

EFISIENSI PEMANFAATAN LAHAN PADA PEMBANGUNAN KELAS BARU DENGAN DESAIN BERKELANJUTAN DI MTS. ITTIHADUT THOLIBIN KAB. WONOSOBO, JAWA TENGAH

Nasyiin Faqih^{1*}, Tunjang Ari Suseno², Mochammad Qomaruddin³, Mushthofa Mushthofa⁴

^{1,2} Universitas Sains Al-Qur'an Wonosobo, Jl. KH. Hasyim Asy'ari Km. 03 Kalibeber Kec. Mojotengah 56351

³ Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara, Jl. Taman Siswa, Pekeng, Kauman, Tahunan, Kec. Tahunan, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah 59451

⁴ Universitas Bojonegoro, Jl. Lettu Suyitno No.2, Glendeng, Kalirejo, Kec. Bojonegoro, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur 62119

Korespondensi *: ^{1*}nasyiin@unsiq.ac.id

ABSTRAK

Madrasah Tsanawiyah (MTs) Ittihadut Tholibin, yang berlokasi di Kalibeber, Mojotengah, Kabupaten Wonosobo, merencanakan pembangunan Gedung Ruang Kelas Baru (RKB) untuk menunjang kegiatan belajar mengajar di daerah yang rawan gempa. Pembangunan ini bertujuan untuk menciptakan ruang kelas yang aman, fungsional, dan sesuai dengan standar ketahanan gempa. Selain itu juga dirancang untuk memberikan solusi inovatif material bermutu dan mempertimbangkan keamanan bagi siswa dan guru. Proses perencanaan dilakukan dengan pendekatan sistematis yang melibatkan desain arsitektur modern serta analisis struktur yang komprehensif. Penggunaan perangkat lunak SAP2000 menjadi kunci dalam proses analisis struktur, di mana perhitungan gaya aksial, momen lentur, dan defleksi dilakukan untuk memastikan stabilitas dan ketahanan gedung terhadap gempa. Selain itu, perencanaan ini juga memperhitungkan aspek fungsionalitas dan keberlanjutan, dengan mempertimbangkan kebutuhan ruang yang cukup luas dan nyaman bagi para siswa. Keseluruhan desain dan analisis struktural dirancang agar gedung tidak hanya mampu menahan beban gravitasi, tetapi juga beban lateral akibat aktivitas seismik yang mungkin terjadi di daerah tersebut. Estimasi anggaran pembangunan sebesar Rp 2,7 miliar telah disiapkan untuk memastikan kualitas dan keamanan gedung, dengan tujuan utama menciptakan lingkungan belajar yang optimal dan aman bagi para siswa dan staf pengajar.

Kata kunci: Perencanaan Gedung, Analisis Struktur, SAP2000, Ketahanan Gempa, Ruang Kelas Baru

ABSTRACT

Madrasah Tsanawiyah (MTs) Ittihadut Tholibin, located in Kalibeber, Mojotengah, Wonosobo Regency, is planning the construction of a New Classroom Building (RKB) to support teaching and learning activities in an earthquake-prone area. The construction aims to create a classroom space that is safe, functional, and compliant with earthquake resistance standards. Additionally, it is also designed to provide innovative solutions with high-quality materials while ensuring safety for both students and teachers. The planning process is carried out using a systematic approach, involving modern architectural design and comprehensive structural analysis. The use of SAP2000 software is key to the structural analysis process, where axial forces, bending moments, and deflections are calculated to ensure the stability and earthquake resistance of the building. Additionally, the planning also takes into account functionality and sustainability aspects, considering the need for sufficiently spacious and comfortable classrooms for students. The overall design and structural analysis are crafted to ensure that the building can withstand not only gravitational loads but also lateral forces due to seismic activities that may occur in the area. A construction budget of IDR 2.7 billion has been allocated to ensure the building's quality and safety, with the primary goal of creating an optimal and safe learning environment for students and teaching staff.

Keywords: Building Planning, Structural Analysis, SAP2000, Earthquake Resistance, New Classroom

PENDAHULUAN

Pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan oleh dosen-dosen dari Universitas Sains Al-Qur'an (UNSIQ) Jawa Tengah di Wonosobo, khususnya dosen dari program studi Teknik Sipil dan Arsitektur, memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung pembangunan dan pemberdayaan di masyarakat[1]. Pengabdian ini bukan hanya sekedar bagian dari kewajiban Tri Dharma Perguruan Tinggi, tetapi juga merupakan bentuk kontribusi nyata dosen dalam menerapkan keilmuan yang mereka kuasai untuk menyelesaikan masalah-masalah yang ada di lapangan, terutama terkait dengan aspek teknis dan lingkungan di masyarakat.

Fungsi Pengabdian oleh Dosen Teknik Sipil dan Arsitektur

Dosen dari program studi Teknik Sipil dan Arsitektur di UNSIQ berperan sebagai pengabdian yang memiliki keahlian khusus dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek-proyek infrastruktur, seperti pembangunan gedung[1], [2], jalan, jembatan, dan fasilitas umum lainnya[3]. Dalam konteks ini, mereka sering terlibat dalam proyek pembangunan di daerah pedesaan atau wilayah yang kurang berkembang. Melalui kegiatan pengabdian, para dosen ini berperan dalam memberikan pendampingan teknis, perencanaan[4], dan rekomendasi desain yang sesuai dengan standar keselamatan, estetika, dan keberlanjutan.

Secara khusus, dosen Teknik Sipil memberikan kontribusi dalam perencanaan struktur yang kuat dan tahan bencana, seperti desain bangunan tahan gempa, manajemen drainase, serta perhitungan teknis lainnya. Sementara itu, dosen Arsitektur memberikan masukan tentang aspek desain bangunan yang tidak hanya fungsional tetapi juga estetis, serta ramah lingkungan, sehingga bangunan yang direncanakan tidak hanya sesuai dengan kebutuhan masyarakat, tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan setempat[4].

Manfaat bagi Dosen

Bagi dosen yang terlibat dalam kegiatan pengabdian masyarakat, ada berbagai manfaat yang diperoleh, baik secara profesional maupun personal. Secara profesional, kegiatan pengabdian memberikan kesempatan bagi dosen untuk mengaplikasikan teori dan ilmu yang mereka ajarkan di kelas ke dalam situasi nyata. Ini tidak hanya memperkaya pengalaman praktis mereka tetapi juga membuka peluang untuk melakukan penelitian terapan yang berfokus pada solusi untuk masalah riil di masyarakat[5].

Dari sisi personal, keterlibatan dalam kegiatan pengabdian juga memperkuat hubungan antara dosen dan masyarakat, meningkatkan empati, dan memperdalam pemahaman mereka terhadap tantangan yang dihadapi masyarakat, terutama dalam hal pembangunan dan infrastruktur[6].

Pengalaman ini juga dapat meningkatkan kredibilitas dan reputasi akademik dosen, karena mereka berperan langsung dalam memberikan solusi konkret bagi pembangunan di masyarakat[7]. Selain itu, kegiatan pengabdian sering kali membuka peluang kolaborasi dengan instansi pemerintah atau sektor swasta, yang pada akhirnya juga memperkaya jejaring profesional dosen.

Manfaat bagi Mitra

Bagi mitra yang terlibat, seperti pemerintah daerah, sekolah, atau institusi lainnya, keterlibatan dosen UNSIQ dalam pengabdian masyarakat memberikan banyak manfaat. Salah satu manfaat utama adalah mendapatkan akses terhadap keahlian profesional di bidang Teknik Sipil dan Arsitektur, yang sering kali sulit diakses di daerah pedesaan atau wilayah terpencil. Dengan adanya bantuan dari dosen, mitra dapat memperoleh solusi yang lebih inovatif, efisien, dan sesuai dengan standar teknis dalam menyelesaikan permasalahan pembangunan[8].

Sebagai contoh, jika mitra adalah sebuah sekolah yang membutuhkan pembangunan Ruang Kelas Baru (RKB), dosen Teknik Sipil dan Arsitektur dapat membantu dalam merancang struktur yang aman dan tahan gempa, serta memberikan masukan desain yang fungsional dan sesuai dengan kebutuhan pendidikan[2], [9]. Hal ini tidak hanya membantu mitra untuk menyelesaikan masalah teknis, tetapi juga mengurangi biaya, waktu, dan risiko yang mungkin timbul akibat perencanaan atau pelaksanaan yang kurang tepat.

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini melibatkan Mitra dari MTs. Ittihaduth Tholibin yang beralamat di Desa Kalibeber, Kec. Mojotengah, Kab. Wonosobo, Propinsi Jawa Tengah. Waktu pelaksanaan kegiatan ini dari tanggal 1 sampai dengan 20 Oktober 2024.

Manfaat bagi Masyarakat

Masyarakat sebagai penerima manfaat utama dari kegiatan pengabdian dosen UNSIQ merasakan dampak positif yang signifikan, terutama dalam peningkatan kualitas infrastruktur dan pembangunan di lingkungan

mereka. Proyek pengabdian yang melibatkan dosen Teknik Sipil dan Arsitektur membawa dampak langsung terhadap peningkatan kualitas fasilitas umum, perumahan, dan lingkungan hidup yang lebih baik[7], [10]. Masyarakat mendapatkan bangunan yang lebih aman, nyaman, dan sesuai dengan kebutuhan mereka, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas hidup mereka.

Sebagai contoh, di daerah rawan bencana seperti Wonosobo yang sering mengalami gempa bumi, pengabdian dalam bentuk pendampingan teknis dari dosen dalam pembangunan gedung tahan gempa sangat membantu masyarakat dalam mengurangi risiko kerusakan bangunan dan korban jiwa[11]. Selain itu, masyarakat juga mendapatkan edukasi tentang pentingnya membangun dengan standar keselamatan yang baik, yang berpotensi mengubah cara pandang mereka terhadap pembangunan dan infrastruktur.

Secara keseluruhan, pengabdian masyarakat oleh dosen Teknik Sipil dan Arsitektur UNSIQ tidak hanya membantu menyelesaikan permasalahan pembangunan, tetapi juga memberdayakan masyarakat lokal dengan memberikan pengetahuan dan keterampilan baru dalam pembangunan infrastruktur. Pengabdian ini mendorong terwujudnya pembangunan berkelanjutan yang lebih inklusif dan bermanfaat bagi semua pihak yang terlibat.

Infrastruktur pendidikan yang memadai merupakan salah satu faktor utama yang menunjang proses belajar mengajar [12]. Di daerah pedesaan, keterbatasan fasilitas pendidikan, khususnya ruang kelas yang aman dan nyaman, sering kali menjadi kendala dalam mendukung kegiatan pembelajaran yang efektif [13]. Salah satu tantangan terbesar adalah memastikan gedung sekolah yang tidak hanya mampu mendukung proses pendidikan, tetapi juga memenuhi standar ketahanan terhadap bencana alam, seperti gempa bumi. MTs Ittihadut Tholibin, yang terletak di Kalibeber, Mojotengah, Wonosobo, adalah contoh dari institusi pendidikan yang membutuhkan pembangunan Ruang Kelas Baru (RKB) untuk menanggulangi permasalahan tersebut. Pembangunan Ruang Kelas Baru (RKB) di MTs Ittihadut Tholibin tidak hanya sekadar memenuhi kebutuhan fisik bangunan, tetapi juga merupakan langkah strategis dalam mendukung kualitas pendidikan yang lebih baik. Saat ini, jumlah ruang kelas yang tersedia belum mampu menampung jumlah siswa yang terus bertambah setiap tahunnya, sehingga kondisi belajar menjadi kurang optimal. Dengan adanya RKB,

kapasitas siswa yang bisa ditampung akan meningkat, memberikan kesempatan kepada lebih banyak siswa untuk mengakses pendidikan berkualitas. Selain itu, pembangunan RKB yang direncanakan sesuai dengan standar ketahanan gempa akan memberikan rasa aman dan nyaman, baik bagi siswa maupun guru, sehingga dapat menciptakan lingkungan belajar yang kondusif.

RKB juga menjadi penting sebagai bagian dari upaya untuk meningkatkan mutu pendidikan di daerah pedesaan seperti Wonosobo[14]. Akses terhadap fasilitas pendidikan yang layak adalah salah satu kunci untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Dengan adanya ruang kelas baru yang didesain modern, aman, dan nyaman, proses belajar mengajar akan berjalan lebih efektif, yang pada akhirnya berpengaruh pada hasil belajar siswa. Lebih dari itu, fasilitas pendidikan yang memadai dapat menjadi daya tarik tersendiri bagi masyarakat sekitar untuk mendorong anak-anak mereka menempuh pendidikan formal hingga jenjang yang lebih tinggi, mendukung pengembangan sumber daya manusia yang lebih baik di wilayah tersebut.

Wonosobo, sebagai wilayah yang termasuk dalam zona rawan gempa, mengharuskan perencanaan bangunan sekolah yang memenuhi standar ketahanan gempa sesuai dengan SNI 1726:2019 [15]. Oleh karena itu, gedung RKB harus dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menahan gaya lateral akibat gempa serta beban vertikal dari aktivitas sehari-hari [3]. Hal ini menjadi fokus utama dalam perencanaan gedung RKB di MTs Ittihadut Tholibin, di mana struktur bangunan harus dirancang dengan mengacu pada standar keamanan dan kenyamanan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi inovatif material bermutu[16] dan berbasis penelitian dalam merancang gedung yang tidak hanya berfungsi secara optimal untuk kegiatan pendidikan, tetapi juga aman bagi siswa dan guru.

Dalam proses perencanaan ini, analisis struktur dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SAP2000[6], [17] untuk memastikan bahwa setiap elemen bangunan—termasuk kolom beton[18], balok beton, dan pelat lantai beton memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban gravitasi serta beban lateral dari gempa bumi [19]. Batasan dalam pengabdian masyarakat ini meliputi ruang lingkup pembangunan gedung RKB, terutama aspek perencanaan arsitektur dan struktur yang mencakup kebutuhan lokal akan infrastruktur pendidikan yang tahan gempa. Asumsi utama

yang digunakan adalah bahwa bangunan ini akan mampu bertahan dalam jangka panjang serta menghadapi potensi gempa di masa mendatang dengan kerusakan minimal[3].

Landasan teori yang digunakan dalam perencanaan gedung ini merujuk pada berbagai sumber pustaka terkait, seperti SNI 1726:2019 [20], yang menetapkan ketentuan untuk desain struktur bangunan tahan gempa. Selain itu, teori mengenai kekuatan material[21] dan analisis struktur [22] menjadi referensi utama dalam memastikan bahwa gedung ini tidak hanya aman secara struktural, tetapi juga fungsional dan ekonomis. Dengan demikian, pengembangan fasilitas pendidikan di daerah rawan bencana seperti Wonosobo menjadi langkah strategis untuk meningkatkan kualitas pendidikan serta menciptakan lingkungan belajar yang aman dan kondusif bagi seluruh siswa dan tenaga pendidik.

METODE DAN DAMPAK TERHADAP MASYARAKAT

Metode pelaksanaan melibatkan beberapa tahapan utama yang mencakup desain arsitektur, perhitungan struktur, penggunaan teknologi modern, dan analisis dampak lingkungan.

Perencanaan Arsitektur

Desain arsitektur bangunan direncanakan untuk mendukung fungsi utama gedung sebagai ruang kelas dua lantai yang mampu menampung sekitar 200 siswa [23]. Ventilasi alami dan pencahayaan dioptimalkan melalui penggunaan jendela-jendela besar yang diposisikan pada bagian depan dan belakang setiap ruang kelas [4]. Perencanaan juga memperhatikan efisiensi energi melalui penggunaan bahan bangunan yang memungkinkan minimnya penggunaan penerangan pada siang hari.

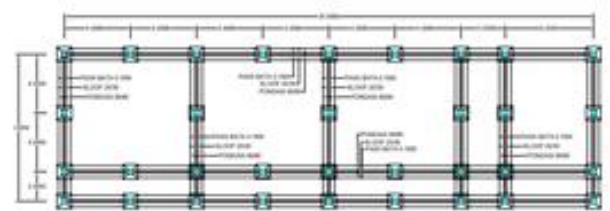


Gambar 1. 3D tampak depan rencana Ruang Kelas dan Belajar MTs. Ittihadut Tholibin

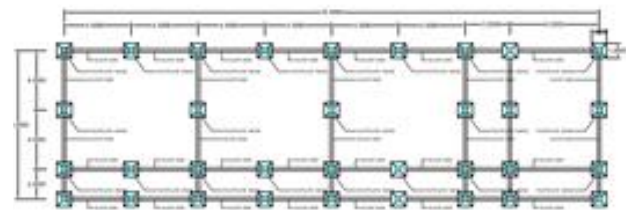
Ukuran ruangan, tinggi plafon, dan dimensi pintu dan jendela dirancang sesuai standar

kenyamanan dan keamanan, sementara tata letak bangunan menyesuaikan dengan kontur lahan. Elemen arsitektur utama yang dirancang adalah [24]:

- Ruang Kelas: Direncanakan berukuran 7x9 meter dengan kapasitas 30 siswa per kelas.
- Ruang Guru: Berfungsi sebagai pusat administrasi dan pengelolaan kelas, berukuran 6x8 meter.
- Perpustakaan: Area tambahan di lantai dua yang dirancang untuk menampung koleksi buku dan sebagai ruang belajar.



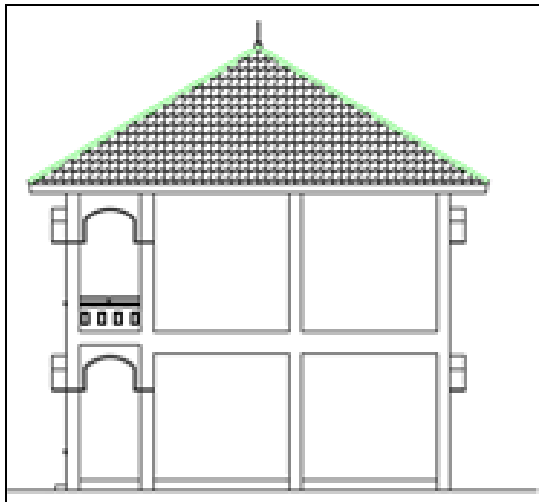
(a)



(b)

Gambar 2. Rencana Pondasi (a) Footplate dan (b) Sloof.

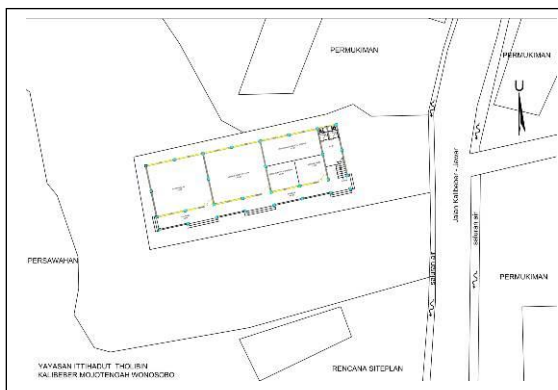
Gambar 2 di atas menampilkan rencana pondasi footplate dan sloof dengan skala 1:50 [25], yang berfungsi mendistribusikan beban dari kolom ke tanah dan memberikan stabilitas tambahan pada struktur. Pondasi footplate mendukung kolom, sementara sloof berperan sebagai pengikat horizontal untuk menyatukan kolom dan mendistribusikan beban lateral [26]. Penyusunan elemen-elemen ini dilakukan secara presisi sesuai dengan jarak dan dimensi penampang yang telah dianalisis, memastikan kestabilan dan kekuatan struktur bangunan[27].



Gambar 4. Tampak samping kiri.

Gambar 4 menunjukkan tampak samping kiri bangunan bertingkat dengan skala 1:50. Struktur bangunan disangga oleh kolom-kolom yang kuat, sementara atap limasan dirancang untuk aliran air yang optimal. Terdapat balkon yang menambah sirkulasi udara dan cahaya, memberikan fungsionalitas tambahan pada desain bangunan.

Gambar 5. merupakan site plan di atas mengilustrasikan perencanaan pembangunan Gedung Ruang Kelas Baru (RKB) di MTs Ittihadut Tholibin, Kalibeber, Mojotengah, Wonosobo. Lokasi yang dipilih berada di kawasan strategis, dikelilingi oleh area perumahan, dengan akses langsung dari jalan utama, Jalan Kalibeber-Asri. Site plan ini dirancang dengan mempertimbangkan aspek fungsional dan efisiensi ruang, di mana tiga ruang kelas utama ditempatkan secara berjajar untuk memaksimalkan penggunaan lahan yang tersedia. Selain itu, fasilitas penunjang seperti ruang sanitasi ditempatkan di ujung bangunan untuk mendukung kenyamanan aktivitas sehari-hari.



Gambar 5. Gambar lokasi rencana (Site plan)



Gambar 6. Tampak samping utara 3 D

Gambar 6 dan Gambar 7 adalah gambar 3D yang menampilkan tampak samping utara dan selatan dari Gedung Ruang Kelas Baru (RKB) di MTs Ittihadut Tholibin, Kalibeber, Mojotengah, Wonosobo. Desain bangunan ini memadukan elemen modern dan tradisional dengan penggunaan jendela berbentuk lengkung yang memberikan nuansa klasik, sementara material bangunan yang digunakan memberikan kesan kuat dan elegan. Fasad bangunan dilengkapi dengan taman kecil di bagian depan yang memberikan suasana hijau dan segar, meningkatkan kenyamanan lingkungan belajar.



Gambar 7. Tampak samping barat DD

Perhitungan Struktur

Dalam tahap perencanaan struktur, dilakukan analisis terhadap seluruh elemen struktural gedung. Dimensi dan material yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Kolom: 30 x 30 cm
- Balok: 40 x 30 cm
- Pelat Lantai: 12 cm dengan mutu beton K-225

Analisis struktural melibatkan simulasi gaya aksial, momen lentur, dan defleksi pada elemen-elemen struktur menggunakan SAP2000. Metode ini memungkinkan analisis mendalam terhadap respon struktur terhadap berbagai kombinasi beban yang dapat mempengaruhi kestabilan bangunan, termasuk beban gravitasi dan beban gempa.

Beban yang Diterapkan

Beban yang bekerja pada gedung terdiri dari:

1. Beban Mati (Dead Load, DL): Beban dari berat sendiri bangunan seperti dinding, atap, lantai, dan elemen struktural lainnya.
2. Beban Hidup (Live Load, LL): Beban yang berasal dari aktivitas sehari-hari dalam bangunan, seperti beban siswa dan perabotan di dalam kelas.
3. Beban Gempa (Earthquake Load, EQ): Beban dinamis yang dihasilkan oleh gempa, dihitung berdasarkan SNI 1726:2019 untuk lokasi di Wonosobo, termasuk analisis respons spektrum gempa.

Kombinasi Beban

Untuk mendapatkan analisis gaya internal maksimum pada struktur gedung, khususnya pada gedung Ruang Kelas Baru (RKB) yang direncanakan di daerah rawan gempa seperti Wonosobo, digunakan kombinasi beban tertentu sesuai dengan peraturan bangunan yang berlaku. Kombinasi beban ini dirancang untuk memastikan bahwa struktur bangunan dapat menahan berbagai jenis beban yang bekerja pada gedung, baik beban statis maupun dinamis. Beban-beban tersebut meliputi beban mati (Dead Load atau DL), beban hidup (Live Load atau LL), dan beban gempa (Earthquake Load atau EQ), yang harus dianalisis secara bersamaan untuk mengetahui respons struktur terhadap kondisi yang paling kritis.

Kombinasi Beban 1: 1.2 DL + 1.6 LL

Kombinasi pertama, yaitu 1.2 DL + 1.6 LL, digunakan untuk menganalisis gaya internal maksimum yang disebabkan oleh beban gravitasi atau vertikal. Beban mati (DL) mencakup berat sendiri bangunan, termasuk elemen struktural seperti kolom, balok, dan pelat lantai, serta komponen non-struktural seperti dinding, atap, dan finishing. Sementara itu, beban hidup (LL) mencakup beban temporer yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia dan penggunaan ruangan, seperti perabot, peralatan, dan beban yang diakibatkan oleh mobilitas manusia di dalam gedung. Koefisien 1.2 untuk DL dan 1.6 untuk LL menunjukkan faktor pengaman yang diterapkan untuk mengantisipasi ketidakpastian dalam nilai aktual beban-beban tersebut.

Dalam kombinasi ini, beban hidup diperbesar lebih tinggi dari beban mati karena beban hidup cenderung lebih bervariasi dan tidak dapat diprediksi secara pasti, berbeda dengan beban

mati yang sifatnya tetap. Kombinasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa gedung mampu menahan beban vertikal dengan aman, baik dalam kondisi penggunaan sehari-hari maupun dalam skenario penggunaan maksimum, misalnya ketika gedung dipenuhi oleh banyak orang pada saat-saat tertentu.

Kombinasi Beban 2: 1.2 DL + 1.0 EQ

Kombinasi kedua, yaitu 1.2 DL + 1.0 EQ, digunakan untuk mengkaji gaya internal maksimum yang terjadi akibat kombinasi beban mati dengan beban gempa. Beban gempa (EQ) dihasilkan dari gaya lateral yang ditimbulkan oleh pergerakan tanah selama terjadinya gempa bumi, yang dapat mengakibatkan deformasi pada struktur bangunan. Kombinasi ini sangat penting, terutama di wilayah yang rawan gempa seperti Wonosobo, di mana perencanaan struktur harus mempertimbangkan beban gempa yang signifikan.

Koefisien 1.2 untuk DL digunakan untuk memberikan margin keamanan tambahan terhadap beban mati, sementara faktor 1.0 untuk beban gempa menunjukkan bahwa beban gempa harus diambil secara penuh tanpa pengurangan atau penambahan faktor pengaman. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa struktur mampu menahan gaya lateral yang ditimbulkan oleh gempa, serta mencegah kegagalan struktur seperti robohnya bangunan atau terjadinya kerusakan besar pada elemen-elemen struktural yang dapat membahayakan keselamatan penghuni gedung.

Kombinasi Beban 3: 0.9 DL + 1.0 EQ

Kombinasi ketiga, yaitu 0.9 DL + 1.0 EQ, digunakan untuk menguji kondisi ekstrem yang mungkin terjadi ketika beban vertikal lebih rendah dari beban normal, seperti ketika bangunan hampir tidak memikul beban hidup atau sebagian besar beban vertikal telah berkurang, misalnya saat bangunan sedang dalam pemeliharaan atau pengosongan. Dalam kondisi ini, beban gempa yang bekerja pada struktur tetap sama, tetapi beban mati dikurangi dengan faktor 0.9. Hal ini dilakukan untuk memperhitungkan kondisi yang dapat mengakibatkan gaya uplift atau tarikan pada struktur, terutama pada elemen-elemen struktural seperti fondasi dan sambungan.

Pengurangan faktor pada beban mati ini dimaksudkan untuk mensimulasikan skenario di mana beban vertikal tidak memberikan kontribusi signifikan terhadap stabilitas bangunan, sehingga struktur harus

mengandalkan kekuatan lateralnya untuk menahan beban gempa. Kombinasi ini sangat penting dalam mendesain bangunan yang tidak hanya stabil terhadap beban gravitasi, tetapi juga mampu mempertahankan kestabilan dan integritas struktural dalam menghadapi gaya lateral yang besar, meskipun dalam kondisi minim beban vertikal.

Pentingnya Analisis Kombinasi Beban

Ketiga kombinasi beban ini mencerminkan berbagai skenario beban yang mungkin dialami oleh bangunan selama masa operasionalnya. Dengan menganalisis gaya aksial, momen lentur, dan defleksi yang dihasilkan dari setiap kombinasi, perancang bangunan dapat memastikan bahwa struktur memiliki kapasitas yang memadai untuk menahan semua jenis beban, baik beban gravitasi maupun beban lateral dari gempa. Kombinasi-kombinasi ini membantu dalam menentukan dimensi dan kekuatan elemen-elemen struktural seperti kolom, balok, dan sambungan, sehingga bangunan dapat memenuhi persyaratan keselamatan dan ketahanan, terutama dalam kondisi ekstrim seperti gempa bumi.

Selain itu, analisis kombinasi beban ini juga mempengaruhi pemilihan material dan metode konstruksi yang digunakan. Struktur yang didesain untuk menahan beban gempa biasanya membutuhkan elemen-elemen yang lebih kuat dan fleksibel, seperti baja struktural atau beton bertulang dengan kualitas tinggi. Pemilihan sistem fondasi juga dipengaruhi oleh hasil analisis ini, di mana fondasi harus dirancang untuk mendistribusikan gaya gempa dengan aman ke tanah, menghindari risiko kegagalan fondasi yang bisa berakibat fatal bagi keseluruhan bangunan.

Dengan demikian, penggunaan kombinasi beban dalam analisis struktur tidak hanya memastikan keamanan bangunan dalam kondisi normal, tetapi juga dalam situasi ekstrem, seperti gempa bumi, yang merupakan risiko nyata di banyak daerah di Indonesia. Analisis yang cermat dan penggunaan perangkat lunak seperti SAP2000 membantu insinyur struktur dalam mengoptimalkan desain yang aman, efisien, dan tahan lama.

Penggunaan teknologi modern

Dalam pelaksanaan perencanaan pembangunan untuk proyek RKB ini, penggunaan teknologi modern seperti **drone** dan **Sistem Informasi Geografis (SIG)** telah diterapkan secara langsung di lapangan untuk mendukung pembuatan peta **Master Plan** yang lebih akurat dan efisien.

Drone digunakan untuk pemetaan udara di lokasi yang akan dikembangkan. Teknologi drone ini memungkinkan pengambilan gambar dari berbagai sudut dan kondisi yang sebelumnya sulit dijangkau. Dengan menggunakan drone, data yang diperoleh lebih rinci dan terkini, sehingga pembuatan peta Master Plan dapat dilakukan dengan lebih tepat. Selain itu, teknologi drone juga mempercepat proses survei lapangan yang biasanya memakan waktu dan biaya besar, sehingga secara keseluruhan proses ini menjadi lebih efisien.

Setelah data terkumpul, teknologi **Sistem Informasi Geografis (SIG)** digunakan untuk mengolah dan menganalisis informasi spasial yang diperoleh. SIG memungkinkan integrasi berbagai data, seperti data topografi, penggunaan lahan, dan data sosial ekonomi. Dengan SIG, peta yang dihasilkan tidak hanya menggambarkan kondisi geografis, tetapi juga memberikan informasi lebih mendalam mengenai potensi pengembangan wilayah, dampak terhadap lingkungan, serta kebutuhan masyarakat setempat. Teknologi ini juga mempermudah pemantauan dan evaluasi selama tahap perencanaan dan implementasi, sehingga prosesnya menjadi lebih terkontrol dan berbasis data.

Penerapan gabungan antara **drone** dan **SIG** ini telah terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi perencanaan. Teknologi ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik, transparan, dan responsif terhadap perubahan yang terjadi. Secara keseluruhan, penerapan kedua teknologi ini di lapangan mendukung proses pembangunan infrastruktur yang lebih berkelanjutan, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat serta kondisi lingkungan.

Analisis dampak lingkungan

Dalam setiap proyek pembangunan, termasuk pembangunan Gedung Ruang Kelas Baru (RKB) di MTs Ittihadut Tholibin, Wonosobo, analisis dampak lingkungan (AMDAL) merupakan langkah penting yang telah dilaksanakan. Tujuan utama dari AMDAL ini adalah memastikan bahwa kegiatan pembangunan sesuai dengan prinsip-prinsip keberlanjutan serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar.

Pertimbangan Dampak Lingkungan

Proyek pembangunan ini telah mempertimbangkan berbagai aspek potensi dampak lingkungan, seperti perubahan penggunaan lahan, polusi selama konstruksi, dan

pengelolaan limbah konstruksi. Dalam pelaksanaannya:

1. **Perubahan Penggunaan Lahan:** Lokasi pembangunan dipilih pada area yang telah direncanakan untuk fasilitas pendidikan, sehingga tidak mengurangi fungsi ruang terbuka hijau secara signifikan. Penggantian area hijau yang terdampak dilakukan melalui penanaman pohon baru di sekitar lokasi proyek.
2. **Polusi Selama Konstruksi:** Untuk meminimalkan dampak polusi udara dan kebisingan, penyiraman area konstruksi secara berkala dilakukan guna mengurangi debu. Selain itu, penggunaan alat berat modern yang ramah lingkungan memastikan bahwa tingkat kebisingan berada dalam batas toleransi lingkungan sekitar.
3. **Pengelolaan Limbah Konstruksi:** Limbah yang dihasilkan dari proyek dipilah antara limbah yang dapat didaur ulang dan yang tidak. Limbah seperti besi dan beton dikelola untuk didaur ulang, sementara limbah lainnya dibuang sesuai dengan regulasi yang berlaku.

Langkah-Langkah Mitigasi

Sebagai upaya untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, langkah-langkah mitigasi berikut telah diterapkan:

1. **Pengelolaan Limbah Konstruksi:** Limbah konstruksi dikelola melalui prosedur yang ramah lingkungan. Sisa bahan konstruksi seperti kayu dan besi didaur ulang, sementara limbah non-recyclable dibuang ke tempat pembuangan yang memenuhi standar.
2. **Pengendalian Debu dan Kebisingan:** Proses konstruksi dilakukan dengan penyiraman rutin untuk mengurangi debu, serta jadwal pekerjaan diatur untuk meminimalkan gangguan terhadap aktivitas di sekitar area pembangunan.
3. **Pelestarian Ruang Hijau:** Penanaman pohon dilakukan di area yang telah disediakan sebagai kompensasi atas penggunaan lahan pembangunan.

Dengan pelaksanaan AMDAL yang komprehensif, proyek pembangunan Gedung RKB ini telah memenuhi standar lingkungan yang berlaku. Langkah-langkah mitigasi yang

diterapkan menunjukkan komitmen terhadap keberlanjutan lingkungan, sekaligus memastikan bahwa dampak negatif dari kegiatan konstruksi dapat diminimalkan. Proyek ini diharapkan tidak hanya memberikan manfaat pendidikan yang signifikan, tetapi juga menjadi contoh praktik pembangunan yang bertanggung jawab secara lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan Pengabdian Masyarakat dimulai dari Pengurusan Izin Mendirikan Bangunan, Desain Arsitektur, Desain Struktur dan pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Perizinan Mendirikan Bangunan (IMB)

Pengabdian dosen Universitas Sains Al-Qur'an (UNSIQ) Jawa Tengah di Wonosobo dalam membantu perizinan Izin Mendirikan Bangunan (IMB) merupakan salah satu bentuk kontribusi nyata dalam mendukung pengembangan infrastruktur lokal, terutama untuk institusi pendidikan dan masyarakat umum. Keterlibatan dosen dalam proses ini bukan hanya memberikan pendampingan teknis, tetapi juga membantu mempermudah pihak yang memerlukan IMB dalam memenuhi persyaratan administratif dan teknis yang sering kali cukup kompleks. Berikut adalah uraian lengkap mulai dari latar belakang hingga keluarnya hasil IMB.

Izin Mendirikan Bangunan (IMB) merupakan persyaratan legal yang wajib dipenuhi oleh setiap pihak yang ingin mendirikan bangunan di Indonesia, termasuk bangunan pendidikan seperti sekolah atau madrasah. IMB dikeluarkan oleh pemerintah daerah setempat, dalam hal ini pemerintah kabupaten atau kota, sebagai bentuk persetujuan bahwa bangunan yang didirikan telah sesuai dengan rencana tata ruang, standar keselamatan, dan ketentuan lain yang berlaku. Penerbitan IMB sangat penting, terutama di daerah rawan bencana seperti Wonosobo, untuk memastikan bahwa bangunan yang didirikan aman dan sesuai dengan standar yang ditetapkan, seperti ketahanan gempa dan tata kelola drainase.

Namun, proses pengajuan IMB sering kali menjadi kendala bagi masyarakat atau institusi karena ketidaktahuan akan persyaratan yang harus dipenuhi, prosedur yang rumit, serta kesulitan teknis dalam penyusunan dokumen pendukung seperti gambar teknis bangunan. Dalam konteks ini, dosen UNSIQ, khususnya dari program studi Teknik Sipil dan Arsitektur, berperan membantu mitra, seperti **Yayasan Ittihadut Tholibin**, dalam proses pengurusan IMB untuk proyek pembangunan Gedung Ruang Kelas Baru (RKB).

Persyaratan

Sebelum pengajuan IMB dapat dilakukan, terdapat beberapa persyaratan yang harus dipenuhi. Persyaratan ini mencakup aspek administratif dan teknis, antara lain:

1. **Surat kepemilikan tanah:** Dokumen ini memastikan bahwa pemohon memiliki hak legal atas lahan yang akan digunakan untuk pembangunan.
2. **Surat Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW):** Dokumen ini memastikan bahwa lahan yang akan dibangun berada di zona yang diperuntukkan bagi kegiatan yang sesuai, misalnya zona pendidikan.
3. **Gambar teknis bangunan:** Rencana arsitektur dan struktur yang mencakup denah, tampak, potongan, serta perhitungan teknis terkait ketahanan bangunan, terutama untuk memenuhi standar ketahanan gempa di wilayah rawan bencana seperti Wonosobo.
4. **Surat persetujuan tetangga:** Surat ini dibutuhkan untuk memastikan bahwa tidak ada keberatan dari tetangga atau pemilik lahan di sekitar lokasi pembangunan.
5. **Surat Pernyataan Pengelolaan Lingkungan (SPPL):** Untuk memastikan bahwa proyek pembangunan tidak menimbulkan dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan sekitar.

Persiapan

Setelah memahami persyaratan, tahap persiapan dimulai dengan pengumpulan semua dokumen yang diperlukan. Dosen UNSIQ membantu dalam penyusunan gambar teknis dan perhitungan struktur bangunan. Gambar teknis yang dihasilkan meliputi rencana bangunan secara rinci, termasuk perencanaan arsitektur dan desain struktur yang mematuhi standar keselamatan seperti SNI 1726:2019 untuk ketahanan gempa. Selain itu, dokumen pendukung lain, seperti bukti kepemilikan tanah dan surat-surat persetujuan tetangga, juga disiapkan dengan bantuan para pengabdian untuk memastikan kelancaran proses pengajuan IMB.

Dalam proses ini, dosen juga berperan memberikan konsultasi kepada mitra tentang pentingnya mematuhi peraturan tata ruang dan dampak lingkungan, serta bagaimana perencanaan bangunan yang baik dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi penggunaan ruang.

Proses Pengajuan

Proses pengajuan IMB dimulai dengan menyerahkan seluruh dokumen yang telah dipersiapkan ke dinas terkait di pemerintah daerah, seperti Dinas Pekerjaan Umum atau Dinas Penataan Ruang Kabupaten Wonosobo. Dalam proses ini, dosen UNSIQ mendampingi mitra dalam setiap tahapan, mulai dari pengecekan kelengkapan dokumen hingga berkoordinasi dengan petugas yang bertanggung jawab atas verifikasi teknis.

Petugas pemerintah akan memeriksa kesesuaian dokumen, melakukan pengecekan lapangan untuk memastikan bahwa lahan yang akan dibangun sesuai dengan rencana tata ruang, dan memverifikasi bahwa gambar teknis bangunan sudah sesuai dengan standar yang berlaku. Pemeriksaan lapangan ini penting untuk memastikan bahwa bangunan tidak akan mengganggu fasilitas umum atau melanggar batas wilayah yang diizinkan.

Hasil

Setelah semua dokumen diverifikasi dan proses pengecekan lapangan selesai, IMB akan diterbitkan jika semua persyaratan terpenuhi. Hasilnya berupa surat izin resmi yang menyatakan bahwa bangunan dapat didirikan sesuai dengan rencana yang diajukan. IMB ini berfungsi sebagai legalitas yang sah untuk memulai proses pembangunan, dan jika sewaktu-waktu terjadi inspeksi oleh pihak berwenang, pemegang IMB dapat menunjukkan bahwa pembangunan dilakukan secara legal dan sesuai standar.

Dalam kasus proyek RKB di Yayasan Ittihadut Tholibin, keluarnya IMB memastikan bahwa pembangunan dapat dimulai dengan aman dan tanpa kendala hukum. Selain itu, IMB juga menjadi jaminan bahwa bangunan telah dirancang dan akan dibangun dengan memperhatikan standar keselamatan, sehingga aman bagi para siswa dan tenaga pengajar yang akan menggunakan fasilitas tersebut.

Secara keseluruhan, pendampingan dosen UNSIQ dalam pengurusan IMB tidak hanya membantu mempercepat proses pengajuan dan penerbitan izin, tetapi juga memberikan kepastian bahwa bangunan yang didirikan memenuhi standar keselamatan dan kenyamanan, sesuai dengan regulasi yang berlaku di daerah tersebut.

Gaya Aksial pada Kolom

Berdasarkan hasil perhitungan SAP2000, gaya aksial terbesar yang terjadi pada kolom pusat

adalah **400 kN**, dengan tegangan sebesar **8 MPa**. Kolom yang menggunakan beton bertulang dengan mutu K-225 masih berada dalam batas aman, di mana kapasitas material beton adalah sekitar **20-25 MPa**.

Momen Lentur pada Balok

Momen lentur terbesar yang terjadi pada balok pusat adalah **45 kNm**. Tegangan geser yang terjadi pada balok adalah **3,5 MPa**, yang masih berada dalam batas aman. Dimensi balok 40x30 cm mampu menahan gaya-gaya yang bekerja pada struktur tanpa mengalami kerusakan.

Defleksi pada Lantai

Defleksi maksimum pada pelat lantai adalah **6 mm**, yang masih di bawah batas defleksi yang diizinkan, yaitu **L/240**. Hal ini memastikan bahwa lantai gedung tidak mengalami deformasi berlebih yang bisa mengganggu kenyamanan pengguna gedung.

Respon Gempa

Perhitungan respon gempa untuk gedung Ruang Kelas Baru (RKB) di MTs Ittihadut Tholibin menggunakan pendekatan respon spektrum gempa, yang secara khusus disesuaikan dengan kondisi seismik di Wonosobo, salah satu daerah rawan gempa di Indonesia. Berdasarkan peta zonasi gempa Indonesia yang termuat dalam SNI 1726:2019, wilayah Wonosobo berada di zona dengan intensitas gempa yang cukup tinggi, sehingga desain struktur harus mampu menahan beban lateral yang signifikan akibat aktivitas seismik.

Dalam analisis yang dilakukan, perpindahan lateral maksimum yang terjadi pada puncak bangunan sebesar 12 mm masih berada dalam batas aman menurut standar SNI, yang mengatur bahwa perpindahan maksimum harus berada di bawah nilai tertentu untuk menjaga stabilitas bangunan. Perpindahan ini dihitung berdasarkan respon spektrum gempa untuk Wonosobo, yang memperhitungkan percepatan spektral berdasarkan periode getar bangunan dan karakteristik tanah setempat.

Gaya geser dasar sebesar 150 kN yang dihasilkan dari analisis gempa terdistribusi secara merata ke seluruh elemen struktur bangunan, termasuk kolom, balok, dan dinding geser, yang dirancang untuk menahan beban lateral secara efektif. Respon spektrum gempa di Wonosobo, yang mencerminkan intensitas percepatan gempa di tanah dasar, mempengaruhi desain elemen-elemen struktur ini untuk memastikan bahwa bangunan mampu

menahan gaya geser tersebut tanpa mengalami deformasi yang signifikan atau keruntuhan.

Selain itu, penggunaan spektrum respon gempa yang sesuai untuk daerah Wonosobo membantu menentukan koefisien gempa yang relevan untuk analisis struktur. Faktor-faktor seperti kategori klasifikasi tanah dan tipe fondasi turut mempengaruhi respons bangunan terhadap gempa. Dengan memadukan data spektrum respon lokal, hasil perhitungan menunjukkan bahwa perpindahan lateral dan gaya geser yang dihasilkan masih dalam batas aman, sehingga bangunan ini diprediksi mampu bertahan terhadap gempa dengan risiko minimal terhadap keruntuhan atau kerusakan struktural yang serius.

Sistem Drainase dan Sanitasi

Perencanaan sistem drainase yang baik tidak hanya berfungsi untuk mengalirkan air hujan secara efektif, tetapi juga berperan penting dalam menjaga stabilitas tanah di sekitar bangunan. Di daerah rawan hujan seperti Wonosobo, curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan kadar air tanah, yang pada akhirnya dapat memengaruhi fondasi bangunan. Oleh karena itu, saluran drainase di RKB ini dirancang untuk meminimalisir risiko erosi tanah dan kerusakan fondasi yang mungkin terjadi akibat penggenangan air. Sistem ini juga mengintegrasikan saluran air yang terhubung dengan jaringan drainase umum di sekitar sekolah, sehingga memastikan pengelolaan air berjalan dengan lancar tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar.

Di sisi lain, sistem sanitasi yang dirancang tidak hanya mengacu pada kebutuhan fungsional, tetapi juga mempertimbangkan aspek kesehatan dan keselamatan lingkungan. Ventilasi pada septic tank dirancang agar sirkulasi udara tetap terjaga, sehingga gas yang dihasilkan dari proses dekomposisi limbah tidak menumpuk di dalam tangki. Proses pengolahan limbah di dalam septic tank juga didesain untuk meminimalkan risiko pencemaran air tanah, sehingga kualitas air di sekitar area sekolah tetap aman untuk digunakan. Pengelolaan limbah domestik ini diharapkan dapat menjadi model bagi pengembangan fasilitas sanitasi yang ramah lingkungan di daerah pedesaan lainnya.

Selain itu, keberlanjutan jangka panjang dari sistem drainase dan sanitasi ini sangat bergantung pada perawatan berkala yang dilakukan oleh pihak pengelola. Inspeksi rutin untuk memastikan tidak adanya penyumbatan di

saluran drainase serta pembersihan septic tank secara periodik sangat diperlukan untuk menjaga kinerja sistem tetap optimal. Dengan perencanaan yang matang dan dukungan pemeliharaan yang baik, diharapkan sistem ini dapat berfungsi dengan baik selama bertahun-tahun, mendukung kegiatan belajar mengajar tanpa gangguan akibat masalah lingkungan atau sanitasi. Pembangunan sistem ini sekaligus menunjukkan komitmen MTs Ittihadut Tholibin dalam menyediakan fasilitas pendidikan yang aman, sehat, dan nyaman bagi seluruh siswa dan staf.

Anggaran Biaya

Estimasi biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan Gedung RKB ini mencapai **Rp 2.700.000.000,-**. Biaya ini meliputi seluruh pekerjaan persiapan, struktur, instalasi listrik, serta pembangunan sistem drainase. Berikut rincian anggaran:

Tabel 1. Biaya yang diperlukan untuk pembuatan RKB

No	Uraian Pekerjaan	Estimasi Biaya (Rp)
1	Pekerjaan Persiapan	10.516.000
2	Pekerjaan Tanah	15.460.750
3	Pekerjaan Pondasi	58.548.608
4	Pekerjaan Beton Bertulang	1.070.235.444
5	Pekerjaan Kusen dan Pintu	265.697.473
6	Pekerjaan Plafon dan Lantai	346.529.361
7	Pekerjaan Drainase dan Halaman	55.484.122
	JUMLAH	2.700.000.000

KESIMPULAN

Pembangunan Gedung Ruang Kelas Baru (RKB) di MTs Ittihadut Tholibin dirancang dengan mempertimbangkan berbagai aspek penting untuk memastikan keamanan, kenyamanan, dan keberlanjutan. Desain arsitektural gedung difokuskan pada efisiensi tata ruang, sirkulasi udara yang baik, dan pencahayaan alami guna mendukung kegiatan belajar mengajar. Sementara itu, desain struktural dirancang sesuai standar ketahanan gempa, memastikan kekuatan elemen seperti kolom, balok, dan pelat lantai terhadap beban gravitasi maupun gaya lateral.

Dalam perencanaan dan pelaksanaannya, teknologi modern seperti drone dan Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk meningkatkan akurasi survei dan efisiensi proses pembangunan. Pengelolaan dampak lingkungan juga menjadi prioritas melalui pengendalian polusi, pengelolaan limbah konstruksi, dan pelestarian ruang hijau, memastikan keberlanjutan lingkungan di sekitar proyek.

Melalui pengawasan konstruksi yang ketat, inspeksi rutin pasca-gempa, dan pengelolaan sistem pendukung seperti drainase dan sanitasi, pembangunan Gedung RKB ini tidak hanya memenuhi kebutuhan pendidikan di daerah rawan gempa, tetapi juga menjadi contoh pembangunan yang aman, nyaman, dan bertanggung jawab terhadap lingkungan serta masyarakat sekitar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim Pengabdian Masyarakat mengucapkan terimakasih kepada Universitas Sains Al-Qur'an (UNSIQ) Jawa Tengah, khususnya Program Studi Teknik Sipil dan Arsitektur, atas kontribusi dan dukungan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Yayasan Ittihadut Tholibin, yang telah memberikan kepercayaan kepada tim Pengabdian Kepada Masyarakat dari UNSIQ dalam mendukung pembangunan Gedung Ruang Kelas Baru (RKB).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Muzaki, N. Faqih, A. Alfin, M. Mushthofa, and M. Qomaruddin, "Perencanaan Pembangunan Gedung Baru Lima Lantai Rs Pkum Wonosobo," *Device*, vol. 14, no. 1, pp. 133-139, 2024, doi: 10.32699/device.v14i1.7032.
- [2] N. F. Anika Purwati, Ahsal Abdussalam, Mushthofa, Mochammad Qomaruddin, Ruliana Febrianty, "Redesign Pembangunan Gedung B Tahap 1 Rsud Hj . Anna Lasmanah Banjarnegara Menggunakan Metode Beton Pracetak," *J. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 11, no. 2, pp. 71-76, 2024.
- [3] N. Faqih, "DESAIN KONSTRUKSI BANGUNAN RUMAH TINGGAL TAHAN GEMPA," 2008.
- [4] H. Hermawan, N. Faqih, F. N. Azizah, Y. Hermansyah, and A. N. Arrizqi, "GAYA ARSITEKTUR BANGUNAN KOLONIAL DI

- WONOSOBO," *J. Ilm. Arsit.*, vol. 12, no. 2, pp. 80–87, 2022.
- [5] M. Qomaruddin, A. I. A. Saputra, T. H. Munawaroh, Z. Isnaini, and S. I. Ariyani, "Pemanfaatan Air Bersih Masyarakat Pada Program Pamsimas di Desa Raguklampitan Kabupaten Jepara," *Pros. Semin. Nas. Publ. Hasil-Hasil Penelit. dan Pengabd. Masy.*, no. September, pp. 571–578, 2017.
- [6] R. A. Nugroho *et al.*, "Perencanaan Struktur Gedung 9 Lantai Hotel Sky Sea View Jepara," *J. Civ. Eng. Study*, vol. 01, no. D1, pp. 34–46, 2021.
- [7] R. A. Ayuningtyas, "Tingkat Kenyamanan Hunian Berdasarkan Kondisi Fisik Rusunawa Blok A dan Blok B Jalan Kom Yos Sudarso Pontianak," *UNIPLAN J. Urban Reg. Plan.*, vol. 2, no. 1, p. 41, 2021, doi: 10.26418/uniplan.v2i1.45887.
- [8] H. L. S. Saptariana, Titin Agustina, "DESA BUGO KABUPATEN JEPARA olahan untuk makanan ternak sapi perah . menggunakan lumpang alu (alat menumbuk hijau , alat yang digunakan untuk memasak," *Penerapan Iptek Pada Usaha Kue Kering Desa Bugo Kabupaten Jepara Saptariana*, vol. 13, no. 5, pp. 53–60, 2015.
- [9] Ariyanto, A. Wicaksono, N. Hidayati, Mochammad Qomaruddin, and T. Roesdiana, "Perencanaan Gedung Bertingkat 5 Lantai Asrama Putri Pondok Pesantren Hasyim Asy'ari Bangsri Jepara," *Basement J. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2024, doi: 10.36873/basement.v2i1.10878.
- [10] A. Andiyan, *Analisis Pasca Hunian Pada Bangunan Rusunawa*, no. May. 2021.
- [11] SNI 03-1729, "Standar Nasional Indonesia 1729: 2020 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural," *Badan Standarisasi Nas.*, no. 8, pp. 1–336, 2020.
- [12] M. A. Nisa and R. Susanto, "Pengaruh Penggunaan Game Edukasi Berbasis Wordwall Dalam Pembelajaran Matematika Terhadap Motivasi Belajar," *Indones. Inst. Couns. Educ. Ther.*, vol. 7, no. 1, p. 140, 2022, doi: 10.29210/022035jpgi0005.
- [13] M. C. Tavares, G. Azevedo, R. P. Marques, and M. A. Bastos, "Tantangan pendidikan profesi akuntansi di Era 5.0: Sebuah tinjauan sistematis." 2023.
- [14] N. Faqih, S. Sriyana, and S. Suharyanto, "Operasi Waduk Menjer Untuk Plta Garung Kabupaten Wonosobo Dengan Metode 'Logika Fuzzy.'" magister teknik sipil, 2012.
- [15] R. S. DIAN, *Analisis Perilaku Kolom Beton Bertulang Mutu Tinggi Berpenampang Lingkaran Akibat Beban Statik Monotonik*. scholar.unand.ac.id, 2019.
- [16] A. Kustirini, M. Qomaruddin, D. S. Budiningrum, and I. E. Andammaliek, "The Influence Of Compressive Strength Of Mortar Geopolimer On Addition Of Carbit Waste Ash With Curing Oven System," in *Proceedings of the 1st International Conference on Civil Engineering, Electrical Engineering, Information Systems, Information Technology, and Agricultural Technology*, 2020, pp. 1–4.
- [17] M. Mushthofa, "A Analisis Metode Klasik Sambungan Kayu Jepang , Untuk Penerapan Bangunan Di Kecamatan Parengan," *J. Civ. Eng. Study*, vol. 3, no. 01, pp. 72–77, 2023, doi: 10.34001/ces.03012023.8.
- [18] M. Qomaruddin, T. H. Munawaroh, and S. Sudarno, "Studi Komparasi Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan Beton Konvensional," in *Prosiding SNST ke-9 Tahun 2018 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim*, 2018, pp. 40–45.
- [19] N. Faqih, "Desain Dan Analisis Struktur Pelat Di Atas Gorong-Gorong Untuk Pengendalian Air Menggunakan Sap 2000," *Device*, vol. 13, no. 1, pp. 118–123, 2023.
- [20] Badan Standardisasi Nasional Indonesia, "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012)," *Sni 17262012*, 2012.
- [21] M. Qomaruddin, Y. A. Saputro, and S. Sudarno, "Kajian Penggunaan Bottom Ash sebagai Mortar Beton," in *Prosiding SNST ke-9 Universitas Wahid Hasyim Semarang*, 2018, pp. 34–39.
- [22] T. R. Soeprbowati, S. W. A. Suedy, Hadiyanto, A. A. Lubis, and P. Gell, "Diatom assemblage in the 24 cm upper sediment associated with human activities in Lake Warna Dieng Plateau Indonesia," *Environ. Technol. Innov.*, vol. 10, pp. 314–323, 2018, doi: 10.1016/j.eti.2018.03.007.
- [23] H. Sibyan, J. Svajlenka, H. Hermawan, N.

- Faqih, and A. N. Arrizqi, "Thermal comfort prediction accuracy with machine learning between Regression Analysis and Naïve Bayes Classifier," *Sustainability*, vol. 14, no. 23, p. 15663, 2022.
- [24] N. Faqih and E. A. Laksono, "Pemodelan Komputasional Untuk Menentukan Kekuatan Struktur Bangunan," *J. Ilm. Arsit.*, vol. 12, no. 2, pp. 63–68, 2022, [Online]. Available: <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/jiars>.
- [25] N. Khanifah, N. Faqih, A. Abdussalam, and M. Qomaruddin, "Analisis Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pekerjaan Struktur Pada Proyek Pembangunan Gedung Hotel Permai Banjarnegara," *J. Ilm. Arsit.*, vol. 13, no. 1, pp. 126–132, 2023, doi: 10.32699/jiars.v13i1.5132.
- [26] R. Spiekermann, H. Betts, J. Dymond, and L. Basher, "Volumetric measurement of river bank erosion from sequential historical aerial photography," *Geomorphology*, 2017, doi: 10.1016/j.geomorph.2017.08.047.
- [27] R. Yuliet, A. Hakam, I. Firtsilova, and F. Anafwil, "Pembuatan Program Aplikasi Konstruksi Dinding Penahan Tanah Untuk Kondisi Gempa Dengan Visual Basic 6.0," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 8, no. 2, p. 75, 2012, doi: 10.25077/jrs.8.2.75-84.2012.