

Studi Pemodelan Gedung Laboratorium Teknik Elektro Universitas Ibn Khaldun Bogor Berdasarkan Standar Nasional

Muhamad Lutfi¹, Nurul Chayati², Sintiya Afrilia³, Muhammad Khaerul Insan⁴, Muhamad Hasan Wicaksono⁵

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Email: mlutfi@ft.uika-bogor.ac.id; nurul.chayati@uika-bogor.ac.id; sintiyaafrilia@gmail.com; khaerulinsan@uika-bogor.ac.id; sanwick230993@gmail.com

ABSTRAK

Bangunan Gedung Laboratorium Teknik Elektro didirikan pada tahun 2017 dengan luas bangunan eksisting 120 m², yang diproyeksikan dapat melayani 180 mahasiswa. Berdasarkan Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) Tahun 2011 Tentang Rancangan Standar Sarana dan Prasarana Pendidikan Tinggi Program Pascasarjana dan Profesi menyatakan bahwa kapasitas luas ruang kuliah yaitu 2 m²/mahasiswa sehingga dibutuhkan luas lahan dasar bangunan sekitar 360 m². Tujuan penelitian yaitu menganalisis desain dan struktur bangunan terhadap kapasitas ruang dan beban yang bekerja serta mendesain dan merencanakan ulang struktur bangunan berdasarkan BSNP tahun 2011 dan SNI 1729-2020. Metode yang digunakan yaitu pengumpulan data primer dengan pengukuran langsung pada bangunan eksisting, kemudian dilakukan analisis struktur eksisting dan rencana dengan metode DFBT/LRFD menggunakan aplikasi ETABS V.21.0. Hasil analisis kapasitas ruang terdapat dua ruangan yang tidak mencukupi yaitu pada ruang kuliah dan ruang rapat maka dilakukan penambahan satu ruang kuliah baru pada lantai dua dengan luas 40 m² dan penambahan luas ruang rapat menjadi 50 m². Hasil analisis struktur bangunan eksisting menunjukkan kegagalan pada bagian kolom C-48, C-51, C-50, C-43, C-38, C-33, C-28, C-66, C-26, C-20, C-11, C-3, C-45, C-41, C-35, C-30, C-31, dan balok bagian B-27, B-3. Hasil analisis struktur rencana menggunakan profil WF 400.200.8.13 dan elemen struktur balok lantai satu menggunakan profil WF 250.125.6.9 sedangkan struktur balok pada lantai atap menggunakan profil WF 200.100.5.5.8, analisis pemodelan pada struktur rencana dinyatakan aman terhadap gaya-gaya luar terhadap bangunan, dan tidak ditemukannya elemen struktur yang mengalami kegagalan. Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan tahun 2021 didapat harga sebesar Rp.1,547,000,000,00.

Kata Kunci: kebutuhan ruang, desain, analisis struktur, laboratorium dan rencana anggaran.

ABSTRACT

The Electrical Engineering Laboratory Building was built in 2017 with an existing building area of 120 m², which is projected to serve 180 students. Based on the National Education Standards Agency (BSNP) in 2011 concerning the Draft Standards for Higher Education Facilities and Infrastructure for Postgraduate and Professional Programs states that the capacity of the lecture hall area is 2 m² / student so that the basic building area is around 360 m². The research objectives are to analyze the design and structure of the building regarding the capacity of the rooms and the loads that will act as well as to design and re-plan the building structure based on BSNP 2011 and SNI 1729-2020. The method used is primary data collection by direct measurement of the existing building, then analyzing the existing and planned structures with the DFBT / LRFD method using the ETABS V.21.0 application. The results of the analysis of space capacity, there are two rooms that are insufficient, which are classrooms and meeting rooms, so a new classroom is added on the second floor with an area of 40 m² and an enlargement of the meeting room area to 50 m². The results of the structural analysis of the existing building show failures in column sections C-48, C-51, C-50, C-43, C-38, C-33, C-28, C-66, C-26, C-20, C-11, C-3, C-45, C-41, C-35, C-30, C-31, and beam sections B-27, B-3. The results of the analysis of the planned structure using the WF 400.200.8.13 profile and the first floor beam structure elements using the WF 250.125.6.9 profile while the beam structure on the roof floor uses the WF 200.100.5.5.8 profile, the modeling analysis on the planned structure is declared safe against external forces on the building, and no structural elements have failed. The cost budget plan is calculated based on the 2021 Work Unit Price Analysis is IDR 1,547,000,000.00.

Key words: room requirements, design, structural analysis, laboratory, budget plan.

Submitted: 20 Juli 2024	Reviewed: 30 Juli 2024	Revised: 15 Agustus 2024	Published: 07 Februari 2025
-----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu sektor penting guna mewujudkan kemajuan suatu bangsa. pendidikan yang baik harus didukung dengan sarana dan prasarana yang baik pula, agar kegiatan belajar mengajar dapat berlangsung secara maksimal (Pratiwi, 2022). Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Nomor 3 tahun 2020 dalam Pasal 35 dan Pasal 38 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi dikatakan bahwa setiap satuan pendidikan wajib memiliki prasarana salah satunya adalah laboratorium yang diperlukan untuk menunjang proses pembelajaran dengan standar kualitas minimal kelas A atau setara. (Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi, 2020) Bangunan Gedung Laboratorium Teknik Elektro berlokasi di Jalan Sholeh Iskandar, RT 01/10, Kedung Badak, Kecamatan Tanah Sereal Kota Bogor, yang didirikan pada tahun 2017 dengan luas bangunan eksisting 120 m². Jumlah mahasiswa yang aktif dari tahun 2019 sampai 2022 adalah 180 mahasiswa, menurut Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) Tahun 2011 Tentang Rancangan Standar Sarana Dan Prasarana Pendidikan Tinggi Program Pascasarjana Dan Profesi menyatakan bahwa kapasitas luas ruang kuliah yaitu 2 m²/mahasiswa sehingga dibutuhkan luas bangunan sekitar 360 m² (Badan Standar Nasional Pendidikan, 2011). Keterbatasan ruangan tidak memungkinkan dilakukannya kegiatan perkuliahan maka dilakukan penambahan fasilitas.

Fasilitas kampus identik dengan sarana dan prasarana pendidikan. Sarana adalah semua perangkat, peralatan, bahan, dan perabotan yang secara langsung digunakan dalam proses pendidikan di sekolah dan prasarana pendidikan adalah semua perangkat kelengkapan dasar yang secara tidak langsung menunjang pelaksanaan proses pendidikan di kampus (Barnawi & Arifin, 2013; Prabowo & Lutfi, 2020; Wantania et al., 2019).

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi No. 03 Tahun 2010 tentang Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan dan Angka Kreditnya mendefinisikan bahwa Laboratorium adalah unit penunjang akademik pada lembaga pendidikan, berupa ruangan tertutup atau terbuka, bersifat permanen atau bergerak, dikelola secara sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi, dan/atau produksi dalam skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan metode keilmuan tentu, dalam

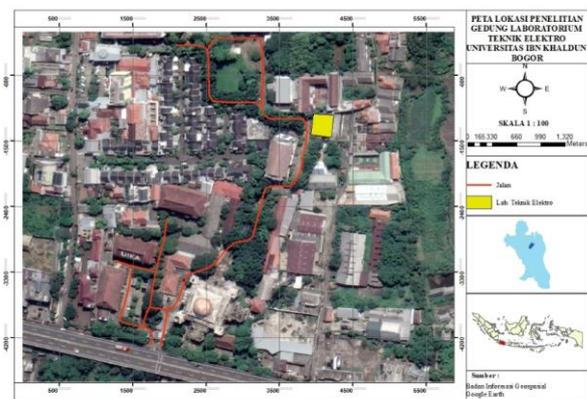
rangka pelaksanaan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat (Departemen Pekerjaan Umum, 2010)

Desain bangunan adalah proses kompleks yang melibatkan banyak elemen seperti bentuk, pemilihan material, dan perencanaan struktural. Tujuan utama dari perancangan bangunan adalah untuk menciptakan lingkungan yang nyaman, efisien dan aman bagi penggunaanya (Palakka et al., 2023).

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di bangunan Gedung Laboratorium Teknik Elektro Universitas Ibn Khaldun Bogor yang berlokasi di Jalan KH Sholeh Iskandar, KM 2, RT.01/RW.10, Kelurahan Kedung Badak, Kecamatan Tanah Sereal, Kota Bogor dengan koordinat bujur/*longitude* 106.793792 dan koordinat lintang/*latitude* - 6.559439. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai 8 Maret 2024. Denah lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Denah lokasi penelitian (sumber: *Google Earth*, 2024)

Data penelitian

Sumber data yang digunakan dalam analisis terbagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

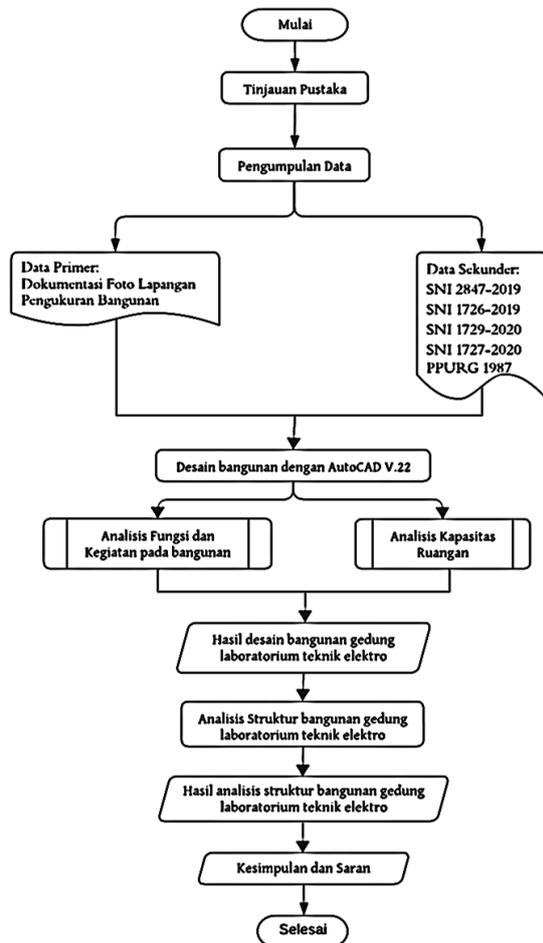
Merupakan data yang diperoleh dari hasil survei lokasi bangunan berupa:

 - a. Gambar sketsa bangunan, yaitu gambar hasil pengukuran dimensi bangunan yang dilakukan secara langsung.
 - b. Dokumentasi adalah foto bangunan eksisting
2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang dipakai untuk dijadikan pedoman dan persyaratan dalam analisis keandalan bangunan dari aspek keamanan yang terdiri dari Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Peraturan-peraturan

yang relevan lainnya. Data sekunder dalam penelitian ini terdiri dari SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung) (Badan Standardisasi Nasional, 2019), SNI 1729:2020 tentang (Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural) (Badan Standardisasi Nasional, 2020), SNI 2847:2019 tentang (Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung) (Badan Standardisasi Nasional, 2019) dan SNI 1727:2020 tentang (Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain) (Badan Standardisasi Nasional, 2020) pada Gedung Laboratorium Teknik Elektro.

Diagram alir penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian
 (sumber: analisis pribadi, 2024)

Berdasarkan (Muttaqin et al., 2014) Rasio kekuatan (DCR) adalah perbandingan atau rasio beban terhadap kapasitas kolom atau balok. Perencanaan struktur mengharuskan kapasitas

harus lebih besar dari beban rencana, sehingga sebaiknya digunakan kolom dan balok yang berwarna selain ungu dan merah. Kinerja struktur dapat dilihat dari warna yang muncul di balok atau kolom, setiap warna memiliki arti yang berbeda-beda. Penilaian tingkat keamanan struktur hasil ETABS diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penilaian tingkat keamanan struktur hasil ETABS

No.	Warna	Rasio Kekuatan (DCR)	Tingkat Keamanan
1.	Biru muda	0,00 s/d 0,50	Sangat aman
2.	Hijau	0,50 s/d 0,70	Aman
3.	Kuning	0,70 s/d 0,90	Aman
4.	Ungu	0,90 s/d 0,95	Cukup Aman
5.	Merah	$\geq 0,95$	Kritis s/d melebihi kapasitas (<i>over strength</i>)

(sumber: Muttaqin et al., 2014)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis bangunan eksisting

Bangunan Gedung Laboratorium Teknik Elektro difungsikan untuk memwadhahi seluruh kegiatan praktikum, penelitian, dan pengembangan ilmu di bidang teknik elektro. Desain bangunan ini berdasarkan pada analisis kebutuhan ruang, fungsi dan kegiatan pada seluruh fasilitas yang komprehensif untuk mendukung aktivitas akademik dan riset yang akan berlangsung di dalamnya.

Bangunan gedung laboratorium teknik elektro terdiri dari 2 lantai dengan luas lahan 360 m². Bangunan ini memiliki beberapa fasilitas diantaranya terdapat ruang kuliah, ruang praktikum, ruang dosen, ruang rapat dan toilet terpisah untuk laki-laki dan perempuan. Analisis fungsi dan kegiatan pada bangunan gedung laboratorium teknik elektro bertujuan untuk mengidentifikasi dan memahami peran serta aktivitas yang terjadi di setiap ruangan guna meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pengguna.

Analisis fungsi dan kegiatan pada semua ruangan di Gedung Laboratorium Teknik Elektro menunjukkan bahwa setiap ruangan memiliki peran dan fungsi spesifik yang didukung oleh fasilitas yang sesuai. Ruang kuliah, ruang dosen, ruang praktikum, dan ruang rapat semuanya dilengkapi dengan fasilitas yang mendukung kegiatan akademik dan administratif (Prasesti et al., 2021; Wicaksono, 2011). Hasil analisis fungsi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis fungsi dan kegiatan pada bangunan

No.	Fasilitas	Fungsi Utama	Jenis Kegiatan	Fasilitas Pendukung	Catatan Khusus
1.	Ruang kuliah	Pembelajaran	Kuliah, diskusi, presentasi	Proyektor, papan tulis, kursi, meja, AC	-
2.	Ruang Dosen	Ruang kerja dosen	Menulis, membaca, memeriksa dan memberikan konsultasi	Meja kerja, kursi komputer, rak buku,	-
3.	Ruang Praktikum	Praktikum mahasiswa	Melakukan penelitian, merancang bahan praktikum	Alat lab, komputer, meja kerja	-
4.	Ruang Rapat	Ruang pertemuan	Rapat staf, pertemuan kelompok	Meja rapat, proyektor, papan tulis	-
5.	Toilet	Sanitasi	Penggunaan toilet	Toilet jongkok, ember	Kebersihan penting
6.	Koridor	Sirkulasi	Pergerakan antar ruangan	Penerangan	Kenyamanan dan keamanan
7.	Tangga	Akses	Pindah antar lantai	Pegangan tangga, tanda petunjuk, penerangan	Keamanan diutamakan
8.	Void	Sirkulasi udara	Ruang terbuka	-	Estetika dan kenyamanan

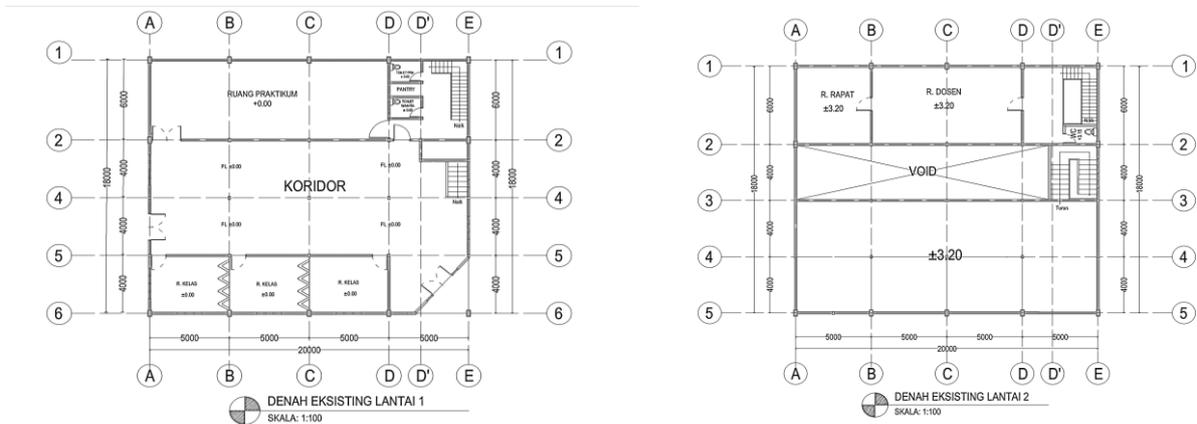
(sumber: analisis pribadi, 2024)

Salah satu aspek penting dalam perancangan bangunan gedung adalah menganalisis kapasitas pengguna yang bertujuan untuk menentukan jumlah maksimal pengguna yang dapat ditampung di setiap ruangan, sehingga desain dapat

disesuaikan untuk mengakomodasi kebutuhan tersebut. Ruang yang akan dianalisis kapasitasnya meliputi ruang kuliah, ruang dosen, ruang praktikum, dan ruang rapat. Hasil analisis kapasitas ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis kapasitas pengguna fasilitas bangunan eksisting

No.	Fasilitas	Luas Ruang/orang (m ²)	Luas Total Minimal (m ²)	Luas total ruang (m ²)	Rincian Kapasitas	Total Kapasitas	Jumlah luas ruangan (m ²)	Ket.
1	Ruang kuliah	2 m ²	20 m ²	20 m ²	17 Mahasiswa 1 Dosen	18 orang	36 m ²	Tidak mencukupi
2	Ruang Dosen	4 m ²	4,5 m ²	4,5 m ²	1 Dosen	1 orang	4 m ²	Mencukupi
3	Ruang Praktikum	2,5 m ²	45 m ²	90 m ²	29 Mahasiswa 1 Dosen	30 orang	75 m ²	Mencukupi
4	Ruang Rapat	4 m ²	48 m ²	30 m ²	11 Dosen	11 orang	44 m ²	Tidak Mencukupi

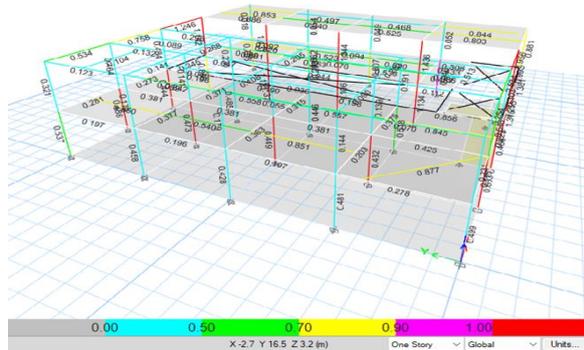


Gambar 3. Denah bangunan eksisting (sumber: analisis pribadi, 2024)

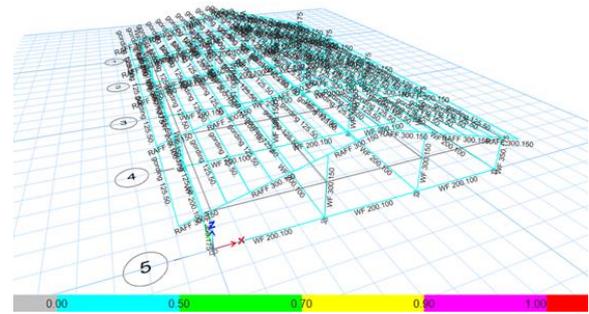
Desain denah bangunan eksisting pada Gambar 3 memiliki beberapa ruangan dengan luas ruang kuliah masing-masing 20 m² yang terdiri dari 3 ruangan, maka total keseluruhan luas ruang kuliah 60 m². Luas ruang praktikum 90 m², luas toilet laki laki dan toilet perempuan 4 m², Luas koridor sekitar 180 m², sehingga luas total keseluruhan pada lantai satu adalah 354 m².

Setelah dilakukan analisis struktur menggunakan bantuan aplikasi ETABS V.21.0, dapat dilihat kinerja elemen struktur pada gedung eksisting berdasarkan beban yang bekerja. Hasil analisis struktur dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Hasil analisis pemodelan pada struktur eksiting bangunan Gedung Laboratorium Teknik Elektro terlihat bahwa ada beberapa elemen kolom dan balok mengalami kegagalan dengan ditandai warna merah pada bagian elemen-elemen yang gagal yaitu pada posisi rasio $\geq 0,95$ dengan tingkat keamanan kritis sampai dengan melebihi kapasitas.



Gambar 4. Hasil analisis pemodelan bangunan eksisting
 (sumber: analisis pribadi, 2024)



Gambar 5. Hasil analisis pemodelan struktur rangka atap bangunan eksisting
 (sumber: analisis pribadi, 2024)

Analisis bangunan rencana

Gedung Laboratorium Teknik Elektro pada bangunan eksiting perlu dilakukan desain ulang pada lantai dua bangunan gedung. Perubahan tata ruang menjadi faktor utama yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan desain bangunan dengan mengoptimalkan setiap area yang tersedia dan akan berdampak pada desain arsitektur secara keseluruhan. Fasad bangunan perlu disesuaikan untuk mengakomodasi perubahan ruangan di dalamnya serta perlu di analisis struktur bangunannya untuk memastikan kekuatan dan keamanan bangunan setelah adanya perubahan desain. Berdasarkan pada hasil analisis kapasitas ruang pada bangunan eksisting maka perlu dilakukan desain ulang pada lantai dua dengan memperluas kapasitas ruang kuliah dan ruang rapat, sebagai pembanding pada bangunan eksisting maka dilakukan analisis kapasitas pada lantai dua berikut analisis kapasitas rencana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis kapasitas pengguna fasilitas rencana

No.	Fasilitas	Luas Ruang/orang (m ²)	Luas Total Minimal (m ²)	Luas total ruang (m ²)	Rincian Kapasitas	Total Kapasitas	Jumlah luas ruangan (m ²)	Ket
1	Ruang kuliah	2 m ²	20 m ²	40 m ²	17 Mahasiswa 1 Dosen	18 orang	36 m ²	Mencukupi
2	Ruang Rapat	4 m ²	48 m ²	50 m ²	11 Dosen	11 orang	44 m ²	Mencukupi

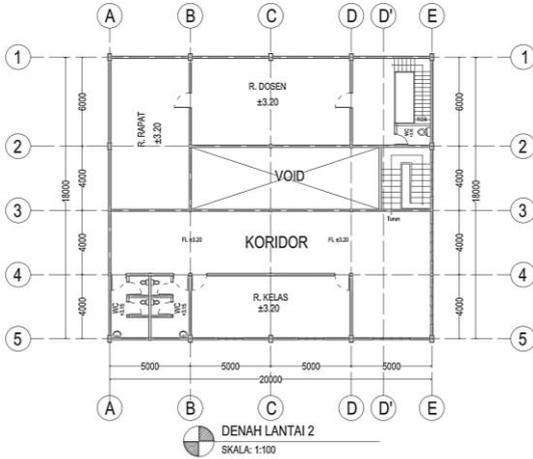
(sumber: analisis pribadi, 2024)

Bangunan Gedung Laboratorium Teknik Elektro pada lantai dua di desain dengan menambahkan ruang kelas, ruang rapat, satu toilet laki-laki dan satu toilet perempuan. Ruang kuliah akan di tambahkan satu ruangan seluas 40 m². Ruang rapat di desain dengan menambahkan luas sebesar 20 m² disesuaikan dengan kapasitas yang dibutuhkan. Fasilitas toilet juga menjadi perhatian penting dalam mendesain ulang untuk memenuhi

kebutuhan sanitasi bagi pengguna gedung baik mahasiswa maupun dosen. Denah rencana lantai dua ditunjukkan pada Gambar 6.

Fasad bangunan rencana Gedung Laboratorium Teknik elektro didesain dengan gaya arsitektur modern didominasi dengan warna merah yang memberikan kesan dinamis dan energik sesuai dengan fungsinya sebagai gedung laboratorium teknik elektro. Jendela-jendela besar

memaksimalkan pencahayaan alami ke dalam ruangan dilengkapi tritisan jendela dan bukaan ventilasi membantu mengatur sirkulasi udara yang masuk kedalam ruangan. Fasad bangunan rencana ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 6. Denah rencana lantai 2 (sumber: analisis pribadi, 2024)



Gambar 7. Fasad bangunan rencana Gedung Laboratorium Teknik Elektro (sumber: analisis pribadi, 2024)

Parameter bangunan Gedung Laboratorium Teknik Elektro ini dilakukan berdasarkan luas lahan yang direncanakan dengan penambahan fasilitas ruangan. Data parameter ditunjukkan pada Tabel 5.

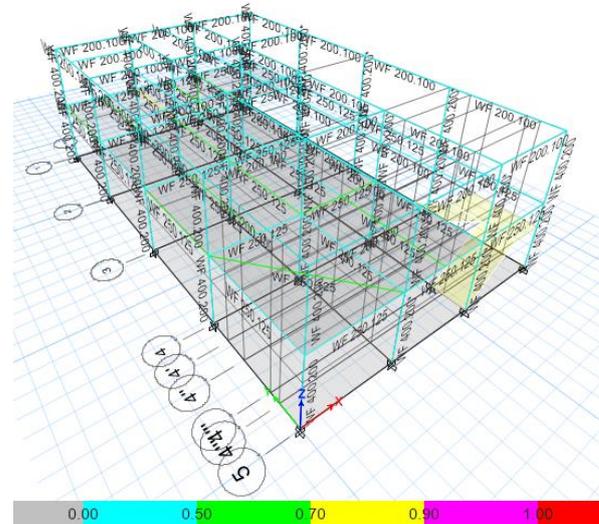
Tabel 5. Data parameter bangunan rencana

No.	Jenis Data	Nilai / Keterangan
1	Fungsi Bangunan	Pelayanan Pendidikan
2	Lebar Bangunan	12 Meter
3	Panjang Bangunan	20 Meter
4	Tinggi Bangunan	6,40 Meter sampai atap pelat, 9,51 meter sampai atap
5	Jumlah Lantai	2 lantai
6	Tebal Pelat	12 cm
7	Dimensi Kolom	K (WF 400.200.8.13) (Gunung Garuda, 2017)

8	Dimensi Balok	B1 (250.125.6.9) B2 (200.100.5.5,8)
9	Mutu Baja	BJ 37 ($f_y = 240$ MPa; $f_u = 370$ MPa)
10	Mutu Beton	$f'_c = 24,9$ MPa (K-300)

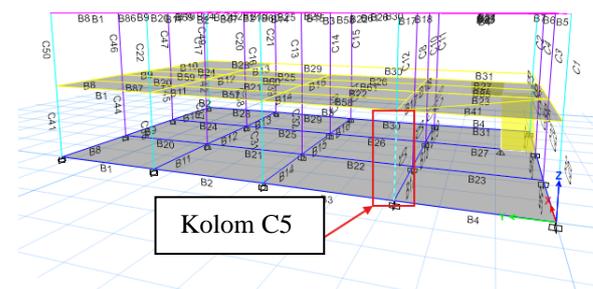
(sumber: analisis pribadi, 2024)

Hasil analisis pemodelan pada struktur rencana dinyatakan aman terhadap gaya-gaya luar pada bangunan dengan tidak ditemukannya elemen struktur yang mengalami kegagalan dengan ditandai warna biru muda, kuning dan hijau yang berada di posisi rasio 0,0 s/d 0,90 yaitu pada tingkat keamanan yang (sangat aman), kemudian masuk ketahap perhitungan manual untuk analisis elemen kolom dan balok guna memperhitungkan kekuatan elemen yang digunakan apakah sesuai dengan persyaratan yang berlaku pada SNI 1729-2020 atau tidak. Hasil analisis pemodelan struktur rencana bangunan Gedung Laboratorium Teknik Elektro ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil analisis pemodelan struktur bangunan rencana tanpa beban gempa (sumber: analisis pribadi, 2024)

Posisi salah satu kolom yang akan dianalisis perhitungannya ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Posisi kolom C5 (sumber: analisis struktur dengan ETABS V.21.0, 2024)

Besaran nilai gaya-gaya dalam pada kolom di Input ke dalam Ms Excel guna menganalisis beberapa kondisi yaitu, analisis kelangsingan penampang tekan, kekuatan tekuk lentur dan kekuatan tekuk torsi, berikut ini properti material pada penampang profil kolom C5 yaitu WF 400.200.8.13 ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Properti material pada penampang profil kolom C5

Parameter	Nilai	Satuan
Lebar sayap (h_f)	400	mm
Lebar Badan (b_f)	200	mm
Tebal Badan (t_w)	8	mm
Tebal sayap (t_f)	13	mm
Radius (r)	16	mm
Luas Penampang (A)	8410	mm ²
Momen Inersia terhadap sb.x (I_x)	22557,4	cm ⁴
Momen Inersia terhadap sb.y (I_y)	1450,8	cm ⁴
Jari-jari rotasi (r_x)	166,6	mm
Jari-jari rotasi (r_y)	42,3	mm
Modulus ketahanan (S_x)	1085,8	cm ³
Modulus ketahanan (S_y)	145,1	cm ³
Modulus penampang plastis (Z_x)	1266,6	cm ³
Modulus penampang plastis (Z_y)	237,5	cm ³
Unit mass (w)	66,00	kg/m
Faktor reduksi kekuatan aksial tekan (Φ_n)	0,85	
Faktor reduksi kekuatan lentur (Φ_b)	0,9	
Faktor reduksi kekuatan geser (Φ_f)	0,75	

(sumber: hasil deskripsi steel frame design dengan ETABS V.21.0, 2024)

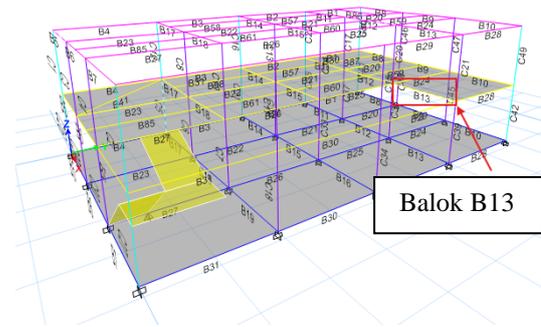
Hasil perhitungan manual kolom C5 berdasarkan LRFD (Setiawan, 2008) ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil perhitungan manual kolom C5

Parameter	Nilai	Ket
Analisis kelangsingan Sayap (flanges)	$7,385 \leq 16,166$	$(b/t) \leq \lambda_r$
	OK	
Badan (web)	$41,5 \leq 43,013$	
	OK	
Kekuatan tekuk lentur	$1619,77 \text{ kN} \geq 549,4926 \text{ kN}$	$\Phi_c \cdot P_n \geq P_u$
	OK	
Kekuatan tekuk torsi	$575,334 \text{ kN} \geq 180,0595 \text{ kN}$	
	OK	

(sumber: analisis pribadi)

Posisi salah satu balok pada lantai satu yang akan dianalisis perhitungan manualnya ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 10. Posisi Balok B13

(sumber: analisis struktur dengan ETABS V.21.0, 2024)

Besaran nilai gaya-gaya dalam pada blok di Input ke dalam Ms Excel guna menganalisis beberapa kondisi yaitu, analisis desain lentur balok dan analisis desain geser balok. Properti material pada penampang balok WF 250.125.6.9 ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Properti material pada penampang balok B13

Parameter	Nilai	Satuan
Lebar sayap (h_f)	250	mm
Lebar Badan (b_f)	125	mm
Tebal Badan (t_w)	9	mm
Tebal sayap (t_f)	6	mm
Radius (r)	12	mm
Luas Penampang (A)	3766	mm ²
Momen Inersia terhadap sb.x (I_x)	4077,1	cm ⁴
Momen Inersia terhadap sb.y (I_y)	294	cm ⁴
Jari-jari rotasi (r_x)	103,8	mm
Jari-jari rotasi (r_y)	27,9	mm
Modulus ketahanan (S_x)	326,2	cm ³
Modulus ketahanan (S_y)	47	cm ³
Modulus penampang plastis (Z_x)	368,1	cm ³
Modulus penampang plastis (Z_y)	73,3	cm ³
Unit mass (w)	29,60	kg/m
Faktor reduksi kekuatan lentur (Φ_b)	0,9	
Faktor reduksi kekuatan geser (Φ_f)	0,75	

(sumber: hasil deskripsi steel frame design dengan ETABS V.21.0, 2024)

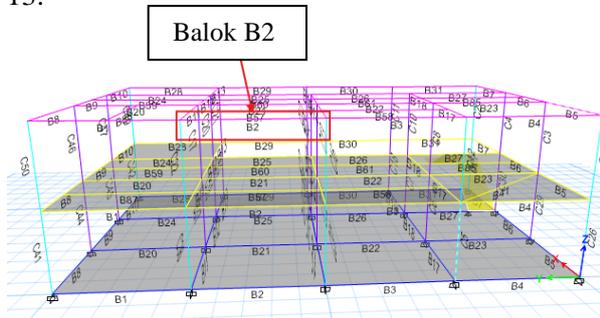
Hasil perhitungan manual balok B13 berdasarkan LRFD (Lesmana, 2021) ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil perhitungan manual balok b13

Parameter	Nilai	Keterangan
Analisis desain lentur	795,096 kN.m \geq 13,8887 kN.m OK	$\Phi b * Mn \geq Mu$
Analisis desain geser	164,160 kN \geq 25,2982 kN OK	$\Phi * Vn \geq Vu$

(sumber: analisis pribadi)

Posisi salah satu balok atap yang akan dianalisis perhitungannya manualnya ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Posisi Balok B2

(sumber: analisis struktur dengan ETABS V.21.0, 2024)

Berdasarkan analisis sebelumnya maka prosedur pada analisis ini sama yaitu menganalisis pada kondisi, analisis desain lentur balok dan analisis

Tabel 11. Hasil perhitungan manual balok B2

Parameter	Nilai	Keterangan
Analisis desain lentur	45,576 kN.m \geq 1,138 kN.m OK	$\Phi b * Mn \geq Mu$
Analisis desain geser	155,632 kN \geq 0,9655 kN OK	$\Phi * Vn \geq Vu$

(sumber: analisis pribadi)

Rencana anggaran biaya

Berdasarkan hasil desain dan perencanaan struktur bangunan Gedung Laboratorium Teknik Elektro

desain geser balok. Properti material pada penampang balok WF 200.100.5,5.8 ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Properti material pada penampang balok B2

Parameter	Nilai	Satuan
Lebar sayap (h_f)	200	mm
Lebar Badan (b_f)	100	mm
Tebal Badan (t_w)	8	mm
Tebal sayap (t_r)	5,5	mm
Radius (r)	11	mm
Luas Penampang (A)	2716	mm ²
Momen Inersia sb.x (I_x)	1857,5	cm ⁴
Momen Inersia sb.y (I_y)	134	cm ⁴
Jari-jari rotasi (r_x)	82,4	mm
Jari-jari rotasi (r_y)	22,1	mm
Modulus ketahanan (S_x)	185,8	cm ³
Modulus ketahanan (S_y)	26,8	cm ³
Mod. penampang plastis (Z_x)	211	cm ³
Mod. penampang plastis (Z_y)	42	cm ³
Unit mass (w)	21,30	kg/m
Reduksi kekuatan lentur (Φb)	0,9	
Reduksi kekuatan geser (Φf)	0,75	

(sumber: hasil deskripsi steel frame design dengan ETABS V.21.0, 2024)

Hasil perhitungan manual balok B2 berdasarkan LRFD ditunjukkan pada Tabel 11.

UIKA Bogor diperlukan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang berdasarkan AHSP tahun 2021 yang ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Rencana anggran biaya (RAB)

No	Uraian Pekerjaan	Sub Jumlah (Rp)
A	PEKERJAAN PERSIAPAN	
I	Pembersihan Lapangan Setelah Pekerjaan Selesai	1,500,000.00
	Jumlah A	1,500,000.00
B	PEKERJAAN LANTAI 1	
I	Pekerjaan Galian Dan Urugan	12,798,989.00
II	Pekerjaan Pondasi	62,102,544.00
III	Pekerjaan Beton Dan Struktur Baja	206,711,047.50
IV	Pekerjaan Pasangan	172,759,900.00
V	Pekerjaan Kusén	79,840,000.00
VI	Pekerjaan Atap Dan Plafond	24,619,560.00
VII	Pekerjaan Plumbing Dan Sanitair	21,379,830.00
VIII	Pekerjaan Elektrikal	5,997,200.00
IX	Pekerjaan Pengecatan/Finishing	22,293,008.00
	Jumlah B	608,502,08.50
C	PEKERJAAN LANTAI 2	
I	Pekerjaan Beton Dan Struktur Baja	312,816,240.00
II	Pekerjaan Pasangan	252,127,648.00

III	Pekerjaan Kusen	58,990,000.00
IV	Pekerjaan Atap Dan Plafond	269,690,040.00
V	Pekerjaan Plumbing Dan Sanitair	21,313,560.00
VI	Pekerjaan Elektrikal	5,140,000.00
VII	Pekerjaan Pengecatan/Finishing	16,603,920.00
Jumlah C		936,681,408.00
Jumlah Jumlah Total		1,546,683,486.50
Jumlah Jumlah Dibulatkan		1,547,000,000.00

Terbilang : Satu Miliar Lima Ratus Empat Puluh Tujuh Juta Rupiah

(sumber: analisis pribadi, 2024)

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian maka pembahasan dari penelitian desain dan analisis struktur bangunan Gedung Laboratorium Teknik Elektro Universitas Ibn Khaldun Bogor dengan menganalisis desain bangunan eksisting dan mendesain bangunan rencana, serta menganalisis struktur dan pemodelan dengan aplikasi ETABS V.21.0 adalah:

1. Hasil analisis desain bangunan eksisting setelah dilakukan pemeriksaan secara langsung menunjukkan bahwa fungsi pada setiap ruangan sudah sesuai dengan sarana dan prasana diantaranya pada lantai satu terdapat ruang kuliah, ruang praktikum, koridor, toilet laki-laki dan toilet perempuan dan pada lantai dua terdapat ruang dosen, ruang rapat dan satu toilet. Pada hasil analisis kapasitas terdapat dua ruangan yang tidak mencukupi yaitu pada ruang kuliah dan ruang rapat dengan luas yang ditunjukkan pada Tabel 3. yang artinya kapasitas pada ruang kuliah dan ruang rapat belum memenuhi persyaratan luas ruangan berdasarkan Badan Standar Nasional Pendidikan tahun 2011.
2. Hasil desain rencana pada Bangunan Gedung Laboratorium Teknik Elektro adalah dengan menambahkan satu ruang kuliah baru pada lantai dua dengan luas 40 m² dan pada ruang rapat ditambahkan luasnya menjadi 50 m² disesuaikan dengan standar yang digunakan pada BNSP tahun 2011.
3. Hasil analisis struktur bangunan eksisting mengalami kegagalan ditandai dengan warna merah yang berada pada posisi rasio $\geq 0,95$ yaitu pada bagian kolom C-48, C-51, C-50, C-43, C-38, C-33, C-28, C-66, C-26, C-20, C-11, C-3, C-45, C-41, C-35, C-30, C-31, dan balok bagian B-27, B-3, yang artinya rasio beban terhadap kapasitas kolom dan balok kritis sampai dengan melebihi kapasitas, sehingga ada beberapa elemen struktur eksisting yang tidak harus digunakan kembali pada bangunan rencana.

4. Hasil analisis struktur bangunan rencana Gedung Laboratorium Teknik Elektro adalah:

- 1) Luas bangunan berdasarkan luas lahan yang tersedia, bangunan rencana gedung laboratorium teknik elektro direncanakan dengan ukuran 12 × 20 meter.
- 2) Material struktur rangka kolom, balok dan atap menggunakan komposit sedangkan struktur pelat menggunakan material beton bertulang. Spesifikasi material struktur Bangunan Gedung Laboratorium menggunakan mutu baja BJ37, mutu beton ($f'c$) 24,9 Mpa, mutu baja tulangan leleh (f_y) 280 MPa (ulir dan polos). Tebal pelat beton yang digunakan adalah 12 cm (penulangan dua lapis dan dua arah dengan dimensi tulangan Ø10-120, Ø10-120)
- 3) Desain elemen struktur kolom menggunakan profil WF 400.200.8.13 dan elemen struktur balok lantai satu menggunakan profil WF 250.125.6.9 sedangkan struktur balok pada lantai atap menggunakan profil WF 200.100.5.5.8. Hasil analisis pemodelan pada struktur rencana dinyatakan aman terhadap gaya-gaya luar terhadap bangunan, dan tidak ditemukannya elemen struktur yang mengalami kegagalan dengan ditandai warna biru muda, kuning dan hijau yang berada di posisi rasio 0,0 s/d 0,90 artinya sangat aman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil desain dan analisis struktur bangunan eksisting didapatkan bahwa terdapat dua ruangan yang belum memenuhi persyaratan luas ruangan yaitu pada ruang kuliah dan ruang rapat dengan hasil analisis struktur eksisting mengalami kegagalan ditandai dengan warna merah yang berada pada posisi rasio $\geq 0,95$ (kritis). Hasil desain dan analisis struktur rencana berdasarkan BNSP tahun 2011 yaitu dengan menambahkan satu ruang kuliah baru pada lantai dua dengan luas 40 m² dan pada ruang rapat ditambahkan luasnya menjadi 50 m², hasil analisis struktur rencana berdasarkan SNI didapatkan luas rencana gedung laboratorium

dengan ukuran 12×20 meter, struktur baja, pelat beton bertulang. Spesifikasi material mutu baja BJ 37, mutu beton ($f'c$) 24,9 Mpa, mutu baja tulangan leleh (f_y) 280 MPa (ulir dan polos). Dimensi kolom WF 400.200.8.13, dimensi balok WF 250.125.6.9 (lantai satu), WF 200.100.5.5.8 (lantai dua). Rencana anggaran biaya pembangunan Gedung Laboratorium Teknik Elektro adalah sebesar Rp1,547,000,000,00

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2011). *Standar Sarana Dan Prasarana Pendidikan Tinggi Program Pascasarjana dan Profesi*. Badan Standar nasional Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019a). Standar Nasional Indonesia SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. In *Badan Standardisasi Nasional*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019b). Standar Nasional Indonesia SNI 2847-2019 Tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. In *Badan Standardisasi Nasional*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020a). Standar Nasional Indonesia SNI 1727-2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. In *Badan Standardisasi Nasional*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020b). Standar Nasional Indonesia SNI 1729-2020 Tentang Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. In *Badan Standardisasi Nasional*.
- Barnawi, & Arifin, M. (2013). *Mengelola Sekolah Berbasis Entrepreneurship*. Ar-Ruzz Media.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2010). Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara Dan Reformasi Birokrasi No. 03 Tahun 2010. In *Sekretariat Negara Indonesia* (Vol. 1999, pp. 2–22).
- Gunung Garuda. (2017). *Gunung Garuda Catalogue*.
- Lesmana, Y. (2021). *Handbook Analisa dan Desain Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729-2020*. Nas Media Pustaka (IKAPI).
- Muttaqin, M. A., Yuniarto, E., & Hendri, A. (2014). Evaluasi Cepat Struktur Portal Beton Bertulang terhadap Gempa. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Fakultas Teknik*, 1(1), 1–8.
<https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/3761/0>
- Palakka, P., Mutawakkil, M. R., Asridal, M. A., Urinta, M. T., & Anugrah, M. F. (2023). Peran Kecerdasan Buatan dalam Efisiensi Desain Bangunan. *Prosiding Seminar Nasional Dies Natalis UNM Ke-72*, 1(1), 152–157.
<https://doi.org/10.59562/semnasdies.v1i1.755>
- Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi (2020).
- Prabowo, A., & Lutfi, M. (2020). Analisis Struktur Bangunan Gedung Sekolah akibat Penambahan Ruang Kelas Baru (Studi Kasus di SMK Bina Putera Kota Bogor). *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 4(2).
<https://doi.org/10.12962/J26151847.V4I2.6887>
- Prasesti, O., Alhamdani, M. R., & Rudyono, R. (2021). Evaluasi Pasca Huni Aspek Fungsional pada Bangunan Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa) Universitas Tanjungpura. *JMARS: Jurnal Mosaik Arsitektur*, 9(2), 496.
<https://doi.org/10.26418/jmars.v9i2.48668>
- Pratiwi, E. G. (2022). *Perencanaan Struktur Gedung 6 (Enam) Lantai Fakultas Teknik Universitas Siliwangi* [Universitas Siliwangi]. <http://repositori.unsil.ac.id/6156/>
- Setiawan, A. (2008). *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*. Erlangga.
- Wantania, R., Handono, B. D., & Pandaleke, R. (2019). Perencanaan Bangunan Sekolah Konstruksi Baja 4 Lantai di Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(9), 1179–1190.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/jss/article/view/24611>
- Wicaksono, P. P. (2011). *Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai* [Universitas Sebelas Maret].
<https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/18068/Perencanaan-Struktur-Gedung-Sekolah-Dua-Lantai>