

PERENCANAAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM DIKECAMATAN CIMAH TENGGAH, KOTA CIMAH

Windini*

*Dosen Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, ITBKPP

ARTICLE INFO

Riwayat Artikel:

Diterima 1 Maret 2023

Disetujui 25 Juni 2023

Keywords:

Alternatif,
Distribusi,
EPANET,
Proyeksi,
Reservoir

ABSTRAK

Abstract : Central Cimahi District is a densely populated sub-district because it is the center and capital of Cimahi City. Most of the people (61.88%) in Central Cimahi District have access to drinking water. The Drinking Water Processing Installation (IPAM) in the Citeureup Village was built with the aim of increasing access to drinking water for the people of Cimahi City. The production water capacity of IPAM in Citeureup is 50 liters/second with the water source coming from the Cimahi River. This drinking water distribution system is planned to meet the community's drinking water needs for the next 20 years, with the service level during the planning period being 33.5% of the total population who have not had access to drinking water, so as to increase access to drinking water for the people of Central Cimahi District from 61.88% to 74.65%. Based on an analysis of the existing conditions of the planning area with the planning criteria, the most appropriate system for drinking water distribution in Cimahi Tengah District is a gravity system with a ground reservoir type. There are 3 alternative paths using the EPANET 2.0 program will then be compared to obtain the best path.

Abstrak : Kecamatan Cimahi Tengah merupakan kecamatan yang padat penduduk karena merupakan pusat dan ibukota dari Kota Cimahi. Sebagian besar masyarakat (61,88%) di Kecamatan Cimahi Tengah telah memiliki akses terhadap air minum. Instalasi Pegolahan Air Minum (IPAM) di Kelurahan Citeureup dibangun dengan tujuan untuk meningkatkan akses air minum masyarakat Kota Cimahi. Kapasitas air produksi dari IPAM di Citeureup adalah 50 liter/detik dengan sumber air berasal dari Sungai Cimahi. Sistem distribusi air minum ini direncanakan dapat memenuhi kebutuhan air minum masyarakat hingga 20 tahun yang akan datang, dengan tingkat pelayanan selama periode perencanaan adalah 33,5% dari total penduduk yang belum terakses air minum, sehingga dapat meningkatkan akses air minum masyarakat Kecamatan Cimahi Tengah dari 61,88% menjadi 74,65%. Berdasarkan analisis kondisi eksisting daerah perencanaan dengan kriteria perencanaan, maka sistem yang paling tepat digunakan dalam Distribusi Air Minum di Kecamatan Cimahi Tengah adalah sistem gravitasi dengan jenis penampungan ground reservoir. Terdapat 3 jalur alternatif dengan menggunakan program EPANET 2.0 yang kemudian akan dibandingkan untuk memperoleh jalur terbaik.

Open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Alamat Korespondensi :

Windini

Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota,

Institut Teknologi dan Bisnis Karya Pembangunan Papua,

Jl. YPKP No.51, Sentani Kota

E-Mail : windini@itbkpp.ac.id

PENDAHULUAN

Kebutuhan air bersih merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan manusia baik dari segi kualitas, kuantitas, maupun kontinuitasnya. Di negara berkembang, kekurangan pasokan air baik untuk keperluan

produktif atau dalam negeri, memiliki dampak negatif langsung pada mata pencaharian (David, 2007). Pertumbuhan penduduk, perkembangan pembangunan, dan meningkatnya standar kehidupan masyarakat menyebabkan meningkatnya kebutuhan air bersih. Hal ini menyebabkan layanan perusahaan penyedia dan pengelola air bersih sangat dibutuhkan masyarakat.

Salah satu prasarana infrastruktur yang diperlukan suatu kawasan dalam penyediaan dan pengelolaan air bersih adalah sistem distribusi air minum. Sistem ini lebih dikenal dengan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM). Ada beberapa hal yang harus diperhatikan pada saat membuat sistem distribusi, yaitu peralatan yang tersedia dan kondisi profil tanah sepanjang jalur yang akan dilalui (Fair, Geyer dan Okun, 1968). Prinsip yang harus dipertimbangkan adalah jalur yang sependek mungkin, halangan sekecil mungkin, menghindari gangguan semaksimal mungkin, dan mudah dalam pelaksanaan (Al-Layla, 1980). Sistem distribusi air minum terdiri dari reservoir distribusi dan perpipaan distribusi.

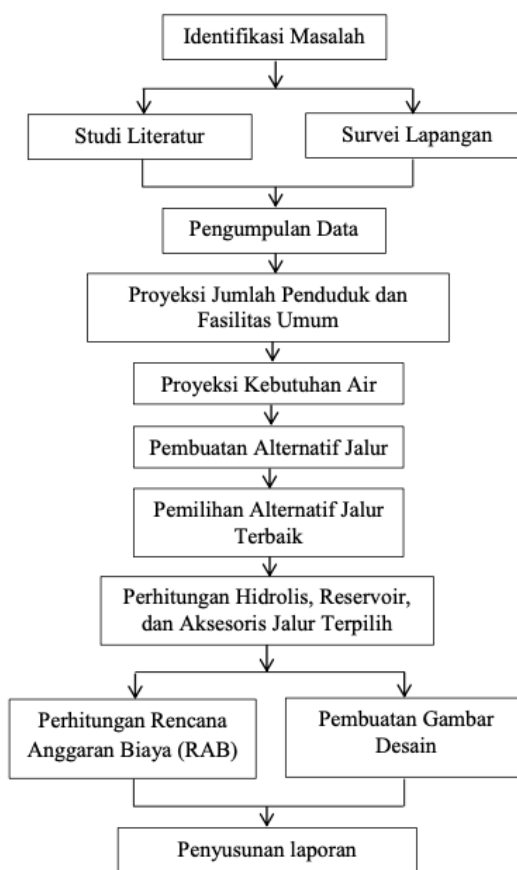
Penyediaan air minum Kota Cimahi sebagian dipenuhi oleh PDAM Kabupaten Bandung dan secara pribadi yaitu dari sumur bor dan sumur pompa. Tingkat pelayanan air bersih Kota Cimahi oleh PDAM Kabupaten Bandung pada tahun 2016 adalah sebesar 16,68% dari keseluruhan jumlah penduduk Kecamatan Cimahi Tengah, sedangkan cakupan air bersih yang berasal dari sumur bor dan sumur pompa adalah sebesar 45,2% dari total penduduk Kecamatan Cimahi Tengah (Profil Kecamatan Cimahi Tengah, 2016). Sehingga total tingkat pelayanan air bersih Kecamatan Cimahi Tengah adalah 61,88% dari total penduduk Kecamatan Cimahi Tengah. Untuk mencapai target Akses Universal 100-0-100 pada tahun 2019 diperlukan pengembangan cakupan pelayanan air bersih di Kota Cimahi sedemikian sehingga seluruh penduduk Kota Cimahi khususnya penduduk Kecamatan Cimahi Tengah terpenuhi kebutuhannya akan air bersih. Dengan terpenuhinya kebutuhan air bersih, diharapkan dapat meningkatkan hidup sehat, bersih, dan produktif yang memenuhi syarat kualitas, kuantitas, dan kontinuitas.

Kota Cimahi termasuk dalam kategori wilayah dengan penurunan muka air tanah tinggi akibat penggunaan air tanah yang tinggi pula. Sasaran pelayanan air bersih menurut RPJMD Kota Cimahi adalah 69% pada akhir tahun 2017. Dengan demikian untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat Kota Cimahi, Pemerintah Kota Cimahi merencanakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih secara mandiri dengan sumber air berasal dari air permukaan, yaitu dengan membangun Instalasi Pengolahan Air (IPA). Pada tahun 2016, Pemerintah Kota Cimahi membangun IPA yang terletak di area Kantor Pemerintah Kota Cimahi dengan kapasitas produksi 50 liter/detik pada elevasi +785 m di atas permukaan laut. IPA tersebut direncanakan dapat memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kota Cimahi dengan daerah pelayanan yang direncanakan adalah Kecamatan Cimahi Tengah, dengan prioritas untuk masyarakat yang belum memiliki akses terhadap air bersih dan daerah yang memungkinkan untuk pengaliran secara gravitasi sehingga dapat meningkatkan akses air bersih di Kecamatan Cimahi Tengah. Namun, IPA yang telah dibangun tersebut belum memiliki sistem distribusi air minum sehingga air yang telah diproduksi belum dapat melayani kebutuhan air bersih masyarakat Kota Cimahi.

Pada tahun 2017, Pemerintah Kota Cimahi merencanakan untuk membangun sistem distribusi air yang telah diproduksi di IPA tersebut yang terletak di Kelurahan Citeureup Kecamatan Cimahi Tengah. Perencanaan sistem distribusi air bersih disesuaikan dengan rencana pengembangan wilayah Kota Cimahi yang pada gilirannya dapat memberikan kesejahteraan kepada masyarakat dalam hal pengadaan air guna memenuhi kebutuhan air bersih serta menunjang kesehatan.

METODOLOGI

Metodologi perencanaan yang digunakan dalam perencanaan sistem distribusi air minum di Kecamatan Cimahi Tengah, Kota Cimahi ini digambarkan di dalam diagram alir di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi

1. Proyeksi Jumlah Penduduk dan Fasilitas Umum

Proyeksi jumlah penduduk dilakukan dengan menggunakan metode proyeksi terbaik yang dipilih dari 5 (lima) metode proyeksi yaitu metode aritmatika, metode geometrik, metode regresi linear, metode logaritmik, dan metode eksponensial. Kelima metode tersebut dibandingkan untuk mengetahui pola pertumbuhan penduduk yang sesuai dengan pola pertumbuhan penduduk di daerah perencanaan. Metode proyeksi yang memiliki pola pertumbuhan penduduk paling sesuai dengan daerah perencanaan, dengan melihat dari nilai koefisien koelasi (r^2) dan standar deviasi, akan digunakan untuk memproyeksikan penduduk di daerah perencanaan hingga akhir periode perencanaan.

Proyeksi jumlah fasilitas umum dan sosial digunakan untuk menentukan total kebutuhan air non-domestik. Perhitungan proyeksi jumlah fasilitas umum dan fasilitas sosial dilakukan berdasarkan Standar Kebutuhan Ruang dalam Perencanaan Kota, oleh Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, Tahun 2002. Standar fasilitas perkotaan tersebut dibandingkan dengan kondisi fasilitas umum dan fasilitas sosial yang ada di wilayah perencanaan, yaitu fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan, fasilitas peribadatan, fasilitas perdagangan dan jasa, dan kegiatan industri, serta fasilitas pemerintahan, olahraga, dan rekreasi.

2. Proyeksi Kebutuhan Air

Proyeksi kebutuhan air diperlukan untuk mengetahui kebutuhan air di daerah perencanaan selama periode perencanaan. Perhitungan kebutuhan air dalam perencanaan ini dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu kebutuhan air domestik (sambungan rumah dan hidran umum), kebutuhan air non-domestik (fasilitas umum, fasilitas sosial, dan industri), kebutuhan air untuk keperluan kota (tata kota dan pemadam kebakaran), kebutuhan air untuk keperluan Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM), dan kehilangan air. Perhitungan kebutuhan air di daerah perencanaan dilakukan berdasarkan standar kebutuhan air menurut Kementerian Infrastruktur dan Prasarana Wilayah (Kimpraswil) Tahun 2003, standar kebutuhan air minum menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya Tahun 1998, dan standar kebutuhan air minum berdasarkan Proyek Peningkatan Sarana Air Bersih (PPSAB) Provinsi Jawa Barat.

3. Alternatif Jalur Distribusi Air Minum

Untuk dapat membandingkan dan memperoleh jalur perpipaan distribusi yang paling baik dan memenuhi kriteria hidrolis, maka dibuat 3 (tiga) alternatif jalur distribusi di daerah perencanaan. Ketiga jalur tersebut dibuat dengan sebisa mungkin mengikuti arah jalan dengan melihat pada peta wilayah Kecamatan Cimahi Tengah sebagai daerah perencanaan untuk memudahkan pemasangan, jalur sependek mungkin, dan didesain agar memenuhi kriteria desain, sehingga jalur perpipaan distribusi dapat memenuhi kebutuhan air penduduk di daerah pelayanan hingga akhir periode perencanaan.

Simulasi alternatif jalur perpipaan distribusi dilakukan dengan menggunakan program EPANET 2.0 dengan data inputan berupa elevasi, jumlah kebutuhan air di tiap node, panjang pipa, koefisien kekasaran pipa, dan diameter pipa, sehingga diperoleh nilai kecepatan, sisa tekan, headloss, dan HGL pada setiap segmen pipa untuk masing-masing alternatif jalur distribusi. Persamaan yang digunakan untuk menghitung headloss pada program EPANET 2.0 ini adalah persamaan Hazen-Williams.

4. Pemilihan Alternatif Jalur Terbaik

Dari ketiga alternatif jalur distribusi yang telah dibuat, kemudian akan ditentukan alternatif jalur terbaik yang paling memenuhi kriteria desain sehingga jalur distribusi yang direncanakan dapat memenuhi kebutuhan air masyarakat di daerah pelayanan selama periode perencanaan. Pemilihan alternatif jalur terbaik dilakukan menggunakan metode penjumlahan terbobot atau yang sering dikenal dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW). Pada metode SAW ini, ditentukan beberapa kriteria pembandingan antara satu alternatif dengan alternatif lainnya, dimana kriteria pembandingan ini sangat berhubungan dengan keandalan sistem perpipaan distribusi. Masing-masing kriteria kemudian dilakukan normalisasi terhadap nilai dari tiap kriteria pada masing-masing alternatif, berdasarkan perhitungan untuk atribut keuntungan ataupun atribut biaya. Kemudian nilai masing-masing kriteria yang telah ternormalisasi dilakukan perbandingan pada masing-masing alternatif, alternatif dengan nilai tertinggi adalah alternatif terpilih.

5. Perhitungan Reservoir

Reservoir digunakan untuk menampung air akibat adanya fluktuasi pemakaian air oleh masyarakat di daerah perencanaan. Perhitungan reservoir dilakukan dengan mengalikan nilai selisih tertinggi (surplus) dan nilai selisih terendah (defisit) antara suplai dan pemakaian, dengan debit rata-rata dari IPAM.

6. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya dibuat untuk memperkirakan total biaya yang dibutuhkan untuk membangun sistem jaringan distribusi yang direncanakan. Jenis biaya yang dibutuhkan adalah biaya pengadaan pipa, biaya pengadaan aksesoris pipa, biaya pemasangan pipa dan aksesoris pipa, biaya pembangunan reservoir, biaya pembangunan sambungan rumah dan hidran umum. Perhitungan biaya untuk masing-masing jenis biaya tersebut dilakukan berdasarkan Standar Harga Tertinggi Barang dan Jasa Kota Bandung Tahun 2013 dan Standar Harga Satuan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28 tahun 2016.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Periode Perencanaan

Periode perencanaan merupakan rentang waktu yang diperlukan dalam melayani kebutuhan air masyarakat di daerah perencanaan. Periode perencanaan sistem distribusi air bersih umumnya selama 20 – 25 tahun. Pada perencanaan ini, direncanakan periode perencanaan sistem distribusi air minum di Kecamatan Cimahi Tengah adalah 20 tahun dengan pertimbangan perkembangan penduduk di masa yang akan datang hanya dapat diprediksi dengan baik hingga 20 tahun ke depan.

Tingkat Pelayanan

Pelayanan air minum pada perencanaan ini akan dibagi ke dalam dua jenis tahap yaitu tahap persiapan atau konstruksi dan tahap pelayanan. Tahap persiapan atau konstruksi direncanakan selama 2 tahun yaitu dari tahun 2017 sampai tahun 2018. Tahap pelayanan terdiri dari dua tahap dengan rentang waktu untuk masing-masing tahap adalah 10 tahun. Tahap pertama untuk pelayanan dimulai pada tahun 2019 sampai tahun 2028, sedangkan tahap kedua untuk pelayanan dimulai pada tahun 2029 hingga tahun 2038. Tingkat pelayanan air bersih untuk masing-masing tahap adalah 33,5% dari total penduduk yang belum terakses air minum, sehingga dengan adanya perencanaan ini dapat meningkatkan akses air masyarakat Kecamatan Cimahi Tengah menjadi 74,65%. Besarnya tingkat pelayanan disesuaikan dengan jumlah air yang tersedia atau yang diperoleh dari sumber air baku dan hasil produksi IPA dengan jumlah kebutuhan air total masyarakat berdasarkan hasil perhitungan. Debit air yang diproduksi dari IPA di Citeurep ini adalah 50 liter/detik.

Proyeksi Jumlah Penduduk

Dalam merencanakan sistem penyediaan air bersih suatu daerah, perlu dipertimbangkan peningkatan jumlah penduduk yang berada di wilayah tersebut. Pada perencanaan sistem penyediaan air bersih, jumlah penduduk selama periode perencanaan dapat diketahui dengan memproyeksikan jumlah penduduk hingga beberapa tahun mendatang atau selama periode perencanaan. Terdapat beberapa metode proyeksi penduduk yang dapat digunakan, yaitu metode aritmatika, geometrik, regresi linear, logaritmik, dan eksponensial.

Dari lima metode proyeksi penduduk, akan dipilih metode proyeksi terbaik. Untuk menentukan metode proyeksi penduduk yang paling tepat digunakan di suatu daerah dan paling mewakili pola pertumbuhan penduduk di daerah perencanaan, diperlukan perhitungan faktor korelasi dan standar deviasi. Perhitungan faktor korelasi dan standar deviasi dapat dilakukan dengan menganalisa dan membandingkan data kependudukan yang tersedia dengan data penduduk dari perhitungan metode proyeksi yang digunakan.

Dengan menggunakan metode terpilih yaitu metode regresi linear, maka diperoleh perkiraan jumlah penduduk selama periode perencanaan yaitu 20 tahun yang akan datang seperti yang terlihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 1. Proyeksi Penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
2017	173.598	2028	188.022
2018	174.909	2029	189.333
2019	176.220	2030	190.645
2020	177.532	2031	191.956
2021	178.843	2032	193.267
2022	180.154	2033	194.578
2023	181.465	2034	195.890
2024	182.777	2035	197.201
2025	184.088	2036	198.512
2026	185.399	2037	199.824
2027	186.711	2038	201.135

Berdasarkan tabel tersebut, hasil proyeksi penduduk pada tahap I yaitu pada tahun 2028 yaitu sebesar 188.022 jiwa dan hasil proyeksi penduduk di akhir perencanaan atau tahap 2 yaitu tahun 2038 adalah 201.135 jiwa.

Proyeksi Kebutuhan Air

Proyeksi kebutuhan air diperlukan untuk mengetahui jumlah kebutuhan air di daerah pelayanan selama periode perencanaan. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perubahan tingkat kebutuhan air selama periode perencanaan, antara lain penambahan jumlah penduduk, tingkat sosial dan tingkat ekonomi masyarakat, keadaan iklim di daerah setempat, rencana tata ruang wilayah dan perluasannya, tingkat pelayanan, serta standar kebutuhan air minum. Perhitungan kebutuhan air untuk perencanaan ini dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu kebutuhan air domestik (sambungan rumah dan hidran umum), kebutuhan air non-domestik (fasilitas umum, fasilitas sosial, dan kegiatan industri), kebutuhan air untuk keperluan kota (tata kota dan hidran kebakaran), kebutuhan air untuk keperluan Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM), dan kehilangan air.

Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi kebutuhan air domestik, kebutuhan air non-domestik, kebutuhan air untuk keperluan kota, kebutuhan air untuk IPAM, dan kehilangan air, diperoleh kebutuhan air rata-rata untuk perencanaan sistem distribusi air bersih di Kecamatan Cimahi Tengah selama periode perencanaan yaitu pada tahun 2028 untuk akhir periode tahap 1, dan tahun 2038 untuk akhir periode atau tahun perencanaan untuk tahap 2, masing-masing sebesar 46,98 liter/detik dan 49,87 liter/detik. Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan proyeksi total kebutuhan air selama periode perencanaan di daerah pelayanan. Dari hasil perhitungan kebutuhan air rata-rata tersebut terlihat bahwa perbedaan kebutuhan air rata-rata pada tahap 1 dan tahap 2 tidak begitu signifikan, sehingga akan lebih efisien apabila perancangan sistem jaringan distribusi dilakukan langsung pada akhir periode perencanaan, yaitu pada tahun 2038.

Jalur Alternatif Sistem Distribusi Air Minum

Jalur alternatif sistem distribusi air minum dibuat agar dapat membandingkan antara satu sistem dengan sistem lainnya, sehingga dapat ditentukan alternatif terbaik berdasarkan kriteria-kriteria tertentu. Titik awal seluruh alternatif sistem distribusi yaitu pada reservoir distribusi yang terletak pada elevasi +785 mdpl

di Kelurahan Citeurep, Kecamatan Cimahi Utara dengan pertimbangan titik ini berada di dekat lokasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM). Adapun jalur ini dibuat dengan sebisa mungkin mengikuti arah jalan, dan pipa distribusi ditanam di pinggir jalan agar tidak mengganggu aktivitas masyarakat di daerah pelayanan. Seluruh alternatif jalur pipa yang direncanakan menggunakan pipa induk untuk jaringan distribusi.

Tabel 2. Proyeksi Kebutuhan Air

Jenis Kebutuhan Air (liter/detik)	Tahun	
	2028	2038
Domestik	28,35	30,32
Non Domestik	4,33	4,37
Domestik dan Non Domestik	32,68	34,69
IPAM	3,27	3,47
Hidran Kebakaran	3,27	3,47
Tata Kota	1,63	1,73
Sub total	40,85	43,37
Kehilangan air	6,13	6,51
Total	47	50

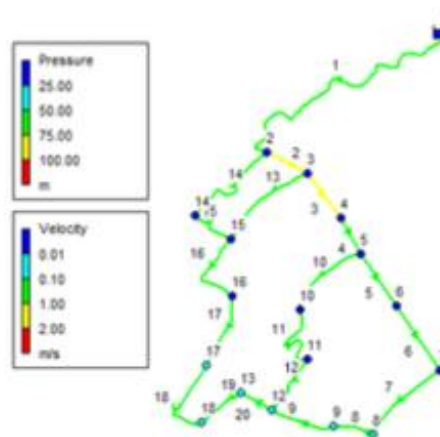
Alternatif 1

Alternatif ini menggunakan sistem pengaliran gravitasi karena perbedaan elevasi dari reservoir ke daerah pelayanan cukup tinggi. Sistem pengaliran ini lebih ekonomis karena tidak perlu menggunakan pompa dalam mengalirkan air ke masyarakat. Perbedaan elevasi yang cukup tinggi dari reservoir ke daerah pelayanan juga menyebabkan penggunaan ground reservoir dalam sistem ini, karena sistem tidak membutuhkan tekanan tambahan untuk mengalirkan air ke daerah pelayanan. Beberapa keuntungan yang diperoleh dalam penggunaan jenis reservoir ini yaitu biaya konstruksi lebih murah, mudah dalam konstruksi dan pemeliharannya, dan mudah melakukan pemantauan terhadap kualitas air. Reservoir diletakkan pada elevasi +785 mdpl. Pada alternatif ini, air akan dialirkan dari reservoir menuju daerah pelayanan yang memiliki elevasi terendah +744 mdpl.

Pola jaringan yang digunakan yaitu pola loop. Dengan menggunakan pola loop, maka apabila terjadi kerusakan, perbaikan, atau pengambilan air untuk pemadam kebakaran maka permasalahan sistem distribusi dapat dilokalisir sehingga tidak mempengaruhi aliran di seluruh sistem.

Jenis pipa yang digunakan pada jalur alternatif ini yaitu PVC karena selain tahan terhadap pengaruh korosif, juga pemasangannya mudah, serta mudah diperoleh di pasaran. Pipa PVC kurang baik dipasang di tempat yang tidak terlindungi dari sinar matahari, sehingga sistem penanaman pipa pada alternatif ini cocok untuk pipa PVC dengan kekurangan tersebut. Penggunaan pipa PVC lebih ekonomis daripada jenis pipa lainnya. Diameter pipa PVC yang tersedia di pasaran yaitu sekitar 16 mm hingga 700 mm. Untuk alternatif 1 ini, diameter pipa yang digunakan yaitu berkisar antara 50 mm hingga 355 mm tergantung dari letak dan lokasi pelayanan. Panjang keseluruhan pipa untuk alternatif ini yaitu 7.277 m. jumlah sambungan pipa yaitu 20 dan jumlah node 18. Terdapat 9 variasi diameter pipa, dan jumlah loop pada alternatif ini adalah 3.

Berdasarkan simulasi pada program EPANET 2.0, hasil terbaik dari simulasi untuk alternatif ini ditinjau pada pukul 17.00 (jam puncak) yang memiliki kecepatan yang memenuhi kriteria desain, yaitu berada pada rentang 0,36 m/detik hingga 1,41 m/detik. Tekanan minimum di jalur ini yaitu 14,37 m, sedangkan tekanan maksimum yaitu 31,22 m. Sisa tekan ini memenuhi kriteria desain yaitu pada rentang 10 m hingga 80 m. Berdasarkan kriteria teknis yang ada, headloss maksimum untuk suatu sistem perpipaan yaitu 10 m/km. Pada alternatif ini, seluruh headloss untuk masing-masing pipa tidak lebih dari 10 m/km, dengan headloss maksimum sebesar 7,59 m/km. Skema alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 6.1.



Gambar 2. Jalur Alternatif 1

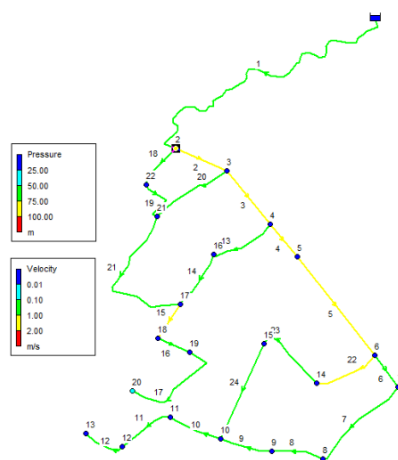
Alternatif 2

Sistem pengaliran yang digunakan pada alternatif 2 sama dengan alternatif 1, yaitu menggunakan sistem gravitasi. Hal ini dikarenakan keadaan topografi daerah pelayanan yang memungkinkan untuk membuat sistem distribusi air minum secara gravitasi sehingga lebih ekonomis. Letak reservoir sama yaitu pada elevasi +785 mdpl. Reservoir yang digunakan yaitu ground reservoir, sehingga mudah dalam konstruksi dan pemeliharannya.

Pola jaringan yang digunakan yaitu pola gabungan. Loop yang terdapat pada alternatif ini yaitu berjumlah 3 loop. Titik terendah pada alternatif ini yaitu +744 mdpl yang terletak pada node 12. Setiap node melayani kebutuhan air untuk beberapa wilayah tertentu yang termasuk daerah pelayanan.

Pipa yang dibutuhkan pada sistem ini berdiameter 50 mm hingga 355 mm. Oleh karena itu, jenis pipa yang tersedia di pasaran untuk ukuran tersebut yaitu pipa PVC. Kelebihan dari pipa ini yaitu harga yang relatif ekonomis, mudah dalam pemasangan, lebih kuat dari pipa plastik biasa, dan banyak tersedia di pasaran. Ukuran diameter pipa minimum untuk sistem ini yaitu 50 mm, sedangkan diameter maksimum yaitu 355 mm. Diameter 355 mm digunakan pada sambungan pipa dari reservoir ke node 2. Hal ini disebabkan debit yang melalui pipa ini di awal masih cukup tinggi sehingga membutuhkan diameter yang cukup besar di awal agar dapat tetap memenuhi kriteria desain. Panjang keseluruhan pipa untuk sistem ini mencapai 7.649 m, dengan jumlah sambungan pipa yaitu 24 dan jumlah node 22, serta jumlah variasi diameter pipa yaitu 8.

Berdasarkan simulasi pada program EPANET 2.0, hasil akhir simulasi yaitu sisa tekan minimum sebesar 14,29 m dan sisa tekan maksimum yaitu 29,13 m, sehingga seluruh sisa tekan memenuhi kriteria desain yang berkisar 10 m hingga 80 m. Kecepatan aliran minimum pada alternatif 2 ini adalah 0,32 m/detik dan kecepatan maksimum pada alternatif ini yaitu 1,45 m/detik, sehingga kecepatan aliran pada alternatif 2 ini memenuhi kriteria desain, yaitu berada pada rentang 0,3 – 3 m/detik. Berdasarkan kriteria desain yang ada, headloss maksimum pada sistem distribusi air minum yaitu 10 m/km, dan headloss maksimum pada alternatif 2 ini sebesar 8,53 m/km sehingga headloss maksimum ini memenuhi kriteria. Skema alternatif 2 dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Jalur Alternatif 2

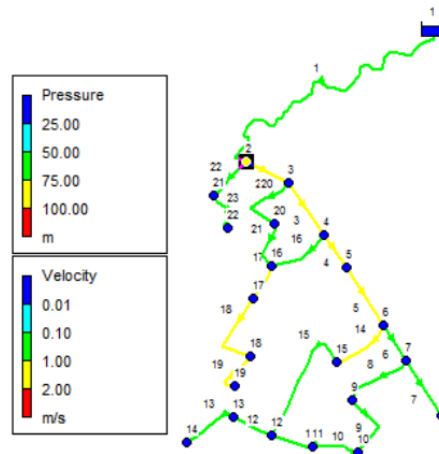
Alternatif 3

Pada alternatif ini, sistem pengaliran yang digunakan yaitu sistem pengaliran secara gravitasi dengan pertimbangan elevasi pada daerah pelayanan jauh lebih rendah dibandingkan elevasi reservoir. Reservoir yang digunakan terletak di Kelurahan Citeureup pada elevasi +785 mdpl. Reservoir yang digunakan merupakan jenis ground reservoir karena sisa tekan pada setiap node cukup tinggi sehingga tidak diperlukan tekanan tambahan untuk mengalirkan air.

Pola jaringan yang digunakan sama dengan alternatif 2, yaitu pola gabungan. Pola ini dapat melayani banyak tempat dan apabila terjadi kerusakan maka permasalahan sistem distribusi dapat dilokalisir sehingga tidak mempengaruhi aliran di seluruh sistem. Selain itu dengan menggunakan pola ini, distribusi air dapat merata ke seluruh daerah pelayanan. Jumlah loop pada alternatif ini yaitu 2 loop.

Jenis pipa yang digunakan pada alternatif ini yaitu pipa PVC. Pipa PVC mudah dalam pemasangan dan tersedia banyak di pasaran. Ukuran pipa pada alternatif ini bervariasi yaitu antara 75 mm hingga 355 mm tergantung daerah yang dilayani. Panjang keseluruhan pipa pada sistem ini yaitu 7.225 m dengan jumlah sambungan pipa 23 dan jumlah node 22, serta jumlah variasi diameter 8.

Berdasarkan simulasi pada program EPANET 2.0, hasil akhir simulasi yaitu sisa tekan minimum sebesar 14,47 m dan sisa tekan maksimum sebesar 26,44 m, sehingga seluruh sisa tekan memenuhi kriteria desain yaitu berkisar 10 m hingga 80 m. Kecepatan aliran paling rendah pada alternatif ini yaitu 0,4 m/detik dan kecepatan paling tinggi adalah 1,37 m/detik, sehingga kecepatan aliran pada alternatif 3 ini memenuhi kriteria desain. Menurut kriteria teknis, headloss maksimum pada sistem distribusi yaitu 10 m/km, namun pada alternatif ini masih terdapat 2 titik yang memiliki headloss lebih besar dari kriteria desain untuk headloss maksimum. Headloss maksimum pada alternatif ini yaitu 18,11 m/km. Skema alternatif 3 dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Jalur Alternatif 3

Perbandingan Alternatif

Seluruh alternatif pada perencanaan ini menggunakan sistem pengaliran secara gravitasi karena perbedaan ketinggian yang cukup tinggi antara satu titik dengan titik lainnya. Elevasi dari ketiga alternatif jalur distribusi cukup bervariasi mulai dari +785 mdpl hingga +744 mdpl. Pola jaringan yang digunakan yaitu pola jaringan loop dan pola gabungan. Reservoir yang digunakan yaitu ground reservoir yang lebih mudah dalam pemasangan dan pemeliharaannya.

Semua kriteria teknis setiap alternatif hampir memenuhi kriteria desain. Namun, pada perencanaan ini, akan dipilih alternatif terbaik dari ketiga alternatif tersebut. Perbandingan selengkapnya untuk ketiga alternatif jalur perpipaan distribusi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Alternatif

Parameter	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Pemakaian Energi			
1. jenis reservoir	<i>Ground Reservoir</i>	<i>Ground Reservoir</i>	<i>Ground Reservoir</i>
2. sistem pengaliran	Gravitasi	Gravitasi	Gravitasi
Kemudahan dalam Pemasangan			
1. tinggi reservoir dari permukaan tanah (m)	0	0	0
Perpipaan			
1. panjang pipa	7277	7649	7225
2. jumlah link/pipa	20	24	23
3. jumlah <i>node</i>	18	22	22
4. jumlah variasi diameter pipa	9	9	8
5. jumlah diameter pipa di atas 500 mm	0	0	0
6. diameter pipa minimum (mm)	50	50	75
7. diameter pipa maksimum (mm)	355	355	355
8. jumlah <i>loop</i>	3	3	2
Kriteria Hidrolis pada Debit Puncak			
1. kecepatan minimum (m/detik)	0,36	0,32	0,4
2. kecepatan maksimum (m/detik)	1,41	1,45	1,37
3. sisa tekanan minimum (m)	14,37	14,29	14,47
4. sisa tekanan maksimum (m)	31,22	29,13	26,44
5. <i>Headloss</i> maksimum (m/km)	7,59	8,53	18,11
6. Jumlah <i>headloss</i> diatas 10 m/km	0	0	2

Berdasarkan kriteria desain, kecepatan aliran minimum yaitu 0,3 m/detik. Pada alternatif 1, alternatif 2, dan alternatif 3 memiliki kecepatan minimum yang telah memenuhi kriteria desain, dengan kecepatan minimum masing-masing alternatif yaitu 0,36 m/detik, 0,32 m/detik, dan 0,4 m/detik. Tekanan minimum dan maksimum yang disyaratkan yaitu 10 m hingga 80 m, sisa tekanan minimum dan maksimum ketiga alternatif memenuhi persyaratan. Batas kriteria desain untuk headloss maksimum yaitu 10 m/km. Alternatif 1 dan alternatif 2 telah memenuhi kriteria desain untuk headloss maksimum, yaitu 6,92 m/km, sedangkan alternatif 3 masih terdapat headloss di atas 10 m/km, dengan headloss maksimum sebesar 18,11 m/km.

Pemilihan Alternatif Terbaik

Alternatif terbaik ditentukan dari beberapa kriteria teknis dan pertimbangan biaya yang membedakan antara satu alternatif dengan alternatif lainnya dengan menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW). Terdapat 11 (sebelas) kriteria yang akan digunakan dalam penentuan prioritas pendistribusian air bersih yaitu Kecepatan minimum (C1), Kecepatan maksimum (C2), Tekanan minimum (C3), Tekanan maksimum (C4), Headloss maksimum (C5), Panjang pipa (C6), Jumlah variasi diameter pipa (C7), Jumlah pipa (C8), Jumlah node (C9), Diameter pipa minimum (C10), Diameter pipa maksimum (C11).

Tabel 4. Pemilihan Alternatif Terbaik

Alternatif	Kriteria											Total
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	
Alternatif 1	4,5	4,86	4,97	5	5	3,97	2,67	4	4	3	3	45
Alternatif 2	4	5	4,94	4,67	4,45	3,78	2,67	3,33	3,27	3	3	42
Alternatif 3	5	4,72	5	4,23	2,10	4	3	3,48	3,27	2	3	40

Berdasarkan hasil perhitungan matriks normalisasi dengan bobot masing-masing kriteria, diperoleh nilai untuk masing-masing alternatif seperti yang diperlihatkan pada **Tabel 4**. Alternatif 1 memiliki nilai paling tinggi, sehingga alternatif 1 merupakan alternatif yang terpilih sebagai alternatif terbaik, dengan kata lain alternatif 1 merupakan jalur distribusi yang lebih layak untuk dibangun guna menyalurkan air bersih dari reservoir ke rumah-rumah penduduk yang dilayani.

Reservoir Distribusi

Pola pemakaian air bersih di suatu daerah berfluktuasi setiap jam nya. Oleh karena itu, dalam perencanaan sistem distribusi air minum diperlukan reservoir distribusi untuk menampung air bersih yang berasal dari Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) sebelum didistribusikan ke daerah pelayanan. Selain itu, fungsi reservoir juga menyimpan air untuk mengatasi fluktuasi pemakaian air yang berubah setiap jam

dan meratakan aliran dan tekanan air bila pemakaian air di daerah pelayanan bervariasi. Reservoir distribusi yang direncanakan adalah reservoir dengan jenis ground reservoir yang terletak pada elevasi +785 mdpl dan dialirkan ke daerah pelayanan secara gravitasi.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan mengacu pada kriteria desain reservoir menurut Japan International Cooperation Agency (JICA), maka ringkasan desain reservoir dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Perhitungan Reservoir Distribusi

Kriteria	Nilai
Debit (liter/detik)	50
Volume Reservoir (m ³)	840
Tinggi (m)	4,5
Panjang (m)	20
Lebar (m)	10
Freeboard (m)	0,5
Volume Total Reservoir (m ³)	1000
Pipa Inlet (mm)	150
Pipa Outlet (mm)	150
Pipa Penguras (mm)	225
Pipa Peluap (mm)	75
Pipa Ventilasi (mm)	150

KESIMPULAN

Perencanaan sistem jaringan distribusi untuk air yang telah diproduksi di IPAM Citeureup direncanakan dapat melayani kebutuhan air masyarakat Kecamatan Cimahi Tengah selama 20 tahun yang akan datang, dengan prioritas pelayanan adalah untuk masyarakat yang belum memiliki akses terhadap air bersih, kondisi topografi wilayah yang memungkinkan untuk pengaliran secara gravitasi, dan disesuaikan dengan debit yang tersedia. Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi kebutuhan air, kapasitas IPAM sebesar 50 liter/detik dapat melayani kebutuhan air untuk 25.686 jiwa atau 6.422 KK, sehingga tingkat pelayanan air bersih adalah sebesar 33,5% dari total jumlah penduduk yang belum terakses air bersih. Sehingga dengan adanya pembangunan sistem jaringan distribusi air untuk air produksi dari IPAM Citeureup ini dapat meningkatkan akses masyarakat Kecamatan Cimahi Tengah terhadap air bersih menjadi 74,65% dari total penduduk Kecamatan Cimahi Tengah.

Pola jaringan distribusi adalah loop dengan sistem pengaliran adalah secara gravitasi. Jenis reservoir yang digunakan adalah ground reservoir dengan kapasitas total 1000 m³. Panjang total pipa distribusi adalah 7.277 meter dengan diameter minimum adalah 50 mm dan diameter maksimum adalah 350 mm, serta jumlah variasi diameter pipa sebanyak 9 unit. Sistem jaringan distribusi yang direncanakan telah memenuhi kriteria hidrolis berupa kecepatan minimum (0,36 m/detik), kecepatan maksimum (1,41 m/detik), sisa tekan minimum (14,37 m), sisa tekan maksimum (31,22), dan headloss maksimum (7,59 m/km). Biaya total untuk realisasi sistem jaringan distribusi di Kecamatan Cimahi Tengah ini meliputi biaya pengadaan pipa, biaya pengadaan aksesoris pipa, biaya pemasangan pipa dan aksesoris pipa, biaya pembangunan reservoir, serta biaya pembangunan sambungan rumah dan hidran umum yaitu sebesar Rp16.350.000.000,00.

DAFTAR PUSATAKA

- 1) Al-Layla, M. Anis. (1980). *Water Supply Engineering Design*. Michigan: Ann Arbor Science.
- 2) Agustina, M., Bakti, M. (2015). Penentuan Distribusi Air Bersih di Kabupaten X Menggunakan Metode SAW (Simple Additive Weighting). *Jurnal Universitas Bina Darma*.
- 3) Arnalich, Santiago. (2011). *Epanet and Development. A progressive 44 exercise workbook*, Arnalich, water and habitat.
- 4) Babbitt, Harold E., James J. Doland, John L. Cleasby. (1967). *Water Supply Engineering*, 6th Edition. New York: McGraw-Hill Book Co.
- 5) BPS Kota Cimahi. (2017). *Kota Cimahi dalam Angka 2017*. Badan Pusat Statistik Kota Cimahi.
- 6) Fair, G.M., Geyer, J.C., Okun, D.A. (1968). *Water Supply and Wastewater Disposal*. John Wiley & Sons, Inc. New York.

- 7) David, Grey. (2007). Sink or Swim? Water Security for Growth and Development Water Policy. Journal of The International Management Institute, Colombo, Sri Lanka and The World Conservation Union. 9: 545-571.
- 8) Dinas Kimpraswil. (2007). Basic Price dan Unit Price, Triwulan 1 Januari s/d Maret 2007. Kendari: Dinas Permukiman dan Prasarana Wilayah Provinsi Sulawesi Tenggara.
- 9) Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman Kota Cimahi. (2017). Kota Cimahi. Dirljen Cipta Karya. (1998). Standar Kebutuhan Air Minum. Direktorat Jenderal Cipta karya, Departemen Pekerjaan Umum.
- 10) Hammer, Mark J. (1975). Water and Wastewater Technology. New York: John Willey and Sons Inc. Hardie's Textbook of Pipeline Design. (1978). Publications Departement, James Hardie and Coy, Pty. Limited.
- 11) Isserman, Andrew. (1977). Accuracy of Population Projection for Sub-Country Areas. Journal of American Institute of Planners, 43: 59 – 247. JICA. (1990). Design Criteria for Waterwork Facilities. JICA, Japan. 133
- 12) Linsey, Ray K and Franzini, Joseph B. (1986). Teknik Sumber Daya Air Jilid 2. Erlangga: Jakarta.
- 13) Okeola, O.G. & Sule, B.F. (2012). Evaluation of Management Alternatives for Urban Water Supply System Using Multicriteria Decision Analysis. Journal of King Saud University Engineering Sciences, 24: 19 – 24.
- 14) Peavy, Howard S et al. (1985). Environmental Engineering. McGraw-Hill. Singapura.
- 15) PPSAB Jawa Barat. (1988). Pola Pemakaian Air. Proyek Penyediaan Sarana Air Bersih Provinsi Jawa Barat.
- 16) PPSAB Jawa Barat. (1988). Standar Kebutuhan Air Minum. Proyek Penyediaan Sarana Air Bersih Provinsi Jawa Barat.
- 17) Ratnayaka, Don D., Brandt, Malcolm J., Johnson, K. Michael. (2009). The Demand for Public Water Supplies. Water Supply (Sixth Edition). 1 – 35.
- 18) Rode, Sanjay. (2014). Public Private Partnership for Sustainable Drinking Water Supply Management in Emerging Cities in India. Journal University of Mumbai. 26 – 27.
- 19) Standarisasi Harga Tertinggi satuan Barang dan Jasa di Lingkungan Pemerintah Kota Bandung. 2013 Sukarmadijaya, Harun., R. Harjoko, Soepangat S., Soetiman, M. Masduki, B.
- 20) Chatib, Munsyir A. (1978). Draft Guidelines for Design and Construction of Public Water Supply in Indonesia. Departemen Teknik Penyehatan. Standar Nasional Indonesia. SNI-06-0084-2002. Pipa PVC untuk saluran Air Minum.
- 21) Yanti, Anugrah. (2015). Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Minum Proyek Gambung, Kabupaten Bandung. Bandung: Tugas Akhir S1 Teknik Lingkungan ITB.