3515
2	Prosentase Pelayanan	%	61%	100%	45%	51%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
3	Kebutuhan air untuk tiap 1 orang per hari	liter/hari/orang	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	130571	320553	313494	327542	334611	106437	161086	84089	106507	171420	126526
		liter/detik	1,511	3,710	3,628	3,791	3,873	1,232	1,864	0,973	1,233	1,984	1,464
5	Kebutuhan air non domestik = 15% Kebutuhan domestik	liter/detik	0,227	0,557	0,544	0,569	0,581	0,185	0,280	0,146	0,185	0,298	0,220
6	Total kebutuhan air	liter/detik	1,738	4,267	4,173	4,360	4,454	1,417	2,144	1,119	1,418	2,282	1,684
7	Kehilangan air 20%	liter/detik	0,348	0,853	0,835	0,872	0,891	0,283	0,429	0,224	0,284	0,456	0,337
		liter/detik	2,09	5,12	5,01	5,23	5,34	1,70	2,57	1,34	1,70	2,74	2,02
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	m ³ /hari	180,189	442,363	432,622	452,009	461,763	146,884	222,299	116,043	146,980	236,559	174,605
		m ³ /bulan	5405,66	13270,90	12978,65	13560,26	13852,89	4406,51	6668,96	3481,28	4409,39	7096,77	5238,16
		juta m ³ /tahun	0,065	0,159	0,156	0,163	0,166	0,053	0,080	0,042	0,053	0,085	0,063
9	Kebutuhan harian maksimum = 1,15 x kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	2,398	5,888	5,758	6,016	6,146	1,955	2,959	1,545	1,956	3,149	2,324
10	Kebutuhan air pada jam puncak = 1,56 x kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	3,253	7,987	7,811	8,161	8,337	2,652	4,014	2,095	2,654	4,271	3,153

Contoh perhitungan kebutuhan air bersih Desa Baddurih tahun 2036:

- a. Jumlah penduduk tahun 2036 sebesar 2336
- b. Prosentase pelayanan = 45 %
- c. Asumsi kebutuhan air bersih untuk 1 orang per hari = 80 lt/hari
- d. Kebutuhan dosmetik = kebutuhan air 1 orang perhari x prosentase pelayanan x jumlah penduduk tahun 2036

$$= 80 \times 45\% \times 2336$$

$$= 84089 \text{ liter/hari}$$

$$= 0.973 \text{ liter/detik}$$
- e. Kebutuhan air non domestik = 15% x kebutuhan domestik

$$= 15\% \times 0.973 \text{ liter/detik}$$

$$= 0.146 \text{ liter/detik}$$
- f. Total kebutuhan air = kebuuhan domestik + kebutuhan non domestik

$$= 0.973 + 0.146$$

$$= 1,119 \text{ liter/detik}$$
- g. Kehilangan air = total kebutuhan air x 20%

$$= 1,119 \times 20\%$$

$$= 0.124 \text{ liter/detik}$$
- h. Kebutuhan air bersih rata-rata = total kebutuhan air + kehilangan air

$$= 1,119 + 0.124$$

$$= 1,343 \text{ liter/detik}$$
- i. Kebutuhan harian maksimum = 1.15 x kebutuhan air bersih rata-rata

$$= 1.15 \times 1,343$$

$$= 1,545 \text{ liter/detik}$$
- j. Kebutuhan air pada jam puncak = 1.56 x kebutuhan air bersih rata-rata

$$= 1.56 \times 1,343$$

$$= 2,095 \text{ liter/detik}$$

Dan berikut hasil rekapitulasi kebutuhan air bersih Kecamatan Pademawu rencana untuk pengembangan tahun 2036:

Tabel 4.15 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Kecamatan Pademawu Rencana Pengembangan Tahun 2036

Analisa Proyeksi Air Bersih	Q Sumber (lt/detik)	Q Kebutuhan			Keterangan
		Rata-rata (lt/detik)	Harian Maksimum (lt/detik)	Jam Puncak (lt/detik)	
100 % Terlayani	60	68,64	78,93	107,07	Q sumber defisit 47,09 liter/detik pada saat jam puncak
80 % Terlayani	60	55,93	64,32	87,26	Q sumber defisit 20,52 liter/detik pada saat jam puncak
60% Terlayani	60	43,23	49,71	67,44	Q sumber defisit 4,88 liter/detik pada saat jam puncak
45% Terlayani	60	34,86	40,09	54,39	Mampu melayani 45% dari total jumlah penduduk 11 Desa
40% Terlayani	60	32,37	37,23	50,50	Mampu melayani 40% dari total jumlah penduduk 11 Desa

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air bersih didapat total debit yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih seluruh penduduk 11 Desa (Desa Majungan, Padelegan, Tanjung, Pademawu timur, Pademawu Barat, Bunder, Dasok, Baddurih, Jarin, Pagagan dan Desa Durbuk) Kecamatan Pademawu sampai tahun 2036 sebesar 107,07 liter/detik, sedangkan debit yang tersedia hanya 60 liter/detik. Sehingga dari hasil perhitungan didapat pada tahun 2036 hanya mampu memenuhi 45% kebutuhan air dari total jumlah penduduk di 11 Desa Kecamatan Pademawu.

4.4 Evaluasi Daerah Layanan Eksisting Jaringan Distribusi Air Bersih

4.4.1 Kondisi Sumber Air Tanah

PDAM Kabupaten Pamekasan menggunakan sumber air tanah untuk melayani kebutuhan air bersih Kecamatan Pademawu dimana letaknya berada di Kecamatan Larangan dan terdapat 2 sumber 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, berikut adalah gambar peta jaringan distribusi air bersih kondisi eksisting.

4.4.2 Kondisi Eksisting Pompa

Untuk melayani kebutuhan air Kecamatan Pademawu PDAM Pamekasan menggunakan 3 buah pompa, dimana 2 buah pompa terletak pada sumber, sedang 1 pompa dipasang setelah tandon. 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. Selanjutnya spesifikasi pompa akan dijelaskan sebagai berikut:

a) Pompa 1

- Tipe pompa : Supmersible
- Head pompa : 90 m
- Kapasitas : 20 liter/detik
- Efisiensi : 65%
- Letak : Sumber Peltong 1
- Jam kerja : 24 jam

b) Pompa 2

- Tipe pompa : Supmersible
- Head pompa : 90 m
- Kapasitas : 20 liter/detik
- Efisiensi : 65%
- Letak : Sumber Peltong 2
- Jam kerja : 24 jam

c) Pompa 3

- Tipe pompa: Sentrifugal
- Head pompa : 60 m
- Kapasitas : 25 liter/detik
- Efisiensi : 70%
- Letak : Setelah Tandon
- Jam kerja : 20 jam

4.4.3 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. Berikut spesifikasi tandon :

- Elevasi dasar : +8,00 m

- Elevasi minimum : +8,25 m
- Elevasi intial : +11,75 m
- Elevasi maksimum : +12,00 m

Tabel 4.16 Kondisi Muka Air dalam Tandon Kondisi Eksisting

Jam Ke	Operasi Tandon	Multiplier (faktor beban konsumen)	Continuous Multipliers	Debit Inflow	Debit Outflow	Net Inflow	Net Inflow	Volume Inflow / jam	Volume Outflow / jam	Volume Komulatif Inflow	Volume Komulatif Outflow	Volume Air Efektif	Volume Air Total	H Air di Tandon
				lt/detik	lt/detik	lt/detik	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	
0	1	0,25	0,28	35	4,23	30,77	110,79	126	15,21	126	15,21	274,75	294,38	3,75
1	1	0,31	0,34	35	5,13	29,87	107,53	126	18,47	252	33,68	274,75	294,38	3,75
2	1	0,37	0,41	35	6,19	28,81	103,73	126	22,27	378	55,95	274,75	294,38	3,75
3	1	0,45	0,55	35	8,22	26,78	96,39	126	29,61	504	85,56	274,75	294,38	3,75
4	1	0,64	0,90	35	13,51	21,49	77,38	126	48,62	630	134,18	274,75	294,38	3,75
5	1	1,15	1,28	35	19,24	15,76	56,74	126	69,26	756	203,44	274,75	294,38	3,75
6	1	1,4	1,47	35	22,11	12,89	46,42	126	79,58	882	283,03	274,75	294,38	3,75
7	1	1,53	1,55	35	23,31	11,69	42,07	126	83,93	1008	366,96	274,75	294,38	3,75
8	1	1,56	1,49	35	22,48	12,52	45,06	126	80,94	1134	447,90	274,75	294,38	3,75
9	1	1,42	1,40	35	21,13	13,87	49,95	126	76,05	1260	523,95	274,75	294,38	3,75
10	1	1,38	1,33	35	19,99	15,01	54,02	126	71,98	1386	595,93	274,75	294,38	3,75
11	1	1,27	1,24	35	18,64	16,36	58,91	126	67,09	1512	663,02	274,75	294,38	3,75
12	1	1,2	1,17	35	17,66	17,34	62,44	126	63,56	1638	726,58	274,75	294,38	3,75
13	1	1,14	1,16	35	17,43	17,57	63,26	126	62,74	1764	789,33	274,75	294,38	3,75
14	1	1,17	1,18	35	17,73	17,27	62,17	126	63,83	1890	853,16	274,75	294,38	3,75
15	1	1,18	1,20	35	18,11	16,89	60,81	126	65,19	2016	918,35	274,75	294,38	3,75
16	1	1,22	1,27	35	19,09	15,91	57,28	126	68,72	2142	987,07	274,75	294,38	3,75
17	1	1,31	1,35	35	20,30	14,70	52,93	126	73,07	2268	1060,13	274,75	294,38	3,75
18	1	1,38	1,32	35	19,84	15,16	54,56	126	71,44	2394	1131,57	274,75	294,38	3,75
19	1	1,25	1,12	35	16,83	18,17	65,43	126	60,57	2520	1192,14	274,75	294,38	3,75
20	1	0,98	0,80	35	12,07	22,93	82,54	126	43,46	2646	1235,60	274,75	294,38	3,75
21	1	0,62	0,54	35	8,07	26,93	96,94	126	29,06	2772	1264,66	274,75	294,38	3,75
22	1	0,45	0,41	35	6,19	28,81	103,73	126	22,27	2898	1286,94	274,75	294,38	3,75
23	1	0,37	0,31	35	4,68	30,32	109,16	126	16,84	3024	1303,78	274,75	294,38	3,75
24	1	0,25	0,28	35	4,23	30,77	110,79	126	15,21	3150	1318,99	274,75	294,38	3,75
Jumlah				840,00	362,16			3024,00	1303,78					

Sumber : Hasil perhitungan

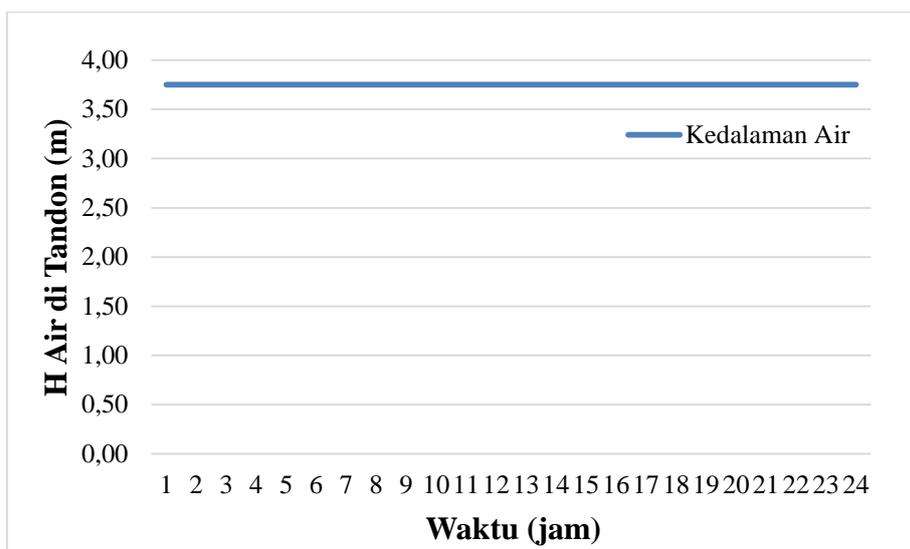
Contoh perhitungan tinggi muka air dalam tandon sebagai berikut:

Dimensi Tandon

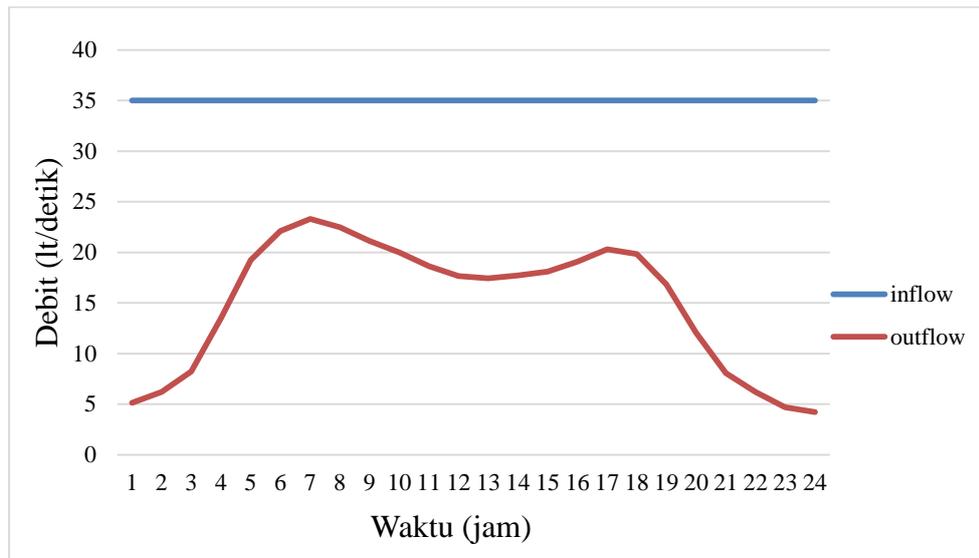
- Hmin = 0,25 m
- Heff = 3,5 m
- Hmax = 4 m
- Diameter = 10 m
- Area = $\frac{1}{4}\pi D^2$
= $\frac{1}{4}3,14 \cdot 10^2$
= 78,5
- Volume efektif = area x Heff
= 78,5 x 3,5
= 274,75 m³
- Volume mati = area x Hmin
= 78,5 x 0,25
= 19,625 m³
- Faktor beban = 0,25 (ketentuan)
- Kebutuhan air rata-rata = 15,09 liter/detik
- Continuous Multiplier = $\frac{\text{Faktor beban jam ke 24.00} + \text{faktor beban jam ke 01.00}}{2}$
= $\frac{0,25 + 0,31}{2}$
= 0,28
- Inflow = 35 liter/detik (kondisi eksisting)
- Outflow = Continuous multiplier x kebutuhan air pada kondisi eksisting
= 0,28 x 15,09
= 4,23 liter/detik
- Net Inflow = Inflow - Outflow
= 35 - 4,23
= 30,77 liter/detik
- Volume inflow = (debit inflow x 3600) / 1000
= (35 x 3600) / 1000
= 126 m³

- Volume outflow = (debit outflow x 3600)/1000
= (4,23 x 3600)/ 1000
= 15,22 m³
- Volume komulatif inflow= Vol. Inflow + Komulatif Inflow (jam sebelumnya)
= 126 + 0
= 126 m³
- Volume Komulatif outflow = Vol. Outflow + Komulatif outflow (jam sebelumnya)
= 15,22 + 0
= 15,22 m³
- Volume air efektif = volume efektif sebelumnya + net inflow jam 24.00
= 274,75 +0
= 274,75 m³
- Volume air total = vol air efektif + vol mati
= 274,75 + 19,625
= 294,375 m³
- Tinggi air di tandon = vol total dalam tandon / luas area
= 294,375 / 78,5
= 3,75 m

Berikut adalah grafik fluktuasi tinggi air didalam tandon.



Gambar 4.5 Grafik Fluktuasi Muka Air Tandon Kondisi Eksisting
Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.6 Grafik Debit Pompa Tandon Kondisi Eksisting

Sumber : Hasil Perhitungan

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*.

4.4.4 Evaluasi Tekanan pada Titik Simpul Kondisi Ekisting

Tabel 4.17 Hasil Evaluasi Tekanan pada Titik Simpul kondisi Eksisting pada Jam 8:00

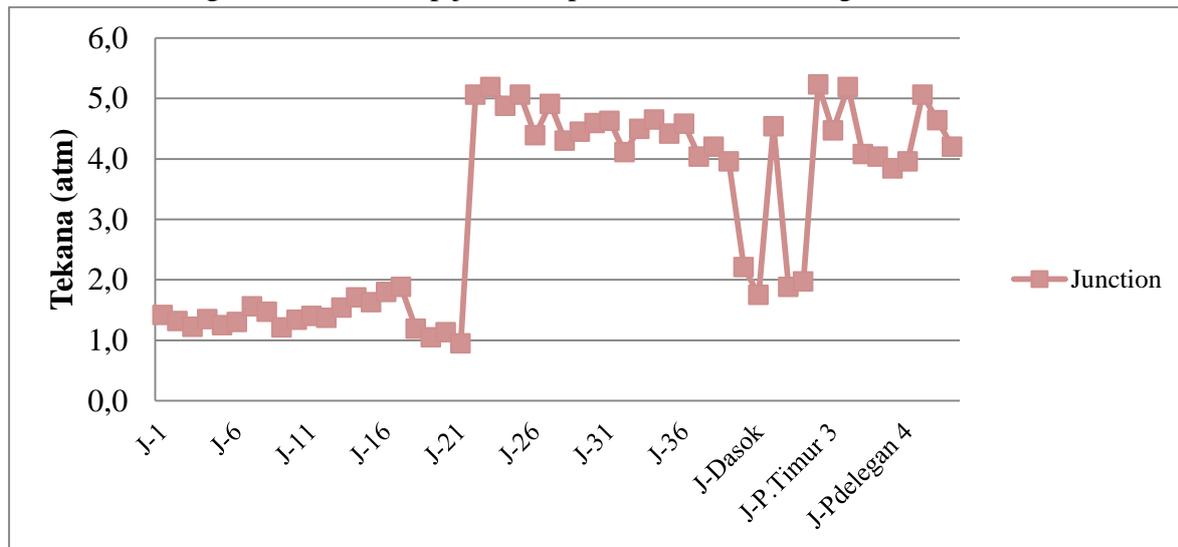
Junction	Elevasi	Tinggi Hidraulis (m)	Tekanan (atm)	Syarat Tekanan (atm)	Keterangan
J-1	28	42,7	1,4	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-2	28	41,7	1,3	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-3	28	40,6	1,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-4	26	40,0	1,4	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-5	26	38,9	1,3	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-6	24	37,5	1,3	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-7	20	36,2	1,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-8	20	35,2	1,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-9	18	30,6	1,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-10	12	25,9	1,3	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-11	11	25,5	1,4	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-12	11	25,2	1,4	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-13	9	25,0	1,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-14	7	24,7	1,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-15	8	24,9	1,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-16	6	24,6	1,8	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-17	5	24,5	1,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-18	10	22,3	1,2	0,50 - 8,00	Memenuhi

Lanjutan Tabel 4.17 Hasil Evaluasi Tekanan pada Titik Simpul kondisi Eksisting pada Jam 8:00

Junction	Elevasi	Tinggi Hidraulis (m)	Tekanan (atm)	Syarat Tekanan (atm)	Keterangan
J-19	9	19,9	1,1	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-20	6	17,7	1,1	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-21	6	15,8	1,0	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-22	9	61,4	5,1	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-23	6	59,7	5,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-24	9	59,5	4,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-25	6	58,4	5,1	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-26	10	55,5	4,4	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-27	4	54,9	4,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-28	10	54,6	4,3	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-29	8	54,0	4,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-30	6	53,5	4,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-31	4	52,0	4,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-32	10	52,6	4,1	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-33	4	50,6	4,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-34	2	50,2	4,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-35	4	49,8	4,4	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-36	2	48,7	4,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-37	8	49,8	4,0	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-38	6	49,5	4,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-39	8	49,0	4,0	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Bunder	12	34,9	2,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Dasok	18	36,2	1,8	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Majungan	2	47,8	4,4	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-P. Barat 1	5	24,4	1,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-P. Barat 2	4	24,4	2,0	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-P. timur 1	4	58,2	5,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-P.Timur 3	4	50,3	4,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-P.timur 2	4	57,8	5,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Padelegan 1	6	48,3	4,1	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Padelegan 2	4	45,8	4,0	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Padelegan 3	8	47,8	3,8	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Padelegan 4	6	47,0	4,0	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Tanjung 1	2	54,4	5,1	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Tanjung 2	4	52,1	4,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Tanjung 3	6	49,7	4,2	0,50 - 8,00	Memenuhi

Sumber: Hasil Simulasi *Software* WaterCAD

Berikut adalah grafik tekanan tiap junction pada kondisi eksisting



Gambar 4.7 Grafik Tekanan Pada Titik Simpul Kondisi Eksisting

Sumber: Hasil Simulasi Software WaterCAD V8i

Dari hasil simulasi software WaterCAD 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, berikut tabel Hasil Evaluasi Tekanan pada Titik Simpul kondisi Eksisting pada Pukul 20:00:

Tabel 4. 18 Hasil Evaluasi Tekanan pada Titik Simpul kondisi Eksisting pada Pukul 20:00

Junction	Elevasi	Tinggi Hidraulis (m)	Tekanan (atm)	Syarat Tekanan (atm)	Keterangan
J-1	28	45,8	1,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-2	28	44,8	1,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-3	28	43,7	1,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-4	26	43,1	1,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-5	26	42,1	1,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-6	24	40,7	1,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-7	20	39,5	1,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-8	20	38,5	1,8	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-9	18	33,6	1,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-10	12	28,7	1,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-11	11	28,6	1,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-12	11	28,5	1,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-13	9	28,4	1,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-14	7	28,3	2,1	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-15	8	28,4	2,0	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-16	6	28,3	2,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-17	5	28,2	2,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-18	10	24,5	1,4	0,50 - 8,00	Memenuhi

Lanjutan Tabel 4.18 Hasil Evaluasi Tekanan pada Titik Simpul kondisi Eksisting pada Pukul 20:00

Junction	Elevasi	Tinggi Hidraulis (m)	Tekanan (atm)	Syarat Tekanan (atm)	Keterangan
J-19	9	21,5	1,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-20	6	19,0	1,3	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-21	6	16,7	1,0	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-22	9	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-23	6	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-24	9	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-25	6	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-26	10	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-27	4	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-28	10	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-29	8	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-30	6	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-31	4	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-32	10	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-33	4	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-34	2	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-35	4	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-36	2	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-37	8	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-38	6	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-39	8	0,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-Bunder	12	38,4	2,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Dasok	18	39,5	2,1	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Majungan	2	2,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-P. Barat 1	5	28,2	2,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-P. Barat 2	4	28,2	2,3	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-P. timur 1	4	4,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-P.Timur 3	4	4,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-P.timur 2	4	4,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-Padelegan 1	6	6,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-Padelegan 2	4	4,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-Padelegan 3	8	8,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-Padelegan 4	6	6,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-Tanjung 1	2	2,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-Tanjung 2	4	4,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
J-Tanjung 3	6	6,0	0,0	0,50 - 8,00	Tidak Memenuhi

Sumber: Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*

Untuk mencocokkan hasil simulasi menggunakan *software* dengan perhitungan secara manual, maka dilakukan perhitungan tekanan di junction 22 pada jam 08:00. Berikut adalah contoh perhitungan:

Diketahui:

$$\text{Elevasi J-22} = 9 \text{ m}$$

$$Q_{\text{kebutuhan rata-rata}} = 15,09 \text{ liter/detik}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{outflow jam ke 8:00}} &= Q_{\text{kebutuhan rata-rata}} \times \text{Load factor (8:00)} \\ &= 15,09 \times 1,56 \\ &= 23,54 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

$$C_{\text{hw}} = 150$$

$$\text{Panjang pipa} = 230 \text{ m}$$

$$\text{Diameter pipa} = 160 \text{ mm}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} k &= \frac{10,675 \times L}{C_{\text{hw}}^{1,85} D^{4,87}} \\ &= \frac{10,675 \times 230}{150^{1,85} (0,16)^{4,87}} \\ &= 1738,85 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_f &= k \cdot Q^{1,85} \\ &= 1738,85 \cdot (23,54 \times 10^{-3})^{1,85} \\ &= 1,69 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Headloss gradient} &= hf/L \\ &= 1,69/230 \\ &= 0,007 \text{ m/km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan} &= \text{Hydraulic grade} - \text{elevasi junction} - H_f - \text{Pressure loss} \\ &= 61,4 - 9 - 1,69 - 0,2 \\ &= 50,5 \text{ m} = 5,1 \text{ atm} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan secara manual didapat tekanan sebesar 5,19 atm, hasil tersebut sama dengan simulasi menggunakan *software* WaterCAD.

4.4.5 Evaluasi Aliran pada Pipa Kondisi Eksisting

Berikut adalah hasil simulasi pipa kondisi eksisting dengan bantuan program *WaterCAD V8i*, pada jam maksimum.

Tabel 4.19 Hasil Evaluasi pada Pipa Kondisi Eksisting Pada Jam Ke 08:00

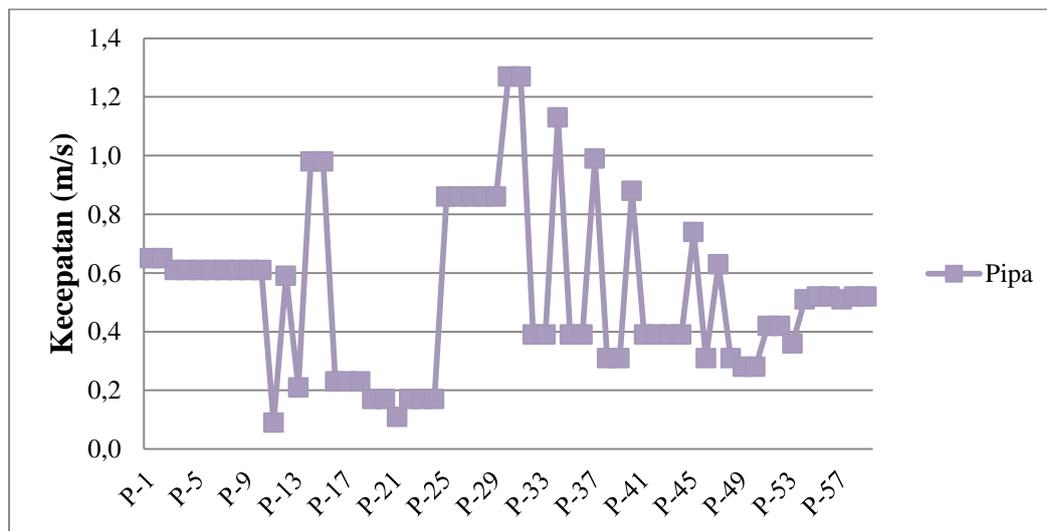
Pipa	Diameter (mm)	Material	Panjang Pipa (m)	Debit (L/s)	Kecepatan (m/s)	Syarat Kecepatan (m/det)	Headloss Gradient (m/km)	Syarat Headloss Gradient (m/km)	Keterangan
P-1	200	PVC	72	20,6	0,7	0,1 - 2,5	2,9	0 - 15	Memenuhi
P-2	200	PVC	9.550	20,6	0,7	0,1 - 2,5	1,9	0 - 15	Memenuhi
P-3	200	PVC	72	19,2	0,6	0,1 - 2,5	2,5	0 - 15	Memenuhi
P-4	200	PVC	683	19,2	0,6	0,1 - 2,5	1,7	0 - 15	Memenuhi
P-5	200	PVC	600	19,2	0,6	0,1 - 2,5	1,7	0 - 15	Memenuhi
P-6	200	PVC	659	19,2	0,6	0,1 - 2,5	1,7	0 - 15	Memenuhi
P-7	200	PVC	392	19,2	0,6	0,1 - 2,5	1,7	0 - 15	Memenuhi
P-8	200	PVC	601	19,2	0,6	0,1 - 2,5	1,7	0 - 15	Memenuhi
P-9	200	PVC	878	19,2	0,6	0,1 - 2,5	1,7	0 - 15	Memenuhi
P-10	200	PVC	759	19,2	0,6	0,1 - 2,5	1,7	0 - 15	Memenuhi
P-11	90	PVC	440	0,6	0,1	0,1 - 2,5	0,1	0 - 15	Memenuhi
P-12	200	PVC	640	18,7	0,6	0,1 - 2,5	1,6	0 - 15	Memenuhi
P-13	90	PVC	570	1,3	0,2	0,1 - 2,5	0,6	0 - 15	Memenuhi
P-14	150	PVC	820	17,3	1,0	0,1 - 2,5	5,6	0 - 15	Memenuhi
P-15	150	PVC	841	17,3	1,0	0,1 - 2,5	5,6	0 - 15	Memenuhi
P-16	110	PVC	632	2,1	0,2	0,1 - 2,5	0,5	0 - 15	Memenuhi
P-17	110	PVC	547	2,1	0,2	0,1 - 2,5	0,5	0 - 15	Memenuhi
P-18	110	PVC	495	2,1	0,2	0,1 - 2,5	0,5	0 - 15	Memenuhi
P-19	90	PVC	757	1,1	0,2	0,1 - 2,5	0,4	0 - 15	Memenuhi
P-20	90	PVC	630	1,1	0,2	0,1 - 2,5	0,4	0 - 15	Memenuhi
P-21	110	PVC	500	1,1	0,1	0,1 - 2,5	0,1	0 - 15	Memenuhi
P-22	90	PVC	690	1,1	0,2	0,1 - 2,5	0,4	0 - 15	Memenuhi
P-23	90	PVC	268	1,1	0,2	0,1 - 2,5	0,4	0 - 15	Memenuhi
P-24	90	PVC	421	1,1	0,2	0,1 - 2,5	0,4	0 - 15	Memenuhi
P-25	150	PVC	799	15,2	0,9	0,1 - 2,5	4,4	0 - 15	Memenuhi
P-26	150	PVC	560	15,2	0,9	0,1 - 2,5	4,4	0 - 15	Memenuhi
P-27	150	PVC	489	15,2	0,9	0,1 - 2,5	4,4	0 - 15	Memenuhi
P-28	150	PVC	433	15,2	0,9	0,1 - 2,5	4,4	0 - 15	Memenuhi
P-29	150	PVC	939	15,2	0,9	0,1 - 2,5	4,4	0 - 15	Memenuhi
P-30	150	PVC	10	22,5	1,3	0,1 - 2,5	9,1	0 - 15	Memenuhi
P-31	150	PVC	530	22,5	1,3	0,1 - 2,5	9,1	0 - 15	Memenuhi
P-32	90	PVC	900	2,5	0,4	0,1 - 2,5	1,9	0 - 15	Memenuhi
P-33	90	PVC	800	2,5	0,4	0,1 - 2,5	1,9	0 - 15	Memenuhi
P-34	150	PVC	250	20	1,1	0,1 - 2,5	7,3	0 - 15	Memenuhi
P-35	90	PVC	610	2,5	0,4	0,1 - 2,5	1,9	0 - 15	Memenuhi
P-36	90	PVC	330	2,5	0,4	0,1 - 2,5	1,9	0 - 15	Memenuhi
P-37	150	PVC	710	17,5	1,0	0,1 - 2,5	5,7	0 - 15	Memenuhi
P-38	90	PVC	490	2	0,3	0,1 - 2,5	1,2	0 - 15	Memenuhi
P-39	90	PVC	385	2	0,3	0,1 - 2,5	1,2	0 - 15	Memenuhi
P-40	150	PVC	200	15,6	0,9	0,1 - 2,5	4,6	0 - 15	Memenuhi

Lanjutan Tabel 4.19 Hasil Evaluasi pada Pipa Kondisi Eksisting Pada Jam Ke 08:00

Pipa	Diameter (mm)	Material	Panjang Pipa (m)	Debit (L/s)	Kecepatan (m/s)	Syarat Kecepatan (m/det)	Headloss Gradient (m/km)	Syarat Headloss Gradient (m/km)	Keterangan
P-41	90	PVC	271	2,5	0,4	0,1 - 2,5	1,9	0 - 15	Memenuhi
P-42	90	PVC	291	2,5	0,4	0,1 - 2,5	1,9	0 - 15	Memenuhi
P-43	90	PVC	810	2,5	0,4	0,1 - 2,5	1,9	0 - 15	Memenuhi
P-44	90	PVC	911	2,5	0,4	0,1 - 2,5	1,9	0 - 15	Memenuhi
P-45	150	PVC	600	13,1	0,7	0,1 - 2,5	3,3	0 - 15	Memenuhi
P-46	90	PVC	401	2	0,3	0,1 - 2,5	1,2	0 - 15	Memenuhi
P-47	150	PVC	800	11,1	0,6	0,1 - 2,5	2,5	0 - 15	Memenuhi
P-48	110	PVC	710	2	0,3	0,1 - 2,5	1,2	0 - 15	Memenuhi
P-49	110	PVC	550	2,7	0,3	0,1 - 2,5	0,8	0 - 15	Memenuhi
P-50	110	PVC	461	2,7	0,3	0,1 - 2,5	0,8	0 - 15	Memenuhi
P-51	110	PVC	510	2,7	0,4	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-52	110	PVC	400	2,7	0,4	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-53	150	PVC	880	6,4	0,4	0,1 - 2,5	0,9	0 - 15	Memenuhi
P-54	90	PVC	110	3,2	0,5	0,1 - 2,5	3,0	0 - 15	Memenuhi
P-55	63	PVC	260	1,6	0,5	0,1 - 2,5	4,7	0 - 15	Memenuhi
P-56	63	PVC	785	1,6	0,5	0,1 - 2,5	4,7	0 - 15	Memenuhi
P-57	90	PVC	260	3,2	0,5	0,1 - 2,5	3,0	0 - 15	Memenuhi
P-58	63	PVC	440	1,6	0,5	0,1 - 2,5	4,7	0 - 15	Memenuhi
P-59	63	PVC	270	1,6	0,5	0,1 - 2,5	4,7	0 - 15	Memenuhi

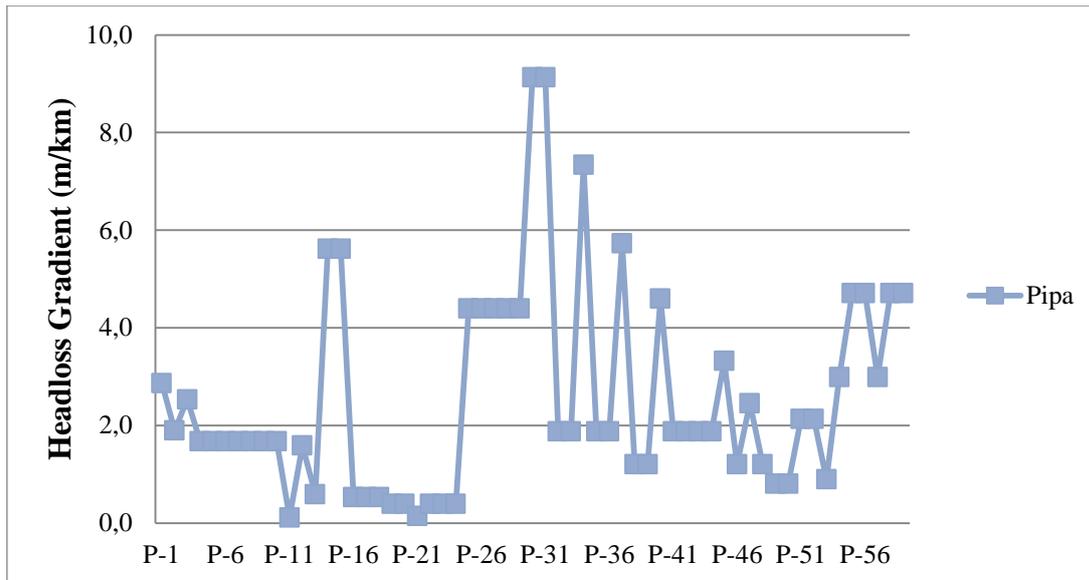
Sumber: Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*

Berikut adalah grafik kecepatan pipa dan headloss gradient pada kondisi eksisting



Gambar 4.8 Grafik Kecepatan pada Pipa Kondisi Eksisting

Sumber: Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*



Gambar 4.9 Grafik *Headloss Gradient* pada Pipa Kondisi Eksisting
Sumber: Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*

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. Misal pada P-53 dan P-54 hasilnya kecepatan dan *headloss gradient* pada P-54 lebih besar dibanding P-53, padahal debit air yang mengalir lebih besar pada P-53, hal tersebut dipengaruhi oleh diameter P-54 lebih kecil dibanding P-53. semakin kecil diameter pipa yang digunakan, maka semakin besar nilai *headloss gradient* dan kecepatan, begitu pula sebaliknya semakin besar diameter pipa semakin kecil nilai *headloss gradient* dan semakin kecil kecepatan.

Untuk mencocokkan hasil simulasi menggunakan *software* dengan perhitungan secara manual, maka dilakukan perhitungan *headloss gradient* dan kecepatan di pipa P-1 pada jam 08:00. Berikut adalah contoh perhitungan.

Contoh perhitungan *headloss gradient* dan kecepatan di pipa P-1:

Diketahui :

- Panjang pipa = 72 m
- Debit = 21 liter/detik
- Chw = 120
- Diameter pipa = 200 mm = 0,2 m

Penyelesaian :

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

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

$$= \frac{10,675 \times 72}{120^{1,85} (0,2)^{4,87}}$$

$$= 277,46$$
- $H_f = k \cdot Q^{1,85}$

$$= 277,46 (21 \times 10^{-3})^{1,85}$$

$$= 0,21 \text{ m}$$
- *Headloss gradient* = hf/L

$$= 0,21/72$$

$$= 2,9 \text{ m/km}$$
- $V_i = 0,85 C_{hw} R_i^{0,63} \cdot Sf^{0,54}$

$$Sf = hf/L$$

$$= 0,21/72$$

$$= 2,9 \text{ m/km}$$

$$R_i = D/4$$

$$= 0,200/4$$

$$= 0,05 \text{ m}$$
- $V_i = 0,85 \cdot C_{hw} R_i^{0,63} \cdot Sf^{0,54}$

$$= 0,85 \cdot 150 \cdot (0,05)^{0,63} \cdot (2,9)^{0,54}$$

$$= 0,7 \text{ m/detik}$$

Hasil perhitungan secara manual didapat *headloss gradient* sebesar 2,9 m/km dan kecepatan sebesar 0,7 m/detik, hasil tersebut sama dengan simulasi menggunakan *software* WaterCAD.

4.5 Perencanaan Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di

Perencanaan pengembangan jaringan distribusi air bersih dilakukan hingga 20 tahun kedepan, yaitu sampai 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:

1. Penambahan sumber baru dengan kapasitas debit 20 liter/detik
2. Perencanaan pompa
3. Perencanaan Menara air
4. Perencanaan dan pergantian pipa distribusi ke daerah layanan
5. Penambahan PRV dikarenakan tekanan terlalu tinggi dari kriteria perencanaan.

4.5.1 Kondisi Sumber Air Tanah

Sumber air yang digunakan dalam memenuhi kebutuhan air bersih menggunakan sumber air tanah yang sama dengan daerah layanan eksisting di tahun 2016 yaitu sebesar 40 liter/detik, namun untuk perencanaan pengembangan hingga 20 tahun kedepan sumber air tidak mencukupi oleh sebab itu PDAM Kabupaten Pamekasan menambahkan sumber air tanah baru dengan kapasitas 20 liter/detik di Desa Trasak Kecamatan Larangan. Total sumber air tanah untuk kondisi pengembangan sebesar 60 liter/detik dengan prosentase pelayanan 45% dari jumlah penduduk 11 Desa.

4.5.2 Perencanaan Pompa

Pada perencanaan pengembangan ini ada dua buah tambahan pompa, namun satu buah pompanya sudah disediakan oleh PDAM Kabupaten Pamekasan dengan head pompa 90 m, kapasitas pompa 25 liter/detik, jenis pompa submersible dan lokasi berada di sumber air tanah baru (sumber trasak). Sedangkan untuk pompa lainnya direncanakan dengan melihat nilai head total pompa dan debit yang tersedia, serta data-data yang mendukung. Pemilihan jenis pompa dilakukan dengan mencocokkan hasil perhitungan pompa dengan spesifikasi teknis pompa yang sudah ada di pasaran. Berikut ini merupakan spesifikasi teknis pompa yang digunakan dalam studi ini :

4.5.2.1 Debit Rencana Pompa

Besarnya debit air yang akan dipompa tergantung pada besarnya kebutuhan air penyediaan dilokasi sumber. Besarnya debit yang dioperasikan pompa adalah sebagai berikut (Sularso, 2000:20):

$$Q_p = Q \times \frac{24}{T}$$

Dengan:

Q_p = debit pemompaan ($m^3/detik$)

Q = debit kebutuhan rata-rata ($m^3/detik$)

T = jumlah kerja aliran yang direncanakan (jam)

$$\begin{aligned} Q_p &= 23 \times \frac{24}{17} \\ &= 32,47 \text{ liter/detik} \\ &= 0,033 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 118,8 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4.5.2.2 Perhitungan Head Total Pompa

Head total pompa yang harus digunakan untuk mengalirkan jumlah debit air seperti yang direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi daerah yang akan dilayani. Rumus head total pompa sebagai berikut :

$$H_p = h_f + h_{Lm} + Z_B + \frac{V_B^2}{2g}$$

Keterangan:

h_p = Head total pompa (m)

h_f = kehilangan tinggi akibat gesekan pada pipa (m)

h_{Lm} = kehilangan minor (m)

Z_B = beda tinggi antara muka air keluar dan isap (m)

4.5.2.2.1 Kehilangan Tinggi Mayor (*Major Losses*)

Untuk menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan pada pipa akibat gesekan (*Major Losses*) digunakan rumus (2-16) dan (2-17) . Pada studi ini direncanakan menggunakan pipa sesuai data perencanaan, untuk perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} k &= \frac{10,675 \cdot L}{C_{hw}^{1,85} \cdot D^{4,87}} \\ k &= \frac{10,675 \cdot 7780}{150^{1,85} \cdot 0,15^{4,87}} \\ &= 80540,48 \end{aligned}$$

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

$$h_f = 80540,48 \cdot 0,023^{1,85}$$

$$h_f = 75,03 \text{ m}$$

4.5.2.2.2 Kehilangan Tinggi Tekan Minor (*Minor Losses*)

Untuk menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan pada pipa akibat gesekan (*Minor Losses*) digunakan rumus (2-18):

$$h_{Lm} = k \frac{v^2}{2g}$$

Dengan :

- h_{Lm} = kehilangan tinggi tekan minor (m)
 K = koefisien kontraksi
 V = kecepatan rata-rata dalam pipa (m/detik)
 g = percepatan gravitasi (m/detik)

Pada studi ini direncanakan menggunakan pipa sesuai dengan data perencanaan sebagai berikut:

- Debit (Q) = 0,023 liter/detik
 Diameter pipa (D) = 0,15 m
 Koefisien kehilangan minor = 0,98 (belokan 90^0)

Berdasarkan data perencanaan diatas, maka kehilangan tinggi akibat gesekan pipa sebagai berikut:

$$A = \frac{3,14 \times 0,15^2}{4}$$

$$A = 0,0177 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{0,023}{0,0177}$$

$$V = 1,302 \text{ m}^2/\text{detik}$$

Sehingga nilai kehilangan tinggi minornya adalah:

$$\begin{aligned}
 h_{Lm} &= k \frac{v^2}{2g} \\
 &= 0,98 \times \frac{1,302^2}{2 \times 9,81} \\
 &= 0,07 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4.5.2.2.3 Head Total Pompa

Berdasarkan rumus (2-19), maka head total pompa dihitung sebagai berikut:

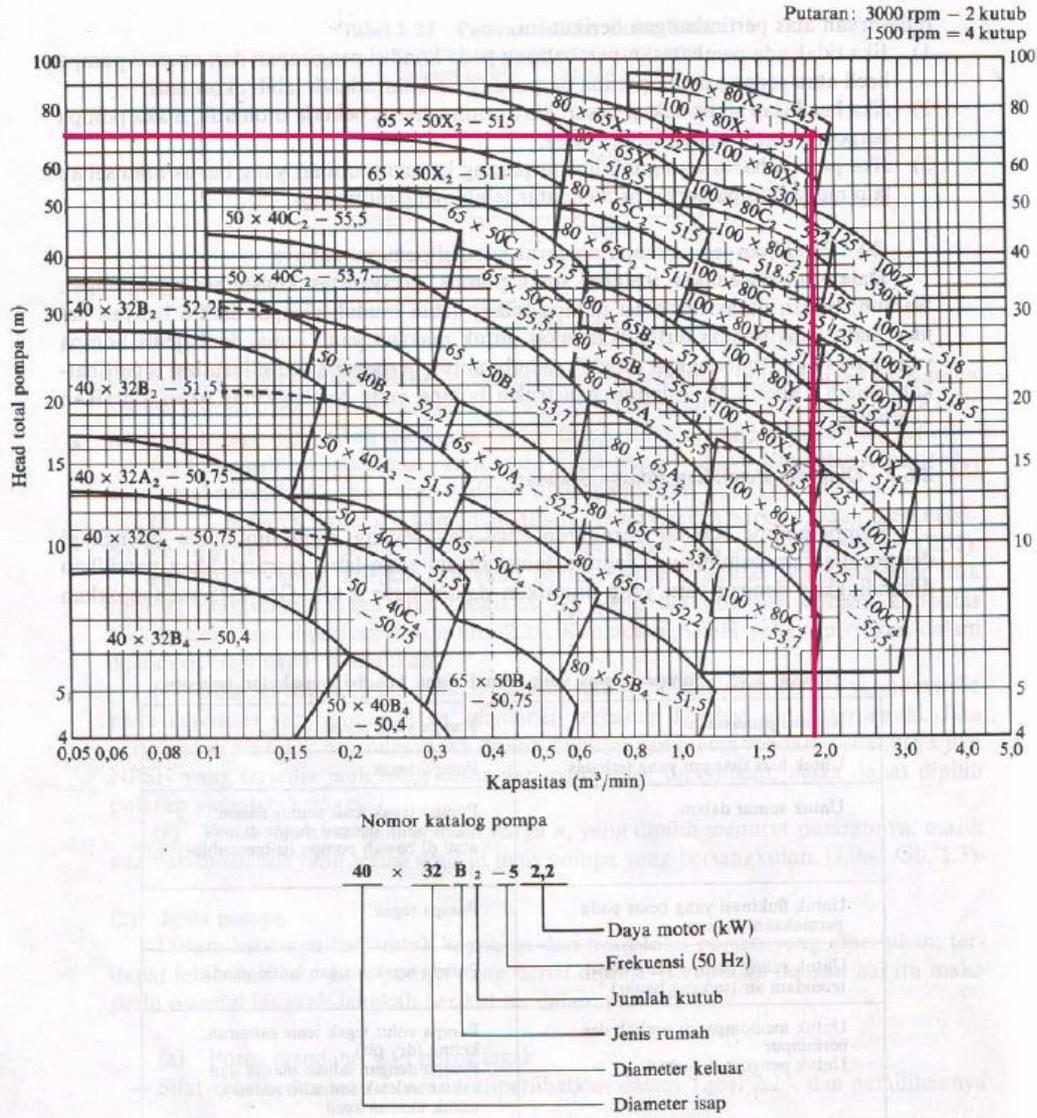
$$\begin{aligned}
 h_p &= h_f + h_{Lm} + Z_B + \frac{V_B^2}{2g} \\
 &= 75,03 + 0,07 + 2 + \frac{1,302^2}{2 \times 9,81} \\
 &= 77,18 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan hidrolika pompa tersebut maka dibutuhkan head pompa sebesar 77,18 m untuk dapat mengalirkan kapasitas debit sebesar 33 liter/detik.

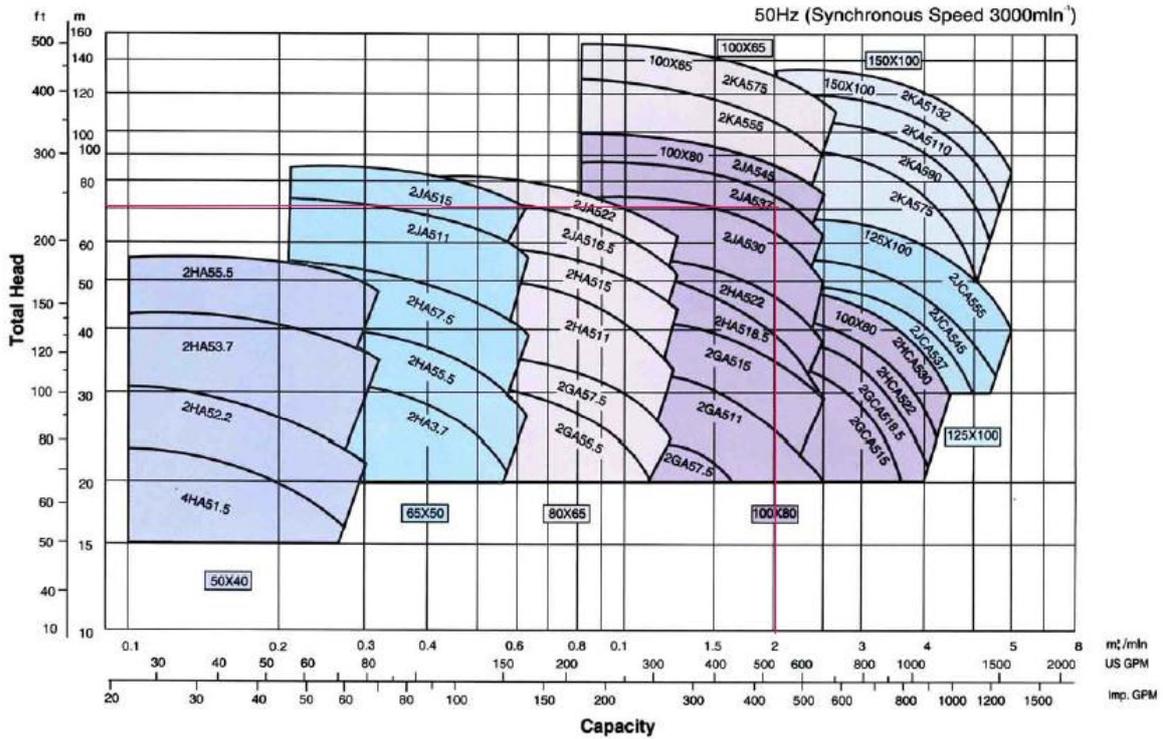
4.5.2.3 Pemilihan Pompa dan Daya Pompa

Berdasarkan perencanaan perhitungan diatas, maka pemilihan pompa dilakukan dengan mempertimbangkan total head pompa dan kapasitas debit yang akan dialirkan, serta data-data yang mendukung. Pemilihan jenis pompa dilakukan dengan mencocokkan

hasil perhitungan pompa dengan spesifikasi teknis pompa yang sudah ada di pasaran. Hasil penentuan jenis pompa dapat dilihat pada gambar 4.10 - 4.14.

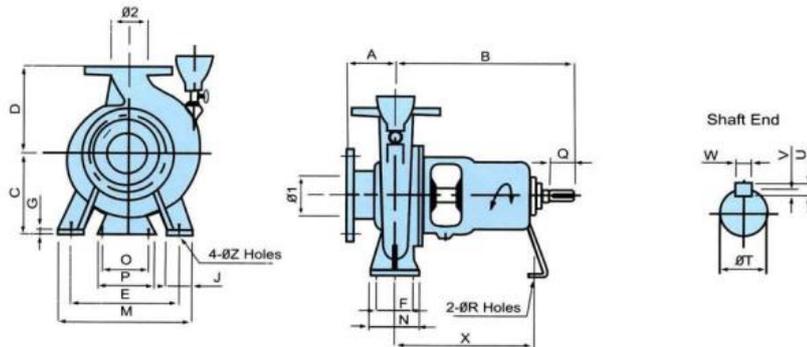


Gambar 4.10 Kurva Pemilihan Jenis Pompa
Sumber : Sularso, 1985:52

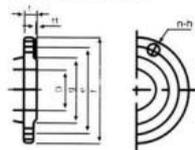


Gambar 4.11 Kurva pemilihan jenis pompa sentrifugal
 Sumber : lukesindonesia.com

DIMENSIONS - BARE SHAFT PUMP



FLANGE JIS 10K RF



Dimension - Flange

D	f	e	g	t1	t	n	h
mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm
40	140	105	81	2	20	4	19
50	155	120	96	2	20	4	19
65	175	140	116	2	22	4	19
80	185	150	126	2	22	8	19
100	210	175	151	2	24	8	19
125	250	210	182	2	24	8	23
150	280	240	212	2	26	8	23
200	330	290	262	2	26	12	23

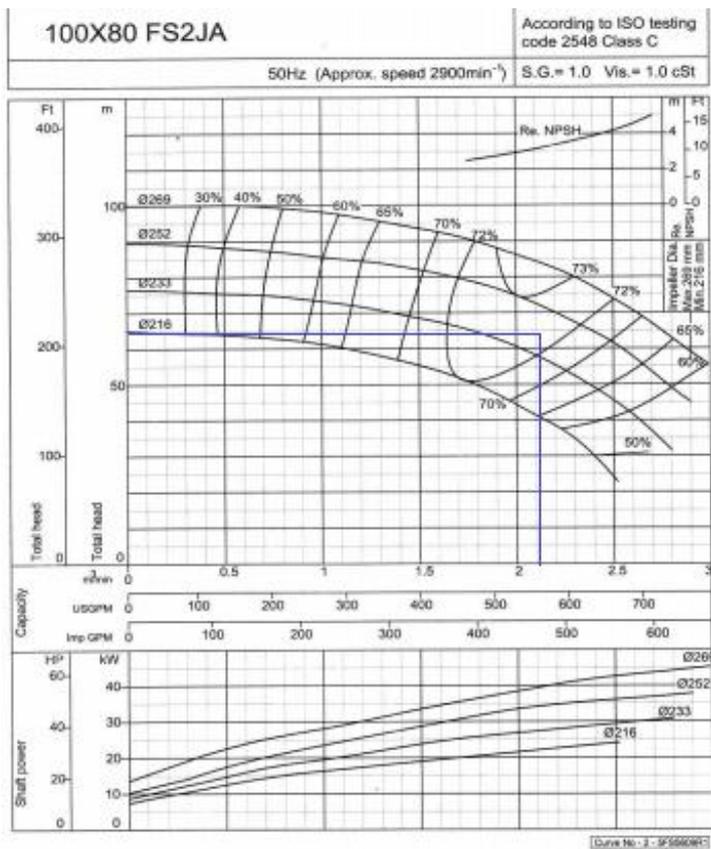
Gambar 4.12 Data Teknis Pompa
 Sumber : Lukesindonesia.com

Dimension - Pump

Model	Size		Pump														Shaft					wt kg													
	φ1	φ2	A	B	C	D	E	F	G	J	M	N	O	P	R	X	Z	T	Q	U	V		W												
50x40 FSHA	50	40	80	360	160	180	190	70	12	50	240	100	110	150	17	285	15	24	50	7	4	8	37												
65x50 FSHA	65	50	100	360	160	180	212	70	12	50	265	100	110	150	17	285	15	24	50	7	4	8	42												
65x50 FSJA					180	225	250	95	14	65	320	125											49												
80x65 FSGA	80	65	100	360	160	180	212	70	12	50	265	100	110	150	17	285	15	24	50	7	4	8	39												
80x65 FSHA					160	200	212	70	12	50	265	100											48												
80x65 FSJA					180	225	250	95	14	65	320	125											60												
80x65 FSKA					125	470	225	280	315	120	16	80											400	160	370	19	32	80	8	5	10	108			
100x80 FSGA	100	80	100	360	160	200	212	70	12	50	265	100	110	150	17	285	15	24	50	7	4	8	49												
100x80 FSHA					180	225	250	95	14	65	320	125											62												
100x80 FSJA					200	250	280	120	15	80	360	160											70												
100x80 FSGCA					125	360	180	225	250	95	14	65											320	125	15	32	80	8	5	10	62				
100x80 FSHCA					250	280					345												65												
125x100 FSJCA	125	100	140	360	225	280	315	120	16	80	400	160	110	150	17	285	19	32	80	8	5	10	108												
125x100 FSKA				470	250	315	315	120	16	80	400	160											110	150	17	285	19	32	80	8	5	10	128		
125x100 FSLA				530	280	355	400	150	20	100	500	200														370	24	42	110						168
150x125 FSHA				150	125	140	470	250	315	315	120	15											80	400	160	110	150	17	370	19	32	80	8	5	10
150x125 FSJA	355	355	400				150	16	100	500	200	110	150	17	370	24	42	110	8	5	10	128													
150x125 FSKA	280	355	400				150	16	100	500	200	110	150	17	370	24	42	110	8	5	12	170													
150x125 FSLA	315	400	400				150	20	100	500	200	110	150	17	370	24	42	110	8	5	12	205													
200x150 FSHA	200	150	160	470	280	355	400	150	18	100	500	200	110	150	17	370	24	32	80	8	5	10	137												
200x150 FSJA				530	280	375	400	150	18	100	500	200											110	150	17	370	24	42	110	8	5	12	183		
200x150 FSKA				670	315	400	450	20	100	550	200	140											180	19	500										222
200x150 FSLA																																			

Unit:mm, unless otherwise stated

Gambar 4.13 Data Teknis Pompa
Sumber : Lukesindonesia.com



Gambar 4.14 Kurva Power Pompa
Sumber: Lukesindonesia.com

Dari kurva diatas didapat:

Debit kebutuhan	: 33 liter/detik atau 1,98 m ³ /menit
Head total	: 77 m
Merk	: EBARA
Dimeter isap	: 100 mm
Diameter outlet	: 80 mm
Jumlah kutub	: 2
Frekuensi	: 50 Hz
Daya motor	: 3,7 kW
Jumlah putaran	: 3000 rpm
Berat	: 70 kg
Efisiensi	: 72%

1.5.3 Perencanaan Menara Air

Menara air berfungsi untuk untuk menampung persediaan air pada tinggi yang cukup untuk memberi tekanan pada sistem distribusi air ke daerah layanan. Pada pengembangan tahun 2036 terdapat penambahan satu menara air untuk mengurangi kinerja pompa dan memaksimalkan pelayanan distribusi air bersih di Kecamatan Pademawu. Perencanaan menara air ini mengacu pada Peraturan Menteri tahun 2007 tentang SPAM yaitu menara air harus dekat dengan daerah pelayanan, tinggi menara air ditentukan sehingga tekanan memenuhi kriteria perencanaan, menara air pada studi in menggunakan beton, berikut spesifikasi menara air:

- Elevasi dasar : +39.00
- Elevasi minimum : +39.25
- Elevasi intial : +42.75
- Elevasi maksimum : +43.00
- Tinggi menara air: 10 m

Berikut tabel perhitungan kondisi muka air pada menara air.

Tabel 4. 20 Perhitungan Kondisi Muka Air pada Menara Air

Jam Ke	Operasi Tandon	Multiplier (faktor beban konsumen)	Continuous Multipliers	Debit Inflow lt/detik	Debit Outflow lt/detik	Net Inflow lt/detik	Net Inflow m ³	Volume Inflow / jam m ³	Volume Outflow / jam m ³	Volume Komulatif Inflow m ³	Volume Komulatif Outflow m ³	Volume Air Efektif m ³	Volume Air Total m ³	H Air di Tandon m
0	1	0,25	0,28	40	19,24	20,76	74,74	144	69,26	144	69,26	87,50	93,75	3,75
1	1	0,31	0,34	20	19,47	0,53	1,91	72	70,09	216	139,36	87,50	93,75	3,75
2	1	0,37	0,41	20	19,91	0,09	0,32	72	71,68	288	211,03	87,50	93,75	3,75
3	1	0,45	0,55	20	20,39	-0,39	-1,40	72	73,40	360	284,44	87,50	93,75	3,75
4	1	0,64	0,90	20	21,48	-1,48	-5,33	72	77,33	432	361,76	86,10	92,35	3,69
5	1	1,15	1,28	20	25,71	-5,71	-20,56	72	92,56	504	454,32	80,77	87,02	3,48
6	1	1,4	1,47	40	27,01	12,99	46,76	144	97,24	648	551,56	60,21	66,46	2,66
7	1	1,53	1,55	40	27,64	12,36	44,50	144	99,50	792	651,06	87,50	93,75	3,75
8	1	1,56	1,49	40	28,45	11,55	41,58	144	102,42	936	753,48	87,50	93,75	3,75
9	1	1,42	1,40	40	26,62	13,38	48,17	144	95,83	1080	849,31	87,50	93,75	3,75
10	1	1,38	1,33	40	27,00	13,00	46,80	144	97,20	1224	946,51	87,50	93,75	3,75
11	1	1,27	1,24	20	26,04	-6,04	-21,74	72	93,74	1296	1040,26	87,50	93,75	3,75
12	1	1,2	1,17	20	25,26	-5,26	-18,94	72	90,94	1368	1131,19	65,76	72,01	2,88
13	1	1,14	1,16	20	24,79	-4,79	-17,24	72	89,24	1440	1220,44	46,82	53,07	2,12
14	1	1,17	1,18	40	25,26	14,74	53,06	144	90,94	1584	1311,37	29,58	35,83	1,43
15	1	1,18	1,20	40	25,90	14,10	50,76	144	93,24	1728	1404,61	82,64	88,89	3,56
16	1	1,22	1,27	40	25,75	14,25	51,30	144	92,70	1872	1497,31	87,50	93,75	3,75
17	1	1,31	1,35	40	27,19	12,81	46,12	144	97,88	2016	1595,20	87,50	93,75	3,75
18	1	1,38	1,32	40	27,29	12,71	45,76	144	98,24	2160	1693,44	87,50	93,75	3,75
19	1	1,25	1,12	40	27,06	12,94	46,58	144	97,42	2304	1790,86	87,50	93,75	3,75
20	1	0,98	0,80	40	25,28	14,72	52,99	144	91,01	2448	1881,86	87,50	93,75	3,75
21	1	0,62	0,54	20	22,43	-2,43	-8,75	72	80,75	2520	1962,61	87,50	93,75	3,75
22	1	0,45	0,41	20	21,03	-1,03	-3,71	72	75,71	2592	2038,32	78,75	85,00	3,40
23	1	0,37	0,31	20	20,29	-0,29	-1,04	72	73,04	2664	2111,36	75,04	81,29	3,25
24	1	0,25	0,28	20	19,24	0,76	2,74	72	69,26	2736	2180,63	74,00	80,25	3,21
Jumlah				720,00	586,49			2592,00	2111,36					

Sumber : Hasil Perhitungan

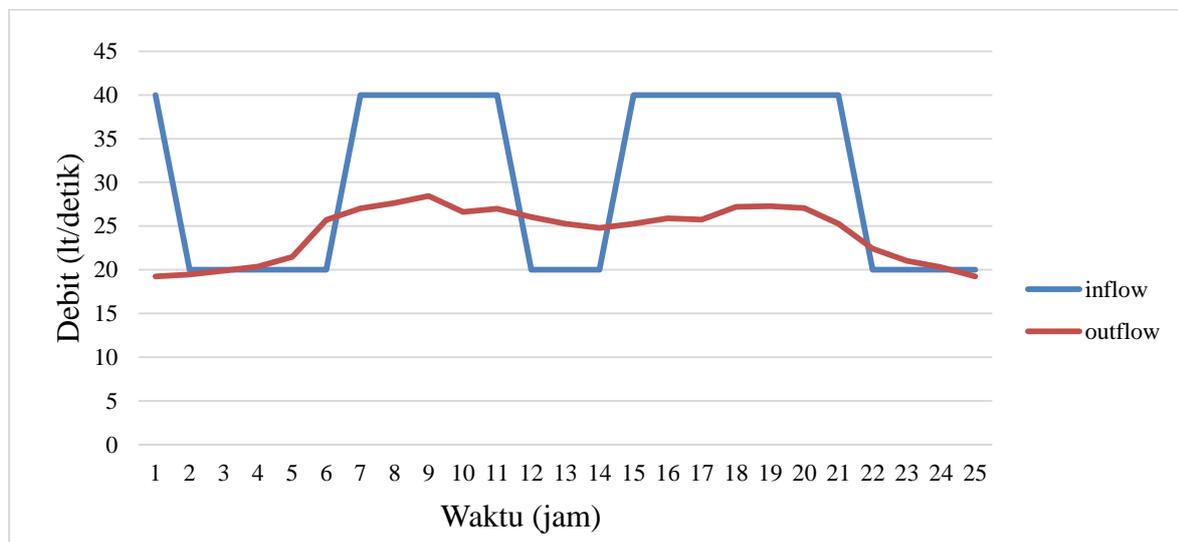
Contoh perhitungan tinggi muka air dalam tandon sebagai berikut:

Dimensi Tandon

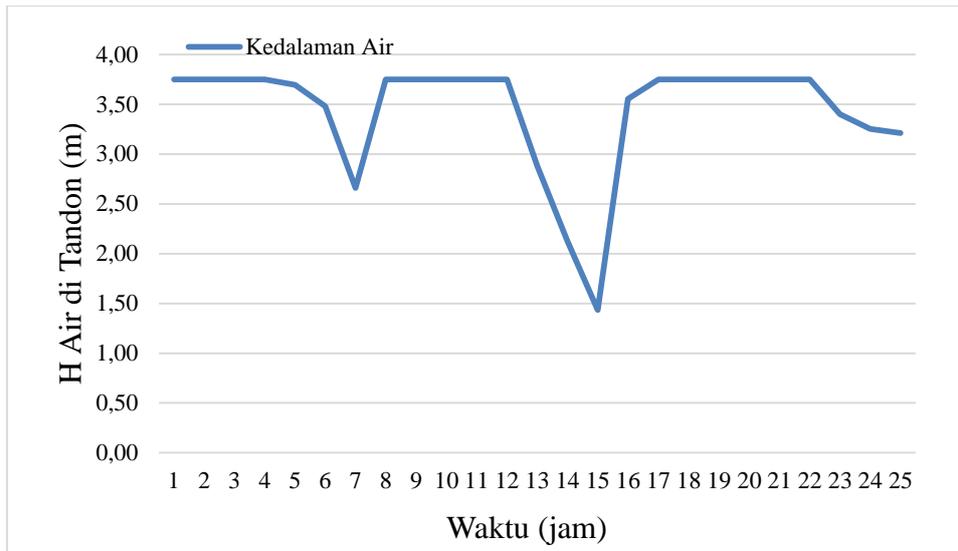
- Hmin = 0,25 m
- Heff = 3,5 m
- Hmax = 4 m
- Area = p x L
= 5 x 5
= 25 m²
- Volume efektif = area x Heff
= 25 x 3,5
= 87,5 m³
- Volume mati = area x Hmin
= 25 x 0,25
= 6,25 m³
- Faktor beban = 0,25 (ketentuan)
- Kebutuhan air rata-rata = 18,23 liter/detik
- Continuous Multiplier = $\frac{\text{Faktor beban jam ke 24.00} + \text{faktor beban jam ke 08.00}}{2}$
= $\frac{0,25 + 1,56}{2}$
= 1,49
- Inflow = 40 liter/detik (kondisi eksisting)
- Outflow = Continuous multiplier x kebutuhan air pada kondisi eksisting
= 1,49 x 18,23
= 28,45 liter/detik
- Net Inflow = Inflow-Outflow
= 40 - 28,45
= 11,55 liter/detik
- Volume inflow = (debit inflow x 3600)/ 1000
= (40 x 3600) / 1000
= 144 m³
- Volume outflow = (debit outflow x 3600)/1000
= (28,45 x 3600)/ 1000
= 102,42m³

- Volume komulatif inflow = Vol. Inflow + Komulatif Inflow (jam sebelumnya)
= 144 + 0
= 144 m³
- Volume Komulatif outflow = Vol. Outflow + Komulatif outflow (jam sebelumnya)
= 102,42 + 792
= 894,42 m³
- Volume air efektif = volume efektif sebelumnya + net inflow jam 7.00
= 87,5 + 11,55
= 98,55 m³
- Volume air total = vol air efektif + vol mati
= 87,5 + 6,25
= 93,75 m³
- Tinggi air di tandon = vol total dalam tandon / luas area
= 93,75 / 78,5
= 3,75 m

Berikut adalah grafik fluktuasi tinggi air didalam tandon.



Gambar 4.15 Grafik *Inflow* dan *Outflow* Tandon Kondisi Pengembangan



Gambar 4.16 Grafik Fluktuasi Muka Air Dalam Tandon Kondisi Pengembangan
Sumber: Hasil Perhitungan

4.5.4 Perencanaan dan Pergantian Pipa Distribusi ke Daerah Layanan

Pada perencanaan pengembangan ada penambahan pipa distribusi dan juga pergantian pipa pada kondisi eksisting yang disebabkan kondisi aliran dan tekanan di pipa tersebut tidak memenuhi kriteria perencanaan, berikut tabel 4.30 Penambahahan dan pergantian pipa untuk perencanaan pengembangan:

Tabel 4.21 Penambahan dan Pergantian Pipa untuk Perencanaan Pengembangan

No	Nama Pipa	Panjang (m)	Diameter Kondisi Eksisting (mm)	Diameter Kondisi Pengembangan (mm)
1	P-16	632	110	200
2	P-17	547	110	200
4	P-30	5	150	200
5	P-31	136	150	200
6	P-34	185	150	200
9	P-37	710	150	200
10	P-60	427		110
11	P-61	960		110
12	P-62	612		900
13	P-63	466		900
14	P-64	421		900
15	P-65	480		900
16	P-66	776		110
17	P-67	634		110
18	P-68	591		63
19	P-69	788		110
20	P-70	817		90
21	P-71	883		90

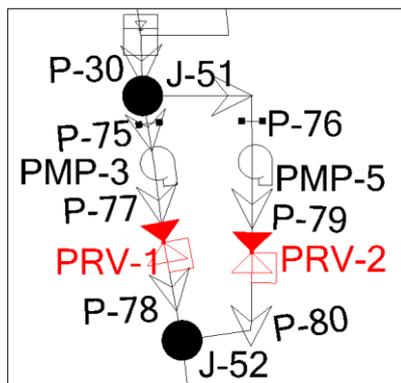
Lanjutan Tabel 4.21 Penambahan dan Pergantian Pipa untuk Perencanaan Pengembangan

No	Nama Pipa	Panjang (m)	Diameter Kondisi Eksisting (mm)	Diameter Kondisi Pengembangan (mm)
23	P-73	400		63
24	P-74	795		63
25	P-75	2	150	200
26	P-76	5		200
27	P-77	3	150	200
28	P-78	3	150	200
29	P-79	3		150
30	P-80	3		150
31	P-82	750		200

Sumber : Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*

4.5.5 Penambahan Pressure Reducer Valve (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 4. 17 Perletakan PRV

Sumber: Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*

Berikut ini hasil simulasi PRV-1 hasil simulasi dengan bantuan *software WaterCAD V8i* dapat dilihat pada Tabel 4.21:

Tabel 4.22 Hasil Simulasi pada PRV-1

Waktu (Jam)	Debit (liter/detik)	Pressure Loss (atm)
0	3,3	1,1
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	15,1	0
7	15,27	0
8	14,49	0
9	14,51	0
10	14,68	0
11	0	0
12	0	0
13	26,37	0
14	27,06	0
15	27,29	0
16	28,22	0
17	14,79	0
18	14,43	0
19	13,98	0
20	22,67	0
21	14,34	0
22	10,41	0,3
23	8,56	0,5
24	3,3	0,8

Sumber : Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*

4.5.6 Analisa Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i* untuk Kondisi Pengembangan

Kondisi pengembangan jaringan distribusi air bersih tahun 2036 menggunakan jaringan yang sudah ada (kondisi eksisting) dengan adanya penambahan jaringan distribusi, penambahan 2 jenis pompa yaitu sentrifugal dan submersible, penambahan menara air dan juga pergantian pipa dan penambahana PRV guna menstabilkan tekanan yang terjadi, berikut gambar jaringan distribusi air bersih kondisi pengembangan.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

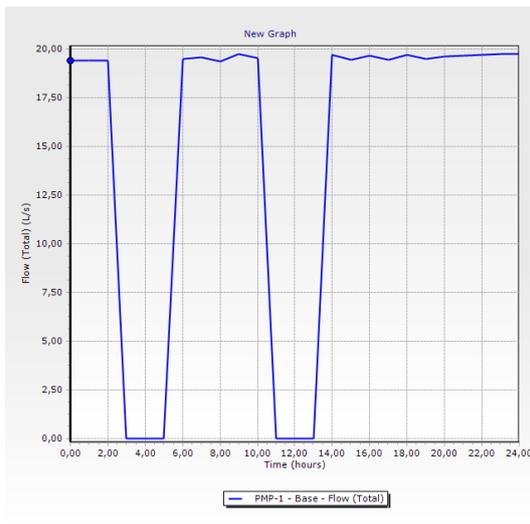
4.5.6.1 Analisa Pompa untuk Kondisi Pengembangan

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, Selanjutnya spesifikasi pompa akan dijelaskan sebagai berikut:

a. Pompa 1

- Tipe pompa : Supmersible
- Head pompa : 90 m
- Kapasitas : 20 liter/detik
- Efisiensi : 65%
- Letak : Sumber Peltong 1
- Jam kerja pada kondisi eksisting : 24 jam
- Jam kerja pompa kondisi pengembangan : 18 jam

Untuk pola operasinya dari jam 0:00 sampai jam 2:00 pompa hidup (2 jam), kemudian pada jam 6:00 sampai jam 10:00 (5 jam) pompa hidup pada tahap 2, pompa hidup lagi dari jam 14:00-23:00 (11 jam). Berikut gambar grafik outflow pompa 1:



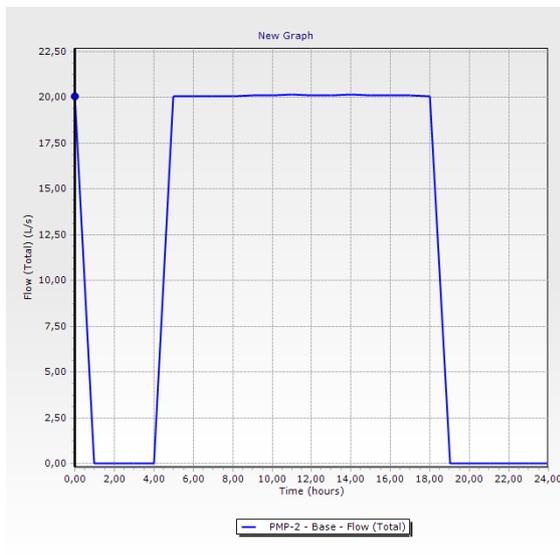
Gambar 4.18 Grafik Outflow Pompa 1

Sumber : Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*

b. Pompa 2

- Tipe pompa : Supmersible
- Head pompa : 90 m
- Kapasitas : 20 liter/detik
- Efisiensi : 65%
- Letak : Sumber Peltong 2
- Jam kerja kondisi eksisting : 24 jam
- Jam kerja kondisi pengembangan : 15 jam

Untuk pola operasinya pompa hidup dari pukul 5:00-18:00 (14 jam), berikut grafik outflow pompa 2:



Gambar 4.19 Grafik Outflow Pompa 2
Sumber : Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*

c. Pompa 3

- Tipe pompa : Sentrifugal
- Head pompa : 60 m
- Kapasitas : 25 liter/detik
- Efisiensi : 70%
- Letak : Setelah Tandon
- Jam kerja kondisi eksisting : 20 jam
- Jam kerja kondisi pengembangan : 17 jam

Untuk pola operasinya dari jam 6:00 sampai jam 10:00 pompa hidup (5 jam), kemudian pada jam 11:00 sampai jam 12:00 (2jam) pompa mati, pompa hidup lagi pada pukul 13:00-24:00 (12jam). Berikut gambar grafik outflow pompa 3:



Gambar 4.20 Grafik Outflow Pompa 3
Sumber : Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*

d. Pompa 4

- Tipe pompa : Submersible
- Head pompa : 90 m
- Kapasitas : 25 liter/detik
- Efisiensi : 65%
- Letak : Sumber baru
- Jam kerja : 17 jam

Untuk pola operasinya dari jam 3:00 sampai jam 20:00 pompa hidup (8 jam), Berikut gambar grafik outflow pompa 4:

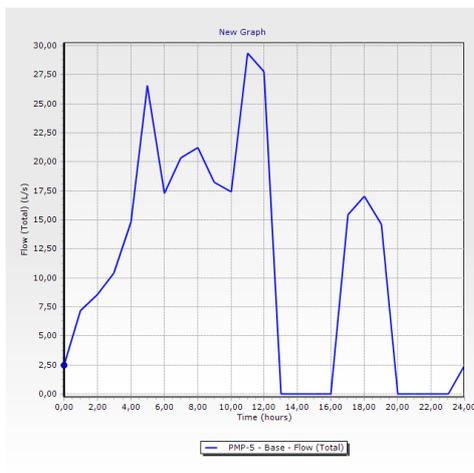


Gambar 4.21 Grafik Outflow Pompa 4
Sumber : Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*

e. Pompa 5

- Tipe pompa : Sentrifugal
- Head pompa : 76 7m
- Kapasitas : 35 liter/detik
- Efisiensi : 72%
- Letak : Setelah tandon
- Jam kerja : 16 jam

Untuk pola operasinya dari jam 00:00 sampai jam 12:00 pompa hidup (13 jam), kemudian pada jam 13:00 sampai jam 16:00 (4jam) pompa mati, pompa hidup lagi pada pukul 17:00-19:00 (3jam). Berikut gambar grafik outflow pompa 5:



Gambar 4.22 Grafik Outflow Pompa 5

Sumber : Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*

4.5.6.2 Analisa Tandon untuk Kondisi Pengembangan

Tabel 4.23 Kondisi Muka air dalam Tandon Kondisi Pengembangan

Jam Ke	Operasi Tandon	Multiplier (faktor beban konsumen)	Continuous Multipliers	Debit Inflow	Debit Outflow	Net Inflow	Net Inflow	Volume Inflow / jam	Volume Outflow / jam	Volume Komulatif Inflow	Volume Komulatif Outflow	Volume Air Efektif	Volume Air Total	H Air di Tandon
				lt/detik	lt/detik	lt/detik	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
0	1	0,25	0,28	16	6,50	9,62	34,62	58	23,41	58	23,41	274,75	294,38	3,75
1	1	0,31	0,34	16	7,90	7,96	28,67	57	28,43	115	51,84	274,75	294,38	3,75
2	1	0,37	0,41	16	9,52	6,09	21,91	56	34,28	171	86,12	274,75	294,38	3,75
3	1	0,45	0,55	15	12,66	2,49	8,97	55	45,57	226	131,69	274,75	294,38	3,75
4	1	0,64	0,90	14	20,79	-6,76	-24,33	51	74,83	276	206,53	274,75	294,38	3,75
5	1	1,15	1,28	32	29,61	2,80	10,07	117	106,61	393	313,13	250,42	270,05	3,44
6	1	1,4	1,47	32	34,03	-1,62	-5,82	117	122,49	510	435,63	260,49	280,12	3,57
7	1	1,53	1,55	32	35,88	-3,47	-12,51	117	129,18	626	564,81	254,67	274,30	3,49
8	1	1,56	1,49	32	34,61	-2,20	-7,91	117	124,58	743	689,39	242,17	261,79	3,33
9	1	1,42	1,40	32	32,52	-0,11	-0,38	117	117,06	860	806,45	234,26	253,88	3,23
10	1	1,38	1,33	32	30,77	1,64	5,89	117	110,79	976	917,24	233,88	253,50	3,23
11	1	1,27	1,24	32	28,68	3,73	13,41	117	103,26	1093	1020,50	239,76	259,39	3,30
12	1	1,2	1,17	32	27,17	5,24	18,85	117	97,83	1210	1118,33	253,18	272,80	3,48
13	1	1,14	1,16	32	26,83	5,58	20,10	117	96,57	1326	1214,91	272,03	291,65	3,72
14	1	1,17	1,18	32	27,29	5,12	18,43	117	98,25	1443	1313,15	274,75	294,38	3,75
15	1	1,18	1,20	32	27,87	4,54	16,34	117	100,34	1560	1413,49	274,75	294,38	3,75
16	1	1,22	1,27	32	29,38	2,62	9,43	115	105,77	1675	1519,26	274,75	294,38	3,75
17	1	1,31	1,35	32	31,24	0,76	2,74	115	112,46	1790	1631,72	274,75	294,38	3,75
18	1	1,38	1,32	32	30,54	1,46	5,25	115	109,95	1905	1741,67	274,75	294,38	3,75
19	1	1,25	1,12	13	25,90	-13,39	-48,19	45	93,23	1950	1834,90	274,75	294,38	3,75
20	1	0,98	0,80	14	18,58	-4,71	-16,96	50	66,89	2000	1901,79	226,56	246,18	3,14
21	1	0,62	0,54	15	12,43	2,78	10,02	55	44,73	2055	1946,52	209,60	229,22	2,92
22	1	0,45	0,41	16	9,52	6,27	22,56	57	34,28	2112	1980,81	219,62	239,25	3,05
23	1	0,37	0,31	16	7,20	8,78	31,61	58	25,92	2170	2006,73	242,18	261,81	3,34
24	1	0,25	0,28	16	6,50	9,83	35,38	59	23,41	2228	2030,14	273,79	293,42	3,74
Jumlah				18,00	557,42			2170,26	2006,73					

Sumber: Hasil perhitungan

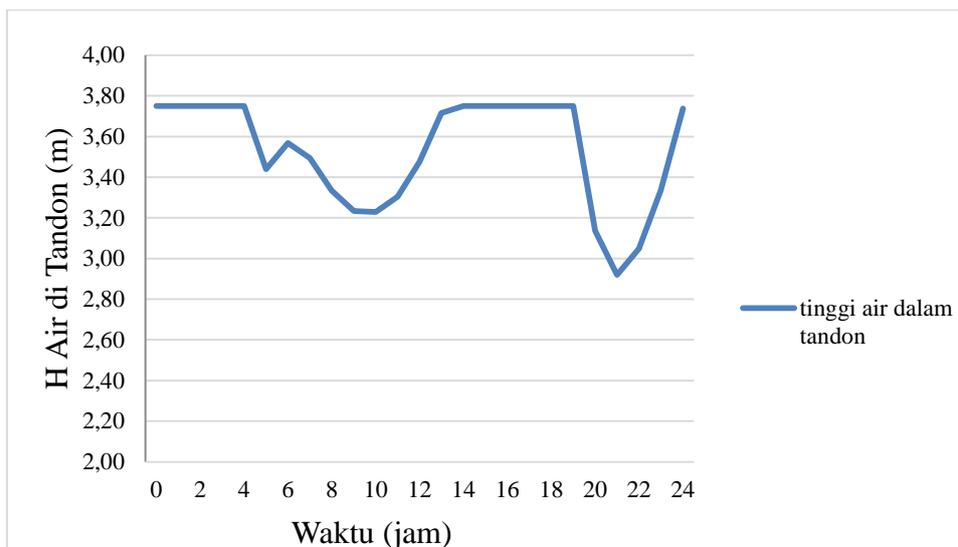
Contoh perhitungan tinggi muka air dalam tandon sebagai berikut:

Dimensi Tandon

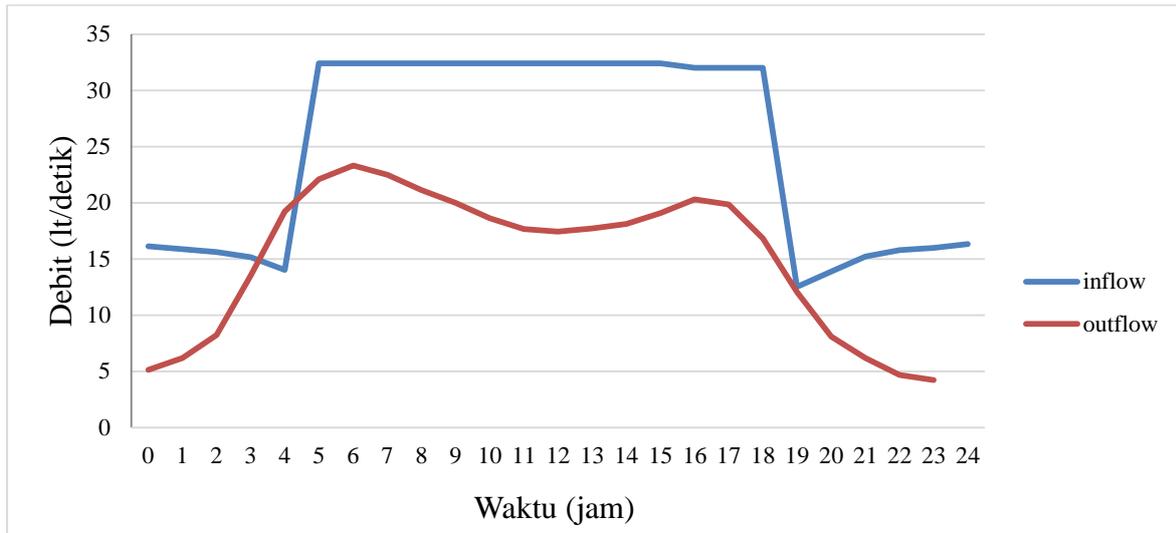
- Hmin = 0,25 m
- Heff = 3,5 m
- Hmax = 4 m
- Diameter = 10 m
- Area = $\frac{1}{4}\pi D^2$
= $\frac{1}{4}3,14 \cdot 10^2$
= 78,5
- Volume efektif = area x Heff
= 78,5 x 3,5
= 274,75 m³
- Volume mati = area x Hmin
= 78,5 x 0,25
= 19,625 m³
- Faktor beban = 0,25 (ketentuan)
- Kebutuhan air rata-rata = 23,23 liter/detik
- Continuous Multiplier = $\frac{\text{Faktor beban jam ke 24.00} + \text{faktor beban jam ke 01.00}}{2}$
= $\frac{0,25 + 0,31}{2}$
= 0,28
- Inflow = 16 liter/detik (kondisi eksisting)
- Outflow = Continuous multiplier x kebutuhan air pada kondisi eksisting
= 0,28 x 23,23
= 6,504 liter/detik
- Net Inflow = Inflow - Outflow
= 16 - 6,504
= 9,45 liter/detik
- Volume inflow = (debit inflow x 3600) / 1000
= (16 x 3600) / 1000
= 57,6 m³

- Volume outflow $= (\text{debit outflow} \times 3600)/1000$
 $= (6,504 \times 3600)/ 1000$
 $= 23,41 \text{ m}^3$
- Volume komulatif inflow= Vol. Inflow + Komulatif Inflow (jam sebelumnya)
 $= 57,6 + 0$
 $= 64,8 \text{ m}^3$
- Volume Komulatif outflow = Vol. Outflow + Komulatif outflow (jam sebelumnya)
 $= 23,41 + 0$
 $= 23,41 \text{ m}^3$
- Volume air efektif = volume efektif sebelumnya + net inflow jam 24.00
 $= 274,75 + 0$
 $= 274,75 \text{ m}^3$
- Volume air total = vol air efektif + vol mati
 $= 274,75 + 19,625$
 $= 294,375 \text{ m}^3$
- Tinggi air di tandon = vol total dalam tandon / luas area
 $= 294,375 / 78,5$
 $= 3,75 \text{ m}$

Berikut adalah grafik fluktuasi tinggi air didalam tandon.



Gambar 4.23 Grafik Fluktuasi Muka Air Dalam Tandon Kondisi Pengembangan
 Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.24 Grafik *Inflow* dan *Outflow* Tandon Kondisi Pengembangan
Sumber: Hasil Perhitungan

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

4.5.6.3 Analisa Kondisi Aliran pada Pipa Distribusi Kondisi Pengembangan (2036)

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:

Tabel 4.24 Hasil Simulasi Aliran pada Pipa Jam 8:00 Kondisi Pengembangan (2036)

Pipa	Diameter (mm)	Material	Panjang Pipa (m)	Debit (L/s)	Kecepatan (m/s)	Syarat Kecepatan (m/det)	Headloss Gradient (m/km)	Syarat Headloss Gradient (m/km)	Keterangan
P-1	200	GI	72	20,1	0,6	0,1 - 2,5	2,8	0 - 15	Memenuhi
P-2	200	PVC	9.550	20,1	0,6	0,1 - 2,5	1,8	0 - 15	Memenuhi
P-3	200	GI	72	19,4	0,6	0,1 - 2,5	2,6	0 - 15	Memenuhi
P-4	200	PVC	2.113	19,4	0,6	0,1 - 2,5	1,7	0 - 15	Memenuhi
P-8	200	PVC	902	28,5	0,9	0,1 - 2,5	3,5	0 - 15	Memenuhi
P-9	200	PVC	878	28,5	0,9	0,1 - 2,5	3,5	0 - 15	Memenuhi
P-10	200	PVC	759	28,5	0,9	0,1 - 2,5	3,5	0 - 15	Memenuhi
P-11	90	PVC	440	4,0	0,6	0,1 - 2,5	4,5	0 - 15	Memenuhi
P-12	200	PVC	640	24,4	0,8	0,1 - 2,5	2,6	0 - 15	Memenuhi
P-13	90	PVC	570	2,7	0,4	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-14	150	PVC	820	21,8	1,2	0,1 - 2,5	8,6	0 - 15	Memenuhi
P-15	150	PVC	841	21,8	1,2	0,1 - 2,5	8,6	0 - 15	Memenuhi
P-16	200	PVC	632	11,5	0,4	0,1 - 2,5	0,6	0 - 15	Memenuhi
P-17	200	PVC	547	11,5	0,4	0,1 - 2,5	0,6	0 - 15	Memenuhi

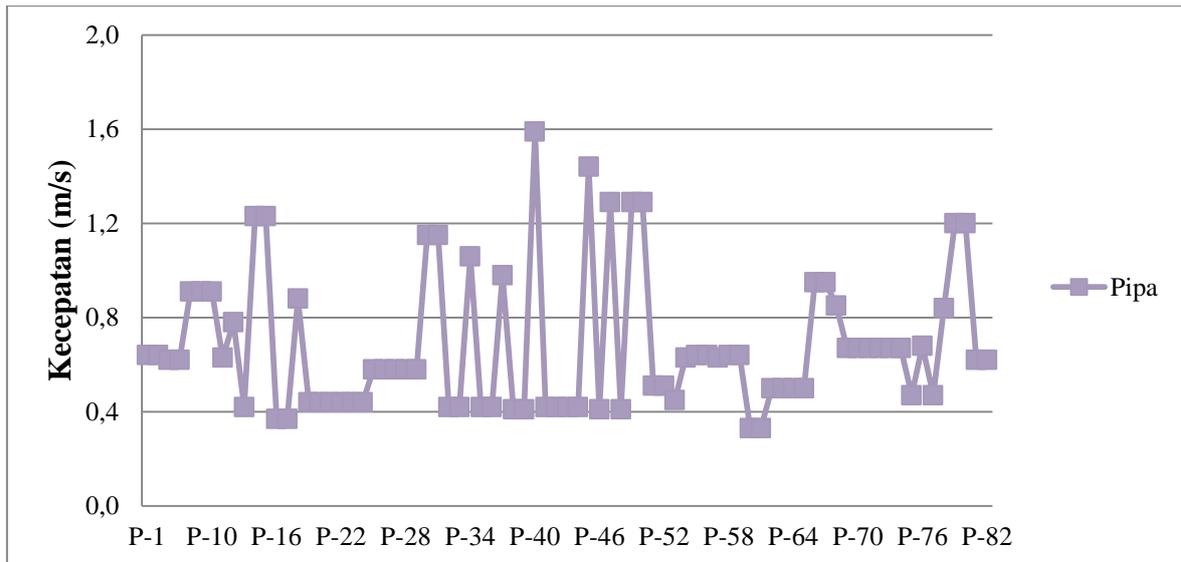
Lanjutan Tabel 4.24 Hasil Simulasi Aliran pada Pipa Jam 8:00 Kondisi Pengembangan (2036)

Pipa	Diameter (mm)	Material	Panjang Pipa (m)	Debit (L/s)	Kecepatan (m/s)	Syarat Kecepatan (m/det)	Headloss Gradient (m/km)	Syarat Headloss Gradient (m/km)	Keterangan
P-18	110	PVC	495	8,3	0,9	0,1 - 2,5	6,6	0 - 15	Memenuhi
P-19	110	PVC	757	4,2	0,4	0,1 - 2,5	1,8	0 - 15	Memenuhi
P-20	110	PVC	630	4,2	0,4	0,1 - 2,5	1,8	0 - 15	Memenuhi
P-21	110	PVC	500	4,2	0,4	0,1 - 2,5	1,8	0 - 15	Memenuhi
P-22	110	PVC	690	4,2	0,4	0,1 - 2,5	1,8	0 - 15	Memenuhi
P-23	110	PVC	268	4,2	0,4	0,1 - 2,5	1,8	0 - 15	Memenuhi
P-24	110	PVC	421	4,2	0,4	0,1 - 2,5	1,8	0 - 15	Memenuhi
P-25	150	PVC	799	10,3	0,6	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-26	150	PVC	560	10,3	0,6	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-27	150	PVC	489	10,3	0,6	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-28	150	PVC	433	10,3	0,6	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-29	150	PVC	950	10,3	0,6	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-30	200	GI	5	36,1	1,2	0,1 - 2,5	8,1	0 - 15	Memenuhi
P-31	200	PVC	136	36,1	1,2	0,1 - 2,5	5,4	0 - 15	Memenuhi
P-32	90	PVC	900	2,7	0,4	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-33	90	PVC	800	2,7	0,4	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-34	200	PVC	185	33,4	1,1	0,1 - 2,5	4,7	0 - 15	Memenuhi
P-35	90	PVC	610	2,7	0,4	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-36	90	PVC	330	2,7	0,4	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-37	200	PVC	710	30,7	1,0	0,1 - 2,5	4,0	0 - 15	Memenuhi
P-38	90	PVC	490	2,6	0,4	0,1 - 2,5	2,0	0 - 15	Memenuhi
P-39	90	PVC	385	2,6	0,4	0,1 - 2,5	2,0	0 - 15	Memenuhi
P-40	150	PVC	200	28,1	1,6	0,1 - 2,5	13,8	0 - 15	Memenuhi
P-41	90	PVC	271	2,7	0,4	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-42	90	PVC	291	2,7	0,4	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-43	90	PVC	810	2,7	0,4	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-44	90	PVC	911	2,7	0,4	0,1 - 2,5	2,1	0 - 15	Memenuhi
P-45	150	PVC	600	25,5	1,4	0,1 - 2,5	11,5	0 - 15	Memenuhi
P-46	90	PVC	401	2,6	0,4	0,1 - 2,5	2,0	0 - 15	Memenuhi
P-47	150	PVC	800	22,9	1,3	0,1 - 2,5	9,4	0 - 15	Memenuhi
P-48	90	PVC	710	2,6	0,4	0,1 - 2,5	2,0	0 - 15	Memenuhi
P-49	110	PVC	550	12,3	1,3	0,1 - 2,5	13,4	0 - 15	Memenuhi
P-50	110	PVC	461	12,3	1,3	0,1 - 2,5	13,4	0 - 15	Memenuhi
P-51	90	PVC	510	3,3	0,5	0,1 - 2,5	3,1	0 - 15	Memenuhi
P-52	90	PVC	400	3,3	0,5	0,1 - 2,5	3,1	0 - 15	Memenuhi
P-53	150	PVC	880	8,0	0,5	0,1 - 2,5	1,3	0 - 15	Memenuhi
P-54	90	PVC	110	4,0	0,6	0,1 - 2,5	4,5	0 - 15	Memenuhi
P-55	63	PVC	260	2,0	0,6	0,1 - 2,5	7,0	0 - 15	Memenuhi
P-56	63	PVC	785	2,0	0,6	0,1 - 2,5	7,0	0 - 15	Memenuhi
P-57	90	PVC	260	4,0	0,6	0,1 - 2,5	4,5	0 - 15	Memenuhi
P-58	63	PVC	440	2,0	0,6	0,1 - 2,5	7,0	0 - 15	Memenuhi

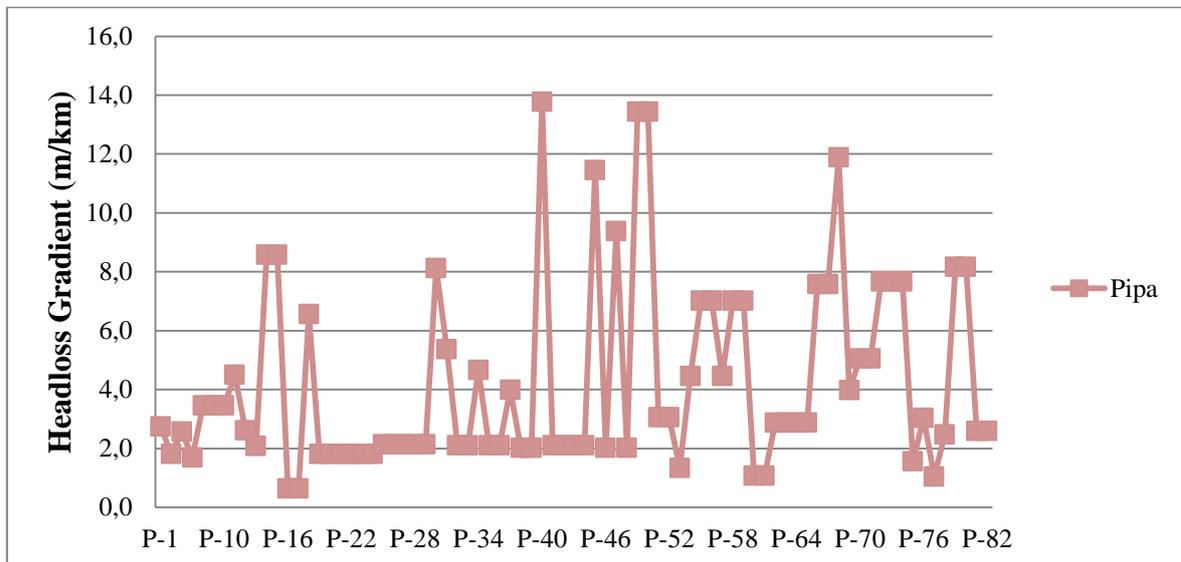
Lanjutan Tabel 4.24 Hasil Simulasi Aliran pada Pipa Jam 8:00 Kondisi Pengembangan (2036)

Pipa	Diameter (mm)	Material	Panjang Pipa (m)	Debit (L/s)	Kecepatan (m/s)	Syarat Kecepatan (m/det)	Headloss Gradient (m/km)	Syarat Headloss Gradient (m/km)	Keterangan
P-59	63	PVC	270	2,0	0,6	0,1 - 2,5	7,0	0 - 15	Memenuhi
P-60	110	PVC	427	3,2	0,3	0,1 - 2,5	1,1	0 - 15	Memenuhi
P-61	110	PVC	960	3,2	0,3	0,1 - 2,5	1,1	0 - 15	Memenuhi
P-62	90	PVC	612	3,2	0,5	0,1 - 2,5	2,9	0 - 15	Memenuhi
P-63	90	PVC	466	3,2	0,5	0,1 - 2,5	2,9	0 - 15	Memenuhi
P-64	90	PVC	421	3,2	0,5	0,1 - 2,5	2,9	0 - 15	Memenuhi
P-65	90	PVC	480	3,2	0,5	0,1 - 2,5	2,9	0 - 15	Memenuhi
P-66	110	PVC	776	9,0	1,0	0,1 - 2,5	7,6	0 - 15	Memenuhi
P-67	110	PVC	634	9,0	1,0	0,1 - 2,5	7,6	0 - 15	Memenuhi
P-68	63	PVC	591	2,7	0,9	0,1 - 2,5	11,9	0 - 15	Memenuhi
P-69	110	PVC	788	6,4	0,7	0,1 - 2,5	4,0	0 - 15	Memenuhi
P-70	90	PVC	817	4,3	0,7	0,1 - 2,5	5,1	0 - 15	Memenuhi
P-71	90	PVC	883	4,3	0,7	0,1 - 2,5	5,1	0 - 15	Memenuhi
P-72	63	PVC	607	2,1	0,7	0,1 - 2,5	7,7	0 - 15	Memenuhi
P-73	63	PVC	400	2,1	0,7	0,1 - 2,5	7,7	0 - 15	Memenuhi
P-74	63	PVC	795	2,1	0,7	0,1 - 2,5	7,7	0 - 15	Memenuhi
P-75	200	GI	2	14,9	0,5	0,1 - 2,5	1,6	0 - 15	Memenuhi
P-76	200	GI	5	21,2	0,7	0,1 - 2,5	3,0	0 - 15	Memenuhi
P-77	200	PVC	3	14,9	0,5	0,1 - 2,5	1,0	0 - 15	Memenuhi
P-78	150	PVC	3	14,9	0,8	0,1 - 2,5	2,5	0 - 15	Memenuhi
P-79	150	PVC	3	21,2	1,2	0,1 - 2,5	8,2	0 - 15	Memenuhi
P-80	150	PVC	3	21,2	1,2	0,1 - 2,5	8,2	0 - 15	Memenuhi
P-81	200	GI	72	19,5	0,6	0,1 - 2,5	2,6	0 - 15	Memenuhi
P-82	200	GI	750	19,5	0,6	0,1 - 2,5	2,6	0 - 15	Memenuhi

Sumber: Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*



Gambar 4.25 Grafik Kecepatan pada Pipa Jam 8:00 Kondisi Pengembangan
Sumber: Hasil Simulasi *Software WaterCAD 8i*



Gambar 4.26 Grafik *Headloss Gradient* pada Pipa Jam 8:00 Kondisi Pengembangan
Sumber: Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*

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.

Untuk mencocokkan hasil simulasi menggunakan *software* dengan perhitungan secara manual, maka dilakukan perhitungan *headloss gradient* dan kecepatan di pipa P-1 pada jam 08:00. Berikut adalah contoh perhitungan:

Contoh perhitungan *headloss gradient* dan kecepatan di pipa P-1:

Diketahui :

- Panjang pipa = 72 m
- Debit = 20 liter/detik
- Chw = 120
- Diameter pipa = 200 mm = 0,2 m

Penyelesaian :

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

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

$$= \frac{10,675 \times 72}{120^{1,85} (0,2)^{4,87}}$$

$$= 277,46$$
- $H_f = k \cdot Q^{1,85}$

$$= 277,46 \cdot (20 \times 10^{-3})^{1,85}$$

$$= 0,2 \text{ m}$$
- Headloss gradient = hf/L

$$= 0,2/72$$

$$= 2,8 \text{ m/km}$$
- $V_i = 0,85 C_{hw} R_i^{0,63} \cdot Sf^{0,54}$

$$Sf = hf/L$$

$$= 0,2/72$$

$$= 2,8 \text{ m/km}$$

$$R_i = D/4$$

$$= 0,2/4$$

$$= 0,05 \text{ m}$$
- $V_i = 0,85 \cdot C_{hw} \cdot R_i^{0,63} \cdot Sf^{0,54}$

$$= 0,85 \cdot 120 \cdot (0,05)^{0,63} \cdot (2,8)^{0,54}$$

$$= 0,6 \text{ m/det}$$

Hasil perhitungan secara manual didapat *headloss gradient* sebesar 1,8 m/km dan kecepatan sebesar 0,6 m/det, hasil tersebut sama dengan simulasi menggunakan *software WaterCAD*. Untuk hasil kondisi aliran pada pengembangan dengan *software WaterCAD V8i* selengkapnya disajikan pada Lampiran-I.

4.5.6.4 Analisa Tekanan pada Titik Simpul Kondisi Pengembangan (Tahun 2036)

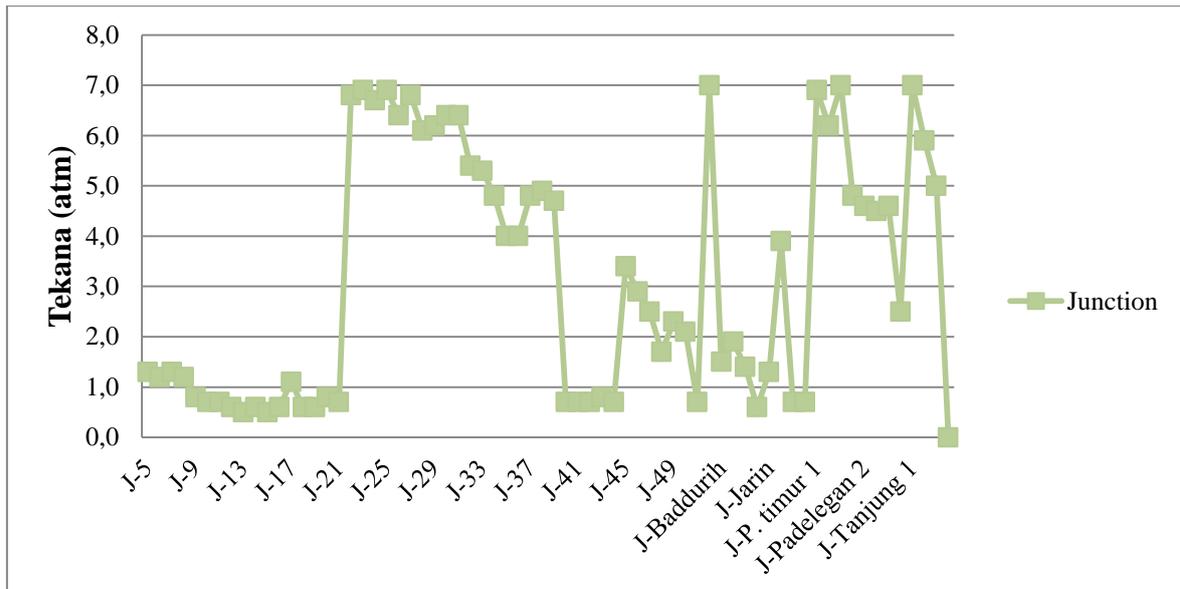
Tabel 4.25 Hasil Simulasi Tekanan pada Titik Simpul Jam 8:00 Kondisi Pengembangan (2036)

Junction	Elevasi	Tinggi Hidraulis (m)	Tekanan (atm)	Syarat Tekanan (atm)	Keterangan
J-5	26	39,9	1,3	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-6	24	36,8	1,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-7	21	34,2	1,3	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-8	20	32,5	1,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-9	17	25,5	0,8	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-10	11	18,3	0,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-11	11	17,9	0,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-12	11	17,5	0,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-13	9	14,3	0,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-14	7	12,9	0,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-15	8	13,4	0,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-16	6	12,1	0,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-17	0	11,6	1,1	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-18	10	16,6	0,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-19	9	15,4	0,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-20	6	14,3	0,8	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-21	6	13,4	0,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-22	9	79,5	6,8	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-23	6	77,6	6,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-24	9	78,7	6,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-25	6	77,4	6,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-26	10	75,8	6,4	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-27	4	74,9	6,8	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-28	10	73,1	6,1	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-29	8	72,5	6,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-30	6	71,9	6,4	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-31	4	70,2	6,4	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-32	10	66,2	5,4	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-33	4	58,7	5,3	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-34	2	51,3	4,8	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-35	3,9	45,1	4,0	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-36	2	43,6	4,0	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-37	8	57,5	4,8	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-38	6	57,0	4,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-39	8	56,4	4,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-40	9,9	17,1	0,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-41	8,9	16,0	0,7	0,50 - 8,00	Memenuhi

Lanjutan Tabel 4.25 Hasil Simulasi Tekanan pada Titik Simpul Jam 8:00 Kondisi Pengembangan

Junction	Elevasi	Tinggi Hidraulis (m)	Tekanan (atm)	Syarat Tekanan (atm)	Keterangan
J-42	6,9	14,3	0,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-43	4,9	12,9	0,8	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-44	4,9	11,7	0,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-45	3,9	39,2	3,4	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-46	3,9	34,4	2,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-47	4,9	31,3	2,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-48	9,9	27,1	1,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-49	2,9	26,6	2,3	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-50	1,9	23,5	2,1	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-51	4	11,3	0,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-52	7,49	80,3	7,0	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Baddurih	1,9	17,4	1,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Bunder	12	31,3	1,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Dasok	18	32,2	1,4	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Durbuk	3,9	10,3	0,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Jarin	8,9	22,7	1,3	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Majungan	2	42,3	3,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-P. Barat 1	5	11,8	0,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-P. Barat 2	4	10,9	0,7	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-P. timur 1	4	76,0	6,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-P.Timur 3	4	68,3	6,2	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-P.timur 2	4	76,7	7,0	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Padelegan 1	6	55,2	4,8	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Padelegan 2	4	51,5	4,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Padelegan 3	8	54,5	4,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Padelegan 4	6	53,3	4,6	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Pagagan	1,9	27,4	2,5	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Tanjung 1	2	74,1	7,0	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Tanjung 2	4	65,4	5,9	0,50 - 8,00	Memenuhi
J-Tanjung 3	6	57,3	5,0	0,50 - 8,00	Memenuhi

Sumber: Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*



Gambar 4.27 Grafik Tekanan Titik Simpul jam 8:00 Kondisi Pengembangan
Sumber: Hasil Simulasi *Software WaterCAD V8i*

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.

Untuk mencocokkan hasil simulasi menggunakan *software* dengan perhitungan secara manual, maka dilakukan perhitungan tekanan di *junction* 22 pada jam 08:00. Berikut adalah contoh perhitungan:

Diketahui:

$$\text{Elevasi J-23} = 6 \text{ m}$$

$$Q_{\text{kebutuhan rata-rata}} = 1,71 \text{ liter/detik}$$

$$Q_{\text{outflow jam ke 8:00}} = Q_{\text{kebutuhan rata-rata}} \times \text{Load factor (8:00)}$$

$$= 1,71 \times 1,56$$

$$= 2,67 \text{ liter/detik}$$

$$C_{\text{hw}} = 150$$

$$\text{Panjang pipa} = 800 \text{ m}$$

$$\text{Diameter pipa} = 90 \text{ mm}$$

Penyelesaian :

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

$$= \frac{10,675 \times 800}{150^{1,85} (0,09)^{4,87}}$$

$$= 99661,64$$

$$\begin{aligned}
 H_f &= k \cdot Q^{1,85} \\
 &= 99661,64 \cdot (2,67 \times 10^{-3})^{1,85} \\
 &= 1,73 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Headloss gradient} &= h_f/L \\
 &= 1,73/800 \\
 &= 2,16 \text{ m/km}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tekanan} &= \text{Hydraulic grade} - \text{elevasi junction} - H_f - \text{Pressure loss} \\
 &= 77,6 - 6 - 2,16 - 0,2 \\
 &= 69,24 \text{ m} = 6,9 \text{ atm}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan secara manual didapat tekanan sebesar 4,7 atm, hasil tersebut sama dengan simulasi menggunakan *software* WaterCAD. Untuk hasil simulasi titik simpul kondisi pengembangan dengan *software* WaterCAD V8i selengkapnya disajikan pada Lampiran-I.

4.6 Anggaran Biaya Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih

Dalam studi ini membahas tentang 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 (Lampiran) dan perhitungan harga pekerjaan mengacu pada AHSP PU Ciptakarya 2016. Berikut adalah rencana anggaran biaya yang disajikan dalam tabel:

Tabel 4.26 Rencana Anggaran Biaya untuk Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih Kecamatan Pademawu

RENCANA ANGGARAN BIAYA					
PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH					
DI KECAMATAN PADEMAWU KABUPATEN PAMEKASAN					
Nama Kegiatan		Penambahan Aspek Penting pada Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih			
Lokasi		Kecamatan Pademawu Kabupaten Pamekasan			
No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
A	PENGADAAN POMPA				
I	POMPA				
1	Pompa Sentrifugal 100X80 FSJA	buah	1,00	37.628.020,00	37.628.020,00
B	PENGADAAN MENARA AIR				
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pembersihan Lapangan	m ²	36,00	12.500,00	450.000,00
2	Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	m	4,00	19.600,00	78.400,00
II	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian Tanah	m ³	8,10	58.700,00	475.470,00
2	Pemadatan Tanah 1m3 per 20cm	m ³	2,40	42.500,00	102.000,00
3	Pembuangan Tanah Sejauh 30m	m ³	2,70	25.700,00	69.390,00
III	PEKERJAAN PONDASI DAN BETON				
1	Pondasi beton 1m3 K-150	m ³	3,32	3.689.900,00	12.250.468,00
2	Pengecoran Kolom 1m3 K-300	m ³	10,00	5.681.300,00	56.813.000,00
3	Pengecoran Plat Beton 1m3 K-200 (bawah)	m ³	0,50	5.401.400,00	2.700.700,00
4	Pengecoran Plat Beton 1m3 K-150 (atas)	m ³	0,40	5.401.400,00	2.160.560,00
5	Pengecoran Dinding Beton K-200	m ³	16,00	5.766.800,00	92.268.800,00
6	Pekerjaan Rabat Beton 1pc;3pb;5kr	m ³	0,60	857.800,00	514.680,00
7	Pengurugan Pasir urug	m ³	0,90	263.500,00	237.150,00
8	Pengecoran Balok Beton k-300	m ³	1,25	6.280.300,00	7.850.375,00
IV	PEKERJAAN LAIN-LAIN				
1	Pipa inlet PVC 8"	m	0,29	256.593,75	74.412,19
2	Pipa Outlet PVC 8"	m	0,18	256.593,75	46.186,88
3	Pipa Overflow PVC 4"	m	1,25	79.557,00	99.446,25
4	Pipa Penguras PVC 4"	m	1,25	79.557,00	99.446,25
5	Manhole 100 X 100 cm besi	buah	1,00	850.000,00	850.000,00
6	Pipa ventilasi 4"	buah	1,00	79.557,00	79.557,00
7	Tangga Besi Galvaniz	m	10,00	480.000,00	4.800.000,00
8	Pagar Besi Galvaniz	m3	6,60	450.000,00	2.970.000,00

Lanjutan Tabel 4.26 Rencana Anggaran Biaya untuk Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih Kecamatan Pademawu

RENCANA ANGGARAN BIAYA					
PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH					
DI KECAMATAN PADEMAWU KABUPATEN PAMEKASAN					
Nama Kegiatan		Penambahan Aspek Penting pada Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih			
Lokasi		Kecamatan Pademawu Kabupaten Pamekasan			
No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
C	PENGADAAN PIPA DAN AKSESORIS PIPA				
I	PIPA DAN AKSESORIS PIPA				
1	Pengadaan Pipa PVC AW Ø 63 mm	m	1786,00	42.624,75	76.127.803,50
2	Pengadaan Pipa PVC AW Ø 90 mm	m	3679,00	79.557,00	292.690.203,00
3	Pengadaan Pipa PVC AW Ø 110 mm	m	4402,00	104.931,75	461.909.563,50
4	Pengadaan Pipa PVC AW Ø 150 mm	m	3,00	136.114,00	408.342,00
5	Pengadaan Pipa PVC AW Ø 200 mm	m	2978,00	256.593,75	764.136.187,50
6	Penyambungan 1 buah pipa baru ke pipa yang ada 200mm	buah	7,00	3.378.922,03	23.652.454,18
7	Socket PVC 63 mm x 63 mm	buah	442,00	4.000,00	1.768.000,00
8	Socket PVC 90 mm x 90 mm	buah	916,00	7.750,00	7.099.000,00
9	Socket PVC 110 mm x 110 mm	buah	1092,00	14.569,00	15.909.348,00
10	Socket PVC 150 mm x 150 mm	buah	1,00	20.405,00	20.405,00
11	Socket PVC 200 mm x 200 mm	buah	2977,00	40.507,50	120.590.827,50
12	Elbow 45 ⁰ PVC 63 mm	buah	1,00	304,55	304,55
13	Elbow 45 ⁰ PVC 90 mm	buah	2,00	3.136,11	6.272,22
14	Elbow 45 ⁰ PVC 110 mm	buah	1,00	3.136,11	3.136,11
15	Elbow 90 ⁰ PVC 90 mm	buah	2,00	1.950,00	3.900,00
16	Tee PVC 110 mm x 110 mm x 110 mm	buah	2,00	15.430,00	30.860,00
17	Tee PVC 110 mm x 110 mm x 90 mm	buah	2,00	1.480,00	2.960,00
18	Reducer 90 mm x 63 mm	buah	1	940,63	940,63
19	Reducer 110 mm x 90 mm	buah	1	2.397,22	2.397,22
20	Pressure Reducer Valve (PRV)	buah	2,00	23.587.448,75	47.174.897,50
II	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian tanah	m ³	5789,96	58.750,00	340.160.150,00
2	Pemadatan tanah	m ³	5789,96	42.500,00	246.073.300,00
3	Urugan tanah	m ³	5789,96	42.500,00	246.073.300,00
Jumlah					2.866.462.613,97
PPN 10%					286.646.261,40
Jumlah + PPN 10%					3.153.108.875,36
Dibulatkan					3.153.108.800,00

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. 27 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya untuk Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih Kecamatan Pademawu

RENCANA ANGGARAN BIAYA		
PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH		
DI KECAMATAN PADEMAWU KABUPATEN PAMEKASAN		
Nama Kegiatan	Penamabahan Aspek Penting pada Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih	
Lokasi	Kecamatan Pademawu Kabupaten Pamekasan	
No	Jenis Pekerjaan	Jumlah (Rp)
I	PENGADAAN POMPA	37.628.020,00
II	PENGADAAN MENARA AIR	184.990.041,56
III	PENGADAAN PIPA DAN AKSESORIS PIPA	2.643.844.552,40
	Jumlah	2.866.462.613,97
	PPN 10%	286.646.261,40
	Jumlah + PPN 10%	3.153.108.875,36
	Dibulatkan	3.153.108.800,00

Terbilang: Tiga Milyar Seratus Lima Puluh Tiga Juta Seratus Delapan Ribu Delapan Ratus Rupiah

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan