PENGEMBANGAN SISTIM DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM DI KELURAHAN CEMORO KANDANG KOTA MALANG

Weta Corolla, I Wayan Mundra, Nenny Roostrianawaty

[123)] *Program studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang*
Email: wetacorola@gmail.com

ABSTRACT

Based on existing conditions, the clean water service provided by the Malang City PDAM (Municipal Waterworks) already covers all five districts: Blimbing, Sukun, Klojen, Kedungkandang, and Lowokwaru. Data from the Central Statistics Agency (BPS) of Malang City in 2019 shows that the population of Kedungkandang District reached 194,341 people. However, from that number, only 35,054 people are served by the PDAM through 8,763 installed house connections (SR).This research was conducted through several main stages, beginning with concept formulation. This concept was then used as a basis for analyzing problems and as a guideline for planning the clean water system development. The method used is a combination of survey and descriptive methods with a case study approach.The long-term clean water demand projection was carried out using the exponential method, assuming a population growth rate of 0.033%. The projection results estimate that by 2030, the population to be served will reach 20,139 people, equivalent to 3,625 house connections. To meet this demand, a water discharge of 24.54 liters per second is required.Based on simulations using WaterCad V8i software, it was concluded that the optimal primary pipe network consists of a 150 mm diameter for Zone 1, a 125 mm diameter for Zone 2, and a 100 mm diameter for Zone 3.

Keywords: Clean water, Projection

ABSTRAK

Berdasarkan kondisi eksisting, layanan air bersih PDAM Kota Malang telah mencakup seluruh lima kecamatan, yaitu Blimbing, Sukun, Klojen, Kedungkandang, dan Lowokwaru. Data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Malang tahun 2019 menunjukkan bahwa jumlah penduduk Kecamatan Kedungkandang mencapai 194.341 jiwa. Namun, dari jumlah tersebut, hanya 35.054 jiwa yang telah terlayani oleh PDAM melalui 8.763 sambungan terpasang (SR).Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama, diawali dengan perumusan konsep. Konsep tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menganalisis permasalahan serta menjadi pedoman dalam perencanaan pengembangan sistem air bersih. Metode yang digunakan merupakan kombinasi antara metode survei dan deskriptif dengan pendekatan studi kasus.Proyeksi kebutuhan air bersih jangka panjang dilakukan menggunakan metode eksponensial dengan asumsi laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,033%. Hasil proyeksi memperkirakan bahwa pada tahun 2030, jumlah populasi yang akan dilayani mencapai 20.139 jiwa atau setara dengan 3.625 sambungan rumah. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, diperlukan debit air sebesar 24,54 liter per detik.Berdasarkan simulasi menggunakan perangkat lunak WaterCad V8i, disimpulkan bahwa jaringan pipa primer yang optimal terdiri atas diameter 150 mm untuk Zona 1, diameter 125 mm untuk Zona 2, dan diameter 100 mm untuk Zona 3.

Kata kunci: Air Bersih, Proyeksi.

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan pokok masyarakat yang permintaannya terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Oleh karena itu, peningkatan kapasitas produksi dan perluasan jaringan distribusi mutlak diperlukan untuk memenuhi kebutuhan dalam suatu wilayah. Sebagai contoh, Kelurahan Cemoro Kandang di Kecamatan Kedung Kandang, Kota Malang, memiliki populasi 14.479 jiwa (data BPS) dan terus bertambah setiap tahun, yang berimplikasi pada meningkatnya kebutuhan air. Mayoritas warga di kelurahan ini masih bergantung pada sistem penyediaan air individu, seperti sumur pribadi dan HIPAM, karena belum terjangkau oleh jaringan PDAM. Fakta bahwa hanya 15% dari 11 RW dan 64 RT yang terlayani PDAM mempertegas urgensi dari perencanaan dan pengembangan jaringan distribusi air bersih. Untuk memenuhi kebutuhan secara merata dan optimal, diperlukan penambahan debit air yang akan didistribusikan ke seluruh masyarakat di wilayah studi .

Rumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini permasalahan yang akan dibahas dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem distribusi air bersih yang belum terlayani di Kelurahan Cemoro Kandang saat ini?
2. Berapa kebutuhan air bersih masyarakat kelurahan cemoro kandang dan proyeksinya dalam 10 tahun ke depan?

3. Bagaimana rancangan pengembangan sistem distribusi yang optimal untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada daerah yang belum terlayani kelurahan Cemoro Kandang?

Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah.

1. Merancang sistem distribusi baru atau perluasan jaringan yang lebih efisien pada daerah yang belum terlayani.
2. Memberikan rekomendasi strategi implementasi mempertimbangkan aspek teknis, ekonomi, dan sosial.

Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas maka dalam penyusunan tugas akhir ini akan membatasi lingkup kerja yang terdiri dari.

1. Kebutuhan air minum di hitung berdasar proyeksi pertumbuhan penduduk untuk 10 tahun yang akan datang

2. Pengembangan sistem penyediaan air bersih direncanakan untuk memenuhi kebutuhan seluruh wilayah Kelurahan Cemoro Kandang, 2 dengan fokus pada peningkatan cakupan layanan, kualitas air, dan kapasitas distribusi yang berkelanjutan.

3. Rencana pengembangan jaringan pipa akan dimulai dari reservoir PDAM yang sudah beroperasi. Jika jumlah air yang tersedia tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan, maka akan dicari sumber air lain, misalnya dengan memakai sumur HIPAM yang sudah ada atau mengambil air dari sumber mata air.

4. Sumber air diambil dari mata air yang sudah di manfaatkan oleh PDAM.

5. Perencanaan jaringan pipa baru dengan mengabaikan jaringan pipa eksisting (Hipam) karena kondisi jaringan pipa eksisting tidak sesuai standar PDAM.

2. KAJIAN PUSTAKA

Air Bersih

Air bersih didefinisikan sebagai sumber daya air yang memenuhi standar mutu tertentu sehingga layak untuk digunakan sebagai air minum dan mendukung berbagai aktivitas hidup manusia. Kriteria utama air minum yang baik adalah memenuhi persyaratan fisik, yaitu tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna, serta persyaratan kimiawi berupa bebas dari kandungan logam berat. Walaupun sumber air alam seperti mata air sering dianggap layak konsumsi, potensi pencemaran oleh mikroorganisme (contohnya bakteri E. coli) maupun zat kimia beracun tetap ada.

Sumber Air Bersih

Sumber air bersih adalah komponen penting dalam system penyediaan air bersih, karena tanpa adanya sumber air maka system penyediaan air bersih tidak akan terlaksana. Sumber air bersih yang dapat digunakan sebagai air minum meliputi :

Air Sungai : Sungai merupakan salah satu sumber air permukaan yang memiliki multi-fungsi dalam kehidupan masyarakat. Salah satu pemanfaatan utamanya adalah untuk memenuhi kebutuhan domestik sehari-hari, dimana sebagian masyarakat bergantung pada air sungai untuk keperluan hidrasi dan konsumsi, seperti minum dan memasak.

Air Permukaan : Air permukaan, sebagai salah satu komponen utama dalam siklus hidrologi, merujuk pada seluruh bentuk air yang terkumpul dan berada di atas lapisan tanah. Kategori ini mencakup berbagai badan air seperti sungai yang mengalir, danau yang tenang, rawa-rawa yang berawa, serta laut yang luas.

Air Tanah : Dalam hidrogeologi, air tanah merupakan seluruh massa air yang terdapat di zona jenuh (saturated zone) di bawah permukaan tanah, yang menempati rongga-pori pada media tanah dan batuan. Asal-usulnya bermula dari air meteorik (presipitasi/hujan) yang terinfiltrasi ke dalam 7 tanah dan terakumulasi di atas suatu lapisan pembatas yang bersifat kedap (aquiclude atau aquitard).

Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk adalah suatu teknik analitis yang bertujuan untuk memprediksi jumlah populasi di masa depan dengan mendasarkan perhitungan pada data historis pertumbuhan penduduk di tahun-tahun sebelumnya. Pertumbuhan penduduk ini sendiri merupakan variabel kritis dan determinan utama dalam menyusun perencanaan penyediaan air bersih yang berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan di waktu mendatang. Dengan melakukan analisis yang cermat terhadap tren kependudukan, para perencana dapat mengestimasi tingkat cakupan pelayanan air bersih yang harus disediakan agar dapat memenuhi standar hidup masyarakat secara memadai. Dalam praktiknya, terdapat sejumlah metodologi yang dapat diterapkan untuk menghitung proyeksi ini. Beberapa metode yang lazim digunakan dalam perencanaan sistem penyediaan air minum

Metode Aritmatik

Pn = P0 + (1 + r. n)

Dengan :

Pn = Jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

P0 = Jumlah penduduk pada tahun awal atau tahun ke-0 (jiwa)

r = Aangka pertumbuhan penduduk

n = Jangka waktu dalam tahun

Metode Geometrik

Pn = P0 (1 + r) n

Dengan :

Pn = Jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

P0 = Jumlah penduduk pada tahun yang diketahui

r = Angka pertumbuhan penduduk

n = Jumlah waktu dalam tahun

Metode Eksponensial

Pn = P0. er.n

Dengan :

Pn = Jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

P0 = Jumlah penduduk pada awal tahun (jiwa)

r = Angka pertumbuhan penduduk (%)

n = Jumlah waktu dalam tahun

e = Bilangan logaritma natural (2,7182818)

Uji Kesesuaian Proyeksi Jumlah Penduduk

Uji kesesuaian metode proyeksi penduduk dilakukan dengan memproyeksikan data historis jumlah penduduk tahun 2018 hingga 2022 untuk memperkirakan kondisi pada tahun 2022 hingga 2032. Proyeksi ini menggunakan tiga pendekatan berbeda, yakni metode geometrik, aritmatik, dan eksponensial. Metode terpilih untuk memproyeksikan pertumbuhan penduduk selanjutnya ditentukan berdasarkan perhitungan nilai koefisien korelasi tertinggi dari ketiga metode tersebut.

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\{(n\sum X^2 - (\sum X)^2\}^{0.5} - \{n* \sum Y^2 - (\sum Y^2 - \sum Y)^2\}^{0.5}}.$$

Dengan :

r= Koefisien Kolerasi

n= Jumlah data

Menghitung kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih yang diperlukan pada setiap daerah pelayanan harus dianalisa, agar dapat mengetahui berapa total kebutuhan air bersih diwilayah pelayanan tersebut. Untuk mengetahui total kebutuhan air dengan cara

a. Kebutuhan Domestik QD = QSR + QHU

b. Kebutuhan Non Domestik QND = (15-30)% x QD

c. Kehilangan air Qh = (15-50)% x Qply

d. Kapasitas Harian Maksimum Qh max = Q rata-rata x f . Hmax

e. Kapasitas Jam Puncak Qpeak = Q rata-rata x f peak

Dimana : QSR = Kebutuhan air untuk sambungan rumah (L/hari) Qhu = Kebutuhan air untuk hidran umum (L/hari) Qply =Kebutuhan Pelayanan Air Harian (L/hari) Qh = Kehilangan air (L/hari).

Analisa Sistem WaterCad

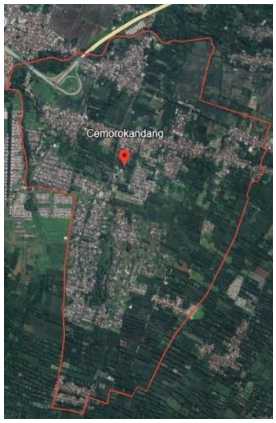
Analisis jaringan distribusi air bersih memerlukan penggunaan perangkat lunak komputer khusus dalam perencanaan sistem perpipaan air. Software ini berperan penting untuk mengatasi kompleksitas perhitungan dalam perancangan jaringan distribusi. Melalui program tersebut, proses trial and error dapat dilakukan secara efisien dengan waktu yang singkat dan margin kesalahan yang minimal, mengingat analisis seluruhnya dikelola oleh sistem komputasi.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode survey dilaksanakan melalui observasi lapangan secara langsung dengan tujuan mengidentifikasi jumlah penduduk di Kelurahan Cemoro Kandang yang belum mendapatkan akses air bersih. Sementara itu, metode deskriptif digunakan untuk memaparkan kondisi eksisting sistem jaringan distribusi air bersih di wilayah kelurahan tersebut. Proses penelitian yang dilakukan dapat dibagi menjadi beberapa tahap besar, yang diawali dengan penyusunan konsep. Konsep yang telah disusun akan dipakai untuk menganalisis masalah dan dijadikan panduan dalam merencanakan pengembangan sistem air bersih. Dalam penelitian ini, digunakan dua metode, yakni survei dan deskriptif, lewat pendekatan studi kasus.

Lokasi Penelitian

Dalam suatu penelitian dibutuhkan objek penelitian sebagai sumber informasi yang didapat dalam penelitian. Dalam penelitian ini dilakukan di keluaran Cemoro Kandang Kota Malang. Lokasi Penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Lokasi Studi

Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam evaluasi di Kelurahan Cemoro Kandang dikumpulkan dari berbagai sumber. Sebagian besar data diperoleh langsung dari instansi-instansi terkait, sementara bahan referensi tambahan berasal dari artikel online dan dokumen penelitian serupa. Data yang dibutuhkan mencakup:
1. Data Jumlah Penduduk Data jumlah penduduk diperoleh dari BPS Kota Malang dengan mengambil data jumlah penduduk Kelurahan Cemoro Kandang dari tahun 2018-2022.
2. Data Pelanggan PDAM Kelurahan Cemoro Kandang 39 Data Pelanggan PDAM diperoleh dari PDAM Kota Malang yang berguna untuk mengetahui jumlah pelanggan yang sudah terlayani air bersih hingga tahun 2025.
3. Data Jaringan Eksisting Distribusi Air Bersih. Data jaringan eksisting ini berguna untuk mengetahui derah layanan yang telah terlayani dan daerah yang belum terlayani. Dan untuk merencanakan pengembangan distribusi air bersih pada waktu yang akan datang.

Pengolahan Data

Agar tujuan penelitian dapat tercapai, proses pengerjaan harus dilakukan dengan langkah-langkah yang teratur dan terencana. Adapun tahapan pengolahan datanya adalah sebagai berikut:

1. Memproyeksikan Jumlah Penduduk Memperkirakan jumlah penduduk yang akan menggunakan air bersih dalam 10 tahun ke depan. Adalah dengan memakai tiga metode: geometri, aritmatika, dan eksponensial. Setelah itu, ketiga metode ini diuji dengan membandingkan koefisien korelasinya. Metode yang angka korelasinya paling dekat dengan akan dipakai untuk memperhitungkan kebutuhan air bersih di masa depan.

2. Kebutuhan air pada sistem distribusi dihitung menggunakan debit jam puncak (peak hour demand). Perhitungan mencakup tiga komponen utama: kebutuhan air domestik, non-domestik, dan estimasi kebocoran. Kebutuhan air domestik diturunkan dari hasil proyeksi jumlah penduduk, sementara tingkat kebocoran air ditentukan berdasarkan selisih antara volume air yang diproduksi oleh PDAM dan volume air yang terjual kepada pelanggan.

3. Faktor jam puncak ditentukan dengan melihat kondisi realita di lapangan.

4. Melakukan perencanaan pengembangan jaringan distribusi air bersih dengan menggunakan software WaterCad.

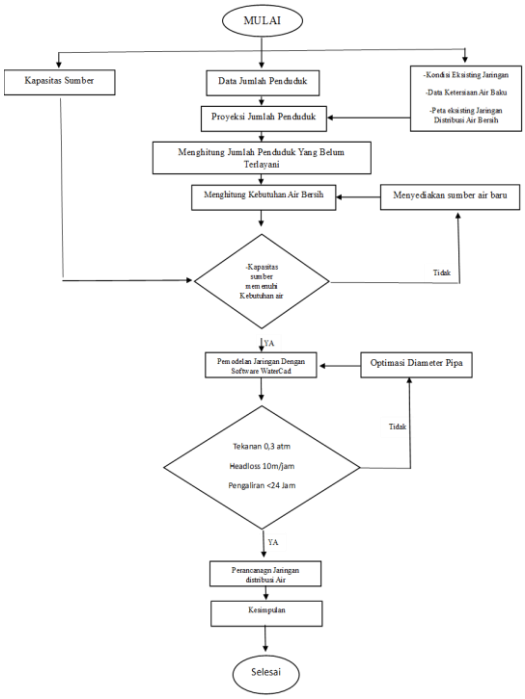
a. Proses pemodelan dimulai dengan pemilihan pipa dan pompa yang telah tertera pada software tersebut.

b. Proses selanjutnya untuk merencanakan jaringan distribusi kita menekan icon titik simpul (junction) dan meletakannya sesuai jaringan jalan pada peta.

c. Proses yang ketiga yaitu memasukan data kedalam table yang telah tersedia pada software tersebut. Data-data yang dimasukan yaitu : data elevasi, diameter pipa dan luas area.

d. Setelah seluruh data dimasukkan, tahap selanjutnya adalah menjalankan proses simulasi (running). Adapun kriteria untuk menilai apakah suatu perencanaan jaringan pipa pada sistem distribusi air bersih memenuhi syarat atau tidak adalah sebagai berikut : Tekanan sisa ditiap-tiap simpul minimum 0,5 – 8 atm Kecepatan dalam pipa yang ideal 0,3 – 4,5 m/dtk Kemiringan garis hidrolis (headloss) 0 – 15 m/km

Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir.

4. PERENCANAAN PENGEMBANGAN

Laju Pertumbuhan Penduduk

Dalam perencanaan kebutuhan air, analisis laju pertumbuhan penduduk suatu daerah sangat diperlukan. Sebagai contoh, berikut disajikan perhitungan laju pertumbuhan penduduk Kelurahan Cemoro Kandang untuk tahun 2017 berdasarkan data periode 2016-2020.

- Jumlah penduduk tahun 2016 = 12742 Jiwa
- Jumlah penduduk tahun 2017 = 13071 Jiwa
- Jangaka waktu (n) = 1 tahun
- Laju pertumbuhan penduduk (r) dapat dihitung dengan menggunakan rumus geometri yaitu :

$$r\,1 = \frac{13071 - 12742}{12740} x100\% = 0{,}06\%$$

Jadi dari perhitungan diperoleh laju pertumbuhan penduduk (r) = 0,10%. Berikut adalah hasil perhitungan laju pertumbuhan penduduk Kelurahan Cemoro Kandang:

Tahun	Jumlah Penduduk	R (Pertumbuhan Penduduk)	
2016	12742		0
2017	13071	R1 (2016 - 2017)	0.03
2018	13403	R2 (2017 - 2018)	0.03
2019	13739	R3 (2018 - 2019)	0.02
2020	14479	R4 (2019 - 2020)	0.05
Jumlah			**0. 13**
Rata - Rata (%)			**0.033**

Proyeksi Jumlah Penduduk

Guna memperkirakan kebutuhan air bersih dalam kurun waktu sepuluh tahun mendatang, diperlukan proyeksi jumlah penduduk masa depan. Proyeksi demografi ini dilakukan dengan menerapkan tiga metode utama, yaitu metode geometrik, metode aritmatika, dan metode eksponensial.

Metode Geometrik

No.	TAHUN	JUMLAH JIWA
1	2021	14956
2	2022	15450
3	2023	15960
4	2024	16486
5	2025	17031
6	2026	17593
7	2027	18173
8	2028	18773
9	2029	19392
10	2030	20032
	Jumlah	153814

Metode Aritmatik

No.	TAHUN	JUMLAH JIWA
1	2021	14956
2	2022	15434
3	2023	15912
4	2024	16390
5	2025	16868
6	2026	17345
7	2027	17823
8	2028	18301
9	2029	18779
10	2030	19257
	Jumlah	171065

Metode Eksponensial

No.	TAHUN	JUMLAH JIWA
1	2021	14964
2	2022	15466
3	2023	15985
4	2024	16522
5	2025	17076
6	2026	17649
7	2027	18241
8	2028	18853
9	2029	19486
10	2030	20139
	Jumlah	174381

Uji kesesuaian Metode

Untuk melakukan uji kesesuaian metode proyeksi jumlah penduduk, maka diproyeksikan terlebih dahulu dari tahun 2016-2020 dengan menggunakan metode Geometri, Aritmatika, Eksponensial. Setelah itu dilakukan perhitungan koefisien korelasi untuk menentukan perhitungan mana yang digunakan pada perhitungan selanjutnya. Dengan perhitungan rumus sebagai berikut

Uji kesesuaian Metode Geometrik

Tahun	n	Jumlah Penduduk (X)	(Y)	(XY)	(X^2)	(Y^2)	(Y)
2016	5	12742	12742	162358564	162358564	162358564	12742
2017		13071	13086,03	1013930541	170851041	6017260041	77571
2018		13403	13439,36	1067749995	179640409	6346512225	79665
2019		13739	81816,77	1124070024	188760121	6693857856	81816
2020		14479	84025,82	1216597975	209641441	7060200625	84025
Total		67434	205109,98	4584707099	911251576	26280189311	335819
r				0,682062713			

Uji kesesuaian Metode Aritmatika

Uji Kesesuaian Metode Aritmatik							
Tahun	n	Jumlah Penduduk (X)	(Y)	(XY)	(X^2)	(Y^2)	(Y)
2016	5	12742	12742	162358564	162358564	162358564	12742
2017		13071	77571,364	1013935299	170851041	6017316513	77571
2018		13403	13430,068	180003201,4	179640409	180366726,5	13430
2019		13739	13774,102	189242387,4	188760121	189725885,9	13774
2020		14479	14118,136	204416491,1	209641441	199321764,1	14118
Total		67434	131635,67	1749955943	911251576	6749089453	131635,67
r				-0,331833699			

Uji kesesuaian Metode Eksponensial

Uji Kesesuaian Metode Eksponensial							
Tahun	n	Jumlah Penduduk (X)	(Y)	(XY)	(X^2)	(Y^2)	(Y)
2016	5	12742	12742	162358564	162358564	162358564	12742
2017		13071	13090,72031	171108805,1	170851041	171366958,1	13091
2018		13403	13448,98431	180256736,7	179640409	180875179	13449
2019		13739	13817,05321	189832494,1	188760121	190910959,4	13817
2020		14479	14195,19534	205532233,3	209641441	201503570,8	14195
Total		67434	67293,95317	909088833,2	911251576	907015231,3	67293,953
r				0,983532178			

Dari hasil perhitungan koefisien korelasi dengan menggunakan Metode Geometrik, Aritmatik dan Eksponensial maka diperoleh hasil bahwa Metode Eksponensial 0.98 memiliki korelasi terbesar dan mendekati +1

Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

N0	Uraian	Satuan	Tahun														
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	12742	13071	13403	13739	14479	14964	15466	15985	16522	17076	17649	18341	18853	19486	20139
2	Sambungan Rumah	Jiwa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Jumlah Penduduk yang dilayani	%	45	48	55	57	59	60	63	65	67	69	75	78	84	87	90
3	Sambungan Rumah	Unit	1147	1254,82	1474,3	1566	1709	1796	1949	2078	2214	2356	2647,4	2861	3167,304	3390,6	3625
		Jiwa	5734	6274,08	7371,7	7831	8543	8978	9744	10390	11070	11782	13237	14306	15836,52	16953	18125
4	Kebutuhan air perkapita	lt/org/hr	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
5	Kebutuhan air domestik	m^3/hr	516	564,667	663,45	704,8	768,8	808,1	876,9	935,1	996,3	1060	1191,3	1288	1425,2868	1525,8	1631,3
		lt/dt	6	6,5355	7,6788	8,158	8,899	9,353	10,15	10,82	11,53	12,27	13,788	14,9	16,496375	17,659	18,88
6	Kebutuhan air non domestik	m^3/hr	155	169,4	199,03	211,4	230,7	242,4	263,1	280,5	298,9	318,1	357,39	386,3	427,58604	457,73	489,38
		lt/dt	2	1,96065	2,3036	2,447	2,67	2,806	3,045	3,247	3,459	3,682	4,1365	4,471	4,9489125	5,2978	5,6641
7	Total konsumsi	m^3/hr	671	734,067	862,48	916,3	999,5	1050	1140	1216	1295	1379	1548,7	1674	1852,87284	1983,5	2120,6
		%	30	30	29	29	28	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
8	Kehilangan kebocoran	m3/hr	201	220,22	250,12	265,7	279,9	294,1	307,8	316,1	323,8	330,9	356,2	368,2	389,103296	396,7	402,92
9	Kebutuhan air rata-rata	m3/hr	872	954,288	1112,6	1182	1279	1345	1448	1532	1619	1709	1904,9	2042	2241,97614	2380,2	2523,6
10	Kebutuhan harian maksimum	m3/hr	1003	1097,43	1279,5	1359	1471	1546	1665	1761	1862	1966	2190,6	2348	2578,27256	2737,2	2902,1
11	Kebutuhan air jam puncak	m3/hr	1361	1488,69	1735,7	1844	1996	2098	2259	2389	2526	2667	2971,6	3186	3497,48277	3713,1	3936,7

Keterangan :
1.Jumlah Penduduk : Proyeksi Jumlah Penduduk menggunakan metode eksponensial
2.Sambungan Rumah : Jumlah Penduduk yang terlayani
3.Pernduduk Terlayani : jumlah penduduk x sambungan rumah(jiwa)
4.Kebutuhan air perkapita : 90 ltr/org/hr berdasarkan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya PU (tabel 2.2)
5.Kebutuhan air domestik : 90 ltr/org/hr x Presentase jumlah penduduk yang terlayani
6.Kebutuhan air non domestik : 30% dari kebutuhan domestic
7.Total konsumsi : Kebutuhan domestik + kebutuhan non domestic.
8.Kehilangan Kebocoran : (%) x total konsumsi.
9.Kebutuhan air Rata-rata : Total konsumsi + Kehilangan kebocoran.
10.Kebutuhan harian maksimum : Kebutuhan air rata-rata x faktor pengali 1,15.
11.Kebutuhan air jam puncak : Kebutuhan air rata-rata x load faktor jam-jam'an 1,56.

Analisa Kapasitas Resevoir

Kapasitas terpasang pada Sumber mata air Wendit yang berlokasi di Kecamatan Pakis dengan kapasitas produksi sebesar 130 liter/detik ke resevoir buring atas 2. Dari sumber mata air tersebut dipasang pipa transmisi untuk mengalirakan air dari sumber menuju reservoir buring atas 2 yang berada di Kecamatan Kedungkandang yang melayani 4 kelurahan.

Waktu (Jam)	Load Faktor	Produksi	Kebutuhan	Selisih	Komulatif
	Faktor	Pompa (m3)	Air (m3)	(m3)	Isi (m3)
	1	2	3	4	5
20.00 – 21.00	0,62	117	72,54	44,46	177,84
21.00 – 22.00	0,45	117	52,65	64,35	242,19
22.00 – 23.00	0,37	117	43,29	73,71	315,90
23.00 – 24.00	0,25	117	29,25	87,75	403,65
24.00 – 01.00	0,3	117	35,10	81,90	485,55
01.00 – 02.00	0,37	117	43,29	73,71	559,26
02.00 – 03.00	0,45	117	52,65	64,35	623,61
03.00 – 04.00	0,64	117	74,88	42,12	665,73
04.00 – 05.00	1,15	117	134,55	-17,55	648,18
05.00 – 06.00	1,4	117	163,80	-46,80	601,38
06.00 – 07.00	1,53	117	179,01	-62,01	539,37
07.00 – 08.00	1,56	117	182,52	-65,52	473,85
08.00 – 09.00	1,41	117	164,97	-47,97	425,88
09.00 – 10.00	1,38	117	161,46	-44,46	381,42
10.00 – 11.00	1,27	117	148,59	-31,59	349,83
11.00 – 12.00	1,2	117	140,40	-23,40	326,43
12.00 – 13.00	1,14	117	133,38	-16,38	310,05
13.00 – 14.00	1,17	117	136,89	-19,89	290,16
14.00 – 15.00	1,18	117	138,06	-21,06	269,10
15.00 – 16.00	1,22	117	142,74	-25,74	243,36
16.00 – 17.00	1,31	117	153,27	-36,27	207,09
17.00 – 18.00	1,38	117	161,46	-44,46	162,63
18.00 – 19.00	1,25	117	146,25	-29,25	133,38
19.00 – 20.00	0,98	117	114,66	2,34	135,72

Keterangan :
(1) = Load Factor
(2) = Kapasitas Produksi Tiap 1 Jam,32,5 lt/dt = 117 m^3/jam
(3) = Load Faktor (1) x Produksi (2)
(4) = Produksi (2) – Kebutuhaan Air (3)

Pada hasil perhitungan fluktuasi diatas didapatkan bahwa sisa kumulatif tampungan terbesar adalah 665,73 m3. Selanjutnya untuk perhitungan volume efektif ditentukan minimum 15% dan kebutuhan air maksimum perhari, sehingga Volume reservoir = 15% x 665,75 m3 = 99,8625 m3. Maka kumulatif isi tampungan adalah 665,75 m3 + 99,8625 m3 = 765,616 m3. Dari hasil perhitungan volume efektif diatas diketahui bahwa kumulatif efektif tampungan adalag 765,616 m3 sedangkan kapasitas tampungan eksisting saat ini sebesar 2000 m3. Sehingga tidak diperlukan penambahan reservoir baru, karena kapasitas tampungan masih memenuhi untuk rencana pengembangan sampai 10 tahun kedepan.

Pengembangan Sistem jaringan Dengan WaterCad

Untuk pengembangan air bersih didaerah ini menggunakan jenis pipa *PVC* dengan *Hazen Williams C*=150, untuk diameter pipa yang digunakan terdapat 3 alternatif pipa antara lain, alternative 1 menggunakan pipa dengan ukuran 150 mm, alternative 2 menggunakan pipa ukuran 125 mm , dan alternative 3 menggunakan pipa ukuran 100 mm. Pada tahapan simulasi jaringan pengembangan penyediaan air bersih di Kelurahan Cemoro Kandang menggunakan 3 alternatif. Alternatif 1 menggunakan pipa berdiameter 150 mm dimana hasil simulasi yang dilakukan pada jam puncak pukul 05.00 dengan menggunakan program WaterCad V8i, hasil simulasi yang telah dilakukan pada jam puncak yaitu pada saat pukul 05.00 terjadi

tekanan tertinggi pada junction 11 yaitu sebesar 8 atm. Sedangkan tekanan terkecil berada pada junction 1, junction 2 yaitu sebesar 1 atm. Untuk kecepatan aliran (Velocity), kecepatan tertinggi terjadi pada Pipa 11 yaitu sebesar 1,85 m/s sedangkan kecepatan terendah berada pada Pipa 18 yaitu sebear 0,32 m/s. Pada Alternatif 2 menggunakan pipa berdiameter 125 mm dimana hasil simulasi yang dilakukan pada jam puncak pukul 05.00 terjadi tekanan tertinggi pada junction 18 sebsar 16 atm, dikarenakan takanan maximum aliran air pada pipa hanya 8atm maka pada junction 34 akan mengalami tekanan yang besar sehingga dapat menyebabkan pipa menjadi pecah, sedangkan tekanan terendah terjadi pada junction 1 dan junction 2 yaitu sebesar 2 atm. Untuk kecepatan aliran (Velocity), kecepatan tertinggi berada di pipa 11 yaitu sebesar 1,92 m/s sedangkan kecepatan aliran terendah berada pada pipa 19 yaitu sebesar 0,34 m/s sedangkan kecepatan aliran minimum yang disyaratkan yaitu sebesar 0,3m/s sehingga alternatif 2 tidak dapat digunakan. Alternatif 3 menggunakan pipa berdiameter 100 mm dimana hasil simulasi yang dilakukan pada jam puncak pukul 05.00 terjadi tekanan tertinggi pada junction 19 dan 20 sebesar 16 atm, dikarenakan takanan maximum aliran air pada pipa hanya 8atm maka pada junction 19 dan 20 akan mengalami tekanan yang besar sehingga dapat menyebabkan pipa menjadi pecah, sedangkan tekanan terendah terjadi pada junction 1 dan junction 2 yaitu sebesar 1 atm. Untuk kecepatan aliran (Velocity), kecepatan tertinggi berada di pipa 12 yaitu sebesar 1,7 m/s sedangkan kecepatan aliran terendah berada pada pipa 18 yaitu sebesar 0,28 m/s sedangkan kecepatan aliran minimum yang disyaratkan yaitu sebesar 0,3m/s sehingga alternatif 3 tidak dapat digunakan.

5. KESIMPULAN

1.Kondisi eksisting system distribusi air bersih di kelurahan Cemoro Kandang Sebagian besar terlayani oleh HIPAM yang di Kelola oleh masyarakat di kelurahan Cemoro Kandang. Seiring meningkatnya jumlah penduduk maka kebutuhan air bersih juga meningkat maka diperlukan perencanaan system distribusi air bersih baru.

2. Hasil perhitungan kebutuhan air bersih yang di butuhkan pada tahun 2030 yaitu 24,54 ltr/dtk dari hasil total konsumsi air bersih.

3. Alternatif 1 menggunakan pipa berdiameter 150 mm pada jam puncak pukul 05.00 tekanan tertinggi pada junction 11 yaitu sebesar 8 atm. Sedangkan tekanan terkecil berada pada junction 1, junction 2 yaitu sebesar 1 atm. Untuk kecepatan aliran (Velocity), kecepatan tertinggi terjadi pada Pipa 11 yaitu sebesar 1,85 m/s sedangkan kecepatan terendah berada pada Pipa 18 yaitu sebear 0,32 m/s. Pada Alternatif 2 menggunakan pipa berdiameter 125 mm pada jam puncak pukul 05.00 terjadi tekanan tertinggi pada junction 18 sebsar 16 atm, sedangkan tekanan terendah terjadi pada junction 1 dan junction 2 yaitu sebesar 2 atm. Untuk kecepatan aliran (Velocity), kecepatan tertinggi berada di pipa 11 yaitu sebesar 1,92 m/s sedangkan kecepatan aliran terendah berada pada pipa 19 yaitu sebesar 0,34 m/s. Alternatif 3 menggunakan pipa berdiameter 100 mm pada jam puncak pukul 05.00 terjadi tekanan tertinggi pada junction 19 dan 20 sebesar 16 atm, sedangkan tekanan terendah terjadi pada junction 1 dan junction 2 yaitu sebesar 1 atm. Untuk kecepatan aliran (Velocity), kecepatan tertinggi berada di pipa 12 yaitu sebesar 1,7 m/s sedangkan kecepatan aliran terendah berada pada pipa 18 yaitu sebesar 0,28 m/s

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik,“Pedoman Perhitungan Proyeksi Penduduk dan Angka Kerja”, Jakarta

Badan Standart Nasional 2011,“Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum SNI 7509:2011”

Bambang Triatmojo, 1993”Hidraulika” I, Beta Offset, Yogyakarta

Bambang Triatmojo, 1996”Hidraulika”II, Beta Offset, Yogyakarta

Bentley Methods, 2007 “User’s Guide WaterCAD v8 for Windows”, Waterbuy CT. USA, Bentley. Press

DPU Ditjen Cipta Karya. 1994. Pedoman Kebijakan Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT).

DPU Ditjen Cipta Karya. 1987. Buku UtamaSistem Jaringan Pipa. Diktat Kursus Perpipaan Departemen Pekerjaan Umum Direktoral Jeneral Cipta Karya Direktorat Air Bersih. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, Direktoral Jenderal Cipta Karya, Direktorat Air Bersih.

DPU Ditjen Cipta Karya. 2007. Panduan Pengembangan Air Minum Prasarana Kota Terpadu (P3KT).

Haestad Methods, 2001 “User Guide WaterCAD v 4.5 for Windows” Waterbury CT. USA, Haestad Press

Kementrian PUPR, “Panduan Pendampingan Sistem Penyediaan Air Minum (Spam) Perpipaan Berbasis Masyarakat”

Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, 2010 “Persyaratan Kualitas Air Minum”, Jakarta

Permen PUPR 2014, “Prosedur Operasional Standart Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum” Permenkes 2010, “Kualitas Air Minum”

Rosano, M Febry (2024) Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Di Kecamatan Karang Bintang Kabupaten Tanah Bumbu. Skripsi

thesis, ITN Malang.

Warmi, Lidiana (2023) Pengembangan Sistem Jaringan Air Bersih Di Kecamatan Wates Kabupaten Kediri. Skripsi thesis, ITN Malang.