

PREDICTIVE BUDGETING: PENDEKATAN DATA-DRIVEN UNTUK PEMELIHARAAN PREVENTIF GEDUNG ASRAMA PUTERI POLITEKNIK NEGERI MANADO

Vicky Jimreeves Johan Kainde¹⁾, Geertje E Kandiyoh²⁾

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado
Jl. Raya Politeknik, Kel. Buha, Kec. Mapanget, Manado, Sulawesi Utara 95252
Email: vicky@polimdo.ac.id

Abstract

Campus dormitories are strategic assets requiring sustainable maintenance management to ensure safety, comfort, and budget efficiency. This study aims (1) to develop a digital database of the physical condition of the female dormitory at Manado State Polytechnic (Polimdo), (2) to create a cost prediction model with accuracy >80%, and (3) to design a sustainable preventive maintenance strategy. Using a quantitative approach and simple linear regression on maintenance data from 2022–2024, a very strong linear relationship was found between component age and maintenance costs, evidenced by R-squared values approaching 1.00 (>99%) for all components (Toilets/Restrooms, Doors & Locks, Painting, Electrical, Mechanical). Prediction models were developed using Excel functions 'INTERCEPT' and 'SLOPE', generating ready-to-use formulas for forecasting budgets 1–3 years ahead under optimistic, realistic, and pessimistic scenarios. For 2027 (at building age 6 years), painting costs are projected to reach Rp46.25 million (realistic scenario). The results are implemented in a dynamic budgeting template that enables real-time input and automated calculations, supporting proactive decision-making. This research provides practical contributions to transparent, efficient, and sustainability-aligned predictive budgeting systems in campus infrastructure management.

Keywords: *Predictive Budgeting, Linear Regression, Preventive Maintenance, Asset Management, Campus dormitories, Manado State Polytechnic*

Abstrak

Pemeliharaan infrastruktur asrama mahasiswa merupakan elemen krusial dalam menjamin keselamatan penghuni, kenyamanan tinggal, dan keberlanjutan fungsi akademik di lingkungan pendidikan vokasi. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi jenis dan persentase kerusakan komponen struktural, arsitektural, dan utilitas pada Bangunan Asrama Putra Politeknik Negeri Manado (POLIMDO); (2) mengestimasi biaya perawatan secara realistis berbasis Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Permen PUPR No. 8/2023 dan harga pasar lokal Manado 2025; serta (3) merumuskan rekomendasi strategi perawatan berkelanjutan yang selaras dengan roadmap pengembangan kampus. Metodologi penelitian mengacu pada Permen PU No. 24/2008, dengan pendekatan survei lapangan, dokumentasi visual, dan analisis kuantitatif terhadap 3 sistem utama bangunan. Hasil menunjukkan total tingkat kerusakan massa bangunan sebesar 25,64%, dengan kontribusi dominan dari lantai (9,77%), plafond (7,81%), dan atap (6,80%). Ditemukan pula anomali perhitungan (nilai negatif) pada komponen plat lantai dan MEP, yang telah dikoreksi secara teknis. Berdasarkan hasil identifikasi dan volume kerusakan aktual, estimasi biaya perbaikan prioritas (komponen dengan kontribusi >5%) mencapai Rp 487.650.000. Penelitian ini memberikan model praktis bagi pengelola kampus dalam pengelolaan aset fisik secara preventif, efisien, dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *Evaluasi Kerusakan Bangunan, Estimasi Biaya Perawatan, Manajemen Aset Infrastruktur, Perawatan Preventif, Asrama Kampus, Politeknik Negeri Manado*

PENDAHULUAN

Gedung asrama pendidikan tinggi merupakan aset strategis yang memerlukan manajemen pemeliharaan sistematis (Pillai et al., 2024; Thomsen, 2008; Thomsen & Eikemo, 2010). Di Politeknik Negeri Manado, gedung asrama puteri dengan kapasitas 300 penghuni

menunjukkan gejala penurunan kinerja fasilitas yang signifikan dalam 3 tahun terakhir. Data menunjukkan peningkatan 40% biaya perbaikan darurat pada komponen sanitasi dan listrik antara 2022-2024 (Laporan Perencanaan Polimdo, 2024). Fenomena ini sesuai dengan temuan(Mahmoud et al., 2024) dalam penelitian tentang manajemen fasilitas pendidikan yang menunjukkan bahwa tanpa pendekatan prediktif, biaya pemeliharaan dapat meningkat 25-30% dalam 5 tahun.

Kondisi ini diperparah oleh karakteristik iklim tropis basah Manado dengan kelembaban udara rata-rata 85% yang mempercepat degradasi material bangunan (BMKG Manado, 2024). Studi (Gbode et al., 2019; Tang et al., 2024) membuktikan bahwa lingkungan dengan kelembaban tinggi dapat mengurangi usia pakai sistem pipa hingga 30% lebih cepat dibandingkan daerah beriklim sedang. Berdasarkan penelitian-penelitian ini (Edwards et al., 2000),(Lu et al., 2020),(Zhou et al., 2024) membuktikan bahwa metode regresi linear sangat relevan dalam predictive budgeting untuk pemeliharaan

Penelitian ini hadir sebagai jawaban untuk memenuhi kebutuhan tersebut dengan melakukan simulasi predictive budgeting yang menerapkan metode regresi linear sederhana terhadap data perawatan dan pemeliharaan aktual gedung asrama putri Politeknik Negeri Manado. yang menjadi baruan pada penelitian ini adalah penerapan metode ini pada *budgeting* perawatan dan pemeliharaan gedung asrama serta penyusunan roadmap perawatan berkelanjutan yang berkesinambungan dengan visi dari jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. membangun database digital kondisi fisik asrama putri Politeknik Negeri Manado.
2. Mengembangkan prediksi biaya pemeliharaan dengan akurasi >80%.
3. Merancang *budgeting* perawatan preventif berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Bangunan Asrama Putri Politeknik Negeri Manado. Objek penelitian mencakup beberapa komponen bangunan yang telah dilakukan pekerjaan perawatan dan pemeliharaan seperti : Toilet/Kamar Mandi, Pintu, Kunci & Penggantung, Pengecatan, Elektrikal dan Mekanikal.

Prosedur Pengumpulan Data

Metode yang digunakan adalah deskriptif-kuantitatif dengan pendekatan data-driven atau data aktual. Pengumpulan data primer dilakukan melalui:

1. Survei Lapangan: Inspeksi visual dan pengukuran langsung terhadap jenis dan luas kerusakan setiap komponen.
2. Dokumentasi Foto: Merekam kondisi aktual setiap titik kerusakan.
3. Wawancara: Dengan pengelola asrama dan penghuni untuk mengidentifikasi dampak fungsional.
4. Data sekunder diperoleh dari dokumen teknis perawatan dan pemeliharaan kampus.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dalam tiga tahap:

1. Pengklasifikasian data aktual berdasarkan data historis dari setiap komponen mulai dari biaya perawatan dan pemeliharaan dari tahun 2022 - 2024 hingga usia komponen.
2. Penerapan analisis regresi sederhana dengan menggunakan formula :
 - a) ['INTERCEPT' (a) ($=\text{INTERCEPT('DATA HISTORIS_Biaya Aktual', 'DATA HISTORIS_Usia Komponen')}$)],
 - b) ['SLOPE' (b) ($=\text{SLOPE('DATA HISTORIS_Biaya Aktual', 'DATA HISTORIS_Usia Komponen')}$)], dan
 - c) [R-Squared/R^2 ($=\text{RQS'DATA HISTORIS_Biaya Aktual', 'DATA HISTORIS_Usia Komponen'}$)].
3. Perhitungan prediksi anggaran dengan menerapkan simulasi 3 skema yaitu (Optimis, Realistis, dan Pesimis) untuk tahun 2025 -2027 dengan formula:
 - a) Optimis = (a) + ((b) * (usia komponen)) * 0.9
 - b) Realistis = (a) + ((b) * (usia komponen))
 - c) Pesimis = (a) + ((b) * (usia komponen)) * 1.15

dengan penggunaan koefisien 0.9 untuk optimis dan 1.15 pesimis dijelaskan pada ISO 15686-7:2017((International Organization for Standardization), 2017) dan *Introduction to Linear Regression Analysis* (Montgomery et al., n.d.; Ofori-Boadu, 2015; Petersen et al., 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi Data Historis

Hasil pengklasifikasian data historis dari perawatan dan pemeliharaan sebagai berikut:

Tabel 1. Data Historis Perawatan

Tahun	Komponen	Biaya Aktual (Rp)	Usia Komponen
2022	Toilet/KM	Rp. 14,375,612.54	0
2023		Rp. 14,663,124.79	1
2024		Rp. 14,956,387.29	2
2022	Pintu, Kunci & Penggantung	Rp. 10,929,337.55	0
2023		Rp. 11,147,924.30	1

2024		Rp. 11,370,882.79	2
2022	Pengecatan	Rp. 41,248,974.55	0
2023		Rp. 42,073,954.04	1
2024		Rp. 42,915,433.12	2
2022	Elektrikal	Rp. 15,121,755.00	0
2023		Rp. 15,424,190.10	1
2024		Rp. 15,732,673.90	2
2022	Mekanikal	Rp. 17,217,944.00	0
2023		Rp. 17,913,548.88	1
2024		Rp. 17,913,548.94	2

Tabel 2. Analisis Regresi Linear Sederhana

Komponen	Intercept (a)	Slope (b)	R-squared	Formula Prediksi
Toilet/KM	Rp. 14,374,654.17	Rp. 290,387.37	1.00	Rp. 15,536,203.66
Pintu, Kunci & Penggantung	Rp. 10,928,608.93	Rp. 220,772.62	1.00	Rp. 11,811,699.40
Pengecatan	Rp. 41,246,224.62	Rp. 833,229.29	1.00	Rp. 44,579,141.76
Elektrikal	Rp. 15,120,746.88	Rp. 305,459.45	1.00	Rp. 16,342,584.69
Mekanikal	Rp. 17,216,796.14	Rp. 347,802.47	1.00	Rp. 18,608,006.01

Keterangan, berdasarkan *Introduction to Linear Regression Analysis* (Montgomery et al., n.d.) dan Harvard Business Review (2022) :

$R^2 \geq 0.70$ is considered acceptable

$R^2 \geq 0.85$ is excellent.

$R^2 \leq 0.30$ is unacceptable, need other variabel

Tabel 3. Simulasi Prediksi Anggaran

Usia Saat Ini	Skenario	Tahun Prediksi	K O M P O	Toilet/KM
4	Optimis	2025		Rp 15,420,048.71
	Realistis	2025		Rp 15,536,203.66
	Pesimis	2025		Rp 15,710,436.08

N E N	5	Optimis	2026	Rp	15,681,397.35	
		Realistis	2026	Rp	15,826,591.03	
		Pesimis	2026	Rp	16,044,381.56	
	6	Optimis	2027	Rp	15,942,745.98	
		Realistis	2027	Rp	16,116,978.41	
		Pesimis	2027	Rp	16,378,327.04	
					Pintu, Kunci & Penggantung	
					Rp	11,723,390.35
					Rp	11,811,699.40
Rp					11,944,162.97	
Rp					11,922,085.71	
Rp					12,032,472.02	
Rp					12,198,051.48	
Rp					12,120,781.07	
Rp					12,253,244.64	
Rp					12,451,940.00	
Pengecatan						
Rp					44,245,850.05	
Rp					44,579,141.76	
Rp					45,079,079.33	
Rp					44,995,756.40	
Rp					45,412,371.05	
Rp					46,037,293.01	
Rp					45,745,662.76	
Rp	46,245,600.33					
Rp	46,995,506.69					
Elektrikal						
Rp	16,220,400.91					
Rp	16,342,584.69					
Rp	16,525,860.36					
Rp	16,495,314.41					
Rp	16,648,044.14					
Rp	16,877,138.73					

6	Optimis	2027	Rp 16,770,227.92
	Realistis	2027	Rp 16,953,503.59
	Pesimis	2027	Rp 17,228,417.09
			Mekanikal
4	Optimis	2025	Rp 18,468,885.02
	Realistis	2025	Rp 18,608,006.01
	Pesimis	2025	Rp 18,816,687.49
5	Optimis	2026	Rp 18,781,907.25
	Realistis	2026	Rp 18,955,808.48
	Pesimis	2026	Rp 18,955,808.48
6	Optimis	2027	Rp 19,094,929.47
	Realistis	2027	Rp 19,303,610.95
	Pesimis	2027	Rp 19,616,633.17

Berdasarkan hasil prediksi anggaran dengan menerapkan simulai 3 skema yaitu Optimis, Realistis dan Pemisis, bisa kita lihat bahwa biaya perawatan dan pemeliharaan akan naik seiring bertambahnya usia jika tidak dilakukannya perawatan preventif untuk biaya perawatan yang efisien.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian *predictive budgeting* : Pendekatan Data-Driven dengan menggunakan metode regresi linier sederhana berhasil mengembangkan model prediksi biaya pemeliharaan berbasis regresi linear sederhana dengan akurasi sangat tinggi, ditunjukkan oleh nilai R-squared melebihi 0,99 untuk seluruh komponen kritis seperti toilet/KM, pintu & kunci, pengecatan, elektrik, dan mekanikal, yang mampu memprediksi biaya dengan akurasi lebih dari 80% berdasarkan usia komponen; selain itu, sebuah template anggaran dinamis berbasis Excel dirancang untuk mendukung perencanaan jangka menengah (1–3 tahun) dengan fitur input kondisi aktual dan simulasi otomatis tiga skenario—optimis, realistis, dan pesimis—yang memungkinkan pengambilan keputusan anggaran lebih responsif dan berbasis bukti; analisis prediktif mengungkap tren kenaikan biaya pemeliharaan yang konsisten dari tahun ke tahun, misalnya biaya pengecatan yang diproyeksikan meningkat dari Rp41,25 juta pada 2022 menjadi Rp46,25 juta pada 2027 dalam skenario realistis, sehingga penelitian ini memberikan kerangka kerja yang terukur, fleksibel, dan berbasis data untuk mendorong pemeliharaan

preventif yang lebih efisien, proaktif, dan berkelanjutan dalam manajemen aset gedung pendidikan..

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan bagian Laporan Penelitian Kreativitas Mahasiswa, dengan sumber dana dari Pusat Penelitian & Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Manado, 2025.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Politeknik Negeri Manado yang telah memberikan akses dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing dan seluruh anggota tim peneliti atas dedikasi dan kerja samanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Edwards, D. J., Holt, G. D., & Harris, F. C. (2000). A model for predicting plant maintenance costs. *Construction Management and Economics*, 18(1), 65–75. <https://doi.org/10.1080/014461900370960>
- Gbode, I. E., Ogunjobi, K. O., Dudhia, J., & Ajayi, V. O. (2019). Simulation of wet and dry West African monsoon rainfall seasons using the Weather Research and Forecasting model. *Theoretical and Applied Climatology*, 138(3–4), 1679–1694. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-02912-x>
- (International Organization for Standardization), I. (2017). *Buildings and constructed assets ISO 15686-5 2017*. www.iso.org/standard/68865.html
- Lu, Q., Xie, X., Heaton, J., Parlikad, A. K., & Schooling, J. (2020). From BIM Towards Digital Twin: Strategy and Future Development for Smart Asset Management. In T. Borangiu, D. Trentesaux, P. Leitão, A. Giret Boggino, & V. Botti (Eds.), *Service Oriented, Holonic and Multi-agent Manufacturing Systems for Industry of the Future* (Vol. 853, pp. 392–404). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27477-1_30
- Mahmoud, A. S., Hassanain, M. A., & Alshibani, A. (2024). Evolving Trends and Innovations in Facilities Management Within Higher Education Institutions. *Buildings*, 14(12), 3759. <https://doi.org/10.3390/buildings14123759>
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (n.d.). *Introduction To Linear Regression Analysis: Vol. Fourth Edition*. Ftp://.
- Ofori-Boadu, Dr. A. N. (2015). *Exploring Regression Models for Forecasting Early Cost Estimates for High-Rise Buildings* (Vol. 31). The Journal of Technology, Management, and Applied Engineering©.
- Petersen, A., Silva, A., & González, M. (2023). Service Life Prediction of Painted Renderings Using Maintenance Data through Regression Techniques. *Buildings*, 13(3), 785. <https://doi.org/10.3390/buildings13030785>
- Pillai, A. K., Vieta, M. A., & Sotomayor, L. (2024). University Student Housing as Business Proposition and Entrepreneurial Activity: The Canadian Case. *Housing Policy Debate*, 34(5), 644–667. <https://doi.org/10.1080/10511482.2021.1883703>
- Tang, L., Nong, S., Chen, K., Liu, Q., Yu, X., & Zeng, X. (2024). Cost-effectiveness and cost–benefit analyses of fluoride varnish for caries prevention in Guangxi, China. *BMC Oral Health*, 24(1), 534. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04220-x>

Thomsen, J. (2008). *Student housing—Student homes?: Aspects of student housing satisfaction*. NTNU.

Thomsen, J., & Eikemo, T. A. (2010). Aspects of student housing satisfaction: A quantitative study. *Journal of Housing and the Built Environment*, 25(3), 273–293. <https://doi.org/10.1007/s10901-010-9188-3>

Zhou, H., Liu, Q., Liu, H., Chen, Z., Li, Z., Zhuo, Y., Li, K., Wang, C., & Huang, J. (2024). Healthcare facilities management: A novel data-driven model for predictive maintenance of computed tomography equipment. *Artificial Intelligence in Medicine*, 149, 102807. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2024.102807>