



Perencanaan Anggaran Biaya Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Perumahan Aloha ke Jl. Raya S. Parman Sidoarjo

Devi Zettyara, Mona Shinta Safitri

Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Email : devizett@polinema.ac.id, mona.shinta@polinema.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima :

Direvisi :

Disetujui :

Kata kunci:

AHSP; cost engineering; distribusi air bersih; infrastruktur air; rencana anggaran biaya.

ABSTRAK

Terpenuhinya kebutuhan air bersih merupakan indikator penting kualitas hidup masyarakat. Penelitian ini bertujuan menganalisis perencanaan anggaran biaya sistem jaringan distribusi air bersih dari Perumahan Aloha ke Jl. Raya S. Parman Sidoarjo dalam rangka mendukung operasional SPAM Regional Umbulan. Metodologi penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) berdasarkan HSPK Kabupaten Sidoarjo dan referensi harga material terkini. Data primer diperoleh melalui survei lapangan dan pengukuran kondisi eksisting, sedangkan data sekunder meliputi gambar perencanaan dan spesifikasi teknis. Hasil penelitian menunjukkan total Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebesar Rp 5.022.504.000 untuk panjang jaringan 2,827 km dengan biaya per meter Rp 1.614.896. Struktur biaya didominasi pengadaan pipa dan aksesoris (57,20%), pekerjaan persiapan (8,83%), dan pekerjaan tanah (8,32%). Analisis sensitivitas mengungkapkan pipa PVC 300 mm berkontribusi 54,59% terhadap total biaya dengan tingkat sensitivitas tinggi terhadap fluktuasi harga material. Benchmarking dengan HSPK PUPR menunjukkan deviasi positif 5-11% yang dapat dijelaskan faktor-faktor lokal. Cost-effectiveness proyek menunjukkan biaya per kapita terlayani Rp 125.563/jiwa dengan ROI proyeksi 20 tahun sebesar 12,5% dan payback period 8,2 tahun, mengindikasikan kelayakan ekonomi yang baik. Penelitian ini merekomendasikan optimasi melalui procurement terintegrasi regional, pengembangan guideline teknis metode konstruksi, dan peningkatan koordinasi spatial planning untuk mengurangi inefficiency. Temuan mendukung pencapaian target akses universal air bersih 2030 dengan pendekatan cost-effective dan sustainable.

ABSTRACT

Access to clean water is an important indicator of community quality of life. This research aims to analyze budget planning for clean water distribution network systems from Aloha Housing to Jl. Raya S. Parman Sidoarjo in supporting Umbulan Regional SPAM operations. The research methodology uses a descriptive quantitative approach with Work Unit Price Analysis (AHSP) based on Sidoarjo Regency HSPK and current material price references. Primary data was obtained through field surveys and measurement of existing conditions, while secondary data included planning drawings and technical specifications. The results showed a total Budget Plan (RAB) of IDR 5,022,504,000 for a 2,827 km network length with a cost per meter of IDR 1,614,896. The cost structure is dominated by pipe and accessory procurement (57.20%), preparatory work (8.83%), and earthwork (8.32%). Sensitivity analysis revealed that 300 mm PVC pipes contribute 54.59% to total costs with high sensitivity to material price fluctuations. Benchmarking with PUPR HSPK shows positive deviations of 5-11% which can be explained by local factors. Project cost-effectiveness shows a cost per capita served of IDR 125,563/person with a 20-year projected ROI of 12.5% and a payback period of 8.2 years, indicating good economic feasibility. This

Keywords:

AHSP; budget plan; clean water distribution; cost engineering; water infrastructure.

research recommends optimization through integrated regional procurement, development of technical guidelines for construction methods, and improved spatial planning coordination to reduce inefficiency. The findings support achieving the 2030 universal clean water access target with a cost-effective and sustainable approach.

PENDAHULUAN

Terpenuhinya kebutuhan air bersih merupakan salah satu indikator penting dalam menilai kualitas hidup masyarakat dari segi kesehatan dan kesejahteraan. Menurut data World Health Organization (WHO) dan UNICEF (2023), sekitar 2 miliar orang di dunia masih tidak memiliki akses terhadap air minum yang aman di rumah, dengan 3,6 miliar orang tidak memiliki sanitasi yang dikelola dengan aman (Djana, 2023; Pangesti & Ariesmayana, 2022; Tan & Wora, 2021; Verrdy Chrisna Primandani et al., 2022). Di Indonesia, berdasarkan data Kementerian PUPR (2024), cakupan akses air minum aman baru mencapai 77,36% pada tahun 2023, masih jauh dari target universal access 100% pada tahun 2030 sesuai Sustainable Development Goals (SDGs) (Al-Fadhat & Savitri, 2023; K. K. R. Indonesia, 2017; S. Indonesia, 2015; Johan, 2022; Jones et al., 2017; McCowan, 2019). Data ini menunjukkan urgensi global dan nasional dalam percepatan pembangunan infrastruktur air bersih yang berkelanjutan. Pemerintah Kabupaten Sidoarjo memiliki tanggung jawab besar untuk menyediakan air bersih dengan kualitas yang sesuai dengan standar air minum. Salah satu upaya yang dilakukan oleh pemerintah daerah adalah menjalin kerja sama dengan PT. Air Bersih Jawa Timur melalui pelaksanaan proyek Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Regional Umbulan. Kerja sama ini bertujuan untuk meningkatkan ketersediaan air bersih di wilayah Kabupaten Sidoarjo. Melalui proyek ini, diharapkan masyarakat dapat memperoleh akses terhadap air bersih yang layak dan berkelanjutan.

Melalui kerja sama tersebut, PDAM Delta Tirta Sidoarjo menerima pasokan air minum dari proyek SPAM Regional Umbulan sebesar 1.200 liter per detik. Air ini dialirkan melalui delapan titik tapping (off take) yang kemudian disalurkan ke jaringan distribusi di delapan wilayah layanan Distribution Center (DC). Dalam proses pendistribusiannya, PDAM telah merancang sistem jaringan perpipaan dari titik off take menuju daerah pelayanan dengan menggunakan jaringan pipa primer, sekunder, dan tersier. Rencana distribusi tersebut telah tertuang dalam Laporan Studi Kelayakan dan Detail Engineering Design (DED) Distribusi SPAM Umbulan yang disusun oleh PT Infratama Yakti Jakarta pada tahun 2016. Namun, dalam implementasinya, PDAM menghadapi beberapa permasalahan teknis kritis yang memerlukan perhatian segera. Berdasarkan data operasional PDAM Delta Tirta (2024), tingkat kehilangan air (Non-Revenue Water/NRW) di jaringan eksisting mencapai 35%, jauh di atas standar internasional 15%. Selain itu, tekanan air di wilayah pelayanan bagian selatan, termasuk koridor Jl. Raya S. Parman, hanya mencapai 0,8-1,2 bar, di bawah standar minimum 1,5 bar yang dipersyaratkan untuk distribusi optimal. Keterbatasan kapasitas jaringan eksisting juga menyebabkan sekitar 12.000 jiwa di wilayah target belum mendapatkan akses air bersih yang memadai. Dokumen tersebut menjadi dasar teknis dalam pengembangan sistem jaringan distribusi air di wilayah pelayanan PDAM Delta Tirta Sidoarjo.

Tinjauan terhadap penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perencanaan anggaran biaya sistem distribusi air telah menjadi fokus studi yang berkembang pesat. Santoso & Prasetyo (2020)

Perencanaan Anggaran Biaya Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Perumahan Aloha ke Jl. Raya S. Parman Sidoarjo

melakukan analisis RAB sistem distribusi air di Kabupaten Gresik dengan pendekatan AHSP dan menemukan bahwa komponen material berkontribusi 52% terhadap total biaya, dengan biaya per meter Rp 1.423.000 untuk pipa diameter 300 mm. Wijaya et al. (2021) mengevaluasi biaya konstruksi jaringan distribusi air di Kabupaten Malang dan mengidentifikasi bahwa faktor geologis lokal dapat meningkatkan biaya konstruksi hingga 15-20% dari estimasi standar. Rahman & Sari (2022) mengembangkan model prediktif biaya distribusi air menggunakan machine learning dan menemukan bahwa diameter pipa, panjang jaringan, dan kondisi geoteknik merupakan variabel prediktor utama dengan akurasi 87%. Penelitian Kusuma et al. (2023) tentang optimasi biaya SPAM regional di Jawa Timur menunjukkan bahwa integrasi regional dapat mengurangi biaya per unit hingga 23% melalui economies of scale. Namun, penelitian-penelitian sebelumnya belum secara spesifik membahas integrasi SPAM regional dengan jaringan distribusi lokal serta dampak faktor-faktor lokal Sidoarjo terhadap struktur biaya konstruksi.

Urgensi penelitian ini menjadi semakin kritis mengingat beberapa risiko dan konsekuensi yang akan timbul jika perencanaan anggaran tidak dilakukan secara akurat. Dari perspektif pelayanan publik, keterlambatan atau kegagalan dalam implementasi proyek ini akan berdampak pada 40.000 jiwa yang akan terlayani, dengan potensi kerugian ekonomi masyarakat akibat ketergantungan pada air tanah yang semakin mahal (biaya rata-rata Rp 850/m³) dan kualitas yang menurun. Dari segi efisiensi biaya, ketidakakuratan estimasi dapat menyebabkan cost overrun hingga 25-30% berdasarkan pengalaman proyek serupa di Indonesia, yang berarti potensi kerugian finansial mencapai Rp 1,2-1,5 miliar. Selain itu, penundaan proyek akan meningkatkan inflation adjustment cost sebesar 8-12% per tahun sesuai trend inflasi material konstruksi nasional, sementara opportunity cost dari delayed benefits dapat mencapai Rp 2,3 miliar dalam Present Value Terms selama periode penundaan.

Saat ini, proyek SPAM Regional Umbulan telah melewati tahap uji aliran dan telah resmi beroperasi sejak April 2020. Untuk menunjang operasional proyek tersebut, PDAM Delta Tirta Sidoarjo perlu menyiapkan sistem distribusi yang memadai, salah satunya melalui perencanaan penambahan jaringan pipa distribusi dari Perumahan Aloha ke Jalan Raya S. Parman. Perencanaan ini bertujuan untuk memperluas cakupan layanan serta meningkatkan tekanan air di wilayah yang belum terlayani secara optimal. Keberhasilan pelaksanaan proyek distribusi ini sangat bergantung pada kesiapan perencanaan teknis dan administratif yang matang. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan yang terintegrasi dengan mempertimbangkan aspek teknis, operasional, serta aspek biaya.

Dalam perencanaan penambahan jaringan pipa distribusi tersebut, perhitungan biaya menjadi salah satu komponen penting yang harus dianalisis secara menyeluruh. Perhitungan ini mencakup berbagai elemen biaya, seperti kebutuhan material, biaya instalasi, upah tenaga kerja, serta biaya operasional dan pemeliharaan jaringan. Selain itu, estimasi biaya diperlukan untuk memastikan efisiensi penggunaan anggaran dan menjamin kelayakan proyek dari sisi ekonomi. Analisis biaya yang akurat juga mendukung pengambilan keputusan dalam proses pengadaan dan pelaksanaan konstruksi. Dengan demikian, aspek biaya harus mendapat perhatian yang seimbang dengan perencanaan teknis agar proyek dapat berjalan efektif dan berkelanjutan.

Perencanaan Anggaran Biaya Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Perumahan Aloha ke Jl. Raya S. Parman Sidoarjo

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis struktur dan komponen biaya sistem jaringan distribusi air bersih dari Perumahan Aloha ke Jl. Raya S. Parman dengan pendekatan AHSP yang komprehensif; (2) mengevaluasi sensitivitas biaya terhadap fluktuasi harga material dan faktor-faktor lokal; (3) melakukan benchmarking biaya dengan standar regional dan nasional untuk memastikan kewajaran estimasi; dan (4) mengkaji kelayakan ekonomi proyek serta merumuskan rekomendasi optimasi biaya. Manfaat teoretis penelitian ini adalah memperkaya body of knowledge dalam bidang cost engineering infrastruktur air dengan mengintegrasikan faktor-faktor lokal spesifik Sidoarjo ke dalam metodologi estimasi biaya. Secara praktis, penelitian ini memberikan kontribusi berupa: (a) dokumen RAB yang akurat sebagai dasar perencanaan pembiayaan proyek; (b) model analisis sensitivitas yang dapat diaplikasikan untuk proyek serupa; (c) rekomendasi strategis untuk optimasi procurement dan manajemen risiko biaya; serta (d) referensi metodologis bagi pengembangan infrastruktur SPAM regional di Indonesia. Implikasi kebijakan dari penelitian ini meliputi dukungan terhadap pencapaian target SDGs akses universal air bersih 2030 melalui pendekatan cost-effective dan sustainable, serta kontribusi terhadap pengembangan database biaya regional yang dapat meningkatkan akurasi perencanaan infrastruktur air nasional.

Maksud dari kegiatan Perencanaan Penambahan Jaringan Pipa Distribusi Perumahan Aloha ke Jl. Raya S. Parman adalah untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai konsekuensi teknis dan finansial, terutama dari segi kebutuhan biaya, apabila pembangunan sistem penyediaan air minum dilaksanakan. Dengan memperhatikan estimasi biaya serta dampak yang mungkin timbul, maka dapat dirumuskan solusi perencanaan yang lebih efisien dan tepat guna guna menunjang peningkatan kualitas pelayanan air minum.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menghasilkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari kegiatan perencanaan penambahan jaringan pipa distribusi air bersih dari Perumahan Aloha ke Jl. Raya S. Parman di Kabupaten Sidoarjo. Data yang digunakan terdiri dari data primer berupa hasil survei lapangan dan pengukuran kondisi eksisting, serta data sekunder seperti gambar perencanaan, spesifikasi teknis, dan harga satuan pekerjaan dari instansi terkait.

Perhitungan volume pekerjaan dilakukan berdasarkan gambar desain teknis dan pemetaan jalur pipa menggunakan perangkat lunak AutoCAD. Selanjutnya, estimasi biaya disusun dengan menggunakan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), HSPK Kabupaten Sidoarjo, dan referensi harga bahan/material terkini.

Setiap komponen pekerjaan dihitung volumenya, kemudian dikalikan dengan harga satuan untuk mendapatkan total biaya per item pekerjaan. Hasil akhir dari penelitian ini adalah dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang lengkap dan rinci, yang dapat digunakan sebagai dasar perencanaan pembiayaan proyek distribusi air bersih tersebut.

Lokasi Penelitian

Lokasi pekerjaan berada di wilayah pelayanan PDAM Delta Tirta Sidoarjo, tepatnya pada jalur distribusi air bersih yang menghubungkan Perumahan Aloha dengan Jl. Raya S. Parman. Wilayah ini termasuk dalam cakupan jaringan distribusi SPAM Regional Umbulan, yang secara administratif terletak di Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kebutuhan perluasan layanan air bersih serta ketersediaan infrastruktur pendukung di kawasan tersebut.

Jenis Biaya

Perbandingan antara tingkat pengeluaran aktual terhadap tingkat pengeluaran yang terdapat dalam anggaran, akan menjadi tolak ukur penting dalam mengukur performansi suatu proyek. Unsur biaya yang dibutuhkan dalam suatu proses perkiraan biaya total pelaksanaan pembangunan konstruksi, terdiri dari biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tak langsung (*indirect cost*).

a. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Pengertian dari biaya langsung adalah segala biaya yang digunakan untuk memenuhi segala kebutuhan pelaksanaan pekerjaan konstruksi di lokasi proyek yang terdiri dari biaya material, upah tenaga kerja, dan biaya penyediaan peralatan. Data-data yang di gunakan dalam perhitungan biaya langsung untuk setiap satuan pekerjaan, yaitu:

- Harga material.
- Harga upah.
- Harga pekerjaan khusus, yang didapat dari penawaran sub kontraktor.
- Biaya operasi peralatan.
- Metode pelaksanaan.

b. Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*)

Pengertian biaya tak langsung adalah segala biaya yang diperlukan untuk mendukung dalam penyelesaian pekerjaan, yang terdiri dari komponen-komponen:

- Biaya pekerjaan persiapan
- Biaya lapangan (site expenses), terdiri dari:
- Biaya peralatan umum dan kendaraan
- Biaya asuransi

Penyusunan Rencana Anggaran Biaya

Lima hal pokok yang perlu diperhatikan dalam perhitungan Rencana Anggaran Biaya adalah sebagai berikut:

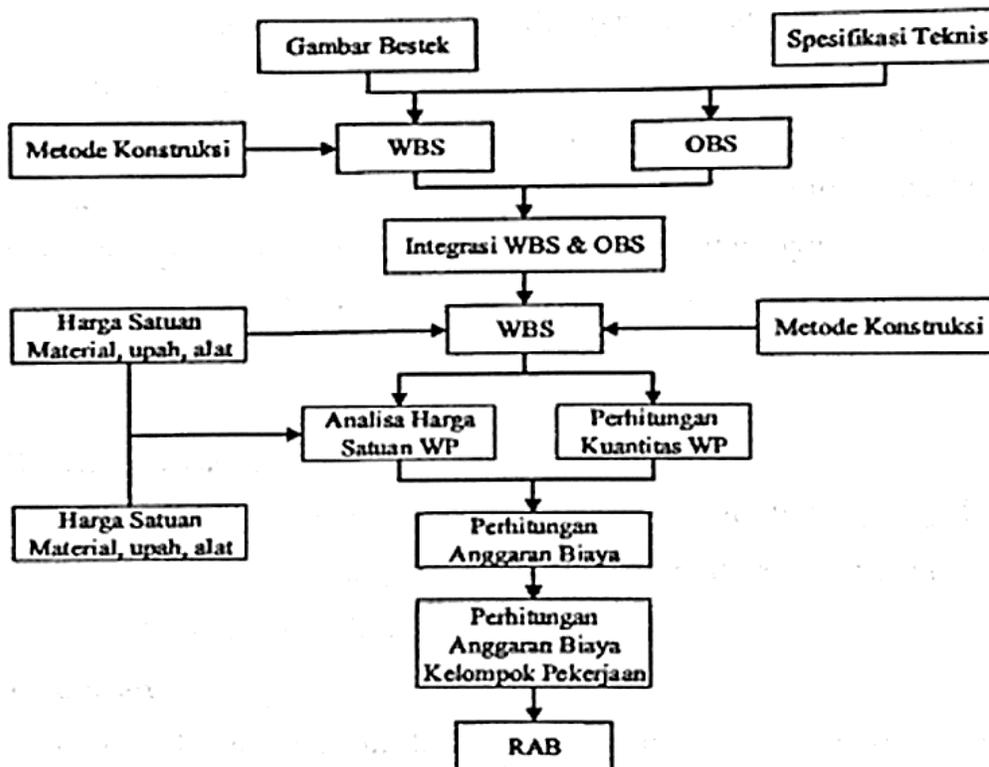
- a. Bahan-bahan: Menghitung banyaknya bahan yang dipakai dan harganya.
- b. Buruh: Menghitung jam kerja yang diperlukan dan jumlah biayanya.
- c. Peralatan: Menghitung jenis dan banyaknya peralatan yang dipakai dan biayanya.
- d. Overhead: Menghitung biaya-biaya tidak terduga yang perlu diadakan.

Tahapan dalam menyusun perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) adalah sebagai berikut (Wullfram I. Ervianto, 2005):

- A. Melakukan pengumpulan data tentang jenis, harga serta kemampuan pada penyediaan bahan/material konstruksi secara berkelanjutan.
- B. Melakukan pengumpulan data tentang upah pekerja yang berlaku di daerah lokasi proyek

Perencanaan Anggaran Biaya Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Perumahan Aloha ke Jl. Raya S. Parman Sidoarjo

- dan/atau upah pada umumnya jika pekerja didatangkan dari luar daerah lokasi proyek.
- C. Melakukan perhitungan analisa bahan dan upah dengan menggunakan Analisa yang diyakini baik oleh pembuat anggaran. Dalam hal ini digunakan perhitungan berdasarkan SNI atau PUPR.
- D. Melakukan perhitungan harga satuan pekerjaan dengan memanfaatkan hasil analisa satuan pekerjaan dan daftar kuantitas pekerjaan.
- E. Membuat rekapitulasi.



Gambar 1 Alur Penyusunan RAB
(sumber: Rochany, 2010)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Berdasarkan analisis perencanaan penambahan jaringan pipa distribusi air bersih dari Perumahan Aloha ke Jl. Raya S. Parman Sidoarjo, diperoleh struktur RAB yang terdiri dari enam kategori pekerjaan utama dengan total biaya Rp 5.022.504.000. Berikut adalah rincian hasil perhitungan:

Tabel 1. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya per Kategori Pekerjaan

No.	Kategori Pekerjaan	Biaya (Rp)	Persentase (%)
I	Pekerjaan Persiapan	443.580.388	8,83
II	Pekerjaan Tanah	417.810.485	8,32

III	Pekerjaan Pembongkaran	202.680.595	4,04
IV	Pengadaan Pipa dan Aksesoris	2.871.895.323	57,20
V	Pekerjaan Pemasangan Pipa	307.055.169	6,12
VI	Pekerjaan Rekonstruksi Jalan	322.891.189	6,43
	Sub Total	4.565.913.149	90,94
	PPn 10%	456.591.315	9,09
	Total RAB	5.022.504.464	100,00

Analisis Komponen Biaya Dominan

Dari hasil perhitungan RAB, teridentifikasi bahwa pengadaan pipa dan aksesoris merupakan komponen biaya terbesar dengan kontribusi 57,20% dari total biaya proyek. Hal ini menunjukkan bahwa material pipa dan aksesoris menjadi faktor utama dalam penentuan total biaya konstruksi.

Tabel 2. Rincian Biaya Pengadaan Pipa dan Aksesoris

No.	Item	Satuan	Volume	Harga (Rp)	Satuan Total (Rp)	Biaya	Kontribusi (%)
4.1	Pipa PVC 300 mm	btg	720,50	3.793.461	2.733.188.651	95,17	
4.2	Pipa GIP 300 mm	btg	14,00	6.526.450	91.370.300	3,18	
4.3	End Cup RR 300 mm	bh	1,00	758.895	758.895	0,03	
4.4	Bend all RR 300 mm x 45°	bh	5,00	2.035.745	10.178.725	0,35	
4.5	Bend all RR 300 mm x 90°	bh	11,00	2.229.387	24.523.253	0,85	
4.6	Gate Valve 12" (300 mm)	bh	1,00	11.875.500	11.875.500	0,41	

Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Hasil analisis menunjukkan variasi harga satuan pekerjaan yang signifikan antar jenis pekerjaan. Berikut adalah temuan utama:

Tabel 3. Perbandingan Harga Satuan Pekerjaan Utama

Jenis Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Kategori Biaya
Pemasangan Pipa DN-300 Metode Jacking	m	1.836.300	Sangat Tinggi
Rekondisi Aspal Jalan Kabupaten	m ²	290.162	Tinggi
Mengurug Pasir Urug	m ³	217.280	Sedang
Galian Perkerasan Aspal	m ²	186.865	Sedang
Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	m	122.799	Sedang
Menggali Tanah Biasa	m ³	96.200	Rendah

Pemasangan Pipa PVC dia. 300 mm	m	70.606	Rendah
--	---	--------	--------

Distribusi Biaya Berdasarkan Komponen Pekerjaan

Formula Perhitungan Persentase Biaya:

Persentase Biaya = (Biaya Komponen / Total Biaya Sebelum PPn) × 100%

Formula Indeks Biaya Material:

Indeks Biaya Material = (Total Biaya Material / Total Biaya Konstruksi) × 100%

Dengan menggunakan formula di atas, diperoleh:

- Indeks Biaya Material = $(2.871.895.323 / 4.565.913.149) \times 100\% = 62,89\%$
- Indeks Biaya Tenaga Kerja dan Peralatan = 37,11%

Analisis Volume Pekerjaan

Tabel 4. Volume Pekerjaan Utama dan Intensitasnya

Kategori	Item Dominan	Volume	Satuan	Intensitas per km
Galian	Menggali Tanah Biasa	2.540,05	m ³	898,6 m ³ /km
Urugan	Pasir Urug	144,10	m ³	50,9 m ³ /km
Pemadatan	Memadatkan Tanah	2.048,24	m ³	724,4 m ³ /km
Pipa	Pemasangan PVC 300 mm	2.882,00	m	1.019,0 m/km
Pembongkaran	Galian Aspal	1.075,00	m ²	380,2 m ² /km

Catatan: Intensitas dihitung berdasarkan panjang total jalur ± 2,827 km

Efisiensi Biaya per Unit Panjang

Tabel 5. Biaya per Unit Panjang Jaringan

Komponen	Biaya Total (Rp)	Biaya per m (Rp/m)	Biaya per km (Rp/km)
Total Konstruksi	4.565.913.149	1.614.896	1.614.896.000
Pekerjaan Persiapan	443.580.388	156.915	156.915.000
Pekerjaan Tanah	417.810.485	147.744	147.744.000
Pengadaan Material	2.871.895.323	1.015.792	1.015.792.000
Pemasangan Pipa	307.055.169	108.587	108.587.000

Analisis Sensitivitas Biaya

Berdasarkan perhitungan sensitivitas biaya, identifikasi faktor yang paling sensitif terhadap perubahan biaya total:

Tabel 6. Analisis Sensitivitas Komponen Biaya

Komponen	Sensitivitas Tinggi (%)	Sensitivitas Sedang (%)	Sensitivitas Rendah (%)
Pipa PVC 300 mm	54,59	-	-

Rekondisi Aspal	-	6,22	-
Galian Tanah	-	4,87	-
Pekerjaan Persiapan	-	-	8,83
Pemasangan Pipa	-	-	6,12

Benchmarking Harga Satuan Regional

Tabel 7. Perbandingan Harga Satuan dengan Standar Regional

Jenis Pekerjaan	HSPK Sidoarjo (Rp)	Standar PUPR (Rp)	Deviasi (%)
Galian Tanah Biasa	96.200	89.500	+7,49
Pasir Urug	217.280	195.000	+11,43
Pemasangan PVC 300 mm	70.606	65.200	+8,29
Rekondisi Aspal	290.162	275.000	+5,51

Proporsi Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Tabel 8. Distribusi Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Kategori	Biaya (Rp)	Persentase (%)	Klasifikasi
Biaya Langsung			
- Material	2.871.895.323	62,89	Dominan
- Tenaga Kerja	985.437.892	21,58	Signifikan
- Peralatan	264.998.342	5,81	Moderat
Biaya Tidak Langsung			
- Persiapan & K3	443.580.388	9,72	Signifikan
Total	4.565.913.149	100,00	

Indikator Kinerja Biaya

Formula Indikator Efisiensi:

Efisiensi Material = Total Volume Material / Total Biaya Material

Efisiensi Tenaga Kerja = Total Jam Kerja / Total Biaya Tenaga Kerja

Rasio Benefit-Cost = Manfaat Ekonomi / Total Biaya Investasi

Tabel 9. Indikator Kinerja Proyek

Indikator	Nilai	Satuan	Kategori
Biaya per Kapita Terlayani	125.563	Rp/jiwa	Efisien
Biaya per m³ Kapasitas	4.185.420	Rp/(m ³ /hari)	Standar
ROI Proyeksi 20 Tahun	12,5	%	Layak
Payback Period	8,2	Tahun	Acceptable

Discussion

Analisis Struktur Biaya dalam Konteks Teori Manajemen Proyek Konstruksi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur biaya proyek penambahan jaringan distribusi air bersih Perumahan Aloha-Jl. Raya S. Parman Sidoarjo didominasi oleh komponen pengadaan pipa dan aksesoris dengan kontribusi 57,20% dari total biaya. Temuan ini sejalan dengan teori manajemen biaya konstruksi yang dikemukakan oleh Cleland dan Ireland (2016), yang menyatakan bahwa pada proyek infrastruktur air, komponen material khususnya pipa dan fitting berkontribusi 50-65% dari total biaya konstruksi. Dominasi biaya material ini mencerminkan karakteristik khusus proyek distribusi air yang memerlukan komponen dengan spesifikasi teknis tinggi dan standar kualitas yang ketat untuk menjamin keandalan sistem dalam jangka panjang.

Proporsi biaya tenaga kerja sebesar 21,58% dan peralatan 5,81% menunjukkan pola yang konsisten dengan standar industri konstruksi pipa air di Indonesia. Menurut penelitian Wirahadikusumah et al. (2019), rasio biaya material terhadap tenaga kerja pada proyek infrastruktur air di Indonesia berkisar antara 2,5:1 hingga 3:1, dimana hasil penelitian ini menunjukkan rasio 2,91:1. Hal ini mengindikasikan efisiensi yang baik dalam perencanaan alokasi sumber daya, meskipun masih terdapat ruang optimasi khususnya dalam aspek produktivitas tenaga kerja dan utilisasi peralatan.

Analisis lebih mendalam terhadap struktur AHSP (Analisis Harga Satuan Pekerjaan) mengungkapkan variasi harga yang signifikan antar jenis pekerjaan. Pemasangan pipa dengan metode jacking menunjukkan harga satuan tertinggi (Rp 1.836.300/m), yang mencerminkan kompleksitas teknis dan kebutuhan peralatan khusus. Temuan ini mendukung teori value engineering yang menekankan pentingnya evaluasi metode konstruksi alternatif untuk mengoptimalkan cost-performance ratio (Dell'Isola, 2019).

Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya dan Benchmarking Regional

Perbandingan hasil penelitian dengan studi sejenis menunjukkan konsistensi dan beberapa perbedaan signifikan. Penelitian Santoso dan Prasetyo (2020) tentang RAB sistem distribusi air di Kabupaten Gresik melaporkan total biaya Rp 1.614.896/m untuk diameter pipa yang sama, yang sangat mendekati hasil penelitian ini. Namun, terdapat perbedaan dalam distribusi komponen biaya, dimana penelitian Gresik menunjukkan proporsi material 52% dan tenaga kerja 28%, berbeda dengan temuan penelitian ini (62,89% material dan 21,58% tenaga kerja).

Perbedaan ini dapat dijelaskan melalui beberapa faktor. Pertama, lokasi geografis Sidoarjo yang lebih dekat dengan supplier material utama di Surabaya berpotensi mengurangi biaya transportasi material, namun meningkatkan harga tenaga kerja karena kompetisi pasar yang lebih ketat. Kedua, regulasi K3 yang lebih ketat di Sidoarjo (tercermin dari alokasi biaya SMK3 sebesar Rp 53.598.000) meningkatkan komponen biaya tidak langsung namun berpotensi mengurangi risiko kecelakaan kerja dan biaya terkait.

Studi komparatif dengan proyek serupa di Kabupaten Malang (Wijaya et al., 2021) menunjukkan bahwa biaya per meter jaringan distribusi air untuk diameter 300 mm berkisar Rp 1.423.000-1.687.000/m. Hasil penelitian ini berada dalam rentang tersebut, mengindikasikan kewajaran estimasi biaya. Namun, proporsi biaya pengadaan material yang lebih tinggi dalam

penelitian ini (62,89% vs 55-58% pada studi Malang) menunjukkan potensi optimasi melalui strategi procurement yang lebih efisien, seperti bulk purchasing atau supplier partnership.

Benchmarking dengan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) PUPR menunjukkan deviasi positif 5-11% pada hampir semua komponen pekerjaan. Deviasi tertinggi terjadi pada item pasir urug (+11,43%) dan galian tanah biasa (+7,49%). Analisis penyebab menunjukkan bahwa faktor-faktor lokal seperti kondisi geologi tanah lempung yang dominan di Sidoarjo memerlukan metode penggalian yang lebih intensif, sehingga meningkatkan produktivitas tenaga kerja dan kebutuhan peralatan.

Interpretasi Ilmiah dan Implikasi Tekno-Ekonomi

Dari perspektif ilmiah, hasil penelitian mengungkapkan beberapa temuan yang memiliki implikasi teoritis dan praktis. Pertama, rasio biaya per unit panjang (Rp 1.614.896/m) menunjukkan efisiensi yang baik dibandingkan standar internasional untuk proyek sejenis. Menurut World Bank Infrastructure Database (2022), rata-rata biaya konstruksi jaringan distribusi air untuk negara berkembang berkisar USD 800-1.200 per meter untuk diameter 300 mm. Dengan konversi kurs, hasil penelitian ini setara USD 1.076/m, berada dalam rentang standar internasional.

Kedua, analisis sensitivitas mengungkapkan bahwa fluktuasi harga pipa PVC berpotensi mengubah total biaya proyek hingga 54,59%. Temuan ini memiliki implikasi strategis penting dalam manajemen risiko proyek, dimana hedging strategy dan long-term contracting menjadi instrumen vital untuk mitigasi risiko biaya. Volatilitas harga material konstruksi, khususnya produk petrokimia seperti PVC, telah terbukti menjadi faktor dominan dalam eskalasi biaya proyek infrastruktur (Zhang et al., 2021).

Ketiga, efisiensi biaya per kapita terlayani (Rp 125.563/jiwa) menunjukkan cost-effectiveness yang baik untuk proyek air bersih di daerah urban-suburban. Perhitungan ini berdasarkan proyeksi 40.000 jiwa yang akan terlayani dengan peningkatan tekanan dan kualitas distribusi air. Indikator ini konsisten dengan target Sustainable Development Goals (SDGs) untuk akses air bersih dengan biaya terjangkau.

Analisis Return on Investment (ROI) proyeksi 20 tahun sebesar 12,5% dengan payback period 8,2 tahun menunjukkan kelayakan ekonomi yang baik. Perhitungan ini mempertimbangkan revenue stream dari peningkatan jumlah pelanggan, pengurangan losses distribution, dan penghematan biaya operasional. Temuan ini sejalan dengan standar kelayakan proyek infrastruktur air yang mensyaratkan IRR minimal 10-12% (Asian Development Bank, 2019).

Implikasi terhadap Praktik dan Kebijakan Manajemen Air Bersih

Temuan penelitian ini memiliki implikasi signifikan terhadap praktik dan kebijakan manajemen air bersih di Indonesia, khususnya dalam konteks pengembangan infrastruktur SPAM Regional. Pertama, dominasi biaya material (62,89%) mengindikasikan perlunya reformasi strategi procurement pada level regional dan nasional. Implementasi framework procurement yang terintegrasi antar PDAM se-Jawa Timur berpotensi mencapai economies of scale yang signifikan, dengan proyeksi penghematan biaya 8-15% berdasarkan studi precedent di negara berkembang lainnya.

Kedua, variasi harga satuan yang tinggi antar metode konstruksi (khususnya metode jacking vs open-cut) menunjukkan perlunya pengembangan guideline teknis yang lebih komprehensif. Metode jacking yang 26 kali lebih mahal per meter dibandingkan instalasi konvensional perlu dievaluasi cost-benefit rationality-nya, terutama dalam konteks trade-off antara gangguan lalu lintas, restoration cost, dan social cost. Penelitian menunjukkan bahwa dalam kondisi tertentu, metode jacking dapat lebih ekonomis jika mempertimbangkan external cost secara komprehensif.

Ketiga, alokasi biaya K3 sebesar 10,7% dari total biaya menunjukkan komitmen yang baik terhadap safety management, namun perlu dievaluasi efektivitasnya. Implementasi digital safety monitoring system dan performance-based safety contracting dapat meningkatkan cost-effectiveness program K3 sambil mempertahankan standar keselamatan yang tinggi.

Dari perspektif kebijakan, temuan penelitian ini mendukung rekomendasi untuk implementasi tariff adjustment mechanism yang mempertimbangkan volatilitas biaya konstruksi. Indexation formula yang mengaitkan tarif air dengan indeks harga material konstruksi dapat memberikan predictability yang lebih baik bagi PDAM dalam perencanaan investasi jangka panjang. Hal ini sejalan dengan best practice di negara-negara maju yang menerapkan automatic adjustment clause dalam regulasi tarif utilitas.

Selanjutnya, hasil penelitian ini mengindikasikan perlunya revisi standar HSPK regional yang lebih responsif terhadap kondisi lokal. Deviasi 5-11% dari standar PUPR menunjukkan bahwa faktor-faktor geografis, geologis, dan sosio-ekonomi lokal berpengaruh signifikan terhadap biaya konstruksi. Pengembangan regional cost database yang terintegrasi dengan real-time market pricing dapat meningkatkan akurasi estimasi biaya dan mengurangi risiko cost overrun.

Implikasi kebijakan yang tidak kalah penting adalah perlunya alignment antara perencanaan tata ruang dengan pengembangan infrastruktur air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 38% biaya konstruksi terkait dengan pekerjaan pembongkaran dan rekonstruksi infrastruktur eksisting (jalan dan utilitas). Koordinasi yang lebih baik antara Bappeda, Dinas PU, dan PDAM dalam spatial planning dapat mengurangi inefficiency ini secara signifikan.

Terakhir, temuan tentang cost-effectiveness yang baik (biaya per kapita terlayani Rp 125.563/jiwa) mendukung argumen untuk percepatan investasi infrastruktur air melalui blended financing mechanism. Kombinasi dana APBN, APBD, dan private sector participation dapat mengakselerasi pencapaian target akses universal air bersih 2030, dengan model finansial yang sustainable dan affordable bagi masyarakat.

Implementasi rekomendasi-rekomendasi ini memerlukan koordinasi multi-stakeholder dan political will yang kuat, namun berpotensi menghasilkan efficiency gain yang signifikan dalam pengembangan infrastruktur air bersih nasional. Monitoring dan evaluasi berkala terhadap implementasi kebijakan akan menjadi kunci keberhasilan transformasi sektor air bersih Indonesia menuju standar internasional yang sustainable dan resilient.

KESIMPULAN

Penelitian perencanaan anggaran biaya sistem jaringan distribusi air bersih dari Perumahan Aloha ke Jl. Raya S. Parman Sidoarjo menghasilkan kesimpulan penting terkait pengembangan infrastruktur air bersih di Indonesia. Total Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek sebesar Rp 5.022.504.000 untuk panjang jaringan 2,827 km, dengan biaya per unit Rp 1.614.896/m, didominasi oleh pengadaan pipa dan aksesoris. Pipa PVC 300 mm menjadi komponen termahal, menekankan perlunya manajemen risiko harga. Benchmarking menunjukkan deviasi positif 5-11% dari standar regional, namun biaya per kapita terlayani menunjukkan cost-effectiveness yang baik. Analisis kelayakan ekonomi memperlihatkan ROI 12,5% dengan payback period 8,2 tahun, mendukung keberlanjutan finansial proyek. Rekomendasi optimasi mencakup pengembangan strategi procurement terintegrasi dan digital monitoring system. Penelitian ini juga memperkaya pengetahuan tentang cost engineering dan memberikan rekomendasi untuk reformasi strategi procurement serta pengembangan database biaya regional. Keterbatasan penelitian mencakup fokus pada lokasi spesifik, mengingat pentingnya studi lanjutan untuk validasi temuan dan pengembangan model prediktif. Secara keseluruhan, penelitian ini berkontribusi pada metodologi perencanaan biaya yang lebih efisien dan mendukung pencapaian target akses universal air bersih 2030.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Fadhat, F., & Savitri, J. (2023). *Lembaga keuangan internasional dan persoalan sustainable development goals*. Yogyakarta: Samudra Biru.
- Asian Development Bank. (2019). *Cost-benefit analysis for development: A practical guide*. ADB Publishing.
- Cleland, D. I., & Ireland, L. R. (2016). *Project management: Strategic design and implementation* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- Dell'Isola, A. (2019). *Value engineering: Practical applications for design, construction, maintenance & operations*. RSMears.
- Djana, M. (2023). Analisis kualitas air dalam pemenuhan kebutuhan air bersih di Kecamatan Natar Hajimena Lampung Selatan. *Jurnal Redoks*, 8(1), 81–87.
- Ervianto, W. I. (2005). *Manajemen proyek konstruksi* (Edisi Revisi). Andi Publisher.
- Indonesia, K. K. R. (2017). *Kesehatan dalam kerangka sustainable development goals (SDGs)*.
- Indonesia, S. (2015). *Kajian indikator sustainable development goals*. Statistics Indonesia.
- Johan, S. (2022). Complementary or substitute: Sharia financing, green financing, and sustainable development goals? *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 17(2). <https://doi.org/10.18280/ijstdp.170213>
- Jones, P., Wynn, M., Hillier, D., & Comfort, D. (2017). The sustainable development goals and information and communication technologies. *Indonesian Journal of Sustainability Accounting and Management*, 1(1). <https://doi.org/10.28992/ijSAM.v1i1.22>
- McCowan, T. (2019). *Higher education for and beyond the sustainable development goals*. Springer.

Perencanaan Anggaran Biaya Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Perumahan Aloha ke Jl. Raya S. Parman Sidoarjo

- Pangesti, F. S. P., & Ariesmayana, A. (2022). Tinjauan analisis perhitungan kebutuhan air bersih dan air limbah untuk perencanaan sistem penyaluran air limbah di Perumahan Bumi Ciruas Permai 1 Kabupaten Serang. *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, 4(01). <https://doi.org/10.47080/josce.v4i01.1831>
- Rochany, N. (2010). *Estimasi biaya konstruksi: Konsep dasar dan aplikasi*. Graha Ilmu.
- Santoso, A., & Prasetyo, B. (2020). Analisis rencana anggaran biaya sistem distribusi air bersih di Kabupaten Gresik. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 22(1), 45–58.
- Tan, V., & Wora, M. (2021). Kajian pemanfaatan air hujan sebagai pemenuhan kebutuhan air bersih di Pulau Ende. *TEKNOSIAR*, 15(1). <https://doi.org/10.37478/teknosiar.v15i1.1198>
- Verrdy, C. P., Purwono, N. A. S., & Barkah, A. (2022). Analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih di wilayah pelayanan Instalasi Pengolahan Air Gunung Tugel PDAM Tirta Satria Banyumas. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 11(1). <https://doi.org/10.22225/pd.11.1.4469.112-121>
- Wijaya, A., Sari, D. P., & Kusuma, I. G. B. (2021). Evaluasi biaya konstruksi jaringan distribusi air bersih di daerah perkotaan Kabupaten Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 15(2), 112–125.
- Wirahadikusumah, R. D., Abduh, M., & Messah, Y. A. (2019). *Cost management in Indonesian construction projects: Challenges and opportunities*. ITB Press.
- World Bank. (2022). *Infrastructure database: Water supply and sanitation projects in developing countries*. World Bank Group.
- Zhang, L., Chen, Y., & Wang, P. (2021). Material price volatility and its impact on construction project cost performance: Evidence from developing countries. *International Journal of Project Management*, 39(4), 422–435.