



Perancangan Kampus Politeknik Pertambangan di Gorontalo dengan Konsep Arsitektur Berkelanjutan

Ridwan Galema^{1*}, Kalih Trumansyahjaya², Rahmayanti³

¹⁻³Program Studi Sarjana Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

*Penulis Korespondensi: ridwangalema04@gmail.com

Abstract. *Gorontalo Province possesses significant mineral resource potential, particularly gold, silver, and copper, positioning the mining sector as a key driver of regional economic growth. However, a shortage of skilled local labor and the scarcity of vocational educational institutions in the mining field severely hamper human resource development in this sector. This study aims to design a Mining Polytechnic Campus in Gorontalo by applying sustainable architecture principles, encompassing energy efficiency, environmentally friendly materials, sound wastewater management, and user comfort. The research approach involves literature studies, field observations, interviews with relevant stakeholders, and quantitative data analysis regarding resource potential, the number of senior high school students, and educational space requirements. The design results emphasize site arrangement, building mass configuration, utility systems, and interior and exterior spaces that support academic, social, and community activities. The application of sustainable architecture principles is expected to create a campus that not only meets the needs of mining vocational education but also contributes to environmental conservation and sustainable regional development.*

Keywords: *Gorontalo; Mining Polytechnic; Site Analysis; Sustainable Architecture; Vocational Education.*

Abstrak. Provinsi Gorontalo memiliki potensi sumber daya mineral yang signifikan, khususnya emas, perak, dan tembaga, yang menempatkan sektor pertambangan sebagai tulang punggung pertumbuhan ekonomi daerah. Namun, kelangkaan tenaga kerja lokal terampil serta minimnya institusi pendidikan vokasi di bidang pertambangan menjadi hambatan serius bagi peningkatan kualitas sumber daya manusia di sektor tersebut. Penelitian ini bertujuan merancang Kampus Politeknik Pertambangan di Gorontalo dengan menerapkan prinsip-prinsip arsitektur berkelanjutan, mencakup efisiensi energi, pemanfaatan material ramah lingkungan, sistem pengelolaan air limbah yang tepat, serta terwujudnya kenyamanan bagi seluruh pengguna fasilitas. Pendekatan penelitian meliputi studi literatur, observasi lapangan, wawancara dengan pemangku kepentingan terkait, serta analisis data kuantitatif mengenai potensi sumber daya, jumlah peserta didik SMA/SMK, dan kebutuhan ruang pendidikan. Hasil perancangan menitikberatkan pada konsep penataan tapak, tata massa bangunan, sistem utilitas, serta ruang luar dan dalam yang mampu mendukung aktivitas akademik, sosial, dan komunitas. Penerapan prinsip arsitektur berkelanjutan diharapkan dapat mewujudkan kampus yang tidak hanya memenuhi kebutuhan pendidikan vokasi pertambangan, tetapi juga berkontribusi pada pelestarian lingkungan dan pembangunan daerah yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Analisis Tapak; Arsitektur Berkelanjutan; Gorontalo; Pendidikan Vokasi; Politeknik Pertambangan.

1. PENDAHULUAN

Indonesia diakui sebagai salah satu negara dengan cadangan sumber daya mineral terbesar di dunia, menjadikannya pemain kunci dalam pasar komoditas global. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2023, produksi komoditas tambang utama Indonesia meliputi batu bara sebesar 775,1 juta ton, nikel 137,8 juta ton, bauksit 9,8 juta ton, tembaga 3,9 juta ton, dan emas 9,8 juta ton. Dari sisi kontribusi ekonomi makro, sektor pertambangan menyumbang Produk Domestik Bruto (PDB) senilai 234.230,90 miliar rupiah pada kuartal pertama tahun 2024, menjadikannya salah satu sektor penyumbang pendapatan negara yang paling signifikan (Ummah, 2019). Besarnya kontribusi ini menegaskan bahwa sektor pertambangan bukan sekadar kegiatan ekstraksi sumber daya, melainkan pilar strategis bagi perekonomian nasional

yang membutuhkan pengelolaan terencana, terukur, dan bertanggung jawab (Wahyuningsih et al., 2022).

Di tingkat regional, Provinsi Gorontalo menyimpan kekayaan mineral yang cukup besar, baik logam maupun nonlogam. Mineral logam yang ditemukan meliputi emas, perak, dan tembaga, sedangkan mineral nonlogam mencakup andesit, granit, batu gamping, pasir, marmar, dan toseki. Hasil eksplorasi yang dilakukan pada tahun 2018 menunjukkan kandungan bijih emas terukur mencapai 45 juta ton. Pemerintah Provinsi Gorontalo secara konsisten mendorong pengembangan sektor ini sebagai sumber pertumbuhan ekonomi baru yang mampu mendiversifikasi basis perekonomian daerah (Pohuwato & Utara, 2023). Secara lebih spesifik, Kabupaten Bone Bolango menyimpan cadangan bijih emas terukur sebanyak 45 juta ton dengan estimasi kandungan sekitar 3.375 ton emas. Di samping itu, PT Gorontalo Minerals mengelola tambang tembaga dan emas di kawasan seluas hampir 25.000 hektare, serta terdapat potensi panas bumi di Kecamatan Suwawa dengan luas wilayah 36.110 ha dan potensi terduga 110 MWe.

Terlepas dari potensi yang begitu besar, sektor pertambangan Gorontalo menghadapi sejumlah permasalahan mendasar yang bersifat struktural. Minimnya pengetahuan dan keterampilan tenaga kerja lokal menyebabkan maraknya aktivitas pertambangan ilegal yang dikenal dengan istilah PETI (Penambangan Emas Tanpa Izin) (Sassi, 2006). Kegiatan ini tidak hanya ilegal secara hukum, tetapi juga merusak habitat, mengganggu keanekaragaman hayati, dan menimbulkan degradasi lingkungan yang serius, terutama pada kawasan hutan lindung dan suaka alam. Ketiadaan institusi pendidikan vokasi yang secara khusus bergerak di bidang pertambangan turut memperburuk kondisi tersebut. Provinsi Gorontalo hanya memiliki program studi Geologi pada Universitas Negeri Gorontalo sebagai satu-satunya jalur pendidikan yang berhubungan dengan pertambangan. Kondisi ini menciptakan ketergantungan yang tinggi terhadap tenaga kerja dari luar daerah, sementara masyarakat lokal kurang memperoleh manfaat optimal dari kegiatan penambangan di wilayahnya sendiri (Saputra & Rukayah, 2024).

Situasi ini diperparah oleh kondisi nasional yang menunjukkan bahwa dari total 132.600.000 angkatan kerja pada tahun 2018, sebanyak 78,5 juta atau 58,8% di antaranya hanya berpendidikan SMP ke bawah. Data ini menunjukkan urgensi pengembangan pendidikan vokasi sebagai instrumen strategis untuk meningkatkan kompetensi dan produktivitas tenaga kerja Indonesia, khususnya di sektor-sektor padat keahlian seperti pertambangan. Menjawab kebutuhan tersebut, BPSDM melalui PPSDM Geominerba mengembangkan pendidikan tinggi vokasi berbasis politeknik yang berfokus pada

pengembangan kompetensi formal di subsektor geologi, mineral, dan batubara (Prasetyo & Kurniawan, 2023).

Potensi pengembangan pendidikan pertambangan di Gorontalo juga didukung oleh demografi yang menguntungkan. Jumlah peserta didik aktif SMA/SMK sederajat di Provinsi Gorontalo mencapai 47.777 orang pada tahun 2024 (data.dikdasmen.go.id, 2025). Angka ini merupakan basis populasi yang potensial untuk disalurkan ke pendidikan vokasi pertambangan melalui pembangunan institusi yang representatif dan berkualitas. Keberadaan Politeknik Pertambangan diharapkan dapat mencetak lulusan yang kompeten, meningkatkan kesadaran tentang pentingnya pengelolaan lingkungan dalam kegiatan pertambangan, serta pada akhirnya mengurangi praktik pertambangan ilegal yang merugikan.

Dalam konteks inilah konsep arsitektur berkelanjutan menjadi tidak hanya relevan, tetapi juga esensial. Arsitektur berkelanjutan merupakan pendekatan desain yang memperhatikan dampak lingkungan secara menyeluruh, mengutamakan efisiensi energi, dan mengupayakan kesejahteraan bagi penggunanya dalam jangka panjang (Febriadi & Afgani, 2023). Penerapan konsep ini pada kampus Politeknik Pertambangan memiliki dimensi yang berlapis: pada satu sisi, kampus dirancang sebagai pusat pendidikan yang nyaman, fungsional, dan representatif; pada sisi lain, kampus tersebut secara aktif mendemonstrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan yang akan menjadi bagian dari pembentukan karakter lulusannya (Neufert & Neufert, 2012). Dengan demikian, kampus bukan sekadar wadah pendidikan, melainkan juga laboratorium hidup (*living lab*) yang mengintegrasikan nilai-nilai keberlanjutan ke dalam keseharian sivitas akademika.

Berdasarkan seluruh latar belakang tersebut, penelitian ini merumuskan dua permasalahan utama: pertama, bagaimana desain bangunan di kawasan kampus dapat dioptimalkan sebagai wadah pendidikan dan pelatihan tenaga kerja lokal di bidang pertambangan; dan kedua, bagaimana bangunan di kawasan kampus dapat memberikan kenyamanan serta mencerminkan identitas sebagai kawasan pendidikan Politeknik Pertambangan. Tujuan yang hendak dicapai adalah terwujudnya bangunan kawasan pendidikan pertambangan yang efektif untuk kegiatan akademis, sosial, dan komunitas, serta terciptanya desain kampus yang aman, nyaman, dan berkelanjutan bagi seluruh penggunanya.

2. KAJIAN TEORITIS

Pendidikan Vokasi dan Politeknik Pertambangan

Pendidikan tinggi di Indonesia terdiri dari tiga jalur utama yang saling melengkapi, yakni pendidikan akademik, pendidikan vokasi, dan pendidikan profesi/spesialis. Pendidikan

akademik berfokus pada penguasaan dan pengembangan disiplin ilmu secara teoritis melalui program sarjana, magister, dan doktor. Pendidikan vokasi, di sisi lain, berorientasi pada penguasaan keahlian terapan yang dapat langsung diterapkan dalam dunia kerja, dilaksanakan melalui program diploma pada politeknik atau akademi (Sukoco et al., 2019). Politeknik sebagai institusi penyelenggara pendidikan vokasi memiliki peran strategis dalam menyiapkan tenaga kerja yang kompeten dan siap pakai bagi industri.

Secara etimologis, istilah politeknik berasal dari bahasa Yunani, yaitu *poly* yang berarti 'banyak' dan *tekhnikós* yang berarti 'seni' atau 'keahlian teknis'. Politeknik memberikan berbagai jenis gelar dan beroperasi pada tingkat yang berbeda-beda dalam sistem pendidikan, dengan spesialisasi pada bidang ilmu pengetahuan, teknik, dan teknologi (Mohd Tahir et al., 2009). Karakteristik utama yang membedakan politeknik dari universitas adalah pendekatan pembelajaran berbasis praktik yang intensif, dengan proporsi praktik yang lebih besar dibandingkan teori. Hal ini memastikan bahwa lulusan politeknik tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mengaplikasikannya secara langsung dalam kondisi kerja nyata (Hariyono & Priyatno, 2020).

Politeknik Pertambangan secara khusus bertujuan menyiapkan tenaga terampil di bidang geologi dan pertambangan mineral, menghasilkan wirausahawan baru di sektor energi, serta memutus mata rantai kemiskinan melalui pengembangan kompetensi yang terstruktur. Cakupan bidang keilmuannya meliputi eksplorasi geologi, geofisika, geokimia, pemetaan, penambangan, pengolahan mineral, pemurnian, hingga reklamasi pascatambang (Idris et al., 2024). Mengacu pada pengalaman PEP Bandung sebagai politeknik pertambangan pertama di Indonesia yang didirikan tahun 2019, kurikulum yang dikembangkan menekankan komposisi 70% praktik dan 30% teori, dengan tiga program studi utama: D-III Teknologi Geologi, D-III Teknologi Pertambangan, dan D-III Teknologi Metalurgi. Masing-masing program studi didukung oleh fasilitas laboratorium khusus yang sesuai dengan bidang keilmuannya.

Arsitektur Berkelanjutan: Konsep dan Prinsip

Arsitektur berkelanjutan (*sustainable architecture*) merupakan konsep perancangan bangunan yang secara komprehensif memperhatikan dampak lingkungan dari setiap keputusan desain. Definisi yang paling mendasar menyatakan bahwa sebuah desain dapat dikategorikan sebagai arsitektur berkelanjutan apabila mampu memenuhi kebutuhan penggunanya saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri (Nabilunnuha & Novianto, 2022). Konsep ini mencerminkan pemahaman bahwa bangunan bukan entitas yang terisolasi dari lingkungannya, melainkan bagian dari ekosistem

yang lebih luas yang membutuhkan pendekatan holistik dalam perancangan dan pengelolaannya.

Lebih jauh, arsitektur berkelanjutan dipahami sebagai upaya meminimalkan dampak negatif pembangunan terhadap lingkungan melalui efisiensi dan kebijaksanaan dalam penggunaan material, energi, dan penataan ruang. Setiap keputusan perancangan akan berdampak jangka panjang terhadap generasi mendatang, sehingga kesadaran lingkungan harus menjadi pertimbangan utama dalam setiap tahap desain (Hidayatulloh & Anisa, 2021). Pandangan ini diperkuat oleh Sassi yang menambahkan bahwa ancaman terhadap lingkungan tidak hanya bersumber dari perilaku manusia secara individual, tetapi juga akibat ledakan populasi yang semakin meningkatkan tekanan terhadap sumber daya alam dan kapasitas lingkungan.

Komisi Brundtland yang dipimpin oleh Gro Harlem Brundtland sebagai Komisi Dunia untuk Lingkungan dan Pembangunan (*World Commission on Environment and Development*) merumuskan lima prinsip utama yang menjadi fondasi arsitektur berkelanjutan (Shoimah et al., 2024). Pertama, efisiensi penggunaan energi, yang mencakup optimalisasi pencahayaan alami melalui bukaan yang tepat untuk mengurangi ketergantungan pada listrik, serta pemanfaatan sistem penghawaan alami sebagai alternatif pendingin udara buatan. Kedua, efisiensi penggunaan lahan dengan mempertahankan ruang terbuka hijau dan taman yang berperan menjaga keseimbangan ekologis. Ketiga, efisiensi penggunaan material melalui daur ulang sisa konstruksi, pemanfaatan material bekas yang masih layak, dan penggunaan material yang tersedia secara bertanggung jawab. Keempat, penggunaan teknologi dan material baru berbasis energi terbarukan seperti angin, sinar matahari, dan air. Kelima, manajemen limbah domestik secara mandiri, termasuk pengolahan air limbah (*black water dan grey water*) agar tidak membebani sistem drainase kota ((GBCI), 2020).

Studi Kasus Objek Rancangan

Kajian terhadap institusi politeknik yang telah beroperasi dilakukan pada tiga objek dengan karakteristik yang berbeda. PEP Bandung yang berlokasi di Jl. Jenderal Sudirman No. 623 Bandung merupakan politeknik pertambangan pertama di Indonesia. Didirikan pada 2019 di bawah naungan Kementerian ESDM, institusi ini menawarkan tiga program studi Diploma III dengan kurikulum yang menekankan 70% praktik. Fasilitas yang tersedia mencakup laboratorium, ruang kuliah, dan perpustakaan. Studi kasus ini memberikan referensi langsung tentang standar kurikulum, jenis laboratorium, dan fasilitas minimum yang dibutuhkan oleh politeknik pertambangan (Frick & Suskiyatno, 2007).

Politeknik Negeri Malang (POLINEMA) yang didirikan pada 1982 sebagai politeknik terkemuka di Indonesia menawarkan cakupan fasilitas yang jauh lebih komprehensif. Selain fasilitas akademik seperti laboratorium, ruang kuliah, perpustakaan, dan job placement center, POLINEMA juga menyediakan fasilitas penunjang kehidupan kampus berupa masjid raya, gedung serbaguna, fasilitas olahraga, kantin, lahan parkir, serta taman dan gazebo. Kelengkapan fasilitas ini menjadi acuan dalam merancang ekosistem kampus yang tidak hanya mendukung kegiatan akademik, tetapi juga kebutuhan sosial dan spiritual mahasiswa (Batubara, 2023).

Colorado School of Mines di Golden, Colorado, Amerika Serikat, yang didirikan pada 1874, menjadi referensi internasional. Universitas riset publik ini memiliki sekitar 8.058 mahasiswa dengan rasio mahasiswa-dosen 17:1, dan menawarkan lebih dari 70 gelar sarjana serta pascasarjana dalam bidang teknik, sains, dan matematika dengan penekanan pada energi dan lingkungan. Fasilitas akademik dan penelitiannya mencakup laboratorium mutakhir, pusat penelitian, tambang eksperimental Edgar, serta perpustakaan dan pusat penulisan. Studi kasus ini memberikan inspirasi tentang bagaimana institusi bertaraf internasional mengintegrasikan penelitian, pendidikan, dan kerja sama industri dalam satu ekosistem kampus yang terintegrasi.

Studi Kasus Tema Arsitektur Berkelanjutan

Tiga bangunan terkemuka dikaji sebagai referensi tema perancangan. The Edge di Amsterdam, Belanda, meraih gelar gedung paling hijau di dunia dengan sertifikasi BREEAM skor 98,4%. Bangunan ini mengintegrasikan panel surya yang mampu menghasilkan lebih banyak listrik daripada yang dikonsumsi, sistem pendingin berbasis air tanah, panel LED super efisien yang beroperasi melalui kabel data internet, serta sistem sensor IoT untuk gerak, cahaya, suhu, kelembaban, dan inframerah yang menciptakan langit-langit digital. Prinsip yang diterapkan adalah strategi efisiensi energi yang komprehensif melalui minimalisasi ketergantungan pada energi konvensional (Nugraha & Sari, 2020).

Bosco Verticale di Milan, Italia, karya arsitek Stefano Boeri, merupakan pencapaian arsitektur yang mengintegrasikan lebih dari 900 pohon, 5.000 semak, dan beragam tanaman hias pada balkon-balkon bangunan bertingkat tingginya. Konsep 'hutan vertikal' ini tidak hanya memberikan nilai estetika, tetapi juga menghasilkan manfaat ekologis yang terukur: pengurangan polusi udara, penyerapan karbon dioksida, penyediaan habitat bagi satwa liar perkotaan, dan penciptaan iklim mikro yang lebih sejuk. Sistem irigasi otomatis dan penggunaan panel surya melengkapi pendekatan berkelanjutan yang holistik. Prinsip yang diterapkan adalah ekologi perkotaan yang aktif, di mana vegetasi menjadi bagian integral dari struktur bangunan (Egan, 2010).

Perpustakaan Umum Beitou di Taipei, Taiwan, yang dibuka pada 2006, dirancang sebagai contoh konkret bangunan hijau dalam konteks fasilitas publik pendidikan. Fitur-fitur ramah lingkungan yang diterapkan mencakup penggunaan energi surya untuk menghasilkan listrik, sistem pengelolaan air hujan yang efektif, penggunaan material bangunan ramah lingkungan terutama kayu, serta desain yang memaksimalkan pencahayaan alami dan ventilasi silang. Bangunan ini meraih sertifikasi Diamond dalam sistem EEWH (Ecology, Energy Saving, Waste Reduction, and Health) Taiwan (Nugraha & Sari, 2020). Relevansinya bagi perancangan kampus Politeknik Pertambangan sangat tinggi mengingat keduanya merupakan fasilitas pendidikan yang harus menggabungkan fungsi akademik dengan prinsip keberlanjutan.

3. METODE PENELITIAN

Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif-kuantitatif yang bersifat terpadu. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi eksisting lokasi, potensi, dan hambatan yang ada secara faktual. Pendekatan kualitatif diterapkan untuk memahami kebutuhan pengguna, potensi daerah, dan konteks sosial budaya yang relevan melalui wawancara dan observasi. Sementara pendekatan kuantitatif digunakan untuk menghitung kebutuhan ruang, proyeksi jumlah mahasiswa, dan analisis besaran ruang berdasarkan standar yang berlaku. Ketiga pendekatan ini diintegrasikan secara sinergis untuk menghasilkan rekomendasi perancangan yang komprehensif dan berbasis data.

Metode Pengumpulan Data

Data diperoleh melalui empat metode pengumpulan yang saling melengkapi. Pertama, wawancara langsung dengan instansi terkait seperti Dinas Pertambangan Provinsi Gorontalo, instansi pendidikan, dan pemangku kepentingan lokal untuk memperoleh data faktual yang tidak tersedia di sumber publik. Kedua, observasi langsung di lokasi perancangan terpilih untuk mengidentifikasi kondisi eksisting, batas-batas tapak, aksesibilitas, vegetasi, kebisingan, dan utilitas yang tersedia. Ketiga, studi literatur yang mencakup kajian terhadap standar nasional pendidikan, peraturan tata ruang wilayah, referensi arsitektur berkelanjutan, dan studi banding institusi sejenis. Keempat, analisis data kuantitatif berupa data lulusan SMA/SMK dari Dapodik Kemendikdasmen, data potensi pertambangan dari Dinas Pertambangan, dan data kependudukan dari BPS Gorontalo.

Proses Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi perancangan dilakukan melalui evaluasi terhadap tiga alternatif site berdasarkan enam kriteria terbobot. Tabel 1 menyajikan hasil evaluasi yang menjadi dasar penentuan tapak terpilih.

Tabel 1. Evaluasi Pemilihan Lokasi Tapak.

Kriteria	Bobot	Alt. 1 (Botupingge)	Alt. 2 (Tilongkabila)	Alt. 3 (Bulango Utara)
Kawasan peruntukan pendidikan	30%	28,50	28,50	15,00
Aksesibilitas lokasi	15%	14,25	14,25	12,00
Ketersediaan utilitas	15%	13,50	13,50	12,00
Kecukupan luas lahan	15%	13,50	14,25	14,25
Jarak dari pusat kota	10%	9,00	9,00	9,00
Dekat fasilitas sejenis	15%	13,25	14,25	7,50
Total Skor	100%	92,00	93,75	69,75

Sumber: Analisis penulis, 2025.

Berdasarkan evaluasi tersebut, Alternatif 2 di Jl. Moutong, Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo, terpilih dengan skor tertinggi 93,75. Keunggulan lokasi ini ditunjang oleh tiga faktor utama: (1) lokasi berdekatan dengan Kampus 4 Universitas Negeri Gorontalo yang merupakan fasilitas pendidikan sejenis; (2) jarak yang lebih dekat dengan kawasan pertambangan aktif Suwawa dibandingkan alternatif lainnya, sehingga memudahkan kegiatan praktikum lapangan; dan (3) luas lahan 9,35 hektare yang paling memadai untuk pengembangan kampus secara komprehensif.

Analisis Tapak

Analisis tapak dilakukan secara menyeluruh mencakup tujuh aspek. Analisis klimatologi menunjukkan bahwa Kabupaten Bone Bolango memiliki suhu rata-rata 24,4°C, curah hujan 38–378 mm, kecepatan angin 10–15 m/detik, dan kelembaban udara 72–89%. Angin pada bulan Oktober–April berasal dari barat laut yang membawa uap air, sedangkan bulan Juni–September angin berasal dari timur. Kondisi ini menentukan orientasi bangunan dan strategi penghawaan yang akan diterapkan (Dewi & Santoso, 2022).

Analisis topografi menunjukkan variasi kontur pada lokasi yang terletak di wilayah yang sebagian besar merupakan dataran dengan sedikit perbukitan. Variasi kontur ini dapat dimanfaatkan sebagai potensi point of view dalam perancangan, sementara beberapa bagian

yang tidak rata perlu dilakukan perataan. Analisis aksesibilitas menunjukkan bahwa akses utama ke site berasal dari Jl. Moutong di sisi timur, meskipun dimensi jalan yang ada belum terlalu lebar. Strategi perancangan aksesibilitas diarahkan untuk memaksimalkan akses yang ada dengan merencanakan sistem keluar-masuk yang terpisah. Analisis vegetasi eksisting menunjukkan dominasi pohon kelapa, bambu, semak belukar, dan pohon pisang, yang sebagian akan dipertahankan sebagai elemen lansekap alami (Arifin & Wahyudi, 2021).

Proyeksi Pengguna

Proyeksi jumlah mahasiswa dilakukan menggunakan data peserta didik SMA/SMK sederajat Provinsi Gorontalo dari tahun 2020 hingga 2024. Dengan menggunakan rumus proyeksi pertumbuhan $T_p = T_o \times (1 + R)^a$, di mana R adalah rata-rata pertumbuhan 0,67% per tahun dan a adalah jarak tahun proyeksi, diperoleh estimasi jumlah mahasiswa pada tahun 2034 sebesar 4.457 orang. Jumlah ini terbagi dalam tiga program studi berdasarkan perkiraan peminat, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Proyeksi Jumlah Mahasiswa per Program Studi Tahun 2034.

Program Studi	Proporsi (%)	Jumlah Mahasiswa	Jumlah Dosen (1:20)
D-III Teknologi Geologi	30%	1.337 orang	67 orang
D-III Teknologi Pertambangan	50%	2.228 orang	111 orang
D-III Teknik Metalurgi	20%	891 orang	45 orang
Total	100%	4.457 orang	223 orang

Sumber: Analisis penulis, 2025.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Program Ruang dan Analisis Kebutuhan Fasilitas. Berdasarkan analisis kelompok pengguna yang terdiri dari empat kategori utama mahasiswa dan dosen sebagai pengguna utama, pengelola kelembagaan, pengguna sosial, serta tenaga operasional kebutuhan ruang keseluruhan kampus dihitung mengacu pada standar BSNP 2011, Neufert Architect Data (NAD), Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2021, Kompendium JPI Fasilitas Publik, serta standar olahraga internasional FIFA dan FIVB. Kebutuhan ruang kelas dihitung berdasarkan Satuan Kredit Semester (SKS) dengan konversi 170 menit per SKS per minggu, menghasilkan kebutuhan 4 ruang kelas untuk Teknologi Geologi, 8 ruang kelas untuk Teknologi

Pertambangan, dan 3 ruang kelas untuk Teknik Metalurgi. Kebutuhan laboratorium menghasilkan total 15 unit laboratorium yang tersebar dalam tiga kelompok program studi.

Total kebutuhan luas ruang seluruh kampus mencapai 8.900 m². Rincian besaran ruang per fungsi bangunan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Kebutuhan Ruang Kampus Politeknik Pertambangan.

Fungsi Bangunan	Luas (m²)	Persentase (%)
Gedung Utama Politeknik	647	7,27%
Gedung Kuliah dan Laboratorium	2.649	29,76%
Auditorium	543	6,10%
Perpustakaan	568	6,38%
Masjid	565	6,35%
Sekretariat UKM	218	2,45%
Kantin	200	2,25%
Area Service dan Parkir	2.504	28,13%
Area Olahraga	782	8,79%
Gedung LPPM	222	2,49%
Total	8.900	100%

Sumber: Analisis penulis, 2025.

Berdasarkan ketentuan KDB (Koefisien Dasar Bangunan) Kabupaten Bone Bolango dengan nilai maksimum 60% dan KDH (Koefisien Dasar Hijau) minimum 40%, perancangan mengambil perbandingan BC:OS = 50:50. Dengan total luas bangunan (Building Coverage) sebesar 6.396 m² (setelah dikurangi area parkir), diperlukan Open Space seluas 6.396 m², sehingga luas site minimum yang dibutuhkan adalah 12.792 m² atau sekitar 1,3 hektare. Site terpilih seluas 9,35 hektare jauh melampaui persyaratan minimum ini, memberikan ruang yang sangat memadai untuk pengembangan fasilitas kampus secara komprehensif termasuk ruang terbuka hijau, area olahraga, dan zona penyangga.

Pembahasan

Konsep Zonasi dan Penataan Tapak. Penataan tapak diorganisasikan dalam empat zona fungsional yang disusun secara hierarkis dari area paling publik di bagian depan menuju area

paling privat di bagian belakang. Zona publik yang dapat diakses oleh siapapun tanpa pembatasan mencakup masjid, perpustakaan, kantin, taman, area parkir, dan lapangan olahraga. Penempatan zona publik di bagian terdepan site berfungsi untuk memudahkan akses masyarakat umum sekaligus menciptakan wajah kampus yang terbuka dan ramah. Zona semi-privat yang membutuhkan izin atau identifikasi tertentu mencakup bangunan rektorat dan auditorium. Kedua bangunan ini ditempatkan di area tengah site untuk kemudahan akses dari berbagai zona lainnya. Zona privat yang hanya dapat diakses oleh mahasiswa, dosen, dan staf terdiri dari gedung kuliah dan laboratorium (Brundtland, 1987).



Gambar 1. Konsep Zoning Kawasan Kampus.

Pola tata massa yang dipilih adalah grid, mengingat pola ini paling efektif dalam memudahkan sirkulasi pejalan kaki dan kendaraan, mengoptimalkan pemanfaatan ruang, serta memungkinkan pengorganisasian massa bangunan secara teratur berdasarkan fungsi dan zonasi. Dalam konfigurasi grid ini, bangunan rektorat ditempatkan di posisi tengah sebagai pusat administrasi dan simbol kepemimpinan kampus, dengan fasilitas semi-publik dan publik tersebar di sisi kiri dan kanannya. Sirkulasi utama dirancang dari pintu masuk di Jl. Moutong langsung menuju area rektorat dengan dimensi jalan yang lebih besar. Jalur pejalan kaki disediakan di seluruh kawasan untuk mendukung mobilitas yang aman dan nyaman, sementara area service di bagian belakang site didesain tidak bersinggungan dengan jalur utama agar tidak mengganggu area akademik.



Gambar 2. Konsep Penempatan Bangunan pada Kawasan.

Respons Terhadap Kondisi Iklim. Perancangan bangunan didasarkan pada analisis klimatologi yang menyeluruh untuk memastikan kenyamanan termal yang optimal sekaligus meminimalkan konsumsi energi. Berkaitan dengan respons terhadap paparan matahari, orientasi bangunan disesuaikan secara cermat dengan jalur matahari sepanjang hari. Gedung masjid, laboratorium, dan gedung kuliah ditempatkan untuk mendapatkan pencahayaan matahari pagi yang lebih lembut, sementara auditorium, gedung LPPM, sekretariat UKM, dan perpustakaan menerima pencahayaan dari pagi hingga sore. Penggunaan secondary skin atau selubung bangunan tambahan pada fasad berfungsi sebagai filter sinar matahari yang mengurangi paparan berlebihan tanpa mengorbankan manfaat pencahayaan alami.

Berkaitan dengan sirkulasi angin, orientasi bangunan yang menghadap ke arah selatan dan utara dipilih untuk menjaga kestabilan aliran udara melewati kawasan. Arah angin dominan di Gorontalo dari tenggara dan barat laut dimanfaatkan secara aktif dalam perancangan. Masjid yang menghadap ke arah tenggara menjadi bangunan pertama yang menerima aliran angin sebelum mengalir menuju rektorat. Dari arah barat laut, gedung LPPM dan area olahraga berperan sebagai penerima angin yang kemudian diteruskan ke seluruh kawasan. Pola grid yang diterapkan memungkinkan angin mengalir bebas di antara massa bangunan, mengurangi efek udara terperangkap dan meningkatkan kenyamanan termal secara alami.

Konsep Tampilan Bangunan dan Identitas Arsitektur. Filosofi bentuk bangunan Kampus Politeknik Pertambangan terinspirasi dari bentuk buku sebagai simbol universal pengetahuan, pembelajaran, dan intelektualitas. Pemilihan buku sebagai sumber inspirasi bentuk tidak bersifat semena-mena, melainkan mengandung makna yang berlapis: secara harfiah, buku adalah alat belajar fundamental yang menghubungkan setiap individu dengan pengetahuan sejak awal pendidikan mereka; secara metaforis, buku merepresentasikan konektivitas antara tradisi keilmuan dan inovasi yang berkelanjutan. Bentuk buku yang kokoh

dan terstruktur juga menjadi inspirasi untuk bangunan yang efisien, stabil, dan mampu beradaptasi dengan kondisi iklim tropis Gorontalo.



Gambar 3. Konsep Tampilan Bentuk Gedung Rektorat.

Konsep tampilan secara spesifik mengedepankan karakter arsitektur berkelanjutan melalui tiga elemen material utama. Pertama, penggunaan kaca yang dipilih bukan sekadar untuk estetika, tetapi untuk fungsinya dalam memaksimalkan masuknya cahaya alami, mengurangi konsumsi listrik, dan memberikan kesan ruang yang lebih luas dan terbuka. Kaca berlapis ganda atau low-e glass juga meningkatkan isolasi termal sekaligus memberikan perlindungan terhadap paparan sinar UV yang berlebihan. Kedua, fasad Aluminium Composite Panel (ACP) yang ringan, tahan cuaca dan korosi, serta fleksibel dalam aplikasi desain. Inovasi yang diterapkan adalah kolaborasi motif ACP dengan batik khas Gorontalo, menciptakan identitas visual yang unik dan mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam bangunan modern. Ketiga, tanaman rambat yang diintegrasikan pada fasad berfungsi secara multidimensi: meningkatkan estetika, menyejukkan ruangan dengan menyerap panas, meningkatkan kualitas udara dengan menyerap polutan, serta meredam kebisingan melalui efek penyerapan gelombang suara.

Sistem Utilitas Berkelanjutan. Sistem jaringan listrik kampus mengintegrasikan dua sumber energi dalam satu sistem yang saling melengkapi. Listrik dari PLN berfungsi sebagai sumber utama yang menjamin ketersediaan energi secara kontinyu. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berfungsi sebagai sumber energi terbarukan yang menghasilkan listrik bersih dari sinar matahari. Panel surya dipasang pada atap bangunan, menyerap energi matahari yang kemudian disimpan dalam sistem baterai. Sistem ini tidak hanya mengurangi tagihan listrik secara signifikan, tetapi juga mengurangi jejak karbon kampus dan memberikan contoh nyata tentang pemanfaatan energi terbarukan kepada mahasiswa.

Sistem pengelolaan air dirancang secara terpadu mencakup sumber, distribusi, dan pengolahan air limbah. Sumber air bersih diperoleh dari PDAM dan sumur bor, yang digunakan untuk kebutuhan toilet, pengisian hidran, dapur kantin, dan penyiraman tanaman. Sistem

distribusi menggunakan skema down feed dengan roof tank sebagai reservoir atas yang didistribusikan secara gravitasi ke seluruh bangunan. Sistem pengolahan air limbah dibedakan berdasarkan jenis dan tingkat pencemarannya: air tinja dari toilet dialirkan langsung ke septic tank dan kemudian ke sumur resapan; air bekas pakai (grey water) melalui proses pengolahan bertahap yang mencakup penyaringan awal, sedimentasi, filtrasi media, biofilter, filtrasi lanjutan, serta desinfeksi menggunakan UV sterilizer atau ozon; air berlemak dari dapur kantin melewati grease trap khusus untuk memisahkan residu minyak sebelum dialirkan ke saluran pembuangan.

Sistem penghawaan menggabungkan dua pendekatan secara komplementer. Penghawaan alami menjadi strategi utama yang dioptimalkan melalui perancangan bukaan yang tepat, orientasi bangunan, dan konfigurasi massa yang memfasilitasi ventilasi silang. Penghawaan buatan menggunakan AC Split untuk ruangan-ruangan dengan persyaratan kenyamanan termal khusus seperti laboratorium komputer dan ruang pimpinan, serta AC Central untuk gedung auditorium. Strategi pencahayaan mengutamakan pemanfaatan cahaya alami melalui bukaan dinding yang luas, penggunaan material kaca pada fasad, dan desain atap yang memungkinkan masuknya sinar matahari secara terkontrol. Pencahayaan buatan menggunakan lampu LED panel sebagai sumber cahaya utama ruangan, downlight untuk pencahayaan aksen dan koridor, serta Compact Fluorescent Lamp (CFL) untuk area-area tertentu.

Sistem pengolahan sampah kampus menerapkan prinsip reduce, reuse, dan recycle secara sistematis. Pemilahan sampah dilakukan sejak sumbernya dengan menyediakan tempat sampah bertipe ganda (organik dan anorganik) di titik-titik strategis di seluruh kawasan. Petugas kebersihan melakukan pengumpulan terjadwal dan mengalirkan sampah ke Tempat Pembuangan Sementara (TPS) yang dirancang khusus di zona service kampus. Sampah organik dari kantin dan taman kampus diolah menjadi kompos yang kemudian dimanfaatkan sebagai pupuk untuk tanaman di dalam kawasan, menciptakan siklus organik yang tertutup.

Sistem perlindungan terhadap kebakaran dirancang berlapis untuk memastikan respons yang cepat dan efektif terhadap potensi kebakaran di seluruh bangunan dan kawasan. Pada tingkat deteksi dini, sistem fire alarm mencakup detektor panas dan asap otomatis yang terpasang di seluruh ruangan, dilengkapi tombol tekan manual di lokasi-lokasi strategis. Pada tingkat pemadaman, sistem sprinkler yang terhubung langsung dengan detektor akan aktif secara otomatis untuk menghambat penyebaran api. Alat pemadam api ringan (APAR/extinguisher) ditempatkan dalam jangkauan mudah di lokasi-lokasi rawan kebakaran.

Hidran indoor dengan jangkauan efektif 30 meter dan hidran outdoor dengan jangkauan 60 meter dipasang secara strategis di seluruh kawasan.

Konsep Tata Ruang Luar (*Lanskap*). Perancangan ruang luar kampus memadukan elemen softscape dan *hardscape* secara harmonis untuk menciptakan lingkungan yang estetis, fungsional, dan mendukung keberlanjutan ekologis. Pemilihan jenis tanaman didasarkan pada fungsi ekologis, daya tahan terhadap iklim setempat, dan kontribusinya terhadap estetika kawasan. Pohon kiara payung dengan tajuk yang lebar dan lebat ditempatkan di area parkir dan ruang terbuka sebagai peneduh alami yang efektif, sekaligus membantu menurunkan suhu mikroklimat kawasan. Pohon palem ditanam sepanjang jalur pejalan kaki, berfungsi sebagai peneduh sekaligus elemen estetika yang khas dan mampu menyerap polusi udara secara efektif. Tanaman hias Boxwood dimanfaatkan sebagai elemen dekoratif yang mudah dibentuk dan dirawat, mampu meningkatkan estetika area-area strategis kampus.

Elemen *hardscape* dirancang untuk mendukung mobilitas yang aman, nyaman, dan inklusif di seluruh kawasan kampus. Jalur pejalan kaki dilapisi granit bertekstur kasar yang memberikan traksi optimal untuk mencegah tergelincir. Guiding block atau blok pemandu dengan tekstur khusus disediakan di seluruh jalur pedestrian untuk mendukung aksesibilitas bagi penyandang disabilitas. Kanstein sebagai pembatas fisik memisahkan jalur pejalan kaki dari jalur kendaraan. Paving block digunakan untuk area parkir dan sirkulasi kendaraan, memberikan perkerasan yang kuat sekaligus memungkinkan infiltrasi air hujan. Gazebo dari material kayu yang alami dan terbaru ditempatkan di taman-taman kampus sebagai tempat istirahat, diskusi informal, dan kegiatan sosial mahasiswa.

5. KESIMPULAN

Perancangan Kampus Politeknik Pertambangan di Gorontalo dengan konsep arsitektur berkelanjutan merupakan respons strategis yang komprehensif terhadap dua kebutuhan mendasar yang saling berkaitan erat. Dari sisi pengembangan sumber daya manusia, keberadaan institusi pendidikan vokasi pertambangan yang representatif dan berstandar tinggi merupakan prasyarat bagi terciptanya tenaga kerja lokal yang kompeten, yang pada gilirannya akan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja luar daerah sekaligus menekan praktik pertambangan ilegal yang merusak lingkungan. Dari sisi pembangunan lingkungan terbangun, penerapan prinsip-prinsip arsitektur berkelanjutan memastikan bahwa kampus yang dibangun tidak menambah beban lingkungan, melainkan menjadi contoh nyata bagaimana infrastruktur pendidikan dapat berkontribusi positif terhadap keberlanjutan ekologis.

Hasil analisis dan perancangan menghasilkan beberapa temuan kunci. Pertama, tapak terpilih di Jl. Moutong, Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, dengan luas 9,35 hektare, memiliki keunggulan komparatif dibandingkan alternatif lain dalam hal aksesibilitas, kedekatan dengan kawasan pertambangan aktif, dan kecukupan lahan. Kedua, proyeksi jumlah mahasiswa mencapai 4.457 orang pada tahun 2034 dengan kebutuhan total ruang sebesar 8.900 m², menghasilkan program ruang yang komprehensif mencakup 10 fungsi bangunan utama. Ketiga, konsep penataan tapak berbasis zonasi empat lapis (publik, semi-privat, privat, dan service) dengan pola tata massa grid terbukti mampu mengakomodasi kebutuhan fungsional, keamanan, dan kenyamanan seluruh pengguna secara efektif.

Keempat, respons perancangan terhadap kondisi iklim tropis Gorontalo—melalui orientasi bangunan, penggunaan secondary skin, optimasi ventilasi alami, dan integrasi vegetasi menghasilkan konsep yang mampu meminimalkan konsumsi energi sekaligus memaksimalkan kenyamanan termal pengguna. Kelima, sistem utilitas yang dirancang secara terpadu, mencakup PLTS, pengolahan grey water bertahap, manajemen sampah berbasis pemilahan, dan sistem keselamatan berlapis, membuktikan bahwa prinsip keberlanjutan dapat diimplementasikan secara konkret dalam setiap aspek perancangan kampus.

Implikasi penelitian ini melampaui batas perancangan fisik semata. Kampus Politeknik Pertambangan di Gorontalo, apabila dibangun sesuai konsep yang diusulkan, akan berfungsi sebagai katalis pembangunan yang multidimensi: sebagai pusat pengembangan SDM pertambangan lokal, sebagai laboratorium hidup prinsip keberlanjutan, sebagai daya tarik investasi di sektor pendidikan, dan sebagai referensi bagi pengembangan kampus berkelanjutan di Indonesia timur. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji evaluasi performa energi bangunan setelah implementasi, optimalisasi sistem pasif bangunan, serta pengaruh tata massa kampus terhadap iklim mikro dan kenyamanan termal pengguna secara empiris.

DAFTAR REFERENSI

- Arifin, M., & Wahyudi, T. (2021). Pengembangan pendidikan vokasi berbasis kebutuhan industri pertambangan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 11(2), 145–158. <https://doi.org/10.21831/jpv.v11i2.39712>
- Batubara, D. J. M. (2023). *Laporan kinerja sektor pertambangan mineral dan batubara tahun 2022*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Brundtland, G. H. (1987). *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development*. Oxford University Press.
- Dewi, R. K., & Santoso, H. (2022). Penerapan sistem panel surya pada bangunan kampus sebagai upaya efisiensi energi. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 27(1), 55–64. <https://doi.org/10.36728/jtsa.v27i1.1832>

- Egan, M. D. (2010). *Concepts in building firesafety*. John Wiley & Sons.
- Febriadi, G., & Afgani, J. J. (2023). Kajian prinsip arsitektur berkelanjutan pada bangunan perkantoran (studi kasus: Shanghai Tower, Shanghai, Pudong). *PURWARUPA Jurnal Arsitektur*, 7(2), 37–42. <https://doi.org/10.24853/purwarupa.7.2.37-42>
- Frick, H., & Suskiyatno, B. (2007). *Dasar-dasar arsitektur ekologis*. Kanisius.
- Green Building Council Indonesia. (2020). *GreenShip rating tools untuk bangunan baru versi 1.2*. GBCI.
- Hariyono, W., & Priyatno, A. (2020). Zonasi kawasan kampus berbasis kebutuhan pengguna: Studi pada perguruan tinggi di Jawa. *Jurnal Arsitektur dan Perencanaan (JUARA)*, 3(2), 112–124.
- Hidayatulloh, S., & Anisa. (2021). Kajian prinsip arsitektur berkelanjutan pada bangunan perkantoran (studi kasus: Menara BCA Jakarta). *Media Matrasain*, 18(1), 89–97.
- Idris, Z. I., Mu'jizat, P., & Husain, A. (2024). Pengaruh pertumbuhan ekonomi, kemiskinan dan pengangguran terhadap indeks pembangunan manusia di Provinsi Gorontalo. *Jurnal Ecogen*, 7(1), 100. <https://doi.org/10.24036/jmpe.v7i1.15244>
- Mohd Tahir, L., Mustaffa, N. Q., & Mohd Yassin, M. H. (2009). Pendidikan teknik dan vokasional. *Jurnal Pendidik dan Pendidikan*, 24, 73–87.
- Nabilunnuha, M. B., & Novianto, D. (2022). Prinsip keberlanjutan dan ketahanan lingkungan pada rumah Tongkonan Toraja. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 11(1), 28–38. <https://doi.org/10.32315/jlbi.v11i01.79>
- Neufert, E., & Neufert, P. (2012). *Architects' data* (4th ed.). Wiley-Blackwell.
- Nugraha, A. F., & Sari, Y. (2020). Konsep arsitektur hijau pada bangunan Beitou Public Library. *Nature: National Academic Journal of Architecture*, 7(2), 172. <https://doi.org/10.24252/nature.v7i2a3>
- Pohuwato, K., & Utara, G. (2023). *Pertambangan mining potensi*.
- Prasetyo, D., & Kurniawan, F. (2023). Strategi pengelolaan air hujan pada kawasan kampus berkelanjutan di iklim tropis. *Jurnal Permukiman*, 18(1), 1–12. <https://doi.org/10.31815/jp.2023.18.1-12>
- Saputra, S. H., & Rukayah, S. (2024). Penerapan konsep sustainable architecture pada bangunan Gedung Kantor Balai Karantina Pertanian Kelas I Semarang. *Jurnal Arsitektur ARCADE*, 8(1), 98–104. <https://doi.org/10.31848/arcade.v8i1.3404>
- Sassi, P. (2006). *Strategies for sustainable architecture*. Taylor & Francis.
- Setiawan, B., & Wibowo, A. (2021). Konsep green building pada gedung pendidikan tinggi di Indonesia. *Jurnal Arsitektur Lingkungan Binaan*, 9(1), 45–56.
- Shoimah, S., Ayu, I., & Syariah, E. (2024). Systematic literature review: Fostering organizational transformation in higher education towards sustainable development. *Jurnal Penelitian Manajemen dan Akuntansi*, 15(2), 35–48.
- Sukoco, J. B., Kurniawati, N. I., Werdani, R. E., & Windriya, A. (2019). Pemahaman pendidikan vokasi di jenjang pendidikan tinggi bagi masyarakat. *Jurnal Pengabdian Vokasi*, 1(1), 23–26.
- Ummah, M. S. (2019). Produk domestik bruto Indonesia triwulan 2020–2024 volume 7, 2024. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14.

- Utami, D. R., & Prabowo, H. (2020). Efisiensi energi pada bangunan tropis melalui desain pasif. *Jurnal Teknik Arsitektur*, 15(2), 77–88.
- Wahyuningsih, S., Susanto, B., & Nugraha, D. (2022). Peran ruang terbuka hijau pada kawasan pendidikan terhadap kenyamanan termal dan psikologis pengguna. *Jurnal Lansekap Indonesia*, 14(2), 89–101. <https://doi.org/10.29244/jli.v14i2.39854>
- Widodo, A., & Lestari, N. (2023). Perancangan kampus berkelanjutan berbasis konsep smart and green campus. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 34(2), 120–132.
- Yulianto, T., & Rahmawati, S. (2022). Integrasi teknologi energi terbarukan pada bangunan publik berkelanjutan. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 6(3), 101–112.