



Analisis Manajemen Proyek pada Perencanaan Kampus Terpadu Institut Teknologi PLN

Aryo Wibowo*, & Muhammad Razak Al Munawan Badi

Program Studi Teknik Sipil, FTIK, Institut Teknologi PLN, Jl. Duri Kosambi Raya, Kota Jakarta Barat, DKI Jakarta, Indonesia 11750.

Email Korespondensi: aryowibowo@itpln.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas strategi perencanaan dan perancangan Kampus Terpadu Institut Teknologi PLN (ITPLN) sebagai respons terhadap pertumbuhan jumlah mahasiswa dan program studi yang pesat. Dengan mengusung konsep *Smart and Green Campus*, rancangan ini bertujuan menciptakan lingkungan pendidikan yang fungsional, efisien, berkelanjutan, serta mampu meningkatkan daya saing institusi. Pendekatan metodologis yang digunakan adalah *design method* berbasis kualitatif, yang mencakup analisis tapak, studi literatur, observasi, wawancara, serta pemodelan digital. Desain kawasan memperhatikan efisiensi energi, konservasi air, kenyamanan termal, serta adaptasi terhadap iklim tropis. Proyek ini juga mengintegrasikan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) dan sistem bangunan hemat energi seperti ventilasi silang alami, pencahayaan alami, dan *green roof*. Hasil dari studi ini adalah konsep pengembangan kampus yang adaptif terhadap proyeksi pertumbuhan jangka panjang ITPLN hingga 2043, serta mendukung pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi secara optimal. Kampus ini diharapkan menjadi percontohan dalam pembangunan kawasan pendidikan berkelanjutan di Indonesia, serta mendukung pencapaian indikator *UI Green Metric* dan *Sustainable Development Goals*. Penelitian ini memberikan kontribusi strategis terhadap pengembangan infrastruktur kampus yang tidak hanya inovatif secara desain, tetapi juga berdampak positif terhadap lingkungan dan komunitas sekitar.

Kata kunci: Kampus Terpadu; *Green Campus*; *Smart Building*; *Sustainable Development*.

Project Management Analysis on Integrated Campus Planning Institut Teknologi PLN

Abstract

This study examines the planning and design strategy of the Integrated Campus of Institut Teknologi PLN (ITPLN) in response to the rapid growth in student population and academic programs. Adopting the Smart and Green Campus concept, the project aims to create a functional, efficient, and sustainable educational environment that enhances institutional competitiveness. A qualitative design method was employed, including site analysis, literature review, field observation, interviews, and digital modeling. The design prioritizes energy efficiency, water conservation, thermal comfort, and adaptability to the tropical climate. It incorporates technologies such as Building Information Modeling (BIM) and energy-efficient building systems, including natural cross ventilation, daylight optimization, and green roofs. The outcome is a campus development concept responsive to ITPLN's long-term growth projection through 2043 while supporting the optimal implementation of the university's Tridharma. The integrated campus is expected to become a model for sustainable higher education development in Indonesia and contribute to global benchmarks such as the UI Green Metric and the Sustainable Development Goals. This study provides a strategic contribution to campus infrastructure development that is not only innovative in design but also environmentally and socially impactful.

Keywords: Integrated Campus; *Green Campus*; *Smart Building*; *Sustainable Development*

How to Cite: Wibowo, A., & Badi, M. R. A. M. (2025). Analisis Manajemen Proyek pada Perencanaan Kampus Terpadu Institut Teknologi PLN. *Empiricism Journal*, 6(2), 686–697. <https://doi.org/10.36312/ej.v6i2.2928>



<https://doi.org/10.36312/ej.v6i2.2928>

Copyright© 2025, Wibowo & Badi

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman dan meningkatnya kebutuhan akan sumber daya manusia yang unggul di bidang teknologi dan energi, perguruan tinggi dituntut untuk senantiasa melakukan inovasi dalam pengembangan infrastruktur, kurikulum, serta sistem pembelajaran guna menjawab tantangan global. Institut Teknologi PLN (ITPLN), sebagai salah satu institusi pendidikan tinggi yang berfokus pada pengembangan kompetensi di sektor ketenagalistrikan dan energi terbarukan, menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dalam dua dekade terakhir (Ambraini et al., 2020). Peningkatan ini dapat dilihat dari

bertambahnya jumlah mahasiswa aktif dari sekitar 4000 pada tahun 2023 menjadi proyeksi 8000 mahasiswa aktif pada tahun 2043. Selain itu, jumlah program studi yang awalnya hanya 14 meningkat menjadi 25, mencerminkan diversifikasi dan perluasan cakupan keilmuan yang ditawarkan oleh ITPLN. Peningkatan ini menunjukkan komitmen institusi dalam menyediakan layanan pendidikan tinggi yang adaptif terhadap dinamika industri dan kebutuhan masyarakat.

Namun demikian, pertumbuhan tersebut menghadirkan tantangan tersendiri, khususnya dalam aspek penyediaan sarana dan prasarana yang memadai dan relevan dengan kebutuhan masa kini maupun masa depan. Fasilitas eksisting yang dimiliki oleh ITPLN saat ini dinilai belum sepenuhnya mampu mengakomodasi volume dan kompleksitas kegiatan akademik, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat yang terus berkembang. Keterbatasan ruang, infrastruktur pendukung, serta kurangnya integrasi teknologi dan prinsip keberlanjutan dalam desain kampus menjadi hambatan yang signifikan dalam pencapaian visi jangka panjang institusi. Kondisi ini berpotensi menghambat kualitas layanan pendidikan, menurunkan kenyamanan civitas akademika, dan melemahkan daya saing ITPLN di tingkat nasional maupun internasional.

Permasalahan utama yang muncul dalam konteks ini adalah bagaimana merancang sebuah fasilitas pendidikan yang tidak hanya dapat menampung pertumbuhan jumlah mahasiswa dan program studi, tetapi juga mampu menjawab tuntutan transformasi digital dan prinsip keberlanjutan lingkungan. Perencanaan pengembangan kampus tidak bisa lagi dilakukan secara parsial atau konvensional, melainkan harus mengusung pendekatan terpadu yang berorientasi pada efisiensi energi, integrasi teknologi, serta keberpihakan terhadap lingkungan dan komunitas sekitar. Selain itu, kebutuhan akan ruang terbuka hijau, sistem mobilitas yang efisien, serta kenyamanan termal dan visual dalam ruang belajar menjadi isu strategis yang harus dipertimbangkan dalam desain kampus masa depan. Hal ini semakin penting mengingat ITPLN juga menargetkan peningkatan peringkat dalam pemeringkatan internasional seperti UI Green Metric, Times Higher Education (THE), dan indikator Sustainable Development Goals (SDGs) (Bisono, 2020).

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada pendekatan perencanaan kampus yang holistik dan berbasis data proyeksi pertumbuhan institusi dalam jangka menengah dan panjang. Berbeda dengan studi perencanaan kampus pada umumnya yang hanya menekankan pada aspek kapasitas ruang dan fungsi akademik, penelitian ini berupaya menyusun konsep pengembangan Kampus Terpadu ITPLN dengan menggabungkan prinsip-prinsip Smart and Green Campus. Konsep ini tidak hanya mencakup efisiensi energi dan integrasi teknologi informasi, tetapi juga menciptakan ruang yang mendukung kolaborasi lintas disiplin, keterlibatan masyarakat, dan peningkatan kualitas hidup civitas akademika. Pendekatan ini selaras dengan tren global dalam pengembangan kampus masa depan yang menempatkan keberlanjutan sebagai nilai utama dalam proses desain dan pembangunan.

Respons terhadap tantangan dan kebutuhan tersebut, ITPLN telah menyusun Masterplan Kampus Terpadu ITPLN Tahun 2024 yang berlokasi di Duri Kosambi, Jakarta Barat. Masterplan ini dirancang untuk memperluas daya tampung dan fungsi akademik kampus, sekaligus meningkatkan posisi institusi dalam pemeringkatan perguruan tinggi dunia dengan mengintegrasikan prinsip Smart and Green Campus (Bisono, 2020). Namun demikian, proses perencanaan dan perancangan kampus terpadu ini perlu ditelaah lebih dalam agar benar-benar mampu menjawab tantangan riil yang dihadapi ITPLN dan memberikan dampak yang berkelanjutan.

Lokasi lahan pengembangan Kampus Terpadu ITPLN berada di Jl. Duri Kosambi Raya RT 003 RW 02, Kelurahan Duri Kosambi, Kecamatan Cengkareng, Kota Administrasi Jakarta Barat, DKI Jakarta, dengan kode pos 11750. Berdasarkan ketentuan dalam Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Wilayah Kota Administrasi Jakarta Barat, kawasan ini termasuk dalam Sub Zona PTL (Sub Zona Pembangkit Tenaga Listrik), K-1 (Sub Zona Perdagangan dan Jasa Skala Kota), serta K-2 (Sub Zona Perdagangan dan Jasa Skala Wilayah Perkotaan), yang memberikan peluang fleksibel dalam pemanfaatan lahan untuk kegiatan pendidikan dan fasilitas penunjangnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merumuskan strategi perencanaan dan perancangan kawasan dan gedung dalam pengembangan Kampus Terpadu ITPLN yang

tidak hanya fungsional dan efisien, tetapi juga ramah lingkungan, berkelanjutan, serta berdaya saing tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan pendekatan desain yang mendukung pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi secara optimal, menyediakan ruang terbuka hijau yang berkontribusi terhadap kualitas lingkungan, serta menciptakan lingkungan belajar yang adaptif terhadap perkembangan teknologi dan kebutuhan generasi masa depan (Cresli & Demmanggai, 2022). Dengan demikian, pengembangan Kampus Terpadu ITPLN diharapkan tidak hanya menjadi solusi terhadap kebutuhan internal institusi, tetapi juga menjadi contoh model pengembangan kampus modern yang dapat diadaptasi oleh institusi pendidikan lainnya di Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode perancangan (design method) yang bertujuan untuk mengkaji dan merancang perencanaan Kampus Terpadu ITPLN secara menyeluruh. Metode ini digunakan untuk mengintegrasikan aspek konseptual, fungsional, dan teknis dalam proses perancangan kawasan kampus dengan mempertimbangkan prinsip Smart and Green Campus. Tahapan penelitian dalam perancangan Kampus Terpadu Institut Teknologi PLN (ITPLN) dilakukan secara menyeluruh dan terintegrasi guna menghasilkan konsep pengembangan kawasan pendidikan yang tidak hanya adaptif terhadap perkembangan institusi, tetapi juga selaras dengan prinsip keberlanjutan dan integrasi teknologi. Proses ini diawali dengan identifikasi masalah yang muncul dari kondisi eksisting kampus, termasuk keterbatasan kapasitas ruang, belum optimalnya pemanfaatan lahan, minimnya ruang terbuka hijau, serta belum terintegrasinya sistem teknologi informasi secara menyeluruh dalam operasional kampus. Identifikasi ini dilakukan melalui observasi lapangan, penelaahan dokumen internal institusi, dan wawancara dengan pihak-pihak yang terlibat langsung dalam pengelolaan kampus, sehingga dapat dirumuskan isu-isu utama yang mendasari kebutuhan pengembangan kampus terpadu.

Setelah permasalahan teridentifikasi, dilakukan studi literatur yang berfungsi sebagai landasan teoretis dan referensial dalam merumuskan konsep perancangan. Literatur yang dikaji mencakup teori-teori terkait desain kampus berkelanjutan (green campus), penerapan teknologi dalam sistem pendidikan tinggi (smart campus), serta kajian-kajian empiris dari studi kasus kampus-kampus yang telah menerapkan prinsip Smart and Green Campus secara komprehensif. Selain itu, kajian literatur juga melibatkan indikator pemeringkatan institusi berbasis keberlanjutan seperti UI Green Metric, SDGs, dan Times Higher Education (THE), sehingga rancangan yang dihasilkan tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsional, tetapi juga mendukung posisi strategis ITPLN dalam konteks pendidikan global.

Tahap selanjutnya adalah analisis tapak yang dilakukan secara mendalam terhadap lahan pengembangan kampus terpadu yang berlokasi di Duri Kosambi, Jakarta Barat. Analisis ini mencakup berbagai aspek, antara lain kondisi topografi, aksesibilitas, orientasi matahari, pola angin dominan, vegetasi eksisting, jaringan infrastruktur, dan hubungan tapak dengan lingkungan sosial sekitar. Di samping itu, dilakukan pula kajian terhadap ketentuan tata ruang dan zonasi yang berlaku, khususnya mengacu pada Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Administrasi Jakarta Barat, guna memastikan bahwa perancangan tetap berada dalam koridor hukum dan kebijakan spasial daerah.

Pengumpulan data kontekstual dilakukan untuk memperkuat pemahaman terhadap dinamika kebutuhan kampus. Data ini diperoleh melalui studi dokumen institusi, seperti rencana strategis pengembangan ITPLN, data proyeksi pertumbuhan mahasiswa dan program studi, serta hasil wawancara dan diskusi kelompok terfokus (FGD) dengan civitas akademika, termasuk pengajar, mahasiswa, dan pengelola kampus. Selain itu, dikumpulkan pula data iklim mikro, intensitas cahaya alami, pola mobilitas pengguna kampus, serta potensi integrasi sistem transportasi berkelanjutan yang dapat diterapkan di lingkungan kampus masa depan.

Berdasarkan data dan hasil analisis sebelumnya, tahap berikutnya adalah eksplorasi ide desain. Pada tahap ini, dilakukan serangkaian sketsa awal, diagram ruang, serta zoning kawasan untuk mengembangkan konsep spasial yang menjawab kebutuhan fungsional dan mendukung nilai-nilai keberlanjutan. Proses eksplorasi dilakukan secara iteratif melalui kombinasi antara sketsa tangan dan pemodelan digital, guna menguji berbagai alternatif

bentuk dan susunan massa bangunan, koneksi antar ruang, serta integrasi elemen ruang terbuka hijau dan teknologi pintar. Pendekatan desain yang digunakan meliputi prinsip bio-klimatik, fleksibilitas ruang, efisiensi energi, dan orientasi terhadap kenyamanan pengguna serta komunitas sekitar.

Tahapan terakhir melibatkan simulasi dan evaluasi desain menggunakan perangkat lunak arsitektural dan simulasi performa bangunan. Visualisasi dalam bentuk model 2D dan 3D dilakukan untuk menguji pencapaian konsep Smart and Green Campus, termasuk aspek pencahayaan alami, ventilasi silang, sirkulasi kendaraan dan pejalan kaki, hingga potensi penyerapan air hujan dan efisiensi energi bangunan. Hasil simulasi tersebut kemudian dievaluasi berdasarkan parameter fungsionalitas, keberlanjutan, kenyamanan, dan daya adaptasi terhadap pertumbuhan jangka panjang. Seluruh proses ini diarahkan untuk menghasilkan desain kawasan kampus yang bukan hanya representatif secara visual, tetapi juga responsif terhadap kebutuhan institusi dan lingkungan tempatnya berada.

Data diperoleh dari studi dokumen perencanaan, analisis kebutuhan pengguna, serta referensi terhadap standar Bangunan Gedung Hijau (BGH) dan penerapan Building Information Modelling (BIM). Seluruh proses dilakukan secara iteratif untuk menghasilkan perencanaan kawasan kampus yang efisien, berkelanjutan, dan sesuai dengan visi pengembangan jangka panjang ITPLN hingga tahun 2043.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Tapak dan Zoning

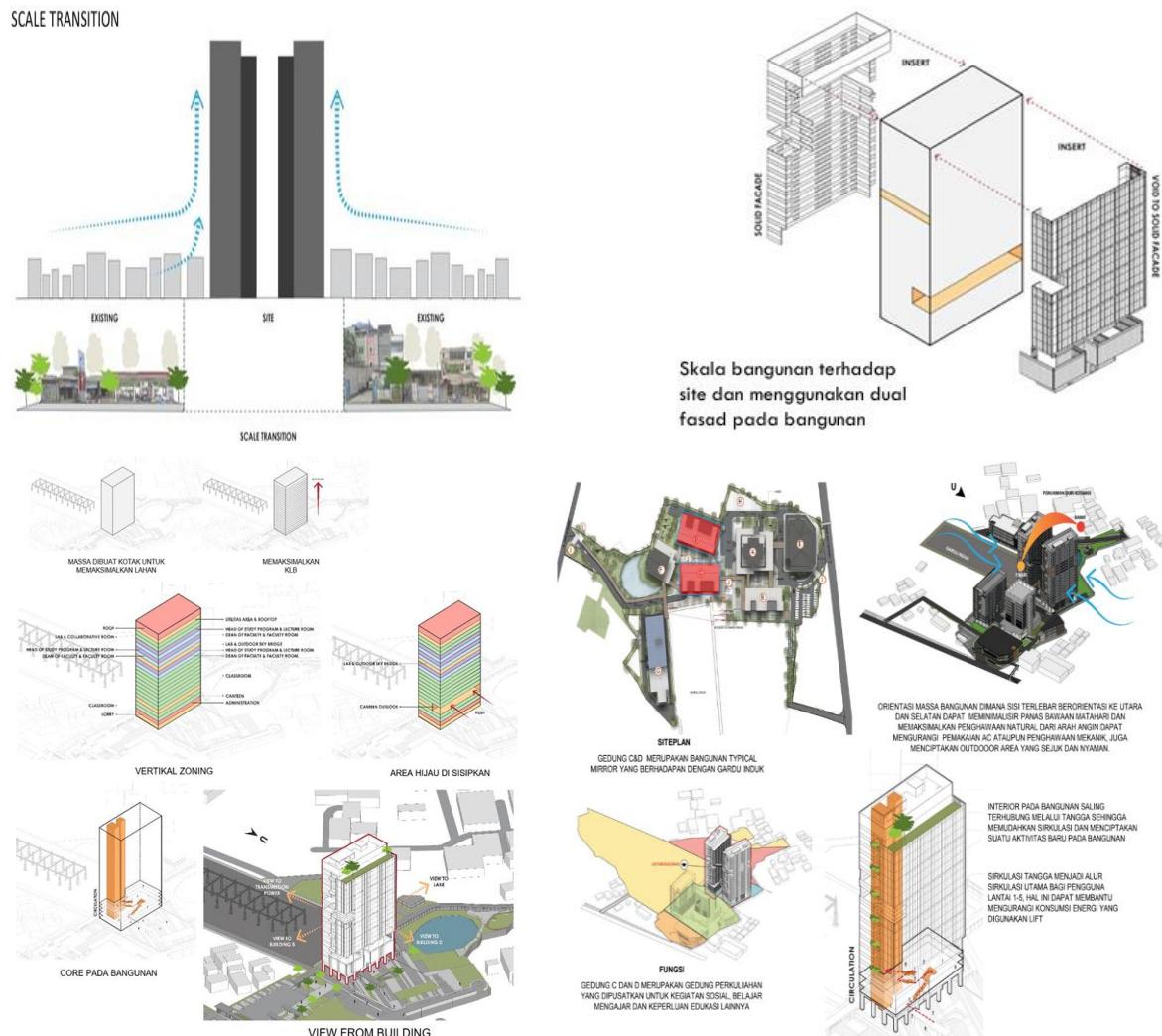
Tapak terpilih untuk pengembangan Kampus Terpadu Institut Teknologi PLN (ITPLN) berada di kawasan urban Jakarta Barat, tepatnya di Duri Kosambi, Kecamatan Cengkareng. Lokasi ini secara geografis strategis, diapit oleh kawasan permukiman, fasilitas pendidikan, dan didukung jaringan jalan utama seperti Jalan Lingkar Luar Barat dan Jalan Raya Duri Kosambi. Kondisi tapak cenderung datar, dengan sebagian area berupa taman, danau buatan kecil, serta lapangan parkir eksisting (Gusti & Wiguna, 2021). Kawasan sekitar didominasi oleh bangunan satu hingga tiga lantai berupa rumah tinggal, ruko, serta infrastruktur PLN. Karena dikelilingi oleh permukiman yang padat dan pertumbuhan kawasan perdagangan di sekitarnya, fungsi kampus terpadu ini menjadi penting untuk memenuhi kebutuhan pendidikan tinggi berbasis energi dan teknologi di area Jakarta Barat. Analisis tapak menunjukkan bahwa kebisingan tertinggi berasal dari arah utara dan timur, terutama dari Jalan Lingkar Luar Barat dan aktivitas jalan tol (Lende et al., 2022). Oleh karena itu, penempatan massa bangunan utama dirancang agak masuk ke tengah tapak, menghindari langsung terpapar kebisingan jalan raya, serta memberikan ruang buffer berupa taman dan RTH di sisi luar tapak. Dari analisis matahari, arah pergerakan matahari dari timur ke barat menjadi pertimbangan utama dalam orientasi bangunan. Massa bangunan dirancang dengan bentang memanjang dari utara ke selatan, sehingga meminimalkan beban panas dari paparan sinar matahari langsung. Sedangkan arah angin dominan dari tenggara ke barat laut dioptimalkan untuk ventilasi alami dan pendinginan pasif, dengan desain koridor terbuka dan ventilasi silang antar bangunan. Minimnya ruang terbuka hijau eksisting menjadi perhatian utama; sehingga dalam konsep perencanaan, proporsi RTH kampus ditingkatkan signifikan melalui taman kampus, jalur pedestrian hijau, dan penggunaan green roof. Dengan pendekatan tersebut, pembangunan Kampus Terpadu ITPLN tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsi pendidikan modern, tetapi juga menciptakan oase hijau di tengah kawasan urban yang padat, sekaligus memperkuat citra kampus sebagai landmark pendidikan berwawasan lingkungan di Jakarta Barat.

Pendekatan Perancangan

Dalam merancang proyek Kampus Terpadu ITPLN ini, penulis menerapkan pendekatan *Green Architecture* dan *Green Sustainable Design* yang mengacu pada prinsip *Bangunan Gedung Hijau* sesuai Peraturan Menteri PUPR No. 21 Tahun 2021 (Lestari, 2025). Pendekatan ini mencakup strategi perencanaan dan perancangan tapak serta bangunan yang memperhatikan efisiensi energi, efisiensi air, optimalisasi ruang terbuka hijau, dan pemilihan material bangunan rendah emisi serta ramah lingkungan. Beberapa prinsip teknis yang diterapkan antara lain orientasi bangunan utara-selatan untuk meminimalkan radiasi matahari langsung, penggunaan sistem ventilasi silang alami,

pemanfaatan vegetasi sebagai elemen pendingin pasif, serta penggunaan sistem daur ulang air limbah domestik (grey water) untuk keperluan irigasi lanskap (Manik et al., 2021). Selain itu, desain juga mengintegrasikan sistem bangunan hemat energi seperti pencahayaan LED, insulasi termal pada dinding dan atap, serta penerapan teknologi *Building Management System* (BMS) dan *Building Information Modeling* (BIM) pada level LOD 300 untuk memastikan efisiensi operasional dan keberlanjutan bangunan secara menyeluruh (Muhammad, 2024). Dengan pendekatan ini, kampus tidak hanya berfungsi sebagai pusat pendidikan tinggi, tetapi juga sebagai kawasan yang mendukung mitigasi perubahan iklim melalui pengurangan jejak karbon dan peningkatan kualitas lingkungan mikro di wilayah Duri Kosambi, Jakarta Barat.

Konsep Masa



Gambar 1. Bentuk rancang dari sistem modular

Bentukan terancang dari sistem modular terkecil dalam perancangan kampus ini adalah unit ruang fungsi dasar seperti ruang kelas, laboratorium, dan ruang administrasi. Setiap unit dirancang dengan pendekatan modular dan fleksibel untuk memungkinkan efisiensi ruang dan kemudahan pengembangan di masa mendatang (Mutiah et al., 2023). Kombinasi antar unit fungsi ini membentuk klaster bangunan yang saling terintegrasi secara horizontal melalui konektivitas sirkulasi dan visual, serta secara vertikal melalui pengembangan massa bangunan bertingkat. Pendekatan ini mendukung prinsip desain hemat lahan dan efisiensi energi, sekaligus memungkinkan penerapan zonasi fungsi secara jelas (Raharjo & Azhar, 2024). Multiplikasi vertikal dari unit modular ini tidak hanya menjawab keterbatasan luasan tapak, namun juga memungkinkan integrasi sistem smart building dan green building yang adaptif terhadap perkembangan kebutuhan akademik dan teknologi.

Penataan Masa

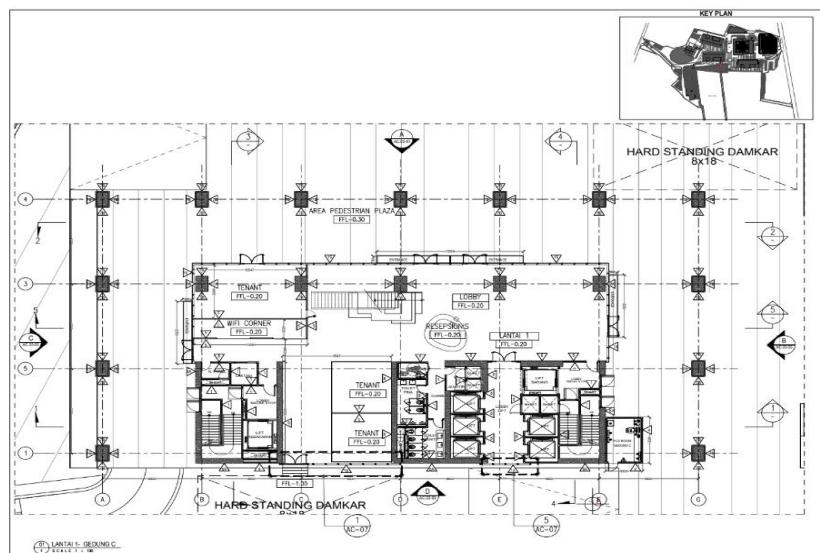
Pada bagian depan kawasan kampus dirancang sebagai area publik yang bersifat terbuka dan mudah diakses, mencakup fasilitas seperti plaza, area penerima (main lobby), serta zona komersial penunjang aktivitas sivitas akademika maupun masyarakat sekitar. Area ini berperan sebagai transisi antara kawasan kampus dengan lingkungan luar serta sebagai penghubung utama yang mengarahkan alur sirkulasi ke zona-zona inti kampus (Murtaqi & Rahadian, 2023). Secara garis besar, zonasi kawasan dibedakan berdasarkan fungsi utama bangunan.



Gambar 2. Isometri Fungsi Bangunan

Area gedung pendidikan formal seperti ruang kuliah dan laboratorium ditempatkan pada bagian tengah yang menjadi inti kegiatan akademik, sedangkan area penunjang seperti pusat kegiatan mahasiswa, masjid, dan fasilitas olahraga seperti gelanggang dirancang mengelilingi zona utama tersebut (Syukri et al., 2021). Pada pengembangan vertikal bangunan, pembagian massa ruang dilakukan secara hierarkis, dengan ruang-ruang yang membutuhkan privasi dan kenyamanan lebih tinggi, seperti ruang dosen dan staf, diletakkan pada lantai atas dengan pencahayaan alami maksimal melalui pemanfaatan skylight dan ventilasi silang. Setiap massa bangunan dirancang memiliki area hijau baik secara horizontal melalui taman maupun vertikal melalui penerapan *Green Roof* dan *vertical garden*, yang sekaligus berfungsi sebagai elemen pendingin pasif (Sulianti et al., 2023). Konfigurasi massa bangunan didesain ramping dan terbuka dengan celah-celah antar bangunan yang memungkinkan aliran udara alami dan pencahayaan masuk secara optimal, selaras dengan prinsip perancangan di iklim tropis yang menekankan efisiensi energi dan kenyamanan termal.

Denah Layout



Gambar 3. Denah Lantai 1

Gambar ini merupakan denah layout dari gedung C dan D yang merupakan typical dirancang dengan pendekatan modular dan efisiensi sirkulasi sebagai prinsip utama, memaksimalkan fungsi akademik melalui pembagian ruang secara vertikal.

Tampak Bangunan

Tampak bangunan Kampus Terpadu ITPLN mengusung konsep modern alami dengan penggunaan material ekspos seperti metal cladding berwarna netral dan panel kaca ganda. Warna dominan berupa kombinasi abu-abu, putih, dan aksen hijau alami menciptakan kesan tenang dan ramah lingkungan.

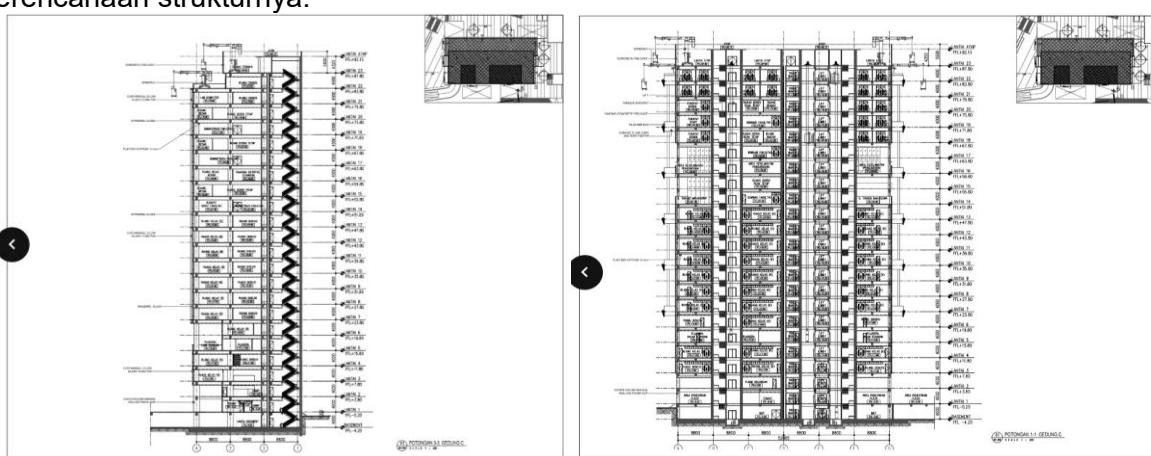


Gambar 4. 3D Tampak Depan dan Tampak Samping

Beberapa atap gedung utama dilengkapi *green roof* untuk meningkatkan suplai oksigen, mereduksi suhu, dan memperbesar ruang hijau kampus. Di sisi lain, penerapan photovoltaic panel pada atap Gedung Laboratorium dan Perpustakaan bertujuan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber listrik tambahan. Desain bangunan tinggi seperti Gedung C dan D juga menyisipkan void vertikal untuk mendukung cross ventilation alami, mengoptimalkan sirkulasi udara dari arah tenggara ke barat laut. Kombinasi ini memperkuat prinsip efisiensi energi dan kenyamanan termal kawasan kampus (Andriany & Fransisko, 2021).

Potongan Bangunan

Terlihat pada potongan salah satu bangunan Kampus Terpadu ITPLN bahwa tangga darurat dan *shaft lift* dimanfaatkan sebagai core struktural utama, berfungsi sebagai elemen penopang kekakuan lateral gedung serta menjadi pusat distribusi vertikal dalam perencanaan strukturnya.



Gambar 5. Potongan Bangunan

Perencanaan

Untuk menjawab tantangan dalam perencanaan Kampus Terpadu ITPLN, maka dilakukan pendalaman aspek Sains Arsitektur yang mengutamakan efisiensi energi, konservasi air, dan penerapan prinsip desain hijau untuk mendukung terciptanya lingkungan kampus yang berkelanjutan. Pada Gedung ini system water chiler dibuat 2 sistem yaitu system water cooled chileer central dan per bangunan seperti gambar dibawah:

Skylight

Skylight dirancang untuk meningkatkan pencahayaan alami ke dalam bangunan, khususnya pada area koridor utama, ruang lobi, dan atrium kampus. Material yang digunakan adalah kaca double-glazed berlapis low-e coating, yang berfungsi mengurangi panas matahari (*solar heat gain*) tanpa mengorbankan intensitas cahaya alami (Umar et al., 2024). Pemasangan *skylight* ini ditujukan untuk menurunkan konsumsi energi listrik untuk pencahayaan hingga 20% pada siang hari, sekaligus menciptakan suasana ruang dalam yang lebih nyaman dan sehat.

Green Roof

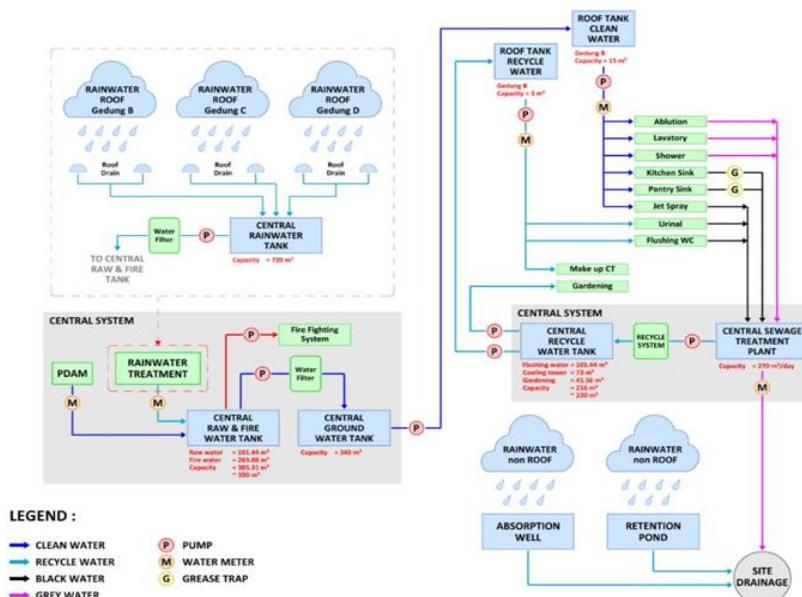
Green Roof diadopsi pada beberapa atap gedung, seperti pada Gelanggang Mahasiswa dan Gedung Perpustakaan. Konsep ini diterapkan untuk memperbesar persentase ruang terbuka hijau di dalam kampus sekaligus meningkatkan kualitas termal bangunan. Lapisan green roof terdiri dari empat lapisan utama, yaitu waterproofing membrane, lapisan drainase, media tanam ringan, dan vegetasi penutup. Jenis tanaman yang dipilih merupakan spesies lokal dengan kebutuhan air rendah, seperti rumput gajah mini dan tanaman perdu endemik (Hubbig et al., 2024). Implementasi green roof ini berfungsi mengurangi beban panas pada atap, memperlambat limpasan air hujan, serta memberikan habitat alami bagi keanekaragaman hayati mikro di kawasan kampus.

Dinding

Struktur dinding gedung juga dirancang untuk efisiensi energi dan kenyamanan termal. Dinding pengisi menggunakan bata ringan (AAC block) yang memiliki koefisien isolasi termal lebih baik dibandingkan bata merah konvensional. Untuk area eksterior, lapisan dinding dilengkapi dengan cladding berbahan metal dan panel kaca ganda berlapis insulasi, guna mengurangi transmisi panas dari luar ke dalam ruang (Octavia et al., 2021). Di sisi barat dan timur bangunan, tambahan insulasi termal diaplikasikan untuk menghadapi radiasi matahari sore yang intens, sehingga kinerja pendinginan ruangan menjadi lebih efisien.

Pemipaan

Dalam sistem utilitas air, kampus ini menerapkan konsep pemipaan air bawah lantai. Seluruh instalasi distribusi air bersih dan sistem *greywater recycling* ditanam di bawah lantai bangunan. Pipa-pipa ini dirancang dari material PPR (*Polypropylene Random Copolymer*) yang tahan tekanan dan suhu tinggi. Distribusi air bersih mengalir dari tandon bawah ke shaft pipa vertikal, kemudian ke tandon atap dan selanjutnya ke masing-masing gedung. Greywater dari wastafel dan shower dikumpulkan untuk diproses ulang, digunakan kembali untuk penyiraman taman dan flushing toilet, sehingga mendukung konservasi air (Wibisono, 2025).



Gambar 6. Skematik tata air dari gedung Gelanggang Mahasiswa

Waffle slab

Untuk mendukung kebutuhan bentang lebar tanpa kolom tengah, khususnya di Gelanggang Mahasiswa dan area aula kampus, digunakan sistem struktur waffle slab. Struktur ini mengadopsi modul grid dengan dimensi $\pm 1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$, menghasilkan pelat beton bertulang ringan namun sangat kuat. Waffle slab memungkinkan pembebanan merata pada bentang besar dengan ketebalan pelat yang relatif tipis, sehingga mengurangi beban mati struktur (Astuti et al., 2022). Selain itu, desain ini memberikan ruang bebas lebih luas, fleksibel untuk berbagai kegiatan akademik dan kemahasiswaan.

Photovoltaic

Sebagai bagian dari komitmen terhadap energi terbarukan, Kampus ITPLN menerapkan sistem *photovoltaic* (solar panel) di beberapa atap gedung seperti Gedung Laboratorium dan Perpustakaan. Solar panel tipe monocrystalline dipasang untuk menghasilkan energi listrik tambahan yang akan langsung dialirkan ke sistem distribusi kampus. Kapasitas awal yang direncanakan berkisar antara 20–30 kWp per gedung, dengan potensi ekspansi seiring dengan pertumbuhan kebutuhan listrik kampus. Sistem ini diintegrasikan melalui inverter dan *smart grid control system*, memungkinkan optimalisasi penggunaan energi terbarukan dan efisiensi operasional harian kampus (Ujianto et al., 2022).

Sistem Utilitas

Dari sisi sistem utilitas, perencanaan melibatkan berbagai sistem mekanikal, elektrikal, dan plumbing (MEP) yang canggih. Sistem HVAC menggunakan prinsip Variable Refrigerant Flow (VRF) untuk efisiensi pendinginan ruangan secara zonasi. Distribusi air bersih dan greywater recycling system berjalan terintegrasi dengan sistem pemipaan bawah lantai. Sistem kelistrikan mengadopsi Building Automation System (BAS) yang memonitor dan mengatur penggunaan listrik secara real-time, termasuk pencahayaan, pendinginan, dan elevator (Fadhillah, 2025). Untuk sistem keamanan, kampus ini dilengkapi dengan alarm kebakaran, sprinkler system, serta CCTV di seluruh area strategis

Skematik sistem kebakaran pada gedung C dan D seperti gambar di bawah :

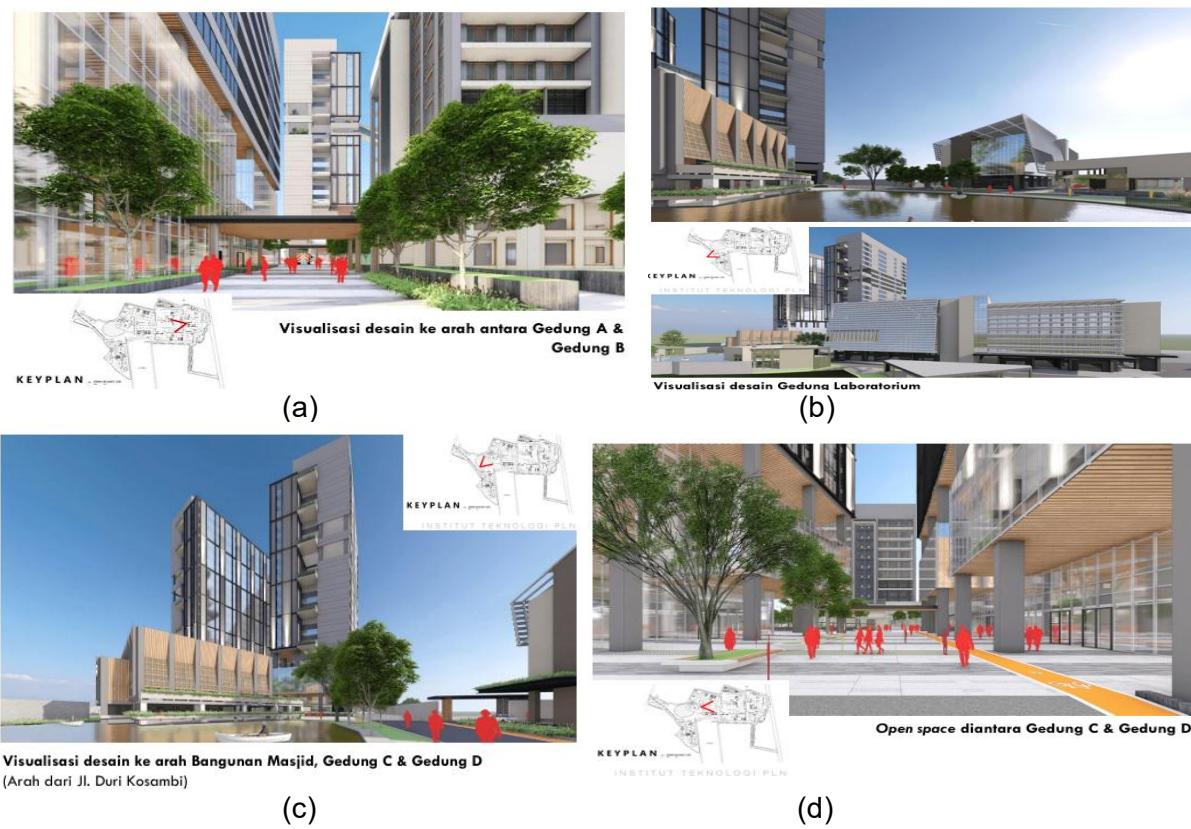


Skematik sistem kebakaran pada gedung Gelanggang Mahasiswa seperti gambar dibawah :



Gambar 7. Skematik Sistem Kebakaran Pada Gedung C dan D

Visualisasi



Gambar 8. Visualisasi Desain bagian a, b, c, dan d.

Visualisasi desain kampus Institut Teknologi PLN menggambarkan pendekatan arsitektur modern yang memadukan fungsi edukatif, ruang publik, dan keberlanjutan lingkungan. Keempat gambar visual menunjukkan bagaimana bangunan-bangunan utama saling terintegrasi dalam tatanan ruang kampus yang menyatu dengan elemen lanskap hijau dan elemen air. Desain ini tidak hanya mencerminkan fungsionalitas tetapi juga memperkuat identitas visual dan karakter tempat (sense of place) bagi seluruh sivitas akademika.

Gambar a menampilkan *visualisasi desain ke arah antara Gedung A dan Gedung B*, yang menjadi zona utama sirkulasi antar-fasilitas kampus. Area ini dirancang sebagai *pedestrian spine* yang luas dan ramah pejalan kaki, dengan jalur tengah yang dikelilingi oleh pohon-pohon rindang untuk memberikan kenyamanan termal dan suasana teduh. Keberadaan kanopi dan integrasi bangunan tinggi di kedua sisi menciptakan efek visual yang monumental sekaligus fungsional sebagai penghubung area akademik. Desain koridor ini mencerminkan prinsip *human scale design*, yang menekankan interaksi sosial dan aksesibilitas antar-ruang.

Gambar b memperlihatkan *visualisasi Gedung Laboratorium* dari dua sudut pandang. Tampilan atas menunjukkan keterkaitan bangunan dengan elemen air berupa kolam reflektif yang memperkuat konsep *eco-campus*. Kolam ini berfungsi sebagai pengatur suhu mikroklimat dan reflektor cahaya alami, menciptakan suasana belajar yang sejuk dan terang. Sudut bawah menampilkan massa bangunan laboratorium yang terhubung secara horizontal dengan blok akademik lainnya. Penataan massa memperhatikan aspek orientasi sinar matahari dan sirkulasi udara, mendukung prinsip green building serta efisiensi energi.

Gambar c menunjukkan *visualisasi ke arah Masjid, Gedung C, dan Gedung D*, dengan sudut pandang dari Jl. Duri Kosambi. Visual ini menjadi representasi penting karena menampilkan *gateway visual* kampus. Masjid yang berada di bagian depan menunjukkan bahwa nilai spiritual menjadi bagian dari kehidupan kampus, berdampingan secara harmonis dengan fungsi akademik. Gedung C dan D berdiri dengan arsitektur vertikal berbalut fasad modern, yang mencerminkan karakter teknologi dan kemajuan pendidikan. Ruang terbuka, vegetasi air, serta jalur pedestrian di sekitarnya menciptakan pengalaman spasial yang menyenangkan, fungsional, dan inklusif.

Gambar d menyajikan *open space di antara Gedung C dan Gedung D*, yang dirancang sebagai plaza publik multifungsi. Ruang ini menjadi simpul interaksi mahasiswa, dosen, dan pengunjung. Desain ruang terbuka ini menampilkan elemen paving lebar, *wayfinding path* berwarna mencolok, serta elemen pohon peneduh dan teras-teras bawah bangunan. Penataan ini menciptakan nuansa terbuka dan dialog antarbangunan yang memperkuat koneksi spasial kampus. Open space ini juga mendukung fungsi rekreatif sekaligus informal learning, yang sangat penting dalam lingkungan pendidikan modern.

KESIMPULAN

Perencanaan Kampus Terpadu ITPLN di Duri Kosambi menghadirkan solusi integratif atas kebutuhan kampus modern berkelanjutan. Melalui desain arsitektur berbasis green building dan smart campus, proyek ini mengedepankan efisiensi energi, kualitas ruang terbuka, dan kenyamanan pengguna. Setiap bangunan dikembangkan dengan memperhatikan prinsip zonasi fungsional, sirkulasi yang jelas, sistem struktur efisien, serta strategi penghematan energi dan air. Kawasan ini diharapkan dapat menjadi model pengembangan kawasan pendidikan yang adaptif terhadap tantangan lingkungan dan teknologi masa depan.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian dan perancangan Kampus Terpadu Institut Teknologi PLN (ITPLN), direkomendasikan agar dilakukan kajian lanjut yang lebih spesifik terkait penerapan sistem energi terbarukan, efisiensi energi bangunan, dan penggunaan material ramah lingkungan yang sesuai dengan iklim tropis. Selain itu, penting untuk mengeksplorasi persepsi dan perilaku civitas akademika terhadap pemanfaatan teknologi dalam kampus pintar (Smart Campus), guna memastikan integrasi desain yang responsif terhadap kebutuhan pengguna. Kajian mengenai hubungan antara kampus dan komunitas sekitar juga menjadi penting, khususnya dalam menciptakan ruang terbuka publik yang inklusif dan mendukung pembangunan sosial-ekonomi lokal. Selanjutnya, pelibatan tim multidisiplin dalam implementasi masterplan sangat disarankan untuk memastikan keberhasilan desain secara teknis, fungsional, dan estetis. Penelitian ini juga dapat dijadikan rujukan bagi institusi pendidikan lain dalam mengembangkan model kampus terpadu yang berkelanjutan, inovatif, dan berdaya saing global.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh civitas akademika ITPLN, semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan Kampus Terpadu ITPLN dan menjadi referensi dalam perencanaan kampus berkelanjutan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambraini, F., Swasto, D. F., & Rahmi, D. H. (2020). Pengaruh perkembangan kampus terpadu UII terhadap permukiman di sekitarnya. *Region: Jurnal Pembangunan Wilayah dan Perencanaan Partisipatif*, 15(1), 81-98.
- Andriany, V., & Fransisko, F. (2021). Analisis Dampak Pembangunan Kampus Ii Iain Batusangkar Terhadap Ekonomi Masyarakat Di Nagari Cubadak. *Saqifah: Jurnal Hukum Ekonomi Syariah*, 6(2), 91-100.
- Astuti, P., Elviyanti, E., & Hafiz, M. (2022). Produktifitas Alat Berat Excavator dan Dump Truck Pada Galian Tanah Biasa di Proyek Pembangunan Kampus Iii Uin Imam Bonjol Padang. *Journal of Applied Engineering Scienties*, 5(3), 176-185.
- Bisono, R. S. (2020). Perencanaan Operasional Bus Kampus UII Di Wilayah Utara-Timur Kampus Terpadu UII.
- Cresli, E., & Demmanggai, S. D. (2022). Perencanaan Anggaran Biaya Pembangunan Kampus Politeknik Amamapare Timika Tahun 2022. *Jurnal Sosial dan Teknologi Terapan AMATA*, 1(2), 17-22.

- Gusti, R. N., & Wiguna, P. A. (2021). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Pembangunan Gedung Kampus II UINSA Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), C185-C191.
- Hubbig, A., Hasan, A., Anif, B., Carlo, N., & Fuadi, A. B. (2024). Strategi Mewujudkan Kampus Hijau Melalui Transportasi Berkelanjutan Menurut UI GreenMetric Di Kampus Politeknik Negeri Medan. *Structure*, 6(1), 1-13.
- Lende, Y. O. H. A. N. I. S., Rasidi, N., & Ningrum, D. (2022). Perencanaan Struktur Atas Bangunan Gedung UNITRI Kampus 2 (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malang).
- Lestari, E. (2025). Pengaruh Teknologi Filtrasi Air terhadap Perbaikan Kualitas Air sesuai Parameter Permenkes No. 32/2017. *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 3(1).
- Manik, H., Puspasari, V. H., Nuswantoro, W., & Purwantoro, A. (2021). Kunci Utama Pelaksanaan K3 Pada Proyek Pembangunan Gedung Muhammadiyah Palangka Raya Kampus II Di Saat Pandemi. *J. Civ. Eng. Study*, 1, 1-5.
- Muhammad, M. (2024). Revitalisasi Masjid Kampus Sebagai Pusat Pembinaan Karakter Sivitas Akademika. *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(12), 13314-13321.
- Murtaqi, M. H., & Rahadian, E. Y. (2023). Simulasi Evakuasi Kebakaran Pada Bangunan Kategori High-Rise Menggunakan Oasys Massmotion (Studi Kasus: Perencanaan Gedung Kampus PJJ lain Cirebon). *Jurnal Arsitektur*, 15(1), 48-56.
- Mutiah, N., Hardana, A., & Zein, A. S. (2023). Analisis Perencanaan Strategis, Manajemen Perencanaan Strategis, Dan Strategis Kampus Padangsidimpuan. *SAMMAJIVA: Jurnal Penelitian Bisnis dan Manajemen*, 1(1), 126-140.
- Octavia, D. M., Mardhiyah, R., & Utami, C. (2021). Analisis Kombinasi Excavator dan Dump Truck pada Pekerjaan Galian Tanah (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Kampus III UIN Imam Bonjol Padang). *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang*, 8(2), 66-74.
- Raharjo, M., & Azhar, M. (2024). Analisis Keterlambatan Pembangunan Gedung Kampus Poltekkes Banten. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 24(1), 532-537.
- Sulianti, I., Putri, S. A., & Habsy, N. A. (2023). Perencanaan pembangunan gedung kuliah a universitas muhammadiyah palembang dilatasikan tengah. *Prosiding Semnas First*, 1(3), 136-146.
- Syukri, M., Multazam, T., & Malek, A. (2021). Perencanaan Sistem Penerangan Jalan Umum di Kampus UNIDA. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(4), 2493-2498.
- Ujianto, R., Wigati, R., Ardiansyah, I. R., & Kulsum, K. (2022). Perencanaan Desain Embung Untuk Kebutuhan Air Baku dan Pengendalian Banjir (Studi Kasus: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kampus Sindangsari). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 66-77.
- Umar, L., Jatnika, H., Rifai, M. F., Djunaidi, K., Djamain, Y., Dahroni, A., ... & Wulandari, I. (2024). The Implementation of Virtual Reality (VR) of Laboratories for Campus Marketing and Promotion. *Jurnal E-Komtek*, 8(1), 31-39.
- Wibisono, B. S. (2025). Analisa Kualitatif Penerapan Budaya 5r/5s pada Area Proyek Pembangunan Kampus UNJ (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Jakarta).