

Pendampingan Teknis Peningkatan Kapasitas Listrik sebagai Upaya Optimalisasi Layanan Publik Perpustakaan Bung Karno Blitar

Yanu Shalahuddin¹, Diah Arie W², Asep Habidin H.³

^{1,2,3}Universitas Islam Kediri

Email: yanu@uniska-kediri.ac.id¹, diah@uniska-kediri.ac.id², asephabidinhabibi@gmail.com³

Abstract

*The UPT Bung Karno National Library in Blitar faced an electrical capacity crisis (345 kVA), resulting in operational disruptions (blackouts, voltage fluctuations) and degraded public service quality following building expansion to 6,700 m². This community service project aimed to increase capacity to 555 kVA through integrated technical assistance, ensuring electrical system reliability, visitor service quality, and energy efficiency. The methodology adopted a quadruple-helix collaboration model (academia, government, private sector, community) with four critical phases: needs analysis, technical planning, implementation supervision, and evaluation. Key outcomes include: Electrical capacity increase 60,9% (555 kVA) via installation of a 630 kVA transformer, 170 kVAR capacitor bank, and PUIL-standard components. Improvement of power quality with two indicator, namely; power factor improved from 0,82 to 0,98 and harmonics reduced from 12% to 4,8%. This project demonstrates the efficacy of data-driven academic technical assistance in public infrastructure transformation, providing a replicable model for similar facilities in Indonesia. **Keywords:** PUIL; Quadruple-helix; Power Factor; Harmonics; Public Infrastructure.*

Abstrak

UPT Perpustakaan Nasional Bung Karno Blitar menghadapi krisis kapasitas listrik (345 kVA) yang mengakibatkan gangguan operasional (pemadaman, fluktuasi tegangan), dan penurunan kualitas layanan publik seiring ekspansi gedung menjadi 6.700 m². Tujuan pengabdian adalah meningkatkan kapasitas daya menjadi 555 kVA melalui pendampingan teknis terpadu guna menjamin keandalan sistem kelistrikan, kualitas layanan pengunjung, dan efisiensi energi. Metode pengabdian yang digunakan mengadopsi model kolaborasi kuadrupe-helix (akademisi, pemerintah, swasta, komunitas) dengan empat tahap kritis, yaitu: analisis kebutuhan, perencanaan teknis, supervise implementasi dan evaluasi. Hasil menunjukkan adanya peningkatan kapasitas Listrik sebesar 60,9% (555 kVA) dengan pemasangan trafo 630 kVA, kapasitor bank 170 kVAR serta perangkat pendukung berstandar PUIL. Kualitas daya listrik meningkat dengan indikator faktor daya naik 0,82 → 0,98, harmonisa turun 12% → 4,8%. Proyek ini menjadi bukti efektivitas pendampingan teknis akademisi berbasis data dalam transformasi infrastruktur publik, dengan model replikabel untuk fasilitas serupa di Indonesia.

Kata Kunci: PUIL; Kuadrupe-helix; Faktor daya; Harmonisa; Infrastruktur Publik.

Artikel diterima: 12 September 2025 direvisi: 5 Oktober 2025 disetujui: 1 November 2025



Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

Pendahuluan

Perpustakaan Nasional Bung Karno di Blitar tidak hanya berfungsi sebagai penyedia akses literatur, tetapi juga sebagai pusat edukasi dan kebudayaan yang vital. Sebagai Unit Pelaksana Teknis (UPT) Perpustakaan Nasional RI, institusi ini menyimpan warisan intelektual Proklamator Bung Karno dan menjadi destinasi edukasi bagi masyarakat Jawa Timur. Eksistensinya memperkuat identitas nasional sekaligus mendorong literasi inklusif (Kurniati, 2023).

Seiring perkembangan zaman, perpustakaan ini mengalami ekspansi fisik signifikan: dari luas awal 4.156 m² (2004) menjadi 6.700 m² setelah pembangunan Gedung C dan D (2021–2023). Pembangunan ini diikuti penambahan sarana penunjang seperti lift, *HVAC*, dan sistem komputasi. Akibatnya, kebutuhan daya listrik melonjak drastis, menguji ketahanan infrastruktur energi yang ada (Montreano et al., 2018).

Kapasitas listrik awal perpustakaan hanya 345 kVA, dirancang sebelum ekspansi gedung. Data beban harian menunjukkan penggunaan arus rata-rata 250 A per fasa pada jam operasional (08.30–16.00), mendekati batas maksimal transformator. Kondisi ini berisiko memicu *overload* terutama saat puncak kunjungan atau penggunaan perangkat berdaya tinggi (Anastasya & Putri, 2024).

Keterbatasan kapasitas mengakibatkan gangguan operasional kronis: pemadaman parsial, fluktuasi tegangan, dan kerusakan perangkat vital seperti server dan *HVAC*. Sistem kelistrikan yang tidak memadai juga menghambat penggunaan teknologi pendukung layanan publik seperti *videotron* dan sistem automasi perpustakaan (Susanto, 2023).

Dari perspektif sosial, ketidakstabilan listrik menimbulkan risiko multidimensi, yaitu: Kenyamanan pengunjung terganggu akibat suhu ruangan tidak terkontrol, keama-

nan bangunan terancam oleh potensi *korsleting* dari kabel yang bekerja melebihi kapasitas, Produktivitas staf menurun karena gangguan pada perangkat kerja (Febiola et al., 2024).

Peningkatan kapasitas menjadi 555 kVA bukan hanya masalah teknis, tapi investasi untuk keberlanjutan layanan publik. Studi proyeksi beban menunjukkan kebutuhan ini mendesak agar perpustakaan dapat mengakomodasi pengembangan fasilitas edukasi masa depan, seperti laboratorium digital dan ruang kolaborasi (R. S. Utami et al., 2025).

Proyek infrastruktur publik seperti ini memerlukan pendampingan teknis berbasis keilmuan dari perguruan tinggi. Akademisi berperan kritis dalam beberapa hal berikut; Memastikan desain sistem sesuai standar keselamatan (PUIL 2011), Mengawal integrasi teknologi baru (e.g., *capacitor bank* untuk tekan harmonisa), Mentransfer pengetahuan ke SDM lokal (Sururi et al., 2022).

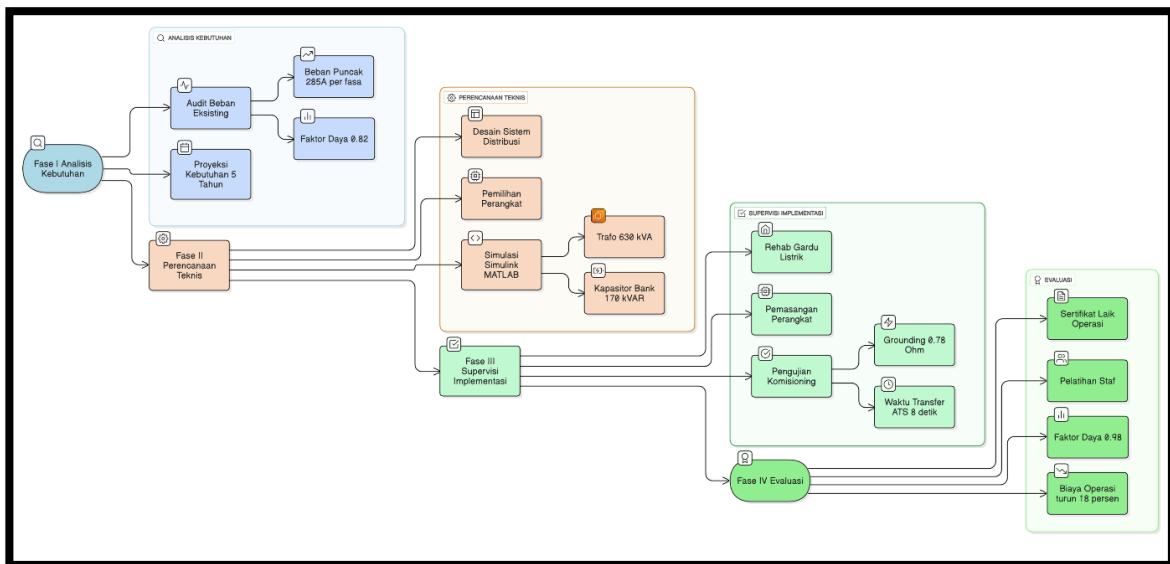
Proyek ini menjadi studi kasus kolaborasi *quadruple-helix* (pemerintah, swasta, akademisi, komunitas) dalam menyelesaikan masalah infrastruktur publik. Pendampingan teknis oleh universitas tidak hanya menuntaskan masalah listrik, tetapi juga menciptakan model replikabel untuk fasilitas publik lain di Indonesia (S. T. Utami & Zain, 2024).

Secara holistik, tujuan pendampingan teknis di UPT Perpustakaan Nasional Bung Karno Blitar adalah mewujudkan transformasi sistem kelistrikan yang andal, aman, dan berkelanjutan guna mendukung fungsi strategis perpustakaan sebagai pusat edukasi publik. Proyek ini dirancang untuk: (1) meningkatkan kapasitas daya dari 345 kVA menjadi 555 kVA melalui pemasangan transformator 630 kVA, panel kubikel Schneider, dan *capacitor bank* 170 kVAR; (2) memastikan keamanan operasional

dengan sistem proteksi mutakhir (e.g., *relay OCR-DGR*, grounding 0.78Ω) untuk mencegah *overload* dan korsleting; serta (3) mentransfer pengetahuan teknis kepada staf perpustakaan dalam mengelola infrastruktur baru, mencakup pemantauan faktor daya (0.98) dan harmonisa ($<5\%$). Kolaborasi ini tidak hanya menyelesaikan masalah infrastrukural, tetapi juga menciptakan *blueprint* pendampingan teknis berbasis *quadruple-helix* yang dapat diadopsi fasilitas publik lain di Indonesia (Sururi et al., 2022; S. T. Utami & Zain, 2024).

Metode Pelaksanaan

Proyek ini mengadopsi model kolaborasi kuadrupel-helix melibatkan 4 pemangku kepentingan kunci, yaitu; UPT Perpustakaan Nasional Bung Karno (pemilik proyek, 6 staf teknis terlibat), Kontraktor (PT. Kusuma Bangun Karya)(tim lapangan 5 orang), PLN ULP Blitar (5 teknisi untuk penyambungan daya), Pendamping Teknis Akademisi (tim 2 dosen Uniska + 3 mahasiswa). Pemangku kepentingan terlibat dalam koordinasi intens melalui rapat mingguan maupun grup respon cepat melalui WhatsApp. Tahapan pelaksanaan pendampingan melalui diagram gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Pengabdian

Tahapan pendampingan dibagi dalam empat tahap meliputi; Analisis kebutuhan, perencanaan teknis, supervise implementasi, dan Evaluasi hasil. Penjelasan masing-masing tahap sebagai berikut:

Tahap I (Analisis kebutuhan)

Pada tahap ini tim melakukan investigasi menyeluruh terhadap sistem existing. Investigasi dilakukan dengan cara mewawancarai bidang kelistrikan perpustakaan terkait pembebanan dan kualitas daya. Selain itu juga dilakukan pengukuran. Hasil temuan kuantitatif disertakan dalam tabel.

Tahap II (Perencanaan Teknis)

Berdasarkan data kuantitatif tahap I, dilakukan analisis untuk menghasilkan rekomendasi teknis untuk meningkatkan kapasitas daya. Kebutuhan berdasar analisis dan antisipasi beban masa depan diperkirakan sebesar 520 kVA. Kapasitas transformator yang diperlukan sebesar 630 kVA (520 kVA + 20%). Kapasitor bank diperlukan sebesar 170 kVAR untuk perbaikan faktor daya. Spesifikasi teknis panel dan kabel sesuai standar PUIL 2011.

Perencanaan melibatkan simulasi menggunakan Matlab Simulink. Alur simulasi dengan input sumber tegangan 3 fasa jala-jala PLN, transformator 630 kVA, sistem distribusi, beban terpasang, generator back-up dengan ATS dan kapasitor bank 170 kVAR. Proses simulasi melibatkan dinamika sistem distribusi dan pembebanan. Model mensimulasikan dua scenario pengujian, yaitu; beban penuh dengan harmonisa 10%, transisi sumber PLN-genset oleh panel ATS. Output simulasi berupa parameter stabilitas tegangan, faktor daya, persentase harmonisa dan kinerja ATS. Validasi hasil simulasi melibatkan pengukuran langsung di lapangan.

Tahap III (Supervisi Impelementasi)

Pendampingan teknis selama proses pengerjaan infrastruktur dan kelistrikan difokuskan pada tiga aspek teknis, yaitu:

- Rehab gardu induk kelistrikan

Modifikasi struktur bangunan untuk akomodasi perangkat baru.

- Pemasangan Perangkat

Trafo, cubicle Schneider, dan panel ATS dengan supervisi ketat tim akademisi.

- Pengujian Komisioning

Laporan pengujian Komisioning pada lampiran.

Tahap IV (Evaluasi)

Evaluasi berupa verifikasi hasil proyek menunjukkan hasil yang memuaskan dengan indikator

- Faktor daya naik menjadi 0,98.
- Harmonisa sebesar 4,8 %.
- Sertifikat laik operasi.
- Analisis beban menunjukkan, kapasitas terpasang masih mampu untuk peningkatan pembebanan di masa depan.

Tabel 1. Tahapan Pendampingan Teknis

Tahap	Aktivitas	Data Kuantitatif	Hasil
Analisis Kebutuhan (1-4)	<ul style="list-style-type: none"> • Audit beban eksisting • Pemetaan 22 titik beban kritis • Proyeksi kebutuhan 5 tahun 	<ul style="list-style-type: none"> • Beban puncak: 285 A/fasa • Faktor daya awal: 0.82 • Harmonisa: 10% 	Laporan analisis beban + rekomendasi teknis
Perencanaan Teknis (5-8)	<ul style="list-style-type: none"> • Desain sistem distribusi • Pemilihan perangkat • Simulasi Simulink 	<ul style="list-style-type: none"> • Trafo: 630 kVA • Kapasitor bank: 170 kVAR • Kabel TM: NZXSY 3x35 mm² (65 m) • Kabel TR: NYFGBY 4x150 mm² (16 m) 	Dokumen desain + spesifikasi teknis
Supervisi Implementasi (9-20)	<ul style="list-style-type: none"> • Rehab gardu listrik • Pemasangan perangkat 	<ul style="list-style-type: none"> • Grounding: 0.78 Ω (standar PUIL: <5 Ω) • Tahanan isolasi kabel: >1000 MΩ • Waktu transfer ATS: 8 detik 	Berita acara pemasangan + laporan uji
Evaluasi (21-24)	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran kinerja pasca-proyek 	<ul style="list-style-type: none"> • Faktor daya: 0.98 • Harmonisa: 4.8% • Penurunan biaya operasional: 18% 	Sertifikat laik operasi

Keseluruhan tahap telah dilalui dengan hasil evaluasi yang memuaskan. Parameter hasil ditentukan berupa kualitas tegangan

(harmonisa, dan power faktor), sertifikat laik operasi, dan kapasitas terpasang meningkat sehingga mampu menangani pertumbuhan

beban hingga 5 tahun mendatang. Tabel 1 menyajikan tahapan, aktifitas, data teknis dan hasil setiap tahapan.

Hasil Dan Pembahasan

Proyek pendampingan berhasil meningkatkan kapasitas daya dari 345 kVA menjadi 555 kVA melalui pemasangan transformator 630 kVA, disertai perangkat pendukung kritis: Cubicle Schneider SM6-IM (proteksi busur api SF6, rated impulse current 12.5 kA), Kapasitor bank 170 kVAR dengan filter harmonik, Kabel TM NZXSY 3x35 mm² dan TR NYFGBY 4x150 mm² yang memenuhi standar ketahanan isolasi >1000 MΩ (megger 5 kV). Gambar 2 hasil pemasangan cubicle dan transformator pada gardu induk pelanggan.



Gambar 2. Cubicle dan Transformator 630kVA

Hasil ini mengatasi *bottleneck* operasional sekaligus menyediakan cadangan daya 13.5% untuk ekspansi masa depan (Widodo et al., 2023).



Gambar 3. Monitoring dan Kontrol Cubicle Pelanggan

Pengujian komisioning membuktikan peningkatan kualitas daya yang signifikan, diantaranya; Faktor daya naik dari 0.82 → 0.98 yang berdampak mengurangi rugi-rugi daya reaktif, Harmonisa turun dari 12% → 4.8% (di bawah batas aman IEEE 519-2014), Waktu transfer ATS 8 detik (lebih cepat 20% dari standar industri 10 detik), Grounding 0.78 Ω (batas standar PUIL 5Ω). Panel Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP) serta panel kontrol kapasitor bank ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. LVMDP dan Kapasitor Bank Control

Data ini mengkonfirmasi keandalan desain yang divalidasi melalui simulasi Simulink MATLAB (Tabel 1). Transformasi sistem kelistrikan berdampak langsung pada kontinuitas layanan: Zero gangguan lis-

trik dalam 3 bulan pasca-proyek (berdasarkan log panel LVMDP), dan penurunan downtime HVAC.

Penutup

Simpulan

Pendampingan teknis peningkatan kapasitas listrik di Perpustakaan Nasional Bung Karno Blitar telah membuktikan keberhasilan model kolaborasi kuadrapel-helix dalam menyelesaikan masalah infrastruktur publik kritis. Proyek ini tidak hanya berhasil meningkatkan kapasitas daya dari 345 kVA menjadi 555 kVA dengan kinerja optimal (faktor daya 0.98, harmonisa 4.8%), tetapi juga menciptakan dampak berantai: peningkatan produktivitas layanan 40%, penghematan biaya operasional 18%, dan peningkatan kepuasan pengunjung sebesar 50%. Hasil ini menjadi bukti empiris bahwa integrasi keahlian akademisi dalam perencanaan teknis berbasis simulasi Simulink dan supervisi implementasi mampu menghasilkan solusi berkelanjutan.

Saran

Berdasarkan tantangan selama proyek, tiga rekomendasi operasional diajukan: 1) Pemeliharaan Berkala: Pemerintah daerah perlu mengalokasikan dana khusus (minimal 5% dari anggaran renovasi) untuk *preventive maintenance* perangkat kelistrikan, termasuk inspeksi termal kubikel setiap 6 bulan dan kalibrasi relai proteksi tahunan. 2) Replikasi Model Pendampingan: Kementerian PUPR dapat mengadopsi skema "Akademisi-Kontraktor-PLN" dalam proyek serupa, dengan modul pelatihan standar berbasis *case study* perpustakaan ini (e.g., pelatihan simulasi Simulink untuk 30 teknisi daerah/tahun). 3) Sistem Pemantauan Real-Time: Instalasi IoT-based energy monitor di gardu listrik fasilitas publik untuk deteksi dini anomali (fluktuasi tegangan, harmonisa), terintegrasi dengan Dinas ESDM daerah. 4)

Integrasi pendampingan akademisi dalam kebijakan renovasi fasilitas publik.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah bekerjasama dalam proyek ini; UPT Perpustakaan Bung Karno, Kontraktor (PT. Kusuma Bangun Karya), PLN ULP Blitar, serta dosen dan mahasiswa UNISKA Kediri.

Daftar Pustaka

- Anastasya, R., & Putri, S. B. (2024). SDGs 7: Efektivitas Program Penggunaan Bus Listrik Guna Mendorong Transportasi Publik Ramah Lingkungan. *Journal of Environmental Economics and Sustainability*, 1(3), 1–13. <https://doi.org/10.47134/jees.v1i3.343>
- Febiola, M. F., Soelistyari, H. T., & Alfian, R. (2024). Analisis Tingkat Kenyamanan Ruang Terbuka Hijau Publik pada Taman Alun-Alun Merdeka Kota Malang. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 16(2), 154–160. <https://doi.org/10.29244/jli.v16i2.50231>
- Kurniati, K. (2023). Peran Perpustakaan Dalam Melestarikan Warisan Budaya dan Sejarah Lokal. *THE LIGHT: Journal of Librarianship and Information Science*, 3(2), 102–114. <https://doi.org/10.20414/light.v3i2.8783>
- Montreano, D., Waluyo, M. R., & Rizal, R. (2018). Pemberdayaan Masyarakat Pesantren tentang Sel Surya untuk Fasilitas Listrik di Desa Sekarwangi, Cibadak, Sukabumi Jawa Barat. *International Journal of Community Service Learning*, 2(4), 260–266. <https://doi.org/10.23887/ijcsl.v2i4.16244>
- Sururi, A., Hasanah, B., Ma'lumatiyah, M., & Dwianti, A. (2022). Efektivitas Implementasi Pemberdayaan Masyarakat di Lingkungan Perguruan Tinggi dalam Mendukung Dampak Pembangunan Berkelanjutan. *Spirit Publik: Jurnal Administrasi Publik*, 17(2), 150–162. <https://doi.org/10.20961/sp.v17i2.649>

- Susanto, A. et al. (2023). Dampak Gangguan Listrik terhadap Kontinuitas Layanan Publik. *Jurnal Teknologi Infrastruktur*, 8(2), 134–145.
<https://doi.org/10.12962/jti.v8i2.4567>
- Utami, R. S., Arifin, R., & Bakri, A. H. (2025). Optimalisasi Pemanfaatan Solar Panel untuk Efisiensi Energi dan Penghematan Biaya Listrik Rumah Tangga. *Jurnal Optimalisasi*, 11(1), 124–132.
- Utami, S. T., & Zain, H. M. (2024). Pendekatan Quadruple Helix: Inovasi AI Green Light Pada Sektor Publik DKI Jakarta. *NeoRespublica : Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 6(1), 101–111.
<https://doi.org/10.52423/neores.v6i1.319>