



ALTERNATIF TERBAIK ALAT PEMELIHARAAN JALAN BERBASIS *LIFE CYCLE COST* DI BPJN MALUKU UTARA

Hajar Rajak¹ Christiono Utomo²

^{1,2}Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember
email korespondensi: hajarrjk@gmail.com

SUBMITTED 29 JANUARI 2026 REVISED 8 FEBRUARI 2026 ACCEPTED 25 FEBRUARI 2026

ABSTRACT

Road maintenance is a critical activity conducted periodically, routinely, or upon the occurrence of damage to ensure road conditions remain steady, safe for use, and functional throughout their service life. The National Road Implementation Agency (BPJN) of North Maluku faces significant challenges in selecting alternative road maintenance equipment that satisfies not only technical criteria but also economic efficiency throughout its life cycle. This study utilizes the Life Cycle Cost (LCC) analysis method to evaluate equipment alternatives by identifying all costs incurred over a 10-year period, ranging from initial procurement to disposal. Data collection was conducted through structured interviews and field observations at BPJN North Maluku. The study compares two equipment group scenarios for pothole patching works. Alternative 1 prioritizes the use of a 2-Ton Vibro Roller as the primary compaction tool. In Alternative 2, the equipment group is structured based on the minimum equipment standards according to routine road maintenance guidelines, utilizing a Baby Roller (0.8-Ton capacity) as the primary compactor. The selection of these tools was based on field efficiency considerations. The calculation and analysis results show that Alternative 1 generates an LCC value of Rp 28,053,521,418.34, while Alternative 2 amounts to Rp 28,481,522,517.30. Although Alternative 2 offers a lower initial purchase price, Alternative 1 was selected as the optimal solution because it yields the lowest total LCC, demonstrating superior long-term economic value.

Keywords: Road, Road Maintenance Equipment, Life Cycle Cost.

ABSTRAK

Pemeliharaan jalan merupakan kegiatan penting yang dilakukan secara berkala, rutin, maupun saat terjadi kerusakan untuk menjaga kondisi jalan tetap mantap, aman digunakan, dan berfungsi sesuai umur layanannya. Badan Pelaksana Jalan Nasional (BPJN) Maluku Utara menghadapi tantangan dalam menentukan alternatif alat pemeliharaan jalan yang tidak hanya memenuhi kriteria teknis, tetapi juga efisien secara ekonomi sepanjang siklus hidupnya. Metode penelitian menggunakan analisis *Life Cycle Cost* (LCC) untuk menilai alternatif peralatan dengan mengidentifikasi biaya-biaya yang muncul selama selang waktu 10 tahun, mulai dari nilai pembelian hingga penghapusan. Pengambilan data dilakukan melalui wawancara terstruktur dan observasi lapangan di BPJN Maluku Utara. Penelitian ini membandingkan dua skenario kelompok alat untuk pekerjaan Penamabalan Lubang. Alternatif 1, mengedepankan penggunaan *Vibro Roller* 2 Ton sebagai alat pemadat utama. Pada Alternatif 2, kelompok alat disusun dengan mengacu pada standar peralatan minimum menurut pedoman pemeliharaan rutin jalan, yaitu menggunakan *Baby Roller* (kapasitas 0,8 Ton) sebagai alat pemadat utama. Pemilihan alat ini didasarkan pada pertimbangan efisiensi di lapangan. Hasil perhitungan dan analisis menunjukkan bahwa Alternatif 1 menghasilkan nilai LCC sebesar Rp 28.053.521.418,34, sedangkan Alternatif 2 sebesar Rp 28.481.522.517,30. Meskipun Alternatif 2 memiliki harga pembelian awal yang lebih rendah, Alternatif 1 terpilih sebagai solusi terbaik karena menghasilkan nilai LCC terendah.

Kata Kunci: Jalan, Alat Pemeliharaan Jalan, *Life Cycle Cost*

1. PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan merupakan prasarana transportasi darat vital yang mencakup seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya, yang menjadi urat nadi pergerakan ekonomi dan sosial (UU No. 2 Tahun 2022, 2022). Menurut Cavalli dkk, (2023), perkerasan jalan bukan sekadar struktur fisik, melainkan komponen kritis yang berdampak langsung pada konektivitas wilayah dan keberlanjutan ekonomi. Oleh karena itu, pembangunan dan pemeliharaan jalan menjadi prioritas strategis pemerintah guna memastikan aksesibilitas yang inklusif di seluruh pelosok negeri. Di Provinsi Maluku Utara, tantangan pengelolaan jalan nasional memiliki karakteristik unik yang dikelola oleh Balai Pelaksana Jalan Nasional (BPJN) Maluku Utara. Dengan panjang jalan mencapai 1.208 km dan tingkat kemandapan 94% pada semester 1 tahun 2025, fokus utama kini bergeser pada upaya pemeliharaan jalan yang efektif. Namun, kondisi geografis Maluku Utara yang bercorak kepulauan menciptakan kompleksitas tersendiri; keterbatasan aksesibilitas, cuaca ekstrem, dan distribusi sumber daya yang tidak merata menjadikan operasional pemeliharaan jauh lebih menantang dibandingkan wilayah daratan.

Meskipun target kemandapan jalan relatif tinggi, pelaksanaan pemeliharaan di lapangan masih menghadapi kendala serius terkait manajemen peralatan. Terjadi ketimpangan antara jumlah peralatan yang tersedia dengan kebutuhan riil di lapangan, di mana sebagian besar alat yang digunakan telah melampaui umur ekonomisnya (Nasarudin, 2022; Payapo dkk., 2023). Kondisi ini memicu tingginya frekuensi kerusakan alat, meningkatnya biaya perawatan, dan potensi keterlambatan penanganan kerusakan jalan yang dapat berdampak pada keselamatan pengguna jalan. Data workshop BPJN Maluku Utara tahun 2024 mengonfirmasi bahwa kebutuhan akan peremajaan dan pengadaan peralatan berat tetap tinggi untuk menjamin keberlanjutan pemeliharaan di daerah kepulauan. Pemerintah sebenarnya telah menyediakan berbagai sistem evaluasi pengadaan melalui LKPP, mulai dari sistem gugur hingga penilaian umur ekonomis. Namun, masih didominasi oleh sistem gugur. Pendekatan sistem gugur sering kali menghasilkan pilihan yang tampak ekonomis di awal, namun membebani anggaran di kemudian hari akibat biaya operasional dan pemeliharaan yang tidak terkendali.

Untuk menjembatani kesenjangan ini, diperlukan metode analisis yang lebih komprehensif seperti *Life Cycle Cost* (LCC) pada peralatan pemeliharaan jalan, khususnya pada konteks wilayah kepulauan yang memiliki variasi intensitas penggunaan dan keterbatasan logistik. Metode LCC memungkinkan evaluasi total biaya kepemilikan aset, mulai dari investasi awal, pengoperasian, pemeliharaan, hingga nilai sisa (*salvage value*) (Askarian & Fakher, 2023). Studi global oleh Wang dkk (2021) dan Cavalli dkk (2023) telah membuktikan bahwa LCC mampu mengidentifikasi biaya tersembunyi (*hidden costs*) yang sering terabaikan dalam sistem pengadaan tradisional. Dengan pendekatan LCC, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi komponen biaya yang muncul pada penggunaan peralatan pemeliharaan rutin jalan nasional di BPJN Maluku Utara dan membandingkan LCC alternatif kelompok peralatan (*fleet*) yang paling efisien secara finansial dan operasional.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Jalan dan Strategi Pemeliharaan Nasional

Jalan merupakan prasarana transportasi darat fundamental yang mencakup seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya (UU No. 2 Tahun 2022, 2022). Dalam sistem jaringan transportasi, jalan nasional memiliki peran strategis sebagai penghubung pusat kegiatan nasional yang harus dijaga kemantapannya. Pemeliharaan jalan dilakukan untuk mempertahankan kondisi fungsional dan struktural agar mencapai umur rencana, yang dikategorikan menjadi pemeliharaan rutin, berkala, rehabilitasi, dan rekonstruksi (PUPR, 2021). Efektivitas kegiatan pemeliharaan ini sangat bergantung pada pemilihan alat yang tepat agar efisiensi teknis dan ekonomi dapat tercapai secara simultan.

2.2 Peralatan Pemeliharaan Jalan dan Kapasitas Produksi

Alat berat dirancang khusus untuk melaksanakan tugas konstruksi dan pekerjaan tanah secara mekanis. Peralatan pemeliharaan diklasifikasikan berdasarkan fungsinya, mulai dari penggalian, pemuatan, pengangkutan, hingga perataan dan pemadatan. Kapasitas produksi peralatan, baik secara individu maupun gabungan (*fleet*), menjadi parameter krusial dalam menentukan durasi dan biaya pekerjaan. Perhitungan kapasitas aktual dipengaruhi oleh produksi per siklus, waktu siklus, dan faktor efisiensi kerja total yang merujuk pada standar AHSP Bidang Pekerjaan Umum. Optimalisasi kapasitas kelompok alat diperlukan untuk meminimalkan waktu tunggu (*idle*) dan memastikan setiap unit beroperasi pada level produktivitas maksimal.

2.3 Analisis Life Cycle Cost (LCC)

Life Cycle Cost (LCC) adalah total biaya yang dikeluarkan selama masa hidup suatu aset, mencakup biaya perencanaan, pengadaan, operasional, pemeliharaan, hingga nilai sisa di akhir masa pakai (Askarian & Fakher, 2023). Berbeda dengan metode konvensional yang hanya berfokus pada harga investasi awal, LCC memberikan gambaran realistis mengenai efisiensi jangka panjang melalui model ekonomi yang komprehensif (Vail Farr & Faber, n.d.). Dalam manajemen aset pemerintah, LCC menjadi alat bantu pengambilan keputusan yang rasional untuk menentukan alternatif investasi dengan total biaya kepemilikan paling rendah sepanjang periode analisis.

$$LCC = I + \sum Pv (\text{Operation } n \text{ maintenance Cost}) - Pv (\text{Salvage Value})$$

2.4 Parameter Nilai Uang Terhadap Waktu (*Time Value of Money*)

Penerapan LCC mengharuskan pemahaman mendalam mengenai konsep nilai uang terhadap waktu, di mana nilai nominal saat ini lebih berharga dibandingkan masa depan akibat faktor inflasi dan biaya kesempatan. Analisis ini menggunakan tingkat diskonto (*discount rate*) untuk mengonversi seluruh arus kas masa depan menjadi Nilai Sekarang Bersih atau *Present Value* (PV). Selain PV, metode Anuitas (*Equivalent Annual Cost*) digunakan untuk menyetarakan aliran biaya selama siklus hidup aset menjadi nilai tahunan yang seragam. Hal ini memungkinkan perbandingan langsung antara berbagai alternatif peralatan yang mungkin memiliki umur ekonomis atau biaya operasional yang berbeda.

$$\sum Pv = \sum [(P/A, i, n) \times \text{biaya operasional tahunan}] + [(P/A, i, n) \times \text{biaya perbaikan tahunan}]$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian ini dikategorikan sebagai riset terapan karena bertujuan untuk mempermudah proses pemilihan alternatif peralatan melalui LCC. Penelitian ini menggabungkan dua pendekatan metodologis, yaitu pendekatan kuantitatif dan kualitatif.

3.2 Variabel Penelitian

Dalam studi Soemitro & Suprayitno (2022), komponen dasar dalam biaya siklus hidup Infrastruktur Publik terdiri dari biaya investasi, biaya administrasi, biaya operasi tahunan, biaya pemeliharaan tahunan, biaya rehabilitasi, biaya pengembangan, biaya pemindahan, dan biaya manajemen tahunan. Berdasarkan sintesa variable, maka variabel-variabel dalam penelitian ini Biaya Kepemilikan, Biaya Operasional, Biaya Perbaikan dan Pemeliharaan, Biaya tak langsung, Biaya Penggantian dan *Salvage & Disposal Cost* (SDC).

3.3 Objek Penelitian

Responden ditentukan menggunakan teknik *Purposive Sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan kriteria relevansi terhadap objek penelitian. Responden terdiri dari *stakeholder* internal (pejabat struktural, pengawas, operator, mekanik) BPJN Maluku Utara dan eksternal (ATPM dan pemasok suku cadang).

3.4 Metode Pengumpulan Data

- Data Primer: Diperoleh melalui wawancara terstruktur dan observasi lapangan terkait kondisi aktual serta kebutuhan peralatan.
- Data Sekunder: Diperoleh melalui studi pustaka dan dokumen internal meliputi volume pekerjaan, laporan bulanan alat, manual operasional, serta Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP).

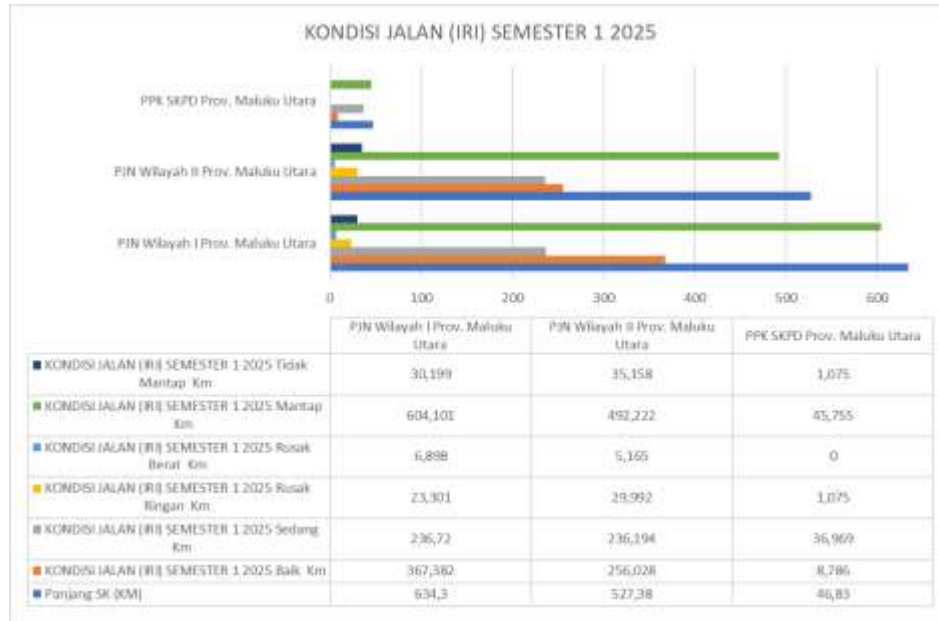
3.5 Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui empat tahapan:

1. Analisis Pendahuluan: Identifikasi kesenjangan antara volume pekerjaan dan ketersediaan alat.
2. Pembentukan Alternatif: Penyusunan skenario kombinasi alat berdasarkan kapasitas produksi.
3. Analisis LCC: Perhitungan total biaya siklus hidup menggunakan metode *Present Worth* (PW) untuk mendapatkan nilai kini.
4. Penetapan Alternatif Terbaik: Pemilihan opsi dengan nilai LCC terendah yang memenuhi persyaratan teknis dan operasional.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil wawancara dan pengambilan data pada Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) Maluku Utara pada semester 1 tahun 2025 menunjukkan bahwa data pengukuran IRI (*International Roughness Index*) di PJN Wilayah I Provinsi Maluku Utara memegang tanggung jawab pengelolaan jalan terpanjang dibandingkan satker lainnya, yaitu sepanjang 634,3 km. Selain itu, wilayah ini memiliki sebaran beban kerja yang luas, mencakup lima wilayah PPK (PPK 1.1 hingga PPK 1.5) dengan kondisi jalan yang sangat bervariasi. Dengan cakupan wilayah terluas dan total jalan Mantap mencapai 604,101 km (95,24%), PJN Wilayah I dinilai paling ideal untuk dianalisa kebutuhan penggunaan peralatannya.



Gambar 4.1 Kondisi Jalan Nasional Maluku Utara Tahun 2025

Berdasarkan analisis data prioritas penanganan jalan, program kerja tahun mendatang difokuskan pada skema pemeliharaan rutin. Hal ini didasarkan pada dominannya akumulasi volume pekerjaan pada penanganan permukaan aspal, khususnya Penambalan Lubang (P5) sebesar 18%, Penutupan Retak (P3) dan Pengisian Retak (P4) yang masing-masing mencapai 15%, serta Penebaran Pasir (P1) sebesar 8%. Secara keseluruhan, keempat jenis penanganan tersebut menunjukkan bahwa tingkat kerusakan telah melampaui kategori pemeliharaan rutin dan memerlukan penanganan pemeliharaan rutin yang lebih terfokus.

4.1 Analisa Kapasitas Gabungan Peralatan Pemeliharaan Jalan

Pada penelitian ini menggunakan manual perbaikan standart untuk pemeliharaan rutin jalan (Manual Perbaikan Standar Untuk Pemeliharaan Rutin Jalan, 2011) namun dalam pelaksanaannya tidak disebutkan jumlah peralatan yang digunakan dalam satu kelompok peralatan (*fleet*) pemeliharaan rutin jalan sehingga untuk menganalisa digunakan kriteria minimal peralatan yang dikeluarkan oleh bintek yaitu pada 1 *fleet* peralatan per Pejabat Pembuat Komitmen (PPK).

Tabel 4. 1 Satu *fleet* peralatan per PPK

1. Flet Bed Truck 3,5 Ton with Crane 3 Ton (120 - 160 PS)	: 1 Unit (unit transportasi)
2. Dump truck 3.5 m3	: 1 Unit
3. Compressor w/ Breaker250 CFM	: 1 Unit
4. Baby Roller 800 kg	: 1 Unit
5. Trailer 2 ton	: 1 Unit (unit transportasi)
6. Concrete Mixer AMP)	: 1 Unit (jika tidak menggunakan AMP)
7. Asphalt sprayer 200 liter	: 1 Unit
8. Vibrating plat tamper 80 kg	: 2 Unit
9. Vibrating plat rammer 80 kg	: 1 Unit

Berdasarkan kapasitas produksi masing-masing peralatan maka diambil nilai kapasitas peralatan terkecil sebagai nilai kapasitas gabungan peralatan sehingga untuk mencapai kapasitas peralatan yang diinginkan dapat dilakukan penambahan peralatan pada kapasitas yang terkecil. Hitungan kapasitas produksi masing-masing peralatan sesuai Revisi Permen PUPR No. 8 (2023) dan detailnya sebagai berikut:

Tabel 4.2 Kapasitas Produksi Gabungan

Nama Alat	Jumlah	Kap	Satuan
Air Compresor	1.00 unit	16.00	m ³ / Jam
Jack Hammer + Air Compressor	1.00 unit	1.66	m ³ / Jam
Rammer	1.00 unit	2.59	m ³ / Jam
Tamper	2.00 unit	8.30	m ³ / Jam
Asphalt Sprayer	1.00 unit	49.80	m ³ / Jam
Pedestrian Roller	1.00 unit	5.06	m ³ / Jam
Vibro Roller 2 Ton	1.00 unit	24.90	m ³ / Jam
Dump Truck (Dt) Asumsi Dengan Loader	1.00 unit	1.70	m ³ / Jam
Kapasitas Produksi Gabungan	1.00 set	1.66	m ³ / Jam

Sumber : Analisa Penulis

4.2 Penentuan Alternatif Peralatan

Pada tahapan penentuan alternatif peralatan untuk pekerjaan diperlukan beberapa sumber data yang terdiri dari spesifikasi peralatan untuk dapat mencari kebutuhan minimum peralatan dalam 1 fleet, kedua yaitu volume pekerjaan untuk mengestimasi target kapasitas produksi minimum. Ketiga kapasitas produksi peralatan pada masing masing alat sehingga dapat diketahui kapasitas produksi gabungan pada masing-masing alternatif peralatan.

Berdasarkan alur penentuan peralatan tersebut, ditetapkan dua skenario kelompok alat yang akan diuji. Skenario pertama, yang disebut sebagai Alternatif 1, mengedepankan penggunaan *Vibro Roller 2 Ton* sebagai alat pemadat utama. Pada skenario alternatif 2, kelompok alat disusun dengan mengacu pada standar peralatan minimum menurut pedoman pemeliharaan rutin jalan, yaitu menggunakan *Baby Roller* (kapasitas 0,8 Ton) sebagai alat pemadat utama. Pemilihan alat ini didasarkan pada pertimbangan efisiensi di lapangan, dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 4.3 Kapasitas gabungan alternatif 1 dengan vibro 2 ton

No	Jenis Alat	Kapasitas	Hasil	Keterangan
1	Vibro roller	5.76 m ³ / 24.9 m ³	0.23	1 unit
2	Dump truck	5.76 m ³ / 1.70 m ³	3.38	4 unit
3	Vibrating Plate Tamper	5.76 m ³ / 4.15 m ³	1.39	2 unit
4	Vibrating Plate Rammer	5.76 m ³ / 2.59 m ³	2.22	3 unit
5	Compressor + Jack Hammer	5.76 m ³ / 1.66 m ³	3.47	4 unit
6	Asphalt Sprayer	5.76 m ³ / 49.80 m ³	0.12	1 unit

Sumber: Analisa Penulis

Tabel 4.4 Perbandingan Jumlah Peralatan Alternatif 1 dan Alternatif 2

No	Jenis Alat	Kapasitas	Hasil	Keterangan
1	Baby Roller	5.76 m ³ / 24.9 m ³	1.14	2 unit
2	Dump Truck	5.76 m ³ / 1.70 m ³	3.38	4 unit
3	Vibrating Plate Tamper	5.76 m ³ / 4.15 m ³	1.39	2 unit
4	Vibrating Plate Rammer	5.76 m ³ / 2.59 m ³	2.22	3 unit
5	Compressor + Jack Hammer	5.76 m ³ / 1.66 m ³	3.47	4 unit
6	Asphalt Sprayer	: 5.76 m ³ / 49.80 m ³	0.12	1 unit

Sumber : Analisa Penulis

Tabel 4.4 menyajikan rincian perbandingan komposisi jumlah unit peralatan dalam satu kelompok kerja (*fleet*) untuk Alternatif 1 dan Alternatif 2. Penentuan jumlah unit ini didasarkan pada analisis kapasitas gabungan untuk memenuhi target produksi yang telah ditetapkan.

4.3 Analisa Biaya Peralatan

Penelitian ini menggunakan jenis peralatan diambil 2 type peralatan untuk dapat membandingkan biaya yang dikeluarkan masing-masing type peralatan tersebut didasarkan pada harga pengadaan alat berat pada tahun tahun 2025.

Tabel 4.5 Harga Pembelian Alat

No	Jenis Peralatan	Merk	Tahun	Harga (Rp)
1	Dump Truck < 5 Ton	Isuzu Elf NMR 6,5 HD	2025	Rp677.100.000,00
2	Dump Truck < 5 Ton	Hino 300 (Dutro)	2025	Rp693.750.000,00
3	Flat Bed Truck 3,5 Ton w/ Crane	Isuzu Elf NMR 6,5 HD	2025	Rp1.387.500.000,00
4	Flat Bed Truck 3,5 Ton w/ Crane	Hino 300 (Dutro)	2025	Rp1.309.800.000,00
5	Baby Roller Hand Guide	Sakai HV520	2025	Rp294.150.000,00
6	Baby Roller Hand Guide	Mikasa MRH-601DS	2025	Rp271.950.000,00
7	Vibro Roller 2 T	Bomag BW 100 AD-5	2025	Rp688.200.000,00
8	Vibro Roller 2 T	Dynapac CC1000	2025	Rp643.800.000,00
9	Plate Tamper 80 Kg	Mikasa MVC-T90	2025	Rp38.850.000,00
10	Plate Tamper 80 K	Husqvarna LF 75	2025	Rp42.180.000,00
11	Vibro Rammer	Mikasa MT-77HRL	2025	Rp61.050.000,00
12	Vibro Rammer	Wacker Neuson BS60	2025	Rp68.820.000,00
13	Air Compressor w/ Breaker	Airman PDS185S	2025	Rp466.200.000,00
14	Air Compressor w/ Breaker	Atlas Copco XAS 97	2025	Rp510.600.000,00
15	Asphalt Sprayer	Bukaka BAS-300T	2025	Rp182.050.000,00

16	Asphalt Sprayer	Ibra teknik(P00384)	2025	Rp165.500.000,00
----	-----------------	---------------------	------	------------------

Sumber: Analisa Penulis

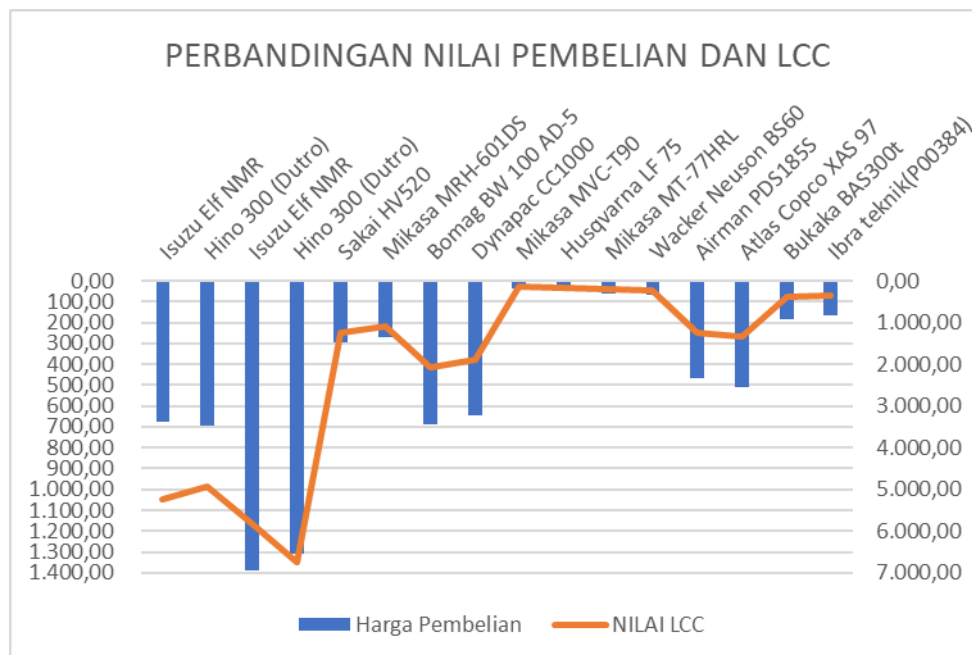
4.4 Analisa Life Cycle Cost

Tabel 4.6 Nilai LCC pada Alternatif Merk dan Type Peralatan

No	Jenis Peralatan	Merk	Nilai Lcc (Juta Rp)
1	Flat Bed Truck	Isuzu Elf Nmr 6,5 Hd	5.246,99
2	Flat Bed Truck	Hino 300 (Dutro)	4.924,99
3	Dump Truck	Isuzu Elf Nmr 6,5 Hd	5.816,07
4	Dump Truck	Hino 300 (Dutro)	6.729,77
5	Vibro Roller 2 Ton	Sakai Hv520	1.246,90
6	Vibro Roller 2 Ton	Mikasa Mrh-601ds	1.086,68
7	Baby Roller	Bomag Bw 100 Ad-5	2.065,80
8	Baby Roller	Dynapac Cc1000	1.905,39
9	Vibr Rammer	Mikasa Mvc-T90	152,79
10	Vibr Rammer	Husqvarna Lf 75	162,37
11	Vibr Stamper / Plate Tamper	Mikasa Mt-77hrl	201,44
12	Vibr Stamper / Plate Tamper	Wacker Neuson Bs60	216,06
13	Air Compressor	Airman Pds185s	1.256,87
14	Air Compressor	Atlas Copco Xas 97	1.347,52
15	Asphalt Sprayer	Bukaka Bas300t	375,55
16	Asphalt Sprayer	Ibra Teknik(P00384)	350,40

Sumber: Analisa Penulis

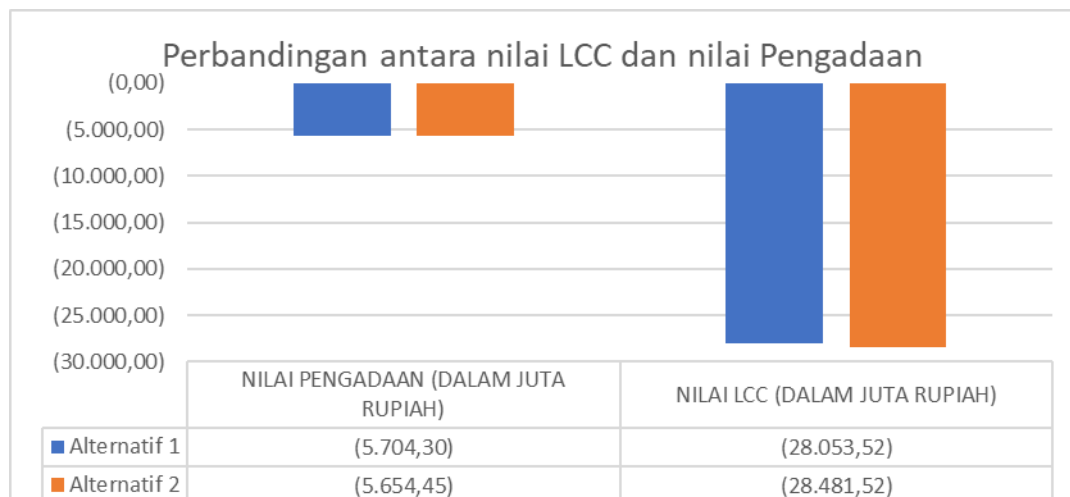
4.5 Korelasi Nilai Life Cycle Cost dengan Nilai Pembelian



Gambar 4.2 Perbandingan antara Harga Pembelian dan Nilai LCC

Pada Gambar 4.2, dari dua alternatif yang dianalisis, didapatkan harga pembelian untuk Alternatif 1 sebesar Rp5.754.350.000,00, sedangkan Alternatif 2 memiliki harga pembelian yang lebih rendah yaitu Rp5.654.450.000,00. Namun, hasil perhitungan total biaya siklus hidup menunjukkan nilai LCC Alternatif 1 sebesar Rp28.053.521.418,34, lebih rendah dibandingkan Alternatif 2 yang mencapai Rp28.481.522.517,30.

Berdasarkan perbandingan tersebut, Alternatif 2 memang unggul dari sisi harga pembelian awal (*initial cost*), namun Alternatif 1 merupakan pilihan terbaik dari sisi efisiensi ekonomi jangka panjang (nilai LCC). Perbedaan ini terjadi karena nilai LCC tidak hanya dipengaruhi oleh harga beli, tetapi juga akumulasi biaya operasional, pemeliharaan, dan perbaikan selama sepuluh tahun masa pakai. Rendahnya nilai LCC pada Alternatif 1 mengindikasikan bahwa meskipun harga investasinya lebih tinggi di awal, alat tersebut memiliki efisiensi bahan bakar yang lebih baik, biaya perawatan rutin yang lebih rendah, serta nilai sisa (*salvage value*) yang lebih kompetitif di akhir masa pakai. Dengan demikian, penghematan pada biaya operasional tahunan yang telah dikonversi ke nilai kini mampu menutupi selisih harga pembelian awal, menjadikan Alternatif 1 sebagai investasi yang lebih menguntungkan secara keseluruhan. Dan didapatkan hasil perhitungan nilai pengadaan dibandingkan nilai LCC pada grafik berikut:



Gambar 4.3 Perbandingan Nilai Pengadaan dan Nilai LCC Peralatan pada Alternatif Peralatan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis *Life Cycle Cost* (LCC) selama siklus hidup sepuluh tahun yang mencakup biaya investasi, operasional, pemeliharaan, suku cadang, hingga biaya tidak langsung dan nilai sisa (*salvage value*), hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan alat pemeliharaan rutin di BPJN Maluku Utara memberikan keunggulan ekonomis yang berbeda pada tiap opsi. Meskipun mencakup variabel biaya yang kompleks, Alternatif 1 yang menggunakan *Vibro Roller* terbukti sebagai pilihan paling efisien dengan nilai LCC senilai Rp28.053.521.418,34, lebih rendah dibandingkan Alternatif 2 menggunakan *Baby Roller* yang mencapai Rp28.481.522.517,30. Dengan demikian, Alternatif 1 direkomendasikan sebagai solusi terbaik karena mampu mengoptimalkan nilai kini pengeluaran total tanpa mengurangi kebutuhan teknis operasional selama masa pakai alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Askarian, S., & Fakher, A. (2023). The modified life cycle cost method for the risk-based design of excavation projects. *Georisk*, 17(2), 310–329.
<https://doi.org/10.1080/17499518.2022.2101067>
- Cavalli, M. C., Chen, D., Chen, Q., Chen, Y., Cannone Falchetto, A., Fang, M., Gu, H., Han, Z., He, Z., Hu, J., Huang, Y., Jiang, W., Li, X., Liu, C., Liu, P., Liu, Q., Lu, G., Ma, Y., Poulikakos, L., ... Zhu, W. (2023). Review of advanced road materials, structures, equipment, and detection technologies. *Journal of Road Engineering*, 3(4), 370–468.
<https://doi.org/10.1016/j.jreng.2023.12.001>
- Nasarudin, A. K. H. W. (2022). Jurnal_Faktor-Faktor Kendala Pemeliharaan Jalan Metode Swakelola Pada Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang dan Pertanahan Kabupaten Wajo. *Jurnal Konstruksi*, 01(02), 29–39.
- Payapo, A. H., Marsaoly, N., Gaus, A., Rauf, I., & Hakim, R. (2023). Analisis Faktor Keterlambatan Dominan Pada Proyek Pemeliharaan Jalan (Studi Kasus: Jalan Seksi Sp. Dodinga – Sofifi – Akelamo – Payahe – Weda). *Jurnal Serambi Engineering*, 8(2), 5854–5862.
<https://doi.org/10.32672/jse.v8i2.5762>
- PUPR, K. (2021). Peraturan Menteri Pekerjaan UMUM Republik Indonesia Nomor 13/PRT/M/2011. *Tentang Tata Cara Pemeliharaan Dan Penilaian Jalan*, 13, 1–24.
- Soemitro, R. A. A., & Suprayitno, H. (2022). Preliminary Reflexion on Road Basic Components for Road Infrastructure Preservation Works – a Review. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 6(0), 1–8.
<https://doi.org/10.12962/j26151847.v6i0.12070>
- UU No. 2 Tahun 2022 (2022).
- Vail Farr, J., & Faber, I. J. (n.d.). *Engineering Economics of Life Cycle Cost Analysis: 2nd Edition*.



Wang, Z., Dong, Y., & Jin, W. (2021). Life-Cycle Cost Analysis of Deteriorating Civil Infrastructures Incorporating Social Sustainability. *Journal of Infrastructure Systems*, 27(3), 1–11. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)is.1943-555x.0000607](https://doi.org/10.1061/(asce)is.1943-555x.0000607)