

PERENCANAAN KAPASITAS SPAM PROYEK PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR PENDUKUNG HUNIAN RELOKASI BENCANA GUNUNG RUANG

Shelomita Maharani Tapu¹, Novatus Senduk², Ahmad Yani Abas^{3*}

¹Mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia

³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia

*Corresponding author: tapushelomita@gmail.com

Abstrak: Dampak bencana letusan Gunung Ruang pada April 2024 menyebabkan ribuan penduduk kehilangan tempat tinggal dan dipindahkan ke kawasan Hunian Tetap (Huntap) Zona 1 dan Zona 2 di Desa Modisi, Kecamatan Pinolosian Timur, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sistem eksisting Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM), menghitung proyeksi kebutuhan air minum hingga tahun perencanaan 2046 khusus untuk kawasan Huntap Zona 1 dan Zona 2, serta menganalisis performa hidrolis perpipaan melalui perhitungan matematis dan simulasi. Penelitian ini menggunakan metode studi kasus dengan pendekatan kuantitatif deskriptif. Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah penduduk di Zona 1 dan Zona 2 meningkat dari 1.479 jiwa pada tahun dasar menjadi 1.993 jiwa pada akhir tahun rencana, dengan kebutuhan air pada jam puncak (Q_{peak}) mencapai 3,83 L/detik. Instalasi Pengolahan Air (IPA) berkapasitas 10 L/detik yang bersumber dari wilayah Desa Posilagon serta reservoir penampung dinyatakan masih memenuhi kebutuhan pelayanan kawasan Huntap Modisi. Evaluasi hidrolis menggunakan persamaan Hazen-Williams menunjukkan bahwa seluruh pipa distribusi di Zona 1 dan Zona 2 berada dalam batas aman berdasarkan nilai headloss serta memiliki tekanan pada Sambungan Rumah (SR) yang memenuhi standar teknis, yaitu ≥ 10 mka. Penelitian ini merekomendasikan pengawasan debit secara berkala, pembersihan pipa secara rutin, serta evaluasi sistem secara berkelanjutan untuk menjaga kontinuitas dan kinerja pelayanan SPAM.

Kata kunci: analisis hidrolika, hunian relokasi, kebutuhan air, perencanaan kapasitas, SPAM

Abstract: The impact of the Mount Ruang eruption in April 2024 caused thousands of residents to lose their homes and relocate to Permanent Housing (Huntap) Zones 1 and 2 in Modisi Village, South Bolaang Mongondow Regency. This study aims to evaluate the existing Water Supply System (SPAM), project drinking water demand through 2046 specifically for the Huntap Zones 1 and 2, and analyze the hydraulic performance of the piping system through mathematical calculations and simulations. A case study with a quantitative descriptive approach was applied. The results show that the population in Zones 1 and 2 is projected to increase from 1,479 people in the base year to 1,993 people at the end of the planning period, with peak hour demand (Q_{peak}) reaching 3.83 L/s. The Water Treatment Plant (WTP) with a capacity of 10 L/s, supplied from Posilagon Village, along with the storage reservoirs, is considered operationally adequate to serve the Modisi Huntap area. Hydraulic evaluation using the Hazen-Williams equation shows that the distribution pipes in Zones 1 and 2 remain within the allowable headloss limits and maintain House Connection (SR) pressures that meet the technical standard of ≥ 10 mka. The study recommends periodic discharge monitoring, routine pipe cleaning, and continuous system evaluation to maintain service continuity.

Keywords: hydraulic analysis, relocation housing, water demand, capacity planning, water supply system

Pendahuluan

Penyediaan air minum merupakan prasarana esensial yang perlu dipenuhi untuk menunjang kesejahteraan masyarakat. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27 Tahun 2016, perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) perlu mempertimbangkan masa pelayanan sekurang-kurangnya 20 tahun. Pembangunan Hunian Tetap (Huntap) Zona 1 dan Zona 2 di Desa Modisi, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, merupakan salah satu upaya penataan kembali tempat tinggal bagi masyarakat terdampak erupsi Gunung Ruang. SPAM eksisting yang mendukung kawasan tersebut memanfaatkan instalasi dari wilayah

Desa Posilagon yang terdiri atas Instalasi Pengolahan Air (IPA) berkapasitas 10 L/detik, bangunan penampung, serta jaringan perpipaan distribusi berbahan HDPE.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengevaluasi kapasitas SPAM eksisting di Desa Posilagon dalam melayani kawasan relokasi Huntap Zona 1 dan Zona 2; (2) menghitung proyeksi kebutuhan air minum pada Huntap Zona 1 dan Zona 2 Desa Modisi untuk periode perencanaan 20 tahun; serta (3) menganalisis kinerja hidrolis jaringan perpipaan yang melayani kedua zona tersebut, meliputi dimensi pipa, kehilangan tinggi tekan (*headloss*), dan tekanan sisa pada Sambungan Rumah (SR).

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode studi kasus yang diterapkan pada jaringan SPAM yang melayani Huntap Zona 1 dan Zona 2 Desa Modisi. Proyeksi penduduk dihitung menggunakan metode geometrik dengan persamaan $P_n = P_0 \times (1+r)^t$, Di mana P_n menyatakan jumlah jiwa pada tahun target, P_0 jumlah penduduk awal, r tingkat laju pertumbuhan sebesar 1,5% (0,015), dan t rentang waktu proyeksi selama 20 tahun. Kalkulasi kebutuhan air domestik diperoleh berdasarkan standar konsumsi, ditambah alokasi kebutuhan non-domestik serta faktor kehilangan air (*water loss*). Nilai debit rata-rata (Q_r), hari maksimum (Q_{max}), dan jam puncak (Q_{peak}) dihitung menggunakan faktor pengali yang merujuk pada standar Cipta Karya. Analisis hidrolika perpipaan dilakukan secara matematis menggunakan rumus empiris Hazen-Williams:

$$h_f = 10,67 \times (L / D^{4,87}) \times (Q / C)^{1,852}$$

Persamaan tersebut digunakan untuk mencari kehilangan tinggi tekan (h_f) pada pipa HDPE dengan koefisien kekasaran $C = 150$, Selanjutnya, analisis performa jaringan juga mengevaluasi tingkat tekanan sisa (P) pada Sambungan Rumah (SR) di Zona 1 dan Zona 2 menggunakan prinsip keseimbangan energi (Persamaan Bernoulli sederhana):

$$P = (\text{Elevasi Sumber} + \text{Head Total}) - (\text{Elevasi Titik SR} + h_f)$$

Di mana nilai tekanan sisa pada Sambungan Rumah (SR) diverifikasi agar memenuhi standar minimum pelayanan teknis sebesar ≥ 10 mka.

Hasil dan Pembahasan

Prasarana SPAM eksisting yang berasal dari wilayah Desa Posilagon dan melayani kawasan Huntap Zona 1 dan Zona 2 Desa Modisi terdiri atas unit IPA berkapasitas 10 L/detik, reservoir penampung, serta jaringan perpipaan distribusi. Jumlah penduduk pada tahun dasar di kawasan Huntap Zona 1 dan Zona 2 tercatat sebanyak 1.479 jiwa dan diproyeksikan meningkat menjadi 1.993 jiwa pada akhir periode perencanaan. Rekapitulasi hasil perhitungan proyeksi kebutuhan air pada wilayah pelayanan Huntap Zona 1 dan Zona 2 disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Proyeksi Kebutuhan Air (Zona 1 & 2 Huntap Modisi)

Parameter Perencanaan	Tahun Dasar (2026)	Akhir Proyeksi (2046)
Jumlah Penduduk	1.479 jiwa	1.993 jiwa
Kebutuhan Air Rata-rata (Qr)	1,89 L/detik	2,55 L/detik
Kebutuhan Hari Maksimum (Qmax)	2,08 L/detik	2,81 L/detik
Kebutuhan Jam Puncak (Qpeak)	2,84 L/detik	3,83 L/detik

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 1, angka kebutuhan jam puncak (Qpeak) sebesar 3,83 L/detik berada di bawah kapasitas terpasang IPA di Posilagon sebesar 10 L/detik. Kapasitas unit instalasi dan penampung air dinyatakan sangat memadai karena sanggup menampung beban puncak serta menyediakan cadangan kapasitas (*buffer*) hingga akhir masa layanan di Zona 1 dan Zona 2.

Analisis kehilangan tinggi tekan (*headloss*) pada jaringan pipa transmisi dan distribusi yang melayani Zona 1 dan Zona 2 dilakukan secara matematis menggunakan persamaan Hazen-Williams dengan koefisien kekasaran ($C = 150$). Perhitungan menggunakan debit jam puncak sebesar 3,83 L/detik atau 0,00383 m³/detik. Hasil perhitungan kehilangan tinggi tekan pada masing-masing diameter pipa disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Kehilangan Tinggi Tekan (Headloss)

No.	Segmen Pipa Pelayanan	Diameter (D) (mm)	Panjang (L) (m)	Debit (Q) (m ³ /detik)	Koefisien (C)	Headloss (h _f) (m)
1	Pipa Distribusi Utama (Menuju Modisi)	110	500	0,00383	150	0,15
2	Pipa Distribusi Sekunder Zona 1	90	350	0,0025	150	0,12
3	Pipa Distribusi Sekunder Zona 2	63	200	0,00133	150	0,09
Total	Akumulasi Jalur Utama	—	1.050	—	—	0,36

(Sumber: Hasil Perhitungan Matematis Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 2, akumulasi headloss hasil perhitungan matematis sebesar 0,36 meter memperlihatkan bahwa tahanan aliran dari sumber Posilagon menuju area Huntap Zona 1 dan Zona 2 Desa Modisi mematuhi batas toleransi teknis. Kecilnya nilai gesekan tersebut dipicu oleh karakteristik material HDPE dengan kekasaran dinding internal yang rendah ($C = 150$). Selanjutnya, evaluasi tingkat tekanan sisa pada Sambungan Rumah (SR) di Zona 1 dan Zona 2 dijabarkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Evaluasi Tekanan pada Sambungan Rumah (SR) Zona 1 & 2)

Titik Sampel SR	Elevasi (mdpl)	Sisa Tekanan Aktual (mka)	Standar Minimum	Status
SR Zona 1 (Huntap Modisi)	5	37,5	≥ 10 mka	Memenuhi Syarat
SR Zona 2 (Huntap Modisi)	21,79	19,61	≥ 10 mka	Memenuhi Syarat

Berdasarkan Tabel 3, sisa tekanan pada SR Zona 1 (37,50 mka) dan SR Zona 2 (19,61 mka) memenuhi spesifikasi teknis sebab berada di atas ambang batas minimum ≥ 10 mka, sehingga pengaliran air secara gravitasi dan pemompaan dari instalasi Posilagon ke pemukiman Huntap Zona 1 dan Zona 2 berjalan efektif.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi teknis terhadap perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) untuk kawasan Hunian Tetap (Huntap) Zona 1 dan Zona 2 Desa Modisi dalam rentang tahun perencanaan 2026 sampai dengan 2046, dapat disimpulkan bahwa jumlah penduduk diproyeksikan mengalami pertumbuhan dengan tingkat laju 1,5% per tahun dari 1.479 jiwa pada tahun dasar 2026 menjadi 1.993 jiwa pada akhir tahun perencanaan 2046, dengan kebutuhan jam puncak mencapai 3,83 L/detik. Berdasarkan analisis neraca air, kapasitas terpasang Instalasi Pengolahan Air di Desa Posilagon sebesar 10,00 L/detik masih menyisakan cadangan kapasitas atau surplus sebesar 6,17 L/detik terhadap beban puncak tahun 2046, yang membuktikan bahwa infrastruktur sumber dan instalasi pengolahan eksisting sangat handal untuk melayani kawasan Huntap Modisi hingga akhir masa layanan. Evaluasi hidrolis menggunakan persamaan empiris Hazen-Williams menunjukkan bahwa akumulasi kehilangan tinggi tekan pada jalur utama pipa distribusi menuju Zona 1 dan Zona 2 tercatat sangat kecil yaitu 0,36 meter, mengindikasikan efisiensi aliran yang sangat baik tanpa memerlukan tambahan stasiun pompa penguat. Selain itu, tingkat tekanan sisa aktual pada Sambungan Rumah di Zona 1 sebesar 37,50 mka dan di Zona 2 sebesar 19,61 mka berada di atas ambang batas minimum standar teknis pelayanan air bersih sebesar ≥ 10 mka. Dengan demikian, seluruh jaringan perpipaan di kawasan relokasi ini dinyatakan memenuhi aspek kelayakan teknis, aman secara hidrolis, serta mampu menjamin kontinuitas distribusi air bersih secara berkelanjutan kepada masyarakat. disarankan agar instansi pengelola secara berkala melakukan pembersihan pipa (flushing) untuk menjaga koefisien kekasaran aliran, mengoptimalkan fungsi flow meter yang tersedia guna memantau fluktuasi pemakaian air terhadap cadangan kapasitas sistem, serta mengintensifkan inspeksi rutin terhadap potensi kebocoran fisik demi menjamin efisiensi dan kesinambungan distribusi air bersih di kawasan Huntap Desa Modisi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Manado serta pihak PT. Virama Karya atas dukungan fasilitas, data teknis, dan bimbingan yang diberikan selama penyusunan penelitian ini.

Referensi

- Creswell, J. W. (2016). *Research Design: Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran*. Pustaka Pelajar.
- Dansole, J., Makalew, F. P., Senduk, N., Mantiri, H. G., & Mandang, D. J. F. (2025). Analisis Sistem Utilitas Pada Pembangunan Gedung. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Manado*.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2009). *Pedoman Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Djaelani, M., & Prakoso, B. (2025). Analisis Instalasi Plumbing Air Bersih dan Air Kotor pada Gedung Commonwealth Bank di Bukit Darmo, Lenmark Office Park Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), 18-32.
- Greennov, H., & Tribhuwana, A. (2026). Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih Menggunakan EPANET 2.2 di Perumahan Lobunta Kelurahan Banjarwangunan. *Jurnal Proteksi*, 7(1), 1-15.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Air*. Kementerian Kesehatan RI.
- Kawamura, S. (1991). *Integrated Design of Water Treatment Facilities*. John Wiley & Sons.
- Noerbambang, S. M., & Morimura, T. (2005). *Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. PT Pradnya Paramita.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2016 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum. (2016). *Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 1154*.
- PT. Virama Karya. (2025). *Laporan Kegiatan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Proyek Pembangunan Infrastruktur Mendukung Hunian Relokasi Gunung Ruang*.
- Sarluf, P. B., & Pamudjianto, A. (2023). Evaluasi Kinerja Jaringan Distribusi Air Bersih Distrik Aimas Kabupaten Sorong Menggunakan Software Epanet 2.0. *Civil Engineering and Environmental Journal*, 4(2), 1-10.
- Siswati, & Masduqi, A. (2024). Pengembangan Jaringan Pipa Distribusi Air Minum Perumda Tirta Lestari Kabupaten Tuban Unit Pelayanan Kecamatan Palang. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(4), 1-10.
- Sugiarto, B., Syafiq, N., & Aqiqah L, N. T. (2025). Studi Sistem Plambing Air Bersih dan Air Kotor pada Gedung Sekolah Dasar Telkom Makassar. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 1-9.
- Sularso, & Tahara, H. (2018). *Pompa dan Kompresor: Pemilihan, Pemakaian, dan Pemeliharaan*. PT Pradnya Paramita.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidraulika Terapan*. Beta Offset.