

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Perhitungan pertama yang dilakukan dalam studi perencanaan dan pengembangan sistem jaringan air bersih adalah menghitung jumlah proyeksi penduduk dari tahun 2014 s/d tahun 2033. Setelah didapatkan jumlah penduduk sesuai dengan metode proyeksi yang dipilih, maka selanjutnya menganalisa kemampuan pelayanan dan perhitungan kebutuhan air bersih. Perhitungan kebutuhan air bersih meliputi perhitungan kebutuhan air rata-rata, kebutuhan air maksimum, dan kebutuhan air bersih pada jam puncak.

Simulasi dengan program *Watercad V8i* dapat dilaksanakan setelah semua data telah selesai dimasukkan dan model telah selesai dibuat. Hasil dari simulasi yang dilakukan dapat dievaluasi dari segi hidrolis. Apabila terdapat beberapa masalah dalam sistem tersebut, maka dilakukan perubahan komponen pada sistem tersebut hingga didapatkan hasil yang sesuai dengan kriteria perencanaan.

4.2 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk dilakukan dengan 3 metode, yaitu metode geometrik, metode aritmatik, dan metode eksponensial. Setelah diketahui hasil dari perhitungan masing-masing metode, maka dihitung juga standar deviasi dari masing-masing metode. Kriteria penentuan metode proyeksi penduduk yang dipilih berdasarkan nilai standar deviasi yang terkecil.

Berdasarkan Permen PU Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM Lampiran I, proyeksi penduduk dilakukan dalam jangka waktu 15-20 tahun kedepan. Perhitungan proyeksi penduduk pada studi ini dilakukan sampai dengan 20 tahun kedepan mulai dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2033.

Tabel 4.1. Prosentase laju pertumbuhan penduduk Kecamatan Sooko tahun 2007-2013

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertambahan Penduduk (%)
2007	57472	-
2008	70787	18,81%
2009	73036	3,08%
2010	73625	0,81%
2011	75484	2,46%
2012	77785	2,96%
2013	79046	1,59%
Rata-rata		4,95%

Sumber : Studio Perencanaan Kota, 2013

4.2.1 Perhitungan Metode Proyeksi Penduduk

4.2.1.1 Proyeksi Penduduk Metode Geometrik

Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk dengan menggunakan metode geometrik dihitung berdasarkan persamaan (2-1) dan tabel (4-1). Contoh perhitungan pertumbuhan penduduk Desa Sooko tahun 2014:

$$P_0 = 14.466 \text{ jiwa (Tahun 2013)}$$

$$n = 1 \text{ (proyeksi tahun ke-n)}$$

$$r = 0,0495 \text{ (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk)}$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2014 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_n &= P_0 (1 + r)^n \\ &= 14.466 (1 + (0,0495))^1 \\ &= 15.182 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Hasil proyeksi jumlah penduduk tiap desa pada Kecamatan Sooko dengan metode geometrik hingga tahun 2033 dengan cara perhitungan yang sama disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Proyeksi penduduk tahun 2014–2033 dengan metode geometrik

Tahun	Sooko	Wringinrejo	Sambiroto	Brangkal	Gamekan	Japan	Jampirogo
2012	14141	2964	4093	4520	4978	9577	3534
2013	14466	3032	4187	4624	5092	9797	3615
2014	15182	3182	4394	4853	5344	10282	3794
2015	15934	3340	4612	5093	5609	10791	3982
2016	16722	3505	4840	5345	5886	11325	4179
2017	17550	3678	5080	5610	6178	11886	4386
2018	18419	3860	5331	5887	6483	12474	4603
2019	19331	4052	5595	6179	6804	13091	4831
2020	20287	4252	5872	6485	7141	13739	5070
2021	21292	4463	6163	6806	7495	14420	5321
2022	22346	4684	6468	7143	7866	15133	5584
2023	23452	4915	6788	7496	8255	15882	5860
2024	24612	5159	7124	7867	8664	16669	6151
2025	25831	5414	7476	8257	9092	17494	6455
2026	27109	5682	7846	8665	9542	18360	6775
2027	28451	5963	8235	9094	10015	19268	7110
2028	29860	6258	8643	9545	10511	20222	7462
2029	31338	6568	9070	10017	11031	21223	7831
2030	32889	6893	9519	10513	11577	22274	8219
2031	34517	7235	9990	11033	12150	23376	8626
2032	36226	7593	10485	11579	12751	24534	9053
2033	38019	7969	11004	12153	13383	25748	9501

Sumber : Hasil perhitungan

Lanjutan Tabel 4.2. Proyeksi pertumbuhan penduduk tahun 2014–2033 dengan metode geometrik

Tahun	Kedung maling	Nginasre mbayong	Tempuran	Mojoranu	Karangkeda wang	Modongan	Klintonrejo	Blimbing sari
2012	7793	3176	2766	4511	3891	3578	4818	3445
2013	7972	3187	2773	4532	3902	3584	4828	3455
2014	8367	3345	2910	4756	4095	3761	5067	3626
2015	8781	3510	3054	4992	4298	3948	5318	3806
2016	9215	3684	3206	5239	4511	4143	5581	3994
2017	9672	3866	3364	5498	4734	4348	5857	4192
2018	10150	4058	3531	5770	4968	4563	6147	4399
2019	10653	4259	3705	6056	5214	4789	6452	4617
2020	11180	4470	3889	6356	5472	5026	6771	4845
2021	11733	4691	4081	6670	5743	5275	7106	5085
2022	12314	4923	4283	7001	6027	5536	7458	5337
2023	12924	5167	4495	7347	6326	5810	7827	5601
2024	13564	5422	4718	7711	6639	6098	8214	5878
2025	14235	5691	4952	8092	6967	6400	8621	6169
2026	14940	5972	5197	8493	7312	6716	9048	6475
2027	15679	6268	5454	8913	7674	7049	9496	6795
2028	16455	6578	5724	9355	8054	7398	9966	7132
2029	17270	6904	6007	9818	8453	7764	10459	7485
2030	18125	7246	6305	10304	8871	8148	10977	7855
2031	19022	7604	6617	10814	9310	8552	11520	8244
2032	19963	7981	6944	11349	9771	8975	12090	8652
2033	20952	8376	7288	11911	10255	9419	12689	9080

Sumber : Hasil perhitungan

4.2.1.2 Proyeksi Penduduk Metode Aritmatik

Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk dengan menggunakan metode aritmatik dihitung berdasarkan persamaan (2-2) dan tabel (4-1). Contoh perhitungan pertumbuhan penduduk Desa Sooko tahun 2014:

$$P_0 = 14.466 \text{ jiwa (Tahun 2013)}$$

$$n = 1 \text{ (proyeksi tahun ke-n)}$$

$$r = 0,0495 \text{ (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk)}$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2014 sebagai berikut :

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

$$= 14.466 (1 + (0,0495 \cdot 1))$$

$$= 15.182 \text{ jiwa}$$

Hasil proyeksi jumlah penduduk pada Kecamatan Sooko hingga tahun 2033 dengan cara perhitungan yang sama disajikan pada tabel 4.3

Tabel 4.3. Proyeksi penduduk tahun 2014–2033 dengan metode aritmatik

Tahun	Sooko	Wringinrejo	Sambiroto	Brangkal	Gamekan	Japan	Jampirogo
2012	14141	2964	4093	4520	4978	9577	3534
2013	14466	3032	4187	4624	5092	9797	3615
2014	15182	3182	4394	4853	5344	10282	3794
2015	15898	3332	4602	5082	5596	10767	3973
2016	16614	3482	4809	5311	5848	11252	4152
2017	17330	3632	5016	5540	6100	11737	4331
2018	18046	3782	5223	5768	6352	12222	4510
2019	18762	3933	5431	5997	6604	12707	4689
2020	19478	4083	5638	6226	6856	13192	4868
2021	20195	4233	5845	6455	7108	13677	5047
2022	20911	4383	6052	6684	7360	14162	5225
2023	21627	4533	6260	6913	7613	14647	5404
2024	22343	4683	6467	7142	7865	15131	5583
2025	23059	4833	6674	7371	8117	15616	5762
2026	23775	4983	6881	7600	8369	16101	5941
2027	24491	5133	7089	7828	8621	16586	6120
2028	25207	5283	7296	8057	8873	17071	6299
2029	25923	5433	7503	8286	9125	17556	6478
2030	26639	5583	7710	8515	9377	18041	6657
2031	27355	5734	7918	8744	9629	18526	6836
2032	28071	5884	8125	8973	9881	19011	7015
2033	28787	6034	8332	9202	10133	19496	7194

Sumber : Hasil perhitungan

Lanjutan Tabel 4.3. Proyeksi pertumbuhan penduduk tahun 2014–2033 dengan metode aritmatik

Tahun	Kedung maling	Nginasre mbayong	Tempuran	Mojoranu	Karangkeda wang	Modongan	Klintonrejo	Blimbing sari
2012	7793	3176	2766	4511	3891	3578	4818	3445
2013	7972	3187	2773	4532	3902	3584	4828	3455
2014	8367	3345	2910	4756	4095	3761	5067	3626
2015	8761	3503	3048	4981	4288	3939	5306	3797
2016	9156	3660	3185	5205	4481	4116	5545	3968
2017	9550	3818	3322	5429	4675	4294	5784	4139
2018	9945	3976	3459	5654	4868	4471	6023	4310
2019	10340	4134	3597	5878	5061	4648	6262	4481
2020	10734	4291	3734	6102	5254	4826	6501	4652
2021	11129	4449	3871	6327	5447	5003	6740	4823
2022	11524	4607	4008	6551	5640	5181	6979	4994
2023	11918	4765	4146	6775	5833	5358	7218	5165
2024	12313	4922	4283	7000	6027	5535	7457	5336
2025	12707	5080	4420	7224	6220	5713	7696	5507
2026	13102	5238	4557	7448	6413	5890	7935	5678
2027	13497	5396	4695	7673	6606	6068	8174	5849
2028	13891	5553	4832	7897	6799	6245	8413	6020
2029	14286	5711	4969	8121	6992	6423	8652	6191
2030	14680	5869	5106	8346	7186	6600	8891	6362
2031	15075	6027	5244	8570	7379	6777	9130	6533
2032	15470	6184	5381	8794	7572	6955	9369	6704
2033	15864	6342	5518	9019	7765	7132	9608	6875

Sumber : Hasil perhitungan

4.2.1.3 Proyeksi Penduduk Metode Eksponensial

Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk dengan menggunakan metode eksponensial dihitung berdasarkan persamaan (2-3) dan tabel (4-1). Contoh perhitungan pertumbuhan penduduk Desa Sooko tahun 2014:

$$P_0 = 14.466 \text{ jiwa (Tahun 2013)}$$

$$n = 1 \text{ (proyeksi tahun ke-n)}$$

$$r = 0,0495 \text{ (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk)}$$

$$e = 2,7182818 \text{ (bilangan logaritma natural)}$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2015 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_n &= P_0 \cdot e^{r \cdot n} \\ &= 14.466 \cdot 2,7182818^{(0,0495 \cdot 2)} \\ &= 15.200 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Hasil proyeksi jumlah penduduk pada Kecamatan Sooko hingga tahun 2033 dengan cara perhitungan yang sama disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Proyeksi penduduk tahun 2014–2033 metode eksponensial

Tahun	Sooko	Wringinrejo	Sambiroto	Brangkal	Gamekan	Japan	Jampirogo
2012	14141	2964	4093	4520	4978	9577	3534
2013	14466	3032	4187	4624	5092	9797	3615
2014	15200	3186	4399	4859	5350	10294	3798
2015	15971	3348	4623	5105	5622	10817	3991
2016	16782	3517	4857	5364	5907	11365	4194
2017	17634	3696	5104	5636	6207	11942	4407
2018	18528	3883	5363	5923	6522	12548	4630
2019	19469	4081	5635	6223	6853	13185	4865
2020	20457	4288	5921	6539	7201	13854	5112
2021	21495	4505	6221	6871	7566	14557	5371
2022	22585	4734	6537	7219	7950	15296	5644
2023	23731	4974	6869	7586	8353	16072	5930
2024	24936	5226	7217	7971	8777	16888	6231
2025	26201	5492	7584	8375	9223	17745	6548
2026	27531	5770	7968	8800	9691	18645	6880
2027	28928	6063	8373	9247	10183	19591	7229
2028	30396	6371	8798	9716	10699	20585	7596
2029	31938	6694	9244	10209	11242	21630	7981
2030	33559	7034	9713	10727	11813	22728	8386
2031	35262	7391	10206	11271	12412	23881	8812
2032	37051	7766	10724	11843	13042	25093	9259
2033	38931	8160	11268	12444	13704	26366	9729

Sumber : Hasil perhitungan

Lanjutan Tabel 4.4. Proyeksi penduduk tahun 2014–2033 metode eksponensial

Tahun	Kedung maling	Nginasre mbayong	Tempuran	Mojoranu	Karangkeda wang	Modongan	Klintonrejo	Blimbing sari
2012	7793	3176	2766	4511	3891	3578	4818	3445
2013	7972	3187	2773	4532	3902	3584	4828	3455
2014	8377	3349	2914	4762	4100	3766	5073	3630
2015	8802	3519	3062	5004	4308	3957	5330	3815
2016	9248	3697	3217	5258	4527	4158	5601	4008
2017	9718	3885	3380	5524	4756	4369	5885	4212
2018	10211	4082	3552	5805	4998	4590	6184	4425
2019	10729	4289	3732	6099	5251	4823	6498	4650
2020	11273	4507	3921	6409	5518	5068	6827	4886
2021	11845	4735	4120	6734	5798	5325	7174	5134
2022	12446	4976	4329	7076	6092	5596	7538	5394
2023	13078	5228	4549	7435	6401	5880	7920	5668
2024	13742	5494	4780	7812	6726	6178	8322	5956
2025	14439	5772	5023	8208	7067	6491	8745	6258
2026	15172	6065	5277	8625	7426	6821	9188	6575
2027	15942	6373	5545	9063	7803	7167	9655	6909
2028	16751	6696	5827	9523	8199	7531	10145	7260
2029	17601	7036	6122	10006	8615	7913	10659	7628
2030	18494	7393	6433	10514	9052	8314	11200	8015
2031	19432	7769	6759	11047	9511	8736	11769	8422
2032	20418	8163	7102	11608	9994	9180	12366	8849
2033	21455	8577	7463	12197	10501	9645	12993	9298

Sumber : Hasil perhitungan

4.2.1.4 Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Pemilihan metode proyeksi pertumbuhan penduduk berdasarkan cara pengujian statistik yaitu pada nilai standar deviasi yang terkecil. Data yang digunakan untuk perbandingan uji kesesuaian standar deviasi adalah data eksisting Kecamatan Sooko.

Hasil uji kesesuaian standar deviasi dapat dilihat pada tabel berikut pada tabel berikut :

Tabel 4.5. Tabel Perbandingan Jumlah Penduduk Untuk Uji Kesesuaian Standar Deviasi

Desa	Tahun			Geometrik		Aritmatik		Eksponensial	
	2011	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Sooko	13058	14141	14466	13704	14383	13704	15541	13721	14417
Wringinrejo	2813	2964	3032	2952	3098	2952	3257	2813	2813
Sambiroto	3882	4093	4187	4074	4276	4074	4498	3882	3882
Brangkal	4455	4520	4624	4676	4907	4676	4967	4455	4455
Gamekan	4832	4978	5092	5071	5322	5071	5471	4832	4832
Japan	9421	9577	9797	9887	10377	9887	10525	9421	9421
Jampirogo	3467	3534	3615	3639	3819	3639	3884	3467	3467
Kedungmaling	7568	7793	7972	7943	8336	7943	8565	7568	7568
Nginasrembayong	3087	3176	3187	3240	3400	3240	3490	3087	3087
Tempuran	2743	2766	2773	2879	3021	2879	3040	2743	2743
Mojoranu	4498	4511	4532	4721	4954	4721	4958	4498	4498
Karangkedawang	3865	3891	3902	4056	4257	4056	4276	3865	3865
Modongan	3568	3578	3584	3745	3930	3745	3932	3568	3568
Klintonrejo	4796	4818	4828	5033	5283	5033	5295	4796	4796
Blimbingsari	3431	3445	3455	3601	3779	3601	3786	3431	3431

Sumber : Hasil perhitungan

Dari perbandingan jumlah penduduk kondisi eksisting, setiap metode dilakukan uji kesesuaian dengan standard deviasi, rekapitulasi uji kesesuaian standard deviasi dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi dengan Standar Deviasi

No	Desa	Standar Deviasi		
		Geometrik	Aritmatik	Eksponensial
1	Sooko	567,9586	1073,0746	576,4709
2	Wringinrejo	117,9311	198,8057	123,3333
3	Sambiroto	162,4796	275,2637	172,0000
4	Brangkal	235,4028	267,8118	78,0000
5	Gamekan	227,3293	306,9207	135,3333
6	Japan	490,2122	569,7692	177,3333
7	Jampirogo	176,5979	211,5724	71,6667
8	Kedungmaling	357,1432	479,6826	209,6667
9	Nginasrembayong	157,7157	206,4967	63,0000
10	Tempuran	165,5101	175,3063	17,6667
11	Mojoranu	281,2272	282,9340	15,6667
12	Karangkedawang	236,0566	246,1112	21,0000
13	Modongan	225,9119	227,0842	8,6667
14	Klintenrejo	298,8898	305,3986	18,0000
15	Blimbingsari	213,9793	217,6327	12,6667

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan perhitungan standar deviasi pada tabel 4.6., mayoritas hasil terkecil adalah metode eksponensial, sehingga metode eksponensial digunakan untuk proyeksi penduduk Kecamatan Sooko dari tahun 2014-2033.

Hasil rekapitulasi proyeksi penduduk Kecamatan Sooko dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Rekapitulasi Proyeksi Penduduk Kecamatan Sooko

Tahun	Sooko	Wringinrejo	Sambiroto	Brangkal	Gamekan	Japan	Jampirogo
2014	15200	3186	4399	4859	5350	10294	3798
2015	15971	3348	4623	5105	5622	10817	3991
2016	16782	3517	4857	5364	5907	11365	4194
2017	17634	3696	5104	5636	6207	11942	4407
2018	18528	3883	5363	5923	6522	12548	4630
2019	19469	4081	5635	6223	6853	13185	4865
2020	20457	4288	5921	6539	7201	13854	5112
2021	21495	4505	6221	6871	7566	14557	5371
2022	22585	4734	6537	7219	7950	15296	5644
2023	23731	4974	6869	7586	8353	16072	5930
2024	24936	5226	7217	7971	8777	16888	6231
2025	26201	5492	7584	8375	9223	17745	6548
2026	27531	5770	7968	8800	9691	18645	6880
2027	28928	6063	8373	9247	10183	19591	7229
2028	30396	6371	8798	9716	10699	20585	7596
2029	31938	6694	9244	10209	11242	21630	7981
2030	33559	7034	9713	10727	11813	22728	8386
2031	35262	7391	10206	11271	12412	23881	8812
2032	37051	7766	10724	11843	13042	25093	9259
2033	38931	8160	11268	12444	13704	26366	9729

Sumber : Hasil perhitungan

Lanjutan Tabel 4.7. Rekapitulasi Proyeksi Penduduk Kecamatan Sooko

Tahun	Kedung maling	Nginasrem bayong	Tempuran	Mojoranu	Karangke dawang	Modongan	Klintonrejo	Blimbing sari
2014	8377	3349	2914	4762	4100	3766	5073	3630
2015	8802	3519	3062	5004	4308	3957	5330	3815
2016	9248	3697	3217	5258	4527	4158	5601	4008
2017	9718	3885	3380	5524	4756	4369	5885	4212
2018	10211	4082	3552	5805	4998	4590	6184	4425
2019	10729	4289	3732	6099	5251	4823	6498	4650
2020	11273	4507	3921	6409	5518	5068	6827	4886
2021	11845	4735	4120	6734	5798	5325	7174	5134
2022	12446	4976	4329	7076	6092	5596	7538	5394
2023	13078	5228	4549	7435	6401	5880	7920	5668
2024	13742	5494	4780	7812	6726	6178	8322	5956
2025	14439	5772	5023	8208	7067	6491	8745	6258
2026	15172	6065	5277	8625	7426	6821	9188	6575
2027	15942	6373	5545	9063	7803	7167	9655	6909
2028	16751	6696	5827	9523	8199	7531	10145	7260
2029	17601	7036	6122	10006	8615	7913	10659	7628
2030	18494	7393	6433	10514	9052	8314	11200	8015
2031	19432	7769	6759	11047	9511	8736	11769	8422
2032	20418	8163	7102	11608	9994	9180	12366	8849
2033	21455	8577	7463	12197	10501	9645	12993	9298

Sumber : Hasil perhitungan

4.3 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan Proyeksi kebutuhan air bersih PDAM Mojokerto :

A. Kebutuhan Domestik dan Non Domestik

Macam kebutuhan air bersih terdiri dari 2 macam yaitu kebutuhan domestik dan kebutuhan non domestik. Kebutuhan domestik merupakan kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga. Berdasarkan asumsi PDAM Mojokerto, kebutuhan air bersih di Kecamatan Sooko disesuaikan dengan jumlah penduduk Kecamatan Sooko tahun 2033. Kebutuhan non domestik merupakan kebutuhan air bersih untuk berbagai fasilitas umum. Berdasarkan Permen PU Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM tingkat pelayanan air untuk kebutuhan non domestik sebesar 15% dari kebutuhan domestik.

B. Fluktuasi Kebutuhan Air

Besarnya pemakaian air pada daerah studi berbeda setiap jamnya, hal ini dikarenakan terjadinya fluktuasi pada setiap jam yang dipengaruhi oleh pemakaian/faktor beban konsumen.

Dalam perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih ini didapat:

- Kebutuhan air rata-rata = Kebutuhan domestik + Kebutuhan non domestik
- Kebutuhan air maksimum = $1,15 \times$ Kebutuhan air rata-rata
- Kebutuhan jam puncak = $1,56 \times$ Kebutuhan air rata-rata

C. Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan besar air yang hilang selama proses pendistribusian air. Kehilangan air dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

- Kehilangan air fisik

Kehilangan air fisik yaitu kehilangan air yang secara nyata terbangun dari sistem distribusi. Penyebab kehilangan air fisik adalah faktor teknis, misalnya : kelalaian pemasangan pipa yang menyebabkan kebocoran dan akurasi meteran yang tidak tepat.

- Kehilangan air non fisik

Kehilangan air non fisik yaitu kehilangan air yang terpakai, tetapi tidak dapat dipertanggungjawabkan penggunaannya dikarenakan beberapa alasan. Beberapa contoh kehilangan air non fisik adalah kesalahan membaca meteran,

pencatatan angka meteran yang tidak sesuai yang biasanya disebabkan oleh ketidaktepatan meter air dan sambungan liar.

Tingkat kehilangan air adalah suatu angka dalam presentase yang menunjukkan besarnya jumlah air yang merupakan hasil produksi tetapi tidak bisa tertagih atau tidak bisa menjadi pendapatan bagi perusahaan. Angka kehilangan air yang dianggap wajar atau dalam batas toleransi adalah 30%.

4.3.1 Kebutuhan Air Bersih Kondisi *Existing*

Sebelum menghitung kebutuhan air bersih pada Kecamatan Sooko, diperlukan juga data kebutuhan air pada kondisi *existing* tiap daerah yang dialiri oleh PDAM Kabupaten Mojokerto. Kebutuhan air *existing* pada daerah yang telah dialiri dengan asumsi kebutuhan air domestik sebesar 150 l/detik/orang, dengan kebutuhan air non domestik sebesar 15%, faktor kehilangan air sebesar 30%, koefisien pelanggan sebesar 100% dan koefisien jam puncak sebesar 1,56.

Kondisi sumber berupa bendung pada sungai, yang dilengkapi dengan bangunan intake menuju IPA dengan saringan lambat, kemudian menuju reservoir. Kondisi sumber dapat dilihat pada lampiran.

Kebutuhan air *existing* Kabupaten Mojokerto tahun 2013 disajikan pada lampiran. Debit yang disediakan oleh sumber diambil dari perhitungan analisa debit andalan yang dicantumkan di lampiran. Dari hasil analisa tersebut kita mendapat debit yang disediakan dari Sungai Kromong sebesar 1,75 l/dt dan Sungai Pikatan sebesar 2,07 l/dt. Dengan asumsi masing masing sungai mengalir daerah irigasi sebesar 3000 ha dengan kebutuhan 0,75 l/dt/ha. Sehingga, rekapitulasi perhitungan kebutuhan air kondisi *existing* dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.8. Rekapitulasi kebutuhan air bersih kondisi *existing* (Tahun 2013)

Kebutuhan Air Tahun 2012				Debit yang Tersedia Tahun 2012	
Domestik (l/dt)	Non Domestik (l/dt)	Total (l/dt)	Jam Puncak (l/dt)	Sungai Kromong (l/dt)	Sungai Pikatan (l/dt)
195,2037	29,2806	291,8295	455,2541	1000	1320

Sumber :Hasil perhitungan

Dari hasil perhitungan rekapitulasi kebutuhan air pada kondisi *existing* diketahui masih ada sisa debit yang bisa dimanfaatkan untuk pengembangan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Sooko sebesar 1000 l/dt dan 1320 l/dt pada jam puncak.

4.3.2 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Kecamatan Sooko

Kebutuhan air bersih pada Kecamatan Sooko disesuaikan dengan jumlah penduduk tiap desa pada Kecamatan Sooko sesuai dengan P3KT Ditjen Cipta Karya

PU, dan dengan asumsi yang sama dengan perhitungan kondisi *existing* pada kecamatan yang lain, yaitu faktor kehilangan air sebesar 30%, koefisien pelanggan 100% dan koefisien jam puncak 1,56. Kebutuhan air yang dihitung adalah kebutuhan air hingga tahun proyeksi yaitu tahun 2033.

Kebutuhan air bersih di Desa Sooko Kec. Sooko pada tahun 2033 adalah :

1. Proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2033 sebesar 38.931 jiwa
2. Kebutuhan air domestik

Kebutuhan air dengan asumsi 130 liter/orang/hari

= Kebutuhan tiap orang x jumlah jiwa x prosentase yang dilayani

= $130 \times 38.931 \times 100\%$

= 5.061.081,67 ltr/hr

= 58,58 ltr/dtk

3. Kebutuhan non domestik

= 15% x kebutuhan air domestik

= 15% x 58,58 ltr/dtk

= 8,79 ltr/dtk

4. Total kebutuhan air

= $Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{non domestik}}$

= 58,58 ltr/dtk + 8,79 ltr/dtk

= 67,36 ltr/dtk

5. Kehilangan air

= 30% x 67,36 ltr/dtk

= 20,21 ltr/dtk

6. Kebutuhan air rata-rata

= Total kebutuhan air + kehilangan air

= 67,36 ltr/dtk + 20,21 ltr/dtk

= 87,57 ltr/dtk

7. Kebutuhan air maksimum

= 1,15 x Kebutuhan air rata-rata

= 1,15 x 87,57

= 100,71 ltr/dtk

8. Kebutuhan jam puncak

= 1,56 x Kebutuhan air rata-rata

= 1,56 x 87,57 = 136,61 ltr/dtk

Selanjutnya pada tahun 2033, perhitungan kebutuhan air dengan cara yang sama dengan contoh perhitungan pada masing-masing desa di Kecamatan Sooko disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.9. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Sooko

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	38931
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	130
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	5061081,67
		liter/detik	58,58
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	8,79
6	Total kebutuhan air	liter/detik	67,36
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	20,21
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	87,57
		m3/hari	7566,32
		m3/bulan	226989,51
		juta m3/tahun	2,72
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	100,71
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	136,61

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.10. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Wringinrejo

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	8160
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	60
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	489589,37
		liter/detik	5,67
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	0,85
6	Total kebutuhan air	liter/detik	6,52
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	1,95
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	8,47
		m3/hari	731,94
		m3/bulan	21958,08
		juta m3/tahun	0,26
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	9,74
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	13,22

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.11. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Sambiroto

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	11268
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	100
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	1126819,86
		liter/detik	13,04
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	1,96
6	Total kebutuhan air	liter/detik	15,00
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	4,50
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	19,50
		m ³ /hari	1684,60
		m ³ /bulan	50537,87
		juta m ³ /tahun	0,61
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	22,42
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	30,42

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.12. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Brangkal

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	12444
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	100
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	1244426,81
		liter/detik	14,40
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	2,16
6	Total kebutuhan air	liter/detik	16,56
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	4,97
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	21,53
		m ³ /hari	1860,42
		m ³ /bulan	55812,54
		juta m ³ /tahun	0,67
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	24,76
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	33,59

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.13. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Gamekan

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	13704
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	100
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	1370376,58
		liter/detik	15,86
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	2,38
6	Total kebutuhan air	liter/detik	18,24
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	5,47
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	23,71
		m ³ /hari	2048,71
		m ³ /bulan	61461,39
		juta m ³ /tahun	0,74
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	27,27
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	36,99

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.14. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Japan

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	26366
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	130
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	3427583,10
		liter/detik	39,67
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	5,95
6	Total kebutuhan air	liter/detik	45,62
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	13,69
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	59,31
		m ³ /hari	5124,24
		m ³ /bulan	153727,10
		juta m ³ /tahun	1,84
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	68,20
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	92,52

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.15. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Jampirogo

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	9729
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	60
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	583728,75
		liter/detik	6,76
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	1,01
6	Total kebutuhan air	liter/detik	7,77
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	2,33
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	10,10
		m ³ /hari	872,67
		m ³ /bulan	26180,23
		juta m ³ /tahun	0,31
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	11,62
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	15,76

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.16. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Kedungmaling

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	21455
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	130
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	2789087,73
		liter/detik	32,28
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	4,84
6	Total kebutuhan air	liter/detik	37,12
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	11,14
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	48,26
		m ³ /hari	4169,69
		m ³ /bulan	125090,58
		juta m ³ /tahun	1,50
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	55,50
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	75,29

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.17. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Nginasrembayong

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	8577
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	60
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	514617,85
		liter/detik	5,96
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	0,89
6	Total kebutuhan air	liter/detik	6,85
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	2,05
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	8,90
		m ³ /hari	769,35
		m ³ /bulan	23080,61
		juta m ³ /tahun	0,28
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	10,24
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	13,89

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.18. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Tempuran

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	7463
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	60
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	447767,59
		liter/detik	5,18
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	0,78
6	Total kebutuhan air	liter/detik	5,96
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	1,79
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	7,75
		m ³ /hari	669,41
		m ³ /bulan	20082,38
		juta m ³ /tahun	0,24
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	8,91
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	12,09

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.19. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Mojoranu

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	12197
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	100
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	1219667,45
		liter/detik	14,12
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	2,12
6	Total kebutuhan air	liter/detik	16,23
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	4,87
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	21,10
		m ³ /hari	1823,40
		m ³ /bulan	54702,09
		juta m ³ /tahun	0,66
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	24,27
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	32,92

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.20. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Karangkedawang

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	10501
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	100
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	1050119,68
		liter/detik	12,15
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	1,82
6	Total kebutuhan air	liter/detik	13,98
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	4,19
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	18,17
		m ³ /hari	1569,93
		m ³ /bulan	47097,87
		juta m ³ /tahun	0,57
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	20,90
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	28,35

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.21. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Modongan

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	9645
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	60
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	578723,05
		liter/detik	6,70
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	1,00
6	Total kebutuhan air	liter/detik	7,70
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	2,31
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	10,01
		m ³ /hari	865,19
		m ³ /bulan	25955,73
		juta m ³ /tahun	0,31
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	11,52
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	15,62

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.22. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Klintenrejo

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	12993
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	100
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	1299327,99
		liter/detik	15,04
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	2,26
6	Total kebutuhan air	liter/detik	17,29
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	5,19
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	22,48
		m ³ /hari	1942,50
		m ³ /bulan	58274,86
		juta m ³ /tahun	0,70
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	25,85
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	35,07

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.23. Perhitungan kebutuhan air bersih Desa Blimbingsari

No	Uraian	Satuan	2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	9298
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	60
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	557892,90
		liter/detik	6,46
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	0,97
6	Total kebutuhan air	liter/detik	7,43
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	2,23
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	9,65
		m3/hari	834,05
		m3/bulan	25021,50
		juta m3/tahun	0,30
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	11,10
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	15,06

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.24. Perhitungan kebutuhan air bersih tahun 2033 kondisi *existing* Kabupaten Mojokerto

No	Uraian	Satuan	Tahun 2033
1	Jumlah Penduduk	jiwa	219817
2	Prosentase layanan	%	100
3	Kebutuhan air tiap 1 orang per hari	liter/orang/hari	150
4	Kebutuhan air domestik	liter/hari	32972487,60
		liter/detik	381,63
5	Kebutuhan air non domestik	liter/detik	57,24
6	Total kebutuhan air	liter/detik	438,87
7	Kehilangan air (30%)	liter/detik	131,66
8	Kebutuhan air bersih rata-rata	liter/detik	570,53
		m3/hari	49293,87
		m3/bulan	1478816,07
		juta m3/tahun	17,75
9	Kebutuhan harian maksimum	liter/detik	656,11
10	Kebutuhan air pada jam puncak	liter/detik	890,03

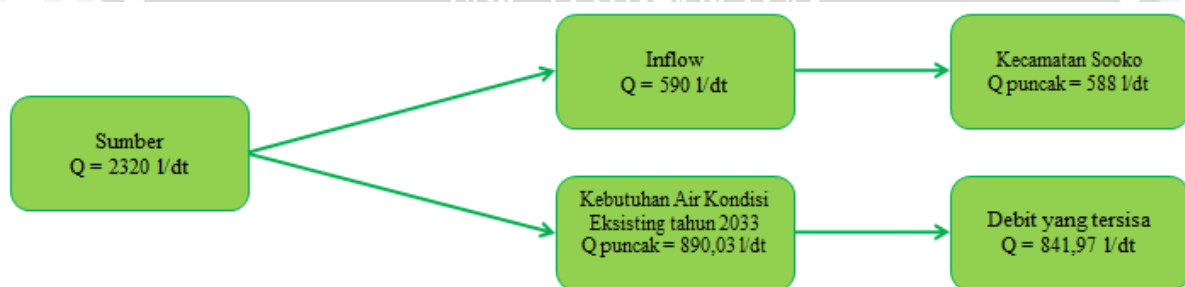
Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.25. Rekapitulasi perhitungan kebutuhan air bersih tahap pengembangan

No	Desa	2033		
		Rata-Rata ltr/dtk	H.Maksimum ltr/dtk	Jam Puncak ltr/dtk
1	Sooko	87,57	100,71	136,61
2	Wringinrejo	8,47	9,74	13,22
3	Sambiroto	19,50	22,42	30,42
4	Brangkal	21,53	24,76	33,59
5	Gamekan	23,71	27,27	36,99
6	Japan	59,31	68,20	92,52
7	Jampirogo	10,10	11,62	15,76
8	Kedungmaling	48,26	55,50	75,29
9	Nginasrembayong	8,90	10,24	13,89
10	Tempuran	7,75	8,91	12,09
11	Mojoranu	21,10	24,27	32,92
12	Karangkedawang	18,17	20,90	28,35
13	Modongan	10,01	11,52	15,62
14	Klintonrejo	22,48	25,85	35,07
15	Blimbingsari	9,65	11,10	15,06
Total Kebutuhan Air Kec. Sooko Tahun 2033		376,53	433,01	587,39
Total Kebutuhan Air Kondisi Eksisting Tahun 2033		570,53	656,11	890,03
Total Kebutuhan Air Kab. Mojokerto Tahun 2033		947,06	1089,12	1477,42
Debit yang tersedia		2320		
Debit yang tersisa		1372,94	1230,88	842,58

Sumber: Hasil perhitungan

Dari tabel rekapitulasi, kita bisa menggambarkan skema untuk perencanaan sistem jaringan distribusi pipa air bersih di Kecamatan Sooko. Skema perencanaan sistem jaringan dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Skema Perencanaan Jaringan Distribusi Pipa Air Bersih

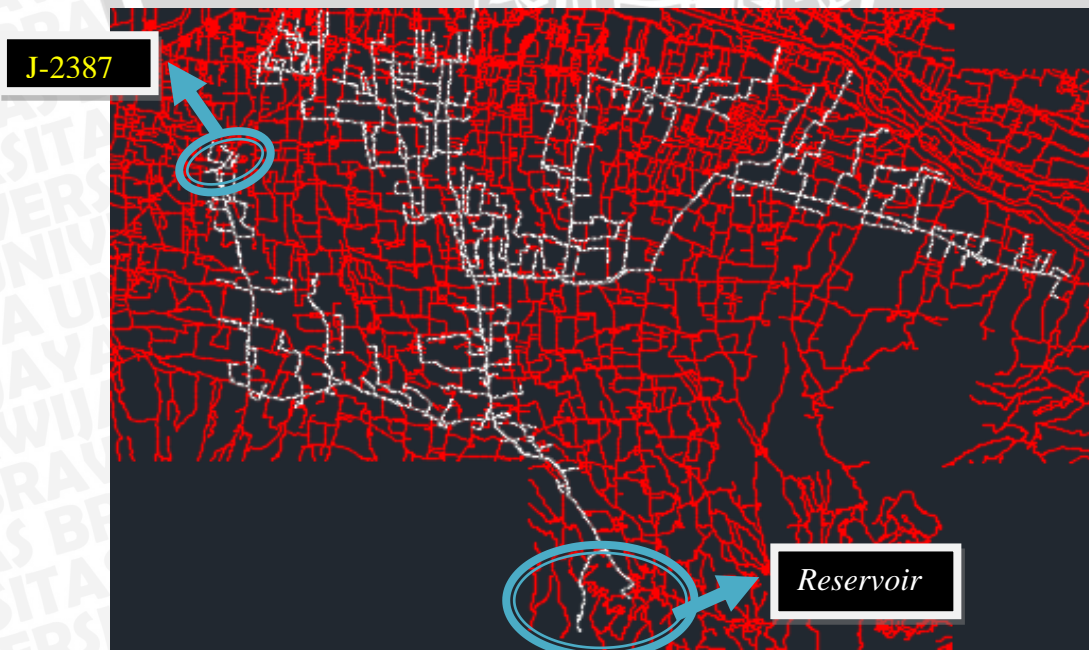
4.4 Simulasi Program *WaterCAD V8i* pada Kecamatan Sooko (Tahun 2033)

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kebutuhan air pada titik simpul adalah jumlah orang per-rumah, jumlah rumah yang terlayani dan *Load Factor*. Sedangkan, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tekanan pada titik simpul adalah elevasi *reservoir* dengan titik simpul, debit kebutuhan dan spesifikasi pipa (diameter, panjang, dan jenis pipa) yang berhubungan dengan kehilangan tinggi tekan mayor.

Junction merupakan titik bayangan yang berguna sebagai titik kontrol dalam perencanaan jaringan pipa sehingga hasil yang diperoleh memenuhi standar perencanaan SNI. Data yang dibutuhkan untuk *junction* adalah elevasi dan *demand*.

Kondisi aliran yang terjadi didasarkan pada kondisi pengaliran penuh dengan kecepatan aliran v (m/s) yang ditentukan berdasarkan debit aliran Q (L/s) di setiap luas penampang A (m²). Persamaan yang digunakan dalam menentukan kehilangan energi disini adalah persamaan *Hazen-Williams*, kehilangan energi akan sangat dipengaruhi oleh panjang pipa, debit yang mengalir, diameter pipa, dan koefisien kekasaran relatif. Kehilangan energi yang terjadi akan proporsional dengan kecepatan aliran, semakin besar kecepatan aliran maka kehilangan energi akibat gesekan juga akan semakin besar.

Pada studi ini *reservoir* yang digambarkan pada aplikasi *WaterCAD* adalah titik *junction* J-2387. *Junction* tersebut digambarkan sebagai *reservoir* karena jaringan pipa distribusi air bersih pada Kecamatan Sooko menggunakan sumber yang sama yaitu, Sungai Kromong dan Sungai Pikatan, dan merupakan pengembangan dari pipa eksisting yang sudah ada sebelumnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Skema Pipa Eksisting Kabupaten Mojokerto

Untuk gambar skema lebih lengkap dapat dilihat pada halaman lampiran.

Dari hasil simulasi dengan bantuan program *WaterCAD v8i* didapat *headloss* yang cukup bervariasi dan kecepatan yang cukup tinggi pada setiap pipa dalam sistem jaringan distribusi. Hal ini terjadi karena debit yang mengalir pada pipa mengalami perubahan baik dari diameter pipa maupun topografi daerah studi yang relatif naik turun dan curam.

Rancangan perencanaan jaringan pipa distribusi air bersih pada Kecamatan Sooko yang merupakan pengembangan dari jaringan *existing* pipa distribusi air bersih menggunakan *reservoir*, pada kenyataan yang ada di lapangan, tidak ada *reservoir* sebelum J-1 pada perencanaan rancangan, diakibatkan keterbatasan program yang tidak memungkinkan untuk tidak adanya *reservoir* pada sebuah rancangan, maka jaringan *existing* digambarkan dengan *reservoir*, sehingga memungkinkan adanya *inflow* pada *Junction* pertama rancangan jaringan pipa distribusi air bersih ini, yaitu J-1. Rancangan perencanaan jaringan pipa distribusi air bersih pada Kecamatan Sooko dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Skema Jaringan Distribusi Air Bersih Kecamatan Sooko

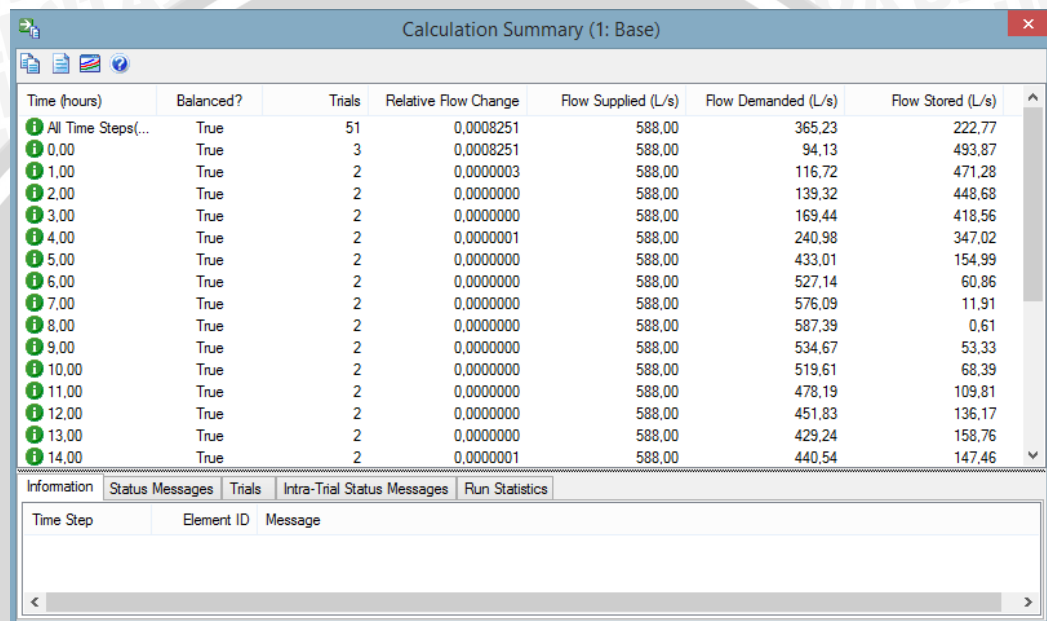


Gambar 4.3. Skema Jaringan Distribusi Air Bersih

4.4.1 Evaluasi Hasil Simulasi Program *WaterCAD v8i*

Setelah membuat skema jaringan distribusi air bersih dan meng-*input* semua data yang diperlukan, langkah selanjutnya adalah menjalankan proses simulasi pada program *WaterCAD*. Pada *Base Calculation Options*, *Time Analysis Type* yang dijalankan adalah EPS untuk memperhitungkan kebutuhan air penduduk tiap jamnya.

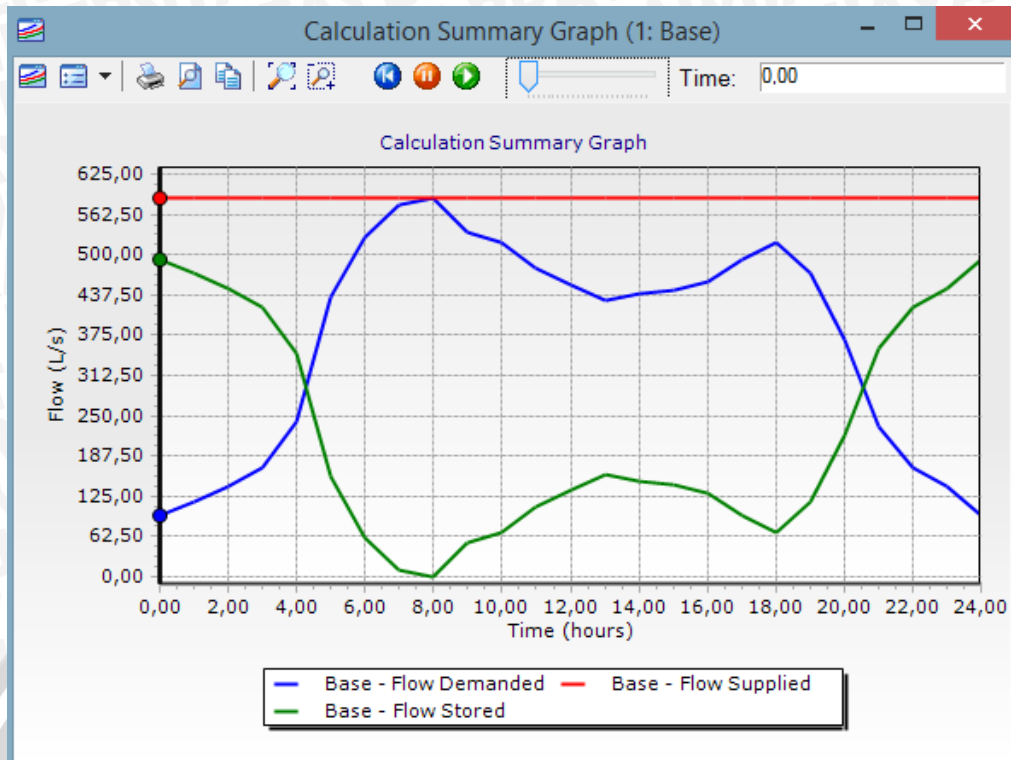
Setelah menjalankan simulasi, muncul *Calculation Summary* pada *WaterCAD* yang menunjukkan tanda hijau, yang artinya tidak ada masalah pada simulasi yang dijalankan.



Time (hours)	Balanced?	Trials	Relative Flow Change	Flow Supplied (L/s)	Flow Demanded (L/s)	Flow Stored (L/s)
All Time Steps...	True	51	0,0008251	588,00	365,23	222,77
0,00	True	3	0,0008251	588,00	94,13	493,87
1,00	True	2	0,0000003	588,00	116,72	471,28
2,00	True	2	0,0000000	588,00	139,32	448,68
3,00	True	2	0,0000000	588,00	169,44	418,56
4,00	True	2	0,0000001	588,00	240,98	347,02
5,00	True	2	0,0000000	588,00	433,01	154,99
6,00	True	2	0,0000000	588,00	527,14	60,86
7,00	True	2	0,0000000	588,00	576,09	11,91
8,00	True	2	0,0000000	588,00	587,39	0,61
9,00	True	2	0,0000000	588,00	534,67	53,33
10,00	True	2	0,0000000	588,00	519,61	68,39
11,00	True	2	0,0000000	588,00	478,19	109,81
12,00	True	2	0,0000000	588,00	451,83	136,17
13,00	True	2	0,0000000	588,00	429,24	158,76
14,00	True	2	0,0000001	588,00	440,54	147,46

Gambar 4.4. Simulasi *Compute* pada Program *WaterCAD v8i*

Dari hasil simulasi, menunjukkan debit yang masuk sebesar 588 L/s, dengan debit yang keluar sebesar 587,39 L/s pada jam puncak. Grafik dari hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Grafik Simulasi *WaterCAD v8i*

Pada simulasi ini, R-1 dan J-1 adalah satu kesatuan yang mewakili sistem jaringan pipa distribusi air bersih kondisi eksisting, sehingga tekanan, kecepatan dan kehilangan yang didapat dari hasil simulasi diabaikan dan dianggap dalam kondisi aman. Evaluasi kondisi aliran pada pipa dapat dilakukan dengan melihat tabel pipa setelah simulasi pada *WaterCAD* dijalankan, selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.



Tabel 4.26. Kondisi Pipa pada Jam 00.00

ID	Label	Panjang Pipa (m)	Titik Awal	Titik Akhir	Diameter (in)	Material	Hazen-Williams C	Debit (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)	Headloss (m)	Tekanan (awal) (m H ₂ O)	Tekanan (akhir) (m H ₂ O)
148	P-1	21,72	R-1	J-1	12	PVC	150	-493,870	6,770	87,871	1,909	0,000	6,895
145	P-2	156,12	J-1	J-5	12	PVC	150	14,270	0,200	0,124	0,019	6,895	8,871
144	P-3	93,8	J-1	J-2	16	PVC	150	48,990	0,380	0,300	0,028	6,895	8,863
146	P-4	119,37	J-1	J-3	14	PVC	150	30,880	0,310	0,244	0,029	6,895	9,860
46	P-5	97,49	J-5	J-4	12	PVC	150	13,060	0,180	0,105	0,010	8,871	8,861
34	P-6	90,34	J-2	J-4	12	PVC	150	4,800	0,070	0,016	0,002	8,863	8,861
48	P-7	63,95	J-2	J-3	12	PVC	150	4,780	0,070	0,016	0,001	8,863	9,860
36	P-8	82,98	J-2	J-6	14	PVC	150	36,450	0,370	0,332	0,028	8,863	9,833
96	P-9	94,85	J-4	J-7	12	PVC	150	16,650	0,230	0,165	0,016	8,861	12,837
92	P-10	54,54	J-3	J-8	14	PVC	150	32,690	0,330	0,272	0,015	9,860	12,839
93	P-11	106,38	J-8	J-6	12	PVC	150	13,380	0,180	0,110	0,012	12,839	9,833
87	P-12	87,65	J-7	J-6	12	PVC	150	13,960	0,190	0,119	0,010	12,837	9,833
44	P-13	80,94	J-6	J-9	16	PVC	150	41,940	0,320	0,225	0,018	9,833	12,809
38	P-14	77,26	J-6	J-18	12	PVC	150	17,830	0,240	0,187	0,015	9,833	12,813
52	P-15	29,26	J-9	J-10	14	PVC	150	39,250	0,400	0,381	0,011	12,809	15,792
54	P-16	127,49	J-10	J-11	14	PVC	150	38,400	0,390	0,366	0,047	15,792	17,741
100	P-17	60,27	J-11	J-12	10	PVC	150	0,840	0,020	0,002	0,000	17,741	18,739
56	P-18	88,97	J-11	J-13	14	PVC	150	36,720	0,370	0,337	0,030	17,741	19,707
64	P-19	44,01	J-13	J-14	10	PVC	150	7,410	0,150	0,090	0,004	19,707	18,705
58	P-20	83,97	J-13	J-15	12	PVC	150	21,890	0,300	0,274	0,023	19,707	21,680
62	P-21	72,65	J-15	J-16	8	PVC	150	7,300	0,230	0,258	0,019	21,680	23,658
60	P-22	73,29	J-15	J-17	8	PVC	150	7,300	0,230	0,258	0,019	21,680	21,661
40	P-23	65,36	J-18	J-19	10	PVC	150	13,810	0,270	0,283	0,019	12,813	16,786
90	P-24	63,44	J-19	J-20	6	PVC	150	1,620	0,090	0,065	0,004	16,786	17,780
50	P-25	113,71	J-19	J-21	8	PVC	150	5,370	0,170	0,146	0,017	16,786	18,765
72	P-26	36,82	J-21	J-22	8	PVC	150	1,620	0,050	0,016	0,001	18,765	17,767
70	P-27	93,19	J-21	J-23	8	PVC	150	2,120	0,070	0,026	0,002	18,765	21,757
42	P-28	116,47	J-19	J-24	8	PVC	150	2,790	0,090	0,044	0,005	16,786	17,779
98	P-29	126,16	J-8	J-24	10	PVC	150	16,500	0,330	0,394	0,050	12,839	17,779
66	P-30	116,93	J-24	J-25	10	PVC	150	16,490	0,330	0,394	0,046	17,779	21,725
68	P-31	98,19	J-25	J-26	8	PVC	150	1,250	0,040	0,010	0,001	21,725	18,730
75	P-32	134,24	J-25	J-27	10	PVC	150	13,980	0,280	0,290	0,039	21,725	21,686
85	P-33	96,65	J-27	J-28	8	PVC	150	5,280	0,160	0,141	0,014	21,686	23,668
77	P-34	210,47	J-27	J-29	8	PVC	150	4,160	0,130	0,091	0,019	21,686	22,665
79	P-35	118,15	J-29	J-30	8	PVC	150	1,940	0,060	0,022	0,003	22,665	24,658
81	P-36	95,48	J-29	J-31	8	PVC	150	1,480	0,050	0,013	0,001	22,665	22,664
83	P-37	85,32	J-31	J-32	6	PVC	150	0,740	0,040	0,015	0,001	22,664	22,662

Sumber : Hasil Simulasi

Tabel 4.27. Kondisi Pipa pada Jam Puncak (08.00)

ID	Label	Panjang Pipa (m)	Titik Awal	Titik Akhir	Diameter (in)	Material	Hazen-Williams C	Debit (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)	Headloss (m)	Tekanan (awal) (m H2O)	Tekanan (akhir) (m H2O)
148	P-1	21,72	R-1	J-1	12	PVC	150	-0,610	0,010	0,000	0,000	0,000	4,990
145	P-2	156,12	J-1	J-5	12	PVC	150	89,030	1,220	3,680	0,575	4,990	6,413
144	P-3	93,8	J-1	J-2	16	PVC	150	305,690	2,360	8,901	0,835	4,990	6,153
146	P-4	119,37	J-1	J-3	14	PVC	150	192,660	1,940	7,255	0,866	4,990	7,120
46	P-5	97,49	J-5	J-4	12	PVC	150	81,500	1,120	3,124	0,305	6,413	6,109
34	P-6	90,34	J-2	J-4	12	PVC	150	29,930	0,410	0,489	0,044	6,153	6,109
48	P-7	63,95	J-2	J-3	12	PVC	150	29,840	0,410	0,486	0,031	6,153	7,120
36	P-8	82,98	J-2	J-6	14	PVC	150	227,420	2,290	9,864	0,819	6,153	6,334
96	P-9	94,85	J-4	J-7	12	PVC	150	103,900	1,420	4,898	0,465	6,109	9,637
92	P-10	54,54	J-3	J-8	14	PVC	150	204,010	2,050	8,066	0,440	7,120	9,675
93	P-11	106,38	J-8	J-6	12	PVC	150	83,490	1,140	3,267	0,348	9,675	6,334
87	P-12	87,65	J-7	J-6	12	PVC	150	87,110	1,190	3,534	0,310	9,637	6,334
44	P-13	80,94	J-6	J-9	16	PVC	150	261,690	2,020	6,675	0,540	6,334	8,789
38	P-14	77,26	J-6	J-18	12	PVC	150	111,240	1,520	5,559	0,430	6,334	8,899
52	P-15	29,26	J-9	J-10	14	PVC	150	244,890	2,470	11,313	0,331	8,789	11,452
54	P-16	127,49	J-10	J-11	14	PVC	150	239,640	2,410	10,867	1,385	11,452	12,066
100	P-17	60,27	J-11	J-12	10	PVC	150	5,250	0,100	0,047	0,003	12,066	13,061
56	P-18	88,97	J-11	J-13	14	PVC	150	229,130	2,310	10,002	0,890	12,066	13,173
64	P-19	44,01	J-13	J-14	10	PVC	150	46,260	0,910	2,660	0,117	13,173	12,059
58	P-20	83,97	J-13	J-15	12	PVC	150	136,610	1,870	8,132	0,683	13,173	14,488
62	P-21	72,65	J-15	J-16	8	PVC	150	45,540	1,400	7,662	0,557	14,488	15,928
60	P-22	73,29	J-15	J-17	8	PVC	150	45,540	1,400	7,662	0,562	14,488	13,928
40	P-23	65,36	J-18	J-19	10	PVC	150	86,140	1,700	8,414	0,550	8,899	12,342
90	P-24	63,44	J-19	J-20	6	PVC	150	10,140	0,560	1,926	0,122	12,342	13,218
50	P-25	113,71	J-19	J-21	8	PVC	150	33,490	1,030	4,337	0,493	12,342	13,846
72	P-26	36,82	J-21	J-22	8	PVC	150	10,140	0,310	0,474	0,018	13,846	12,831
70	P-27	93,19	J-21	J-23	8	PVC	150	13,210	0,410	0,775	0,072	13,846	16,768
42	P-28	116,47	J-19	J-24	8	PVC	150	17,420	0,540	1,292	0,151	12,342	13,190
98	P-29	126,16	J-8	J-24	10	PVC	150	102,980	2,030	11,712	1,478	9,675	13,190
66	P-30	116,93	J-24	J-25	10	PVC	150	102,870	2,030	11,687	1,367	13,190	15,818
68	P-31	98,19	J-25	J-26	8	PVC	150	7,810	0,240	0,293	0,029	15,818	12,795
75	P-32	134,24	J-25	J-27	10	PVC	150	87,240	1,720	8,614	1,156	15,818	14,664
85	P-33	96,65	J-27	J-28	8	PVC	150	32,920	1,020	4,202	0,406	14,664	16,255
77	P-34	210,47	J-27	J-29	8	PVC	150	25,980	0,800	2,709	0,570	14,664	15,093
79	P-35	118,15	J-29	J-30	8	PVC	150	12,090	0,370	0,657	0,078	15,093	17,011
81	P-36	95,48	J-29	J-31	8	PVC	150	9,260	0,290	0,401	0,038	15,093	15,055
83	P-37	85,32	J-31	J-32	6	PVC	150	4,630	0,250	0,451	0,039	15,055	15,016

Sumber : Hasil Simulasi

Tabel 4.28. Tekanan Tiap Titik pada Jam 00.00

ID	Label	Elevasi	Kebutuhan debit	Hydraulic Grade	Tekanan
		(m)	(L/s)	(m)	(m H ₂ O)
143	J-1	42	-588,000	48,91	6,90
31	J-2	40	2,960	48,88	8,86
47	J-3	39	2,960	48,88	9,86
33	J-4	40	1,210	48,88	8,86
45	J-5	40	1,210	48,89	8,87
35	J-6	39	4,020	48,85	9,83
86	J-7	36	2,690	48,86	12,84
91	J-8	36	2,810	48,86	12,84
43	J-9	36	2,690	48,83	12,81
51	J-10	33	0,840	48,82	15,79
53	J-11	31	0,840	48,78	17,74
99	J-12	30	0,840	48,78	18,74
55	J-13	29	7,410	48,75	19,71
63	J-14	30	7,410	48,74	18,71
57	J-15	27	7,300	48,72	21,68
61	J-16	25	7,300	48,71	23,66
59	J-17	27	7,300	48,71	21,66
37	J-18	36	4,020	48,84	12,81
39	J-19	32	4,020	48,82	16,79
89	J-20	31	1,620	48,82	17,78
49	J-21	30	1,620	48,80	18,77
71	J-22	31	1,620	48,80	17,77
69	J-23	27	2,120	48,80	21,76
41	J-24	31	2,810	48,81	17,78
65	J-25	27	1,250	48,77	21,73
67	J-26	30	1,250	48,77	18,73
73	J-27	27	4,540	48,73	21,69
84	J-28	25	5,280	48,72	23,67
76	J-29	26	0,740	48,71	22,67
78	J-30	24	1,940	48,71	24,66
80	J-31	26	0,740	48,71	22,66
82	J-32	26	0,740	48,71	22,66

Sumber : Hasil Simulasi

Tabel 4.29. Tekanan Tiap Titik pada Jam Puncak

ID	Label	Elevasi	Kebutuhan debit	Hydraulic Grade	Tekanan
		(m)	(L/s)	(m)	(m H ₂ O)
143	J-1	42	-588,000	47,00	4,99
31	J-2	40	18,500	46,17	6,15
47	J-3	39	18,500	46,13	7,12
33	J-4	40	7,530	46,12	6,11
45	J-5	40	7,530	46,43	6,41
35	J-6	39	25,100	45,35	6,33
86	J-7	36	16,790	45,66	9,64
91	J-8	36	17,540	45,69	9,68
43	J-9	36	16,790	44,81	8,79
51	J-10	33	5,250	44,48	11,45
53	J-11	31	5,250	43,09	12,07
99	J-12	30	5,250	43,09	13,06
55	J-13	29	46,260	42,20	13,17
63	J-14	30	46,260	42,08	12,06
57	J-15	27	45,540	41,52	14,49
61	J-16	25	45,540	40,96	15,93
59	J-17	27	45,540	40,96	13,93
37	J-18	36	25,100	44,92	8,90
39	J-19	32	25,100	44,37	12,34
89	J-20	31	10,140	44,24	13,22
49	J-21	30	10,140	43,87	13,85
71	J-22	31	10,140	43,86	12,83
69	J-23	27	13,210	43,80	16,77
41	J-24	31	17,540	44,22	13,19
65	J-25	27	7,810	42,85	15,82
67	J-26	30	7,810	42,82	12,80
73	J-27	27	28,350	41,69	14,66
84	J-28	25	32,920	41,29	16,26
76	J-29	26	4,630	41,12	15,09
78	J-30	24	12,090	41,05	17,01
80	J-31	26	4,630	41,09	15,06
82	J-32	26	4,630	41,05	15,02

Sumber : Hasil Simulasi

Pipa yang digunakan dalam perencanaan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Sooko adalah Pipa Swallow Standard SNI 06-0084-2002 (PVC S-16). Klasifikasi pipa PVC S-16 dapat dilihat pada tabel 4.30.

Tabel 4.30. Klasifikasi Pipa PVC S-16

Tipe Pipa	Swallow Standard SNI 06-0084-2002 (PVC S-16)
Batas Maksimum Tekanan yang Diijinkan	8 bar (81,6 mH ₂ O)
Kecepatan yang diijinkan	0,1 m/s hingga 2,5 m/s
Batas Maksimum Headloss Gradient yang Diijinkan	15 m/km

Sumber : Pipajaya.com

Berdasarkan hasil simulasi pada tabel 4.26., 4.27., 4.28., dan 4.29. yang kemudian dibandingkan dengan tabel 4.30. Kondisi hidraulis pada seluruh pipa berada pada batas yang ditentukan. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa kondisi aliran pada jam 00.00 dimana kebutuhan air sedikit dan kondisi aliran pada jam 08.00 yang merupakan jam puncak masih pada kondisi yang aman. Evaluasi tentang kondisi aliran pada pipa dan tekanan pada tiap titiknya akan dibahas pada sub bab selanjutnya.

Guna mencocokkan hasil simulasi dengan hasil perhitungan manual, berikut ini adalah contoh perhitungan manual *headloss gradient* pada Pipa 3 yang menghubungkan antara *Junction 1* dan *Junction 2* pada jaringan distribusi air bersih Kecamatan Sooko Tahun 2033 secara manual pada jam 00.00.

Diketahui :

- Elevasi J-1 = +42 m
- Elevasi J-2 = +40 m
- Panjang Pipa = 93,80 m
- Debit = 48,99 L/s = 0,0489 m³/s
- C_{hw} = 150
- Diameter pipa = 16 in = 0,406 m

Penyelesaian :

- $k = \frac{10,7L}{C_{hw}^{1,85} \cdot D^{4,87}}$
 $= \frac{10,7 \cdot 93,80}{150^{1,85} \cdot 0,406^{4,87}} = 7,626$
- $h_f = k \cdot Q^{1,85}$
 $= 7,626 \cdot 0,0489^{1,85} = 0,0287 \text{ m}$
- $headloss \ gradient = h_f / L = 0,0287 / 93,80 = 0,000306 \text{ m/m}$
 $= 0,306 \text{ m/km}$

Setelah mendapatkan hasil pada *headloss gradient*, kita bisa menghitung kecepatan pada Pipa 3 dengan menggunakan persamaan 2-13.

- $S = h_f / L = 0,0287 / 93,80$
 $= 3,06 \times 10^{-4}$
- $V = 0,85 \cdot C_{hw} \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$
 $= 0,85 \cdot 150 \cdot \left(\frac{0,406}{4}\right)^{0,63} \cdot (3,06 \times 10^{-4})^{0,54}$
 $= 0,382 \text{ m/s}$
- Tekanan pada J-2 = *Hydraulic Grade* – *Elevasi Junction* – h_f
 $= 48,88 - 40 - 0,02$
 $= 8,86 \text{ mH}_2\text{O}$

Jadi, tekanan pada *Junction 2* dengan cara perhitungan secara manual pada jaringan distribusi air bersih adalah sebesar 8,86 mH₂O.

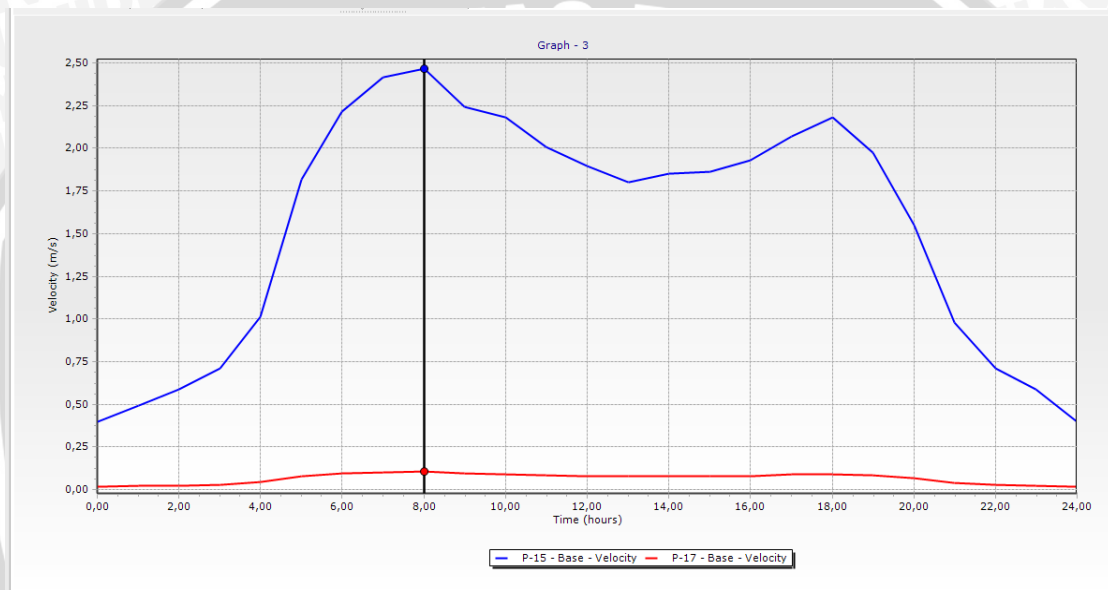
4.4.2 Evaluasi Kondisi Aliran Pada Pipa

Hasil *running WaterCAD* menunjukkan tanda berwarna hijau yang menunjukkan jaringan distribusi air bersih dapat berjalan lancar tanpa ada masalah. Kehilangan tinggi tekan mayor pada pipa sangat dipengaruhi oleh debit kebutuhan dan spesifikasi pipa. Kebutuhan yang tinggi pada jam puncak menyebabkan kehilangan energi menjadi besar, kehilangan energi terbesar pada jam puncak terjadi pada Pipa 29 sebesar 1,478 m. Pada jam rendah dimana kebutuhan menjadi kecil maka kehilangan energi pun menjadi kecil, dengan kisaran antara 0,001 m – 0,05 m.

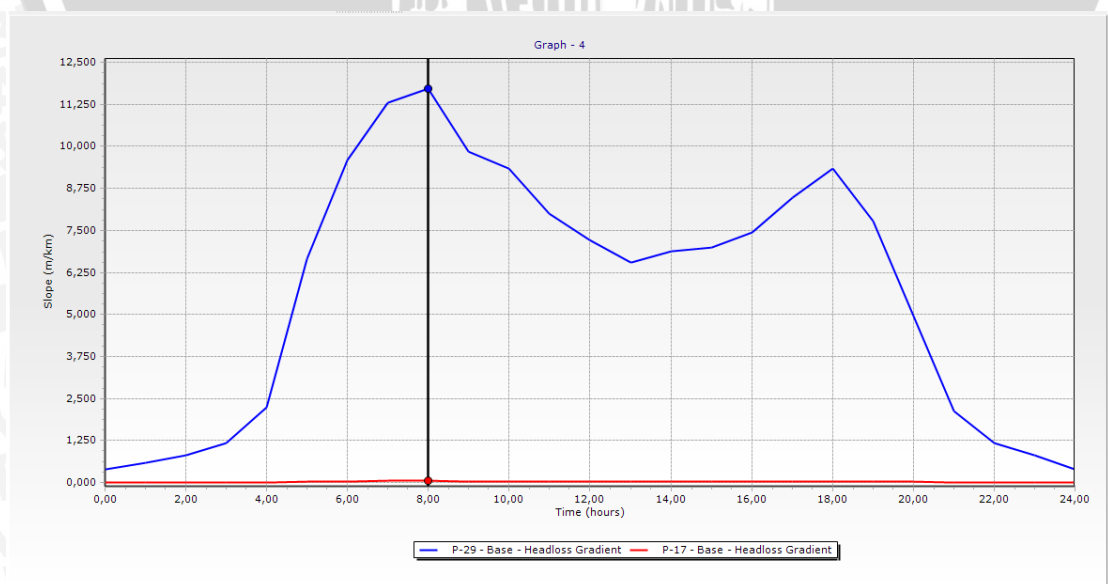
Kecepatan yang terjadi di seluruh jaringan pipa pada jam puncak berkisar antara 0,1 m/s hingga 2,5 m/s. Kecepatan paling tinggi terdapat pada pipa 15 dengan 2,47 m/s,

sedangkan kecepatan paling rendah pada kondisi jam puncak terdapat pada pipa 17 dengan 0,1 m/s. Pada jam rendah dimana kebutuhan menjadi kecil maka kecepatan aliran pun menjadi kecil yaitu berkisar antara 0,02 m/s hingga 0,4 m/s.

Kemiringan garis gradien hidrolis merupakan hasil bagi dari kehilangan energi. Besar *headloss gradient* pada jam puncak berkisar antara 0,047 m/km sampai 11,712 m/km. *Headloss gradient* terbesar pada jam puncak terdapat pada pipa 29 sebesar 11,712 m/km dan terkecil pada pipa 17 sebesar 0,047 m/km. Sedangkan pada jam rendah berkisar antara 0,002 m/km sampai 0,394 m/km. Untuk kondisi aliran pada pipa yang telah dijabarkan dapat dilihat pada gambar grafik 4.6 sampai gambar 4.7.



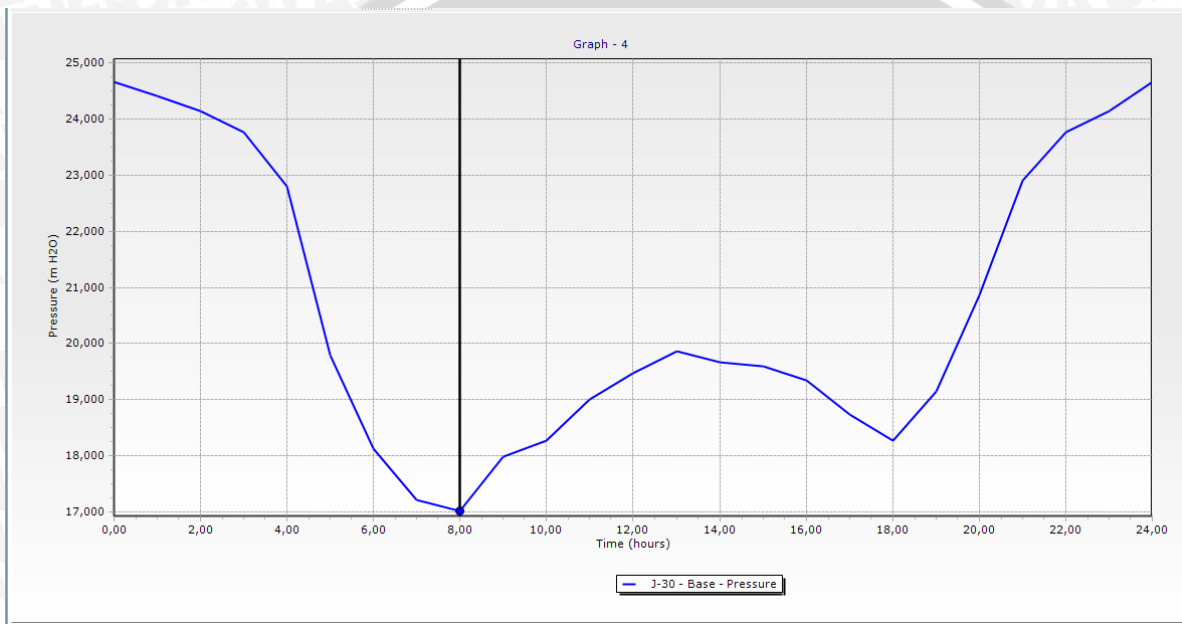
Gambar 4.6. Grafik Fluktuasi Kecepatan Pipa 15 dan Pipa 17 pada Jam Puncak



Gambar 4.7. Grafik Fluktuasi *Headloss Gradient* Pipa 17 dan Pipa 29 pada Jam Puncak

4.4.3 Evaluasi Tekanan Pada Titik Simpul

Dari hasil analisa didapat bahwa semua tekanan sisa pada tiap titik simpul pada jam puncak dalam keadaan ideal yaitu berkisar antara 4,99 mH₂O hingga 17,01 mH₂O. Sedangkan, pada jam rendah dimana kebutuhan air berkurang maka tekanan menjadi besar yaitu berkisar antara 6,90 mH₂O sampai 24,66 mH₂O, tekanan terbesar terdapat pada J-30. Dengan kondisi tersebut maka kebutuhan air bersih di tiap titik simpul dapat terpenuhi. Berikut fluktuasi tekanan sisa pada titik J-30 yang merupakan titik dengan tekanan terbesar pada saat jam 00.00 pada gambar 4.8.



Gambar 4.8. Grafik Fluktuasi Tekanan di Titik J-30 pada Jam 00.00

