



p-ISSN 2085-8507
e-ISSN 2722-3280

TECHNOLOGIC

VOLUME 14 NOMOR 2 | DESEMBER 2023

POLITEKNIK ASTRA

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polytechnic.astra.ac.id

Email: editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

DEWAN REDAKSI Technologic

Ketua Editor:

Dr. Setia Abikusna, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.

Dewan Editor:

Lin Prasetyani, S.T., M.T.

Rida Indah Fariani, S.Si., M.T.I

Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T.

Mitra Bestari:

Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T. (Universitas Negeri Jakarta)

Harki Apri Yanto, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)

Dr. Sirajuddin, S.T., M.T. (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng. (Politeknik Negeri Sriwijaya)

Administrasi:

Asri Aisyah, A.md.

Kristina Hutajulu, S.Kom.

Kantor Editor:

Politeknik Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polytechnic.astra.ac.id

Email: editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 14 No. 2, Edisi Desember 2023.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Desember 2023 kali ini berisi 12 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, dan semoga di tahun 2024 semakin sukses dan Berjaya. Tak lupa kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Perlu kami sampaikan untuk meningkatkan kualitas jurnal, Jurnal Technologic sudah menggunakan OJS versi 3, dalam rangka persiapan akreditasi jurnal, mohon dukungan dari para peneliti dan pembaca agar persiapan tersebut lancar dan mendapat hasil yang maksimal.

Selamat membaca!

DAFTAR ISI

PEMBUATAN KOMPONEN MODUL UNTUK INDIKATOR LEVEL BENSIN MENJADI LEVEL BATERAI PADA <i>DISPLAY</i> SEPEDA MOTOR LISTRIK KONVERSI TANPA MERUBAH FUNGSI DAN TAMPILAN ORISINAL <i>DISPLAY</i> SEPEDA MOTOR	74
Afitro Adam Nugraha , Ajib Rosadi, dan Yohanes Climacus Utama	
EFEKTIVITAS PEMBUATAN 3D MODEL MENGGUNAKAN <i>VISUAL SCRIPT</i> (STUDI KASUS: PROYEK JORR ELEVATED RUAS CIKUNIR – ULUJAMI, JAKARTA)	80
Dica Rosmyanto, Muhammad Pandu Madani	
OPTIMASI PEKERJAAN <i>PATCHING</i> MENGGUNAKAN <i>ASPHALT PRE-CAST</i> PADA JALAN TOL CIKOPO - PALIMANAN	86
Andry Wisnu Prabowo, Cintri Anjani Rahmada Putri	
ANALISIS KINERJA WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE <i>EARNED VALUE</i> PADA PROYEK X DI JAWA BARAT	93
Cintri Anjani Rahmada Putri , Awal Fikri Arsalan	
EFEKTIVITAS PERKUATAN STRUKTUR AULA DENGAN METODE EVALUASI STRUKTUR	100
Sofian Arissaputra, Faid Elhar	
ANALISIS <i>WASTE MATERIAL</i> MENGGUNAKAN <i>FAULT TREE ANALYSIS</i> PADA PEKERJAAN <i>CONCRETE BARRIER</i>	107
Merdy Evalina Silaban , Amir Hamzah Pamungkas	
PURWARUPA SIMULATOR <i>THROTTLE-BY-WIRE</i> SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN <i>ENGINE MANAGEMENT SYSTEM</i>	115
Aditya Endratma, Ajib Rosadi, dan Yohanes C. Utama	
PENGENDALIAN KUALITAS HASIL PRAKTIKUM <i>SAND CASTING</i> DENGAN PENDEKATAN <i>STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC)</i> MENGGUNAKAN PETA KENDALI VARIABEL	121
Rifdah Zahabiyah, Rohmat Setiawan, dan Noviani Putri Sugihartanti	
RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PERSEDIAAN <i>SPAREPART DIES</i> MENGGUNAKAN <i>QR CODE</i> DENGAN METODE <i>DESIGN THINKING</i> PADA PT XYZ	127
Rohmat Setiawan, Dita Ameilya Kusuma, Ida Bagus Indra Widi K., dan Rifdah Zahabiyah	
PENGGANTIAN UKURAN <i>NOZZLE VACUUM DRYER</i> MENGGUNAKAN METODE <i>8 STEPS</i> UNTUK MENGURANGI <i>MOISTURE</i> PADA <i>CRUDE PALM OIL (CPO)</i> DI PT LETAWA	135
Nensi Yuselin, Edwar Rosyidi, Hasanuddin Pardomuan Lubis	

OPTIMALISASI DIMENSI <i>FEED SYSTEM</i> PADA CETAKAN <i>BODY CALIPER</i> UNTUK EFISIENSI BAHAN BAKU	142
Agung Kaswadi, Taufik Irmawan, dan Mohamad Rizki Darmawan	
ANALISIS <i>QUANTITY TAKE OFF</i> PADA PEKERJAAN ARSITEK STUDI KASUS APARTEMEN GARDEN SERPONG	150
Kartika Setiawati , Dwicky Titto Sundjava	

EFEKTIVITAS PERKUATAN STRUKTUR AULA DENGAN METODE EVALUASI STRUKTUR

Sofian Arissaputra¹, Faid Elhar²

1,2. Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Astra, Cibatu, Cikarang Selatan, Bekasi, 17530, Indonesia

E-mail: sofian.arissaputra@polytechnic.astra.ac.id¹, faidelhar@gmail.com²

Abstract--One method of structural reinforcement is the addition of secondary beams with the aim of improving the performance of a building to support the demands of increasingly complex building usage. The case study in this research involves a 2-story steel structure building from PT Astra Daihatsu Motor, which currently serves as a multipurpose space and warehouse and is to be converted into an auditorium and server room. This change in room function results in an increase in the live load on the floor slab from 2.50 kN/m² to 4.79 kN/m². This research refers to the Specification for Structural Steel Building (SNI 1729-2020), loading follows the Minimum Design Load and Criteria for Buildings and Other Structures (SNI 1727-2020), and the Earthquake Code for Building and Non-Building Structures (SNI 1726-2019). By utilizing 3D modeling in the structural analysis assisted by the ETABS software program, it was determined that the existing model is not strong enough to withstand the live load of 4.79 kN/m² due to the change in building function. It was also found that the method of reinforcing the secondary beams is capable of supporting the planned load, and in terms of cost, it is much more cost-effective than constructing a new building. The secondary beams added due to the change in building function are WF 200x100x5.5x8 with a length of 252 meters.

Keywords : Structure Reinforcement, Secondary Beam, Steel Structure, Live Load

Abstrak--Salah satu metode perkuatan struktur adalah penambahan balok anak dengan tujuan meningkatkan kinerja bangunan dalam rangka mendukung tuntutan penggunaan bangunan yang semakin kompleks. Studi kasus pada penelitian ini adalah bangunan struktur baja 2 lantai dari PT Astra Daihatsu Motor yang saat ini berfungsi sebagai ruang serba guna dan gudang akan dialihkan menjadi ruang aula dan ruang server. Perubahan fungsi ruang ini berakibat pada beban hidup pelat lantai yang meningkat dari 2,50 kN/m² menjadi 4,79 kN/m². Penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729-2020), pembebanan mengacu pada Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2020), dan SNI Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2019). Dengan menggunakan pemodelan 3D pada analisis struktur yang dibantu menggunakan program software ETABS, didapatkan bahwa model eksisting tidak kuat menahan beban hidup 4,79 kN/m² akibat perubahan fungsi bangunan dan didapatkan bahwa metode perkuatan balok anak yang dilakukan mampu menahan beban yang direncanakan, dari segi biaya jauh lebih hemat dari membangun bangunan baru. Adapun balok anak yang ditambahkan akibat perubahan fungsi bangunan adalah WF 200x100x5,5x8 sepanjang 252 m.

Kata Kunci: Perkuatan Struktur, Balok Anak, Struktur Baja, Beban Hidup

I. PENDAHULUAN

Alih fungsi bangunan adalah hal yang lumrah terjadi di dunia konstruksi dengan adanya tuntutan penggunaan bangunan yang kompleks sehingga penelitian ini adalah menganalisa bangunan kantor eksisting menjadi aula dan ruang server merupakan hal yang perlu dicek lebih lanjut terkait kekuatan bangunan tersebut. Dengan mengecek bangunan eksisting, diharapkan agar bisa memaksimalkan bangunan gedung yang sudah ada dan tidak perlu membangun gedung yang baru dan pastinya bisa menghemat biaya konstruksi.

Perkuatan struktur pada bangunan kantor yang akan diubah menjadi aula dapat dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kekuatan struktur bangunan agar mampu menahan beban yang lebih berat dan lebih banyak orang. Perkuatan struktur pada bangunan gedung dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti menambahkan kolom atau balok baru, memperkuat pondasi, memperkuat dinding atau lantai, dan sebagainya (Sutjiadi, 2021). Hal ini bertujuan untuk meningkatkan daya tahan bangunan terhadap beban dan getaran, sehingga dapat memberikan ruang

yang lebih aman dan nyaman untuk digunakan sebagai fungsi gedung baru (Hadibroto, 2018).

Penelitian ini mengambil studi kasus pada gedung bangunan di PT Astra Daihatsu Motor yang semula adalah kantor dan sekarang mau dialihfungsikan menjadi aula dan ruang server. Kasus perubahan fungsi bukanlah hal yang baru di dunia teknik sipil dan keahlian untuk menganalisis gedung eksisting diperlukan oleh lulusan teknik sipil untuk mendesain secara efektif gedung eksisting dan bisa mengakomodasi gedung baru.

Alih fungsi baru menjadi perhatian karena beban yang bertambah untuk bangunan tersebut. Menurut Sutjiadi (2021), beban yang bekerja pada pemodelan struktur bangunan ini adalah beban gravitasi dan beban gempa (dinamis). Beban gravitasi yang diperhitungkan adalah beban sendiri struktur dan beban hidup pada bangunan eksisting tersebut, dalam hal ini adalah beban hidup kantor yaitu 250 kg/m².

Setelah struktur gedung dicek terhadap beban gravitasi, dilanjutkan dengan beban gempa. Gempa dapat mengakibatkan bangunan mengalami gerakan horizontal dan vertikal, pada gaya horizontal, gaya gempa menyerang titik-titik lemah pada struktur yang kekuatannya tidak memadai dan akan langsung menyebabkan keruntuhan (Arissaputra & Widyana, 2022)

Analisis kekuatan struktur adalah sebuah tindakan memodifikasi struktur yang sudah ataupun belum mengalami kerusakan, dengan tujuan menaikkan strukturnya (Khoeri, 2020). Adapun hal-hal yang mendorong dilakukannya kekuatan struktur sebuah gedung adalah kesalahan perencanaan, spesifikasi pembebanan, material, kesalahan gambar rencana, kesalahan proses konstruksi, perubahan fungsi bangunan, faktor usia bangunan, pengaruh lingkungan atau korosi, overloading, dan perawatan yang tidak memadai (Winarsih, 2010)

Menurut Malchers (2001), *assessment* struktur diawali dengan melakukan investigasi di lapangan yang kemudian dibuatkan mapping kerusakan. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data dan informasi terkait struktur bangunan.

Salah satu faktor pendukung dilakukannya kekuatan struktur adalah alih fungsi bangunan dan metode kekuatan struktur yang lazim digunakan adalah metode penambahan balok anak atau metode kekuatan menggunakan cara konvensional (SNI 1729:2020), dan metode kekuatan dengan *carbon fiber reinforced polymer* (Hadi, Pham, & Lei, 2013),

dan metode penambahan *stiffener* (Kamelia, 2021). Metode penambahan balok anak dilakukan dengan cara menambahkan beberapa balok tambahan yang mana memperkecil luas bebas yang diterima bertujuan untuk memperkuat struktur bangunan gedung.

Bangunan yang telah beroperasi cukup lama memungkinkan mengalami penurunan kekuatan struktur (Sutjiadi, 2021) sehingga perlu benar-benar diassess apakah masih layak dipakai terlebih untuk alih fungsi bangunan. Ide penelitian ini diambil dari beberapa kasus robohnya struktur gedung yang tidak diassess dari awal dan penelitian Celine Michaela Sutjiadi (2021) tentang Assessment dan Perkuatan Struktur Pada Bangunan Industri 7 Lantai. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kemampuan bangunan dalam menahan beban sebelum dan sesudah dilakukan perkuatan struktur.

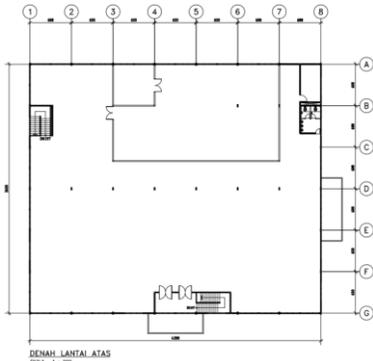
II. METODOLOGI PENELITIAN

Pada proses penelitian, pengumpulan data adalah tahapan pertama yang harus dilakukan. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan survei pada proyek yang ditinjau yang nantinya data- data yang didapatkan akan diolah kembali dan di analisis. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan data – data penunjang untuk bahan pertimbangan mendapatkan kesimpulan dari penelitian.

Pengumpulan data dari struktur gedung ini adalah dari spesifikasi material dan gedung ketika proyek konstruksi berlangsung. Kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan aplikasi analisis struktur yaitu ETABS.

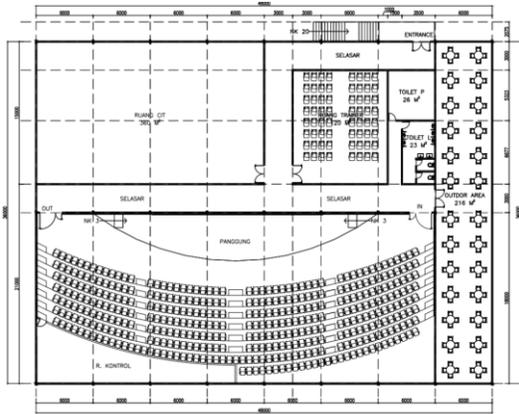
1. Informasi Data Bangunan

Bangunan yang ditinjau adalah bangunan yang sudah ada atau bangunan eksisting yang berlokasi di PT Astra Daihatsu Motor, Karawang. Bangunan gedung tersebut adalah 2 lantai dengan ukuran panjang 42 meter dan lebar 36 meter dengan ketinggian 8,77 meter yang ditunjukkan seperti gambar 1 berikut.



Gambar 1. Denah lantai 2 bangunan

Berikut juga merupakan denah rencana perubahan fungsi bangunan menjadi aula dan ruang server yang ditunjukkan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Denah rencana ruang aula dan server

Adapun data material gedung eksisting yang digunakan adalah baja dengan rincian yang ditunjukkan pada tabel 1 dan 2 berikut.

Tabel 1. Sifat Mekanis Baja

Properti Material			
Modulus Elastisitas	E	200000	Mpa
Modulus Geser	G	72000	Mpa
Rasio Poisson	μ	0,3	
Densitas Berat		7850	kg/m3
Tegangan Putus Minimum	Fu	370	Mpa
Tegangan Leleh Minimum	Fy	240	Mpa

Sumber : SNI 1729-2020

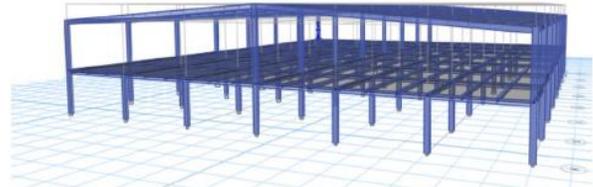
Tabel 2. Daftar Profil Baja Eksisting

Profil	Fungsi	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r (mm)
IWF 350x175x	kolom	350	175	7	11	14
IWF 300x150x6,5x9	Balok induk	300	150	6,5	9	13
IWF 250x125x6x9	Balok Anak	250	125	6	9	12

2. Modeling Struktur

Penelitian ini dilakukan 3 kali pemodelan menggunakan program ETABS yaitu kondisi pertama

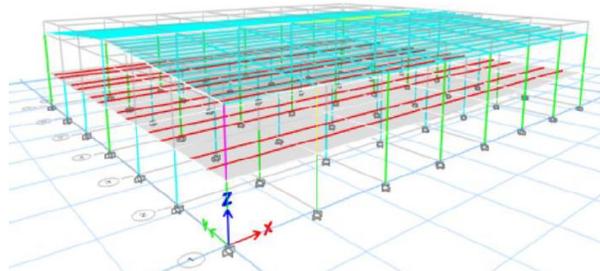
ketika struktur masih sesuai rencana awal yaitu diberikan beban sebagai fungsi kantor, kondisi kedua adalah ketika beban diubah sesuai dengan fungsi yang baru yaitu aula dan ruang server, dan kondisi ketiga ketiga sudah ditambahkan balok anak menyesuaikan beban fungsi yang baru. Pemodelan struktur bisa dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Pemodelan Struktur (skala otomatis dari software ETABS)

3. Pengecekan Struktur

Pengecekan struktur dilakukan dengan mengubah beban menjadi 4,79 kN/m² dianalisis di gedung eksisting yang ditunjukkan pada gambar 4.

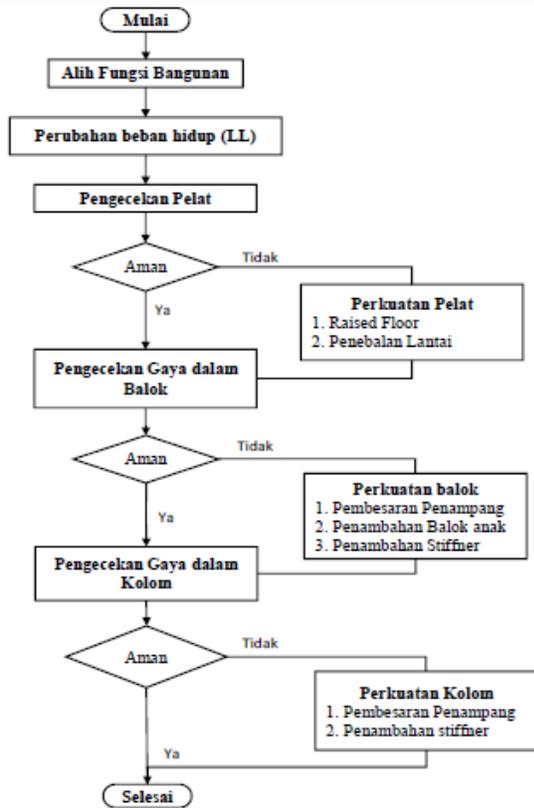


Gambar 4. Pemodelan Gedung Eksisting (skala otomatis dari software ETABS)

Adapun pengecekan struktur dimulai dari pengecekan pelat lantai yang beban hidupnya diganti, kemudian pengecekan balok dan kolom gedung eksisting.

4. Perkuatan Struktur dengan Metode Penambahan Balok Anak

Setelah dianalisis gedung eksisting dengan beban hidup yang baru, didapatkan bahwa balok induk dan balok anak tidak mampu menahan beban rencana, sehingga dilakukan penambahan balok anak. Gambar 5 berikut menggambarkan tahapan pada penelitian ini.



Gambar 5. Tahapan Penelitian

Adapun penelitian ini dimulai dengan menentukan alih fungsi bangunan, bangunan yg fungsinya berubah dari fungsi semua yaitu kantor, kemudian itu yang mempengaruhi beban hidup pada pelat sehingga perlu dilakukan pengecekan pada pelat.

Setelah pelat aman, dilakukan pengecekan pada balok apakah aman atau tidak, kalau aman, selanjutnya dilakukan pengecekan kolom, kalau tidak aman dilakukan perkuatan pada balok. Setelah semua elemen struktur aman, penelitian dinyatakan selesai.

III.HASIL DAN PERANCANGAN

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis pelat, balok, dan kolom. Berikut adalah hasil dari analisis gedung eksisting sesuai dengan beban rencana.

1. Perhitungan Beban Struktur

Pembebanan pada perencanaan struktur gedung eksisting adalah sesuai dengan SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, dan SNI 1727-2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Bangunan Gedung dan Struktur lain.

- **Beban Mati Sendiri (DL)**

Dari hasil ETABS didapatkan beban mati sendiri dengan data dari gambar 6 sebagai berikut.

Story	UX kg	UY kg	UZ kg
Atas	21341.66	21341.66	0
Lantai 2	13940.9	13940.9	0
Lantai 1	506322.94	506322.94	0
Dasar	4878.9	4878.9	0

Gambar 6. Beban Mati Sendiri (DL)

- **Beban Mati Tambahan (SDL)**

Berat komponen non struktural yang terdapat pada perencanaan bangunan bisa dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Beban SDL

Jenis	Berat	
	kg/m2	kN/m2
Ducting Elektrikal	20	0,2
Ducting mekanikal	20	0,2
Keramik	20	0,2

- **Beban Hidup (LL)**

Beban yang terjadi akibat beban hunian penggunaan gedung berasal dari barang atau manusia dan bisa dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Beban Hidup

Jenis	Berat	
	kg/m2	kN/m2
Ruang Pertemuan	479	4,79
Ruang Server/Komputer	479	4,79

2. Pengecekan Pelat

Pelat pada bangunan gedung eksisting merupakan pelat satu arah dengan tebal 120 mm, dengan tulangan berdiameter 10 mm dan jarak antar tulangan 200 mm.

Berikut adalah nilai dari beban ultimit dan momen nominal dari pelat bangunan eksisting:

$Q_u = 1200 \text{ kg/m}^2$

$M_u = 480 \text{ kgm}$

Selanjutnya dilakukan pengecekan tebal pelat yaitu tumpuan ujung menerus:

$T = L/24 = 83,33 \text{ mm} < 120 \text{ mm}$ (tebal pelat aman)

Kemudian dilakukan pengecekan tulangan dari pelat eksisting dengan syarat tulangan minimum yang ditentukan pada SNI 2847-2019 yaitu

$S = 300 \text{ mm}$

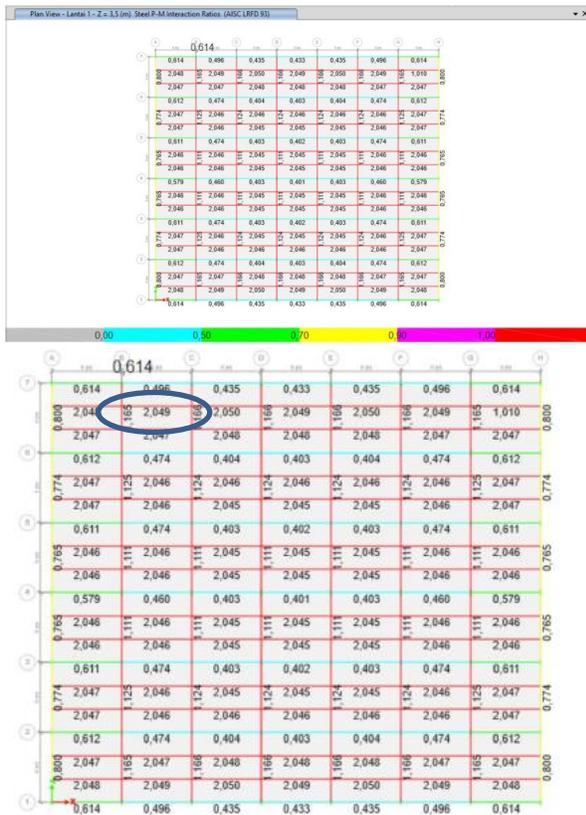
Dan syarat dari jarak spasi maksimum sesuai dengan SNI 2847-2019 adalah

$$S = 360 \text{ mm}$$

Maka dari itu bisa disimpulkan jarak antar tulangan eksisting 200 mm sudah aman.

3. Pengecekan Balok

Hasil analisis berasal dari ETABS yang berupa gaya dalam yang terjadi dan kemudian akan dicek ulang menggunakan perhitungan manual pada excel. Gambar 7 menunjukkan analisis balok pada gedung eksisting dan bisa dilihat balok anak dan balok arah vertikal tidak kuat menahan beban rencana.



Gambar 7. Graphic Ratio Lantai 2

Dari hasil analisis menggunakan ETABS diperoleh hasil balok induk dan anak pada kondisi eksisting berwarna merah dengan nilai rasio tertinggi 2,049 yang menandakan tidak mampu menahan beban rencana yang baru. Hasil Output Etabs diperoleh gaya dalam pada balok IWF 250x125x6x9 yang memiliki rasio terbesar, yaitu sebagai berikut:

$$P_u = 0,8 \text{ kN}$$

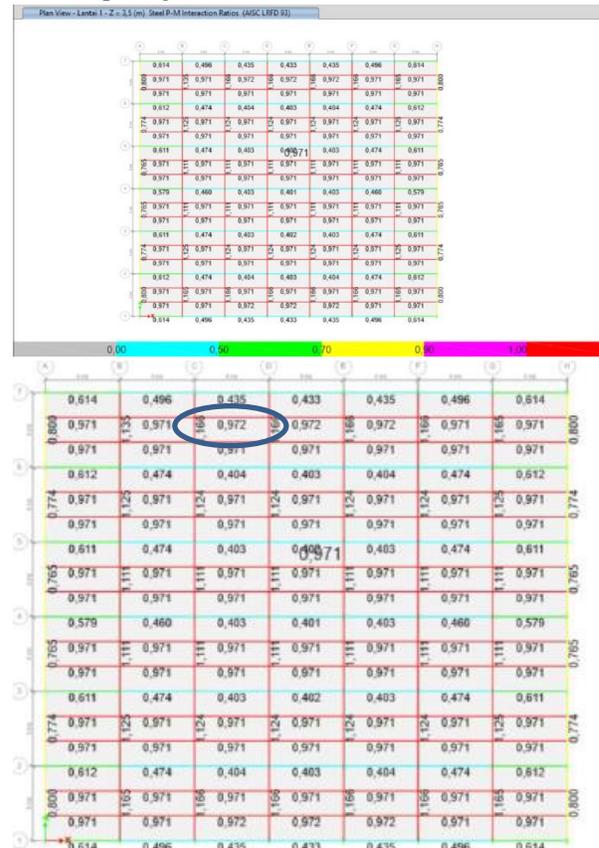
$$M_u = 77 \text{ kNm}$$

$$V_u = 0 \text{ kN}$$

Pada balok ini dicek juga bahwa sayap dan badan kompak, dan momen nominal terhadap tekuk lateral juga aman. Tahapan selanjutnya adalah pengecekan tegangan antara M_u dan tegangan nominal yang menghasilkan rasio 1,1 yang lebih besar daripada 1 maka tegangan lentur yang terjadi pada balok tidak aman. Kemudian dilakukan pengecekan kapasitas geser dan aksial normal yang hasilnya aman karena kapasitas profil masih kuat menahan geser dan aksial yang terjadi akibat beban rencana baru. Dari ketiga tegangan yang dicek, dihasilkan balok tidak aman karena tegangan lentur yang rasionya lebih besar daripada 1,0.

4. Metode Penambahan Balok Anak

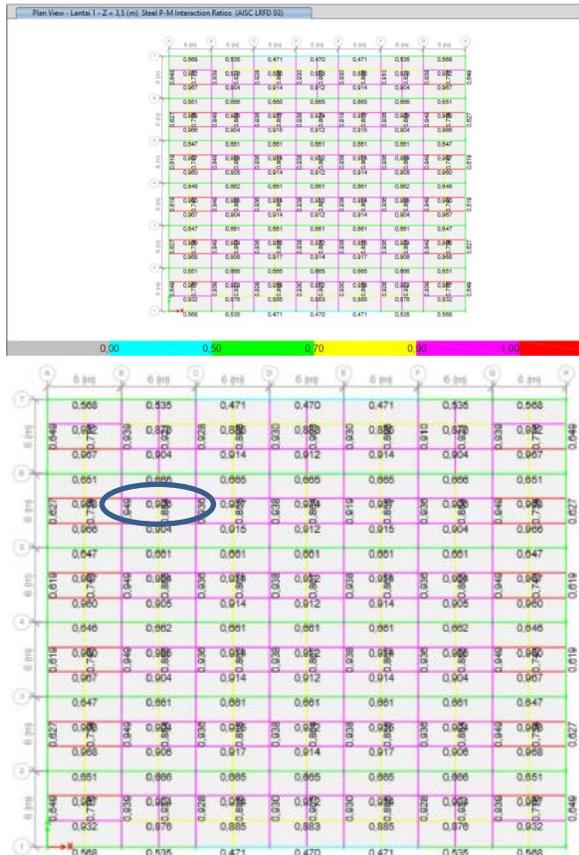
Sebelum ditambah balok anak, dicek terlebih dahulu apakah bisa ditambah *stiffener* terlebih dahulu. Pada perkuatan kali ini ditambahkan *stiffener* dengan jarak 60 cm yang mana diperoleh hasil analisis ETABS pada gambar 8 berikut.



Gambar 8. Graphic Ratio Lantai 2 Tambah Stiffener

Dari hasil analisis ETABS di atas diperoleh balok anak mempunyai rasio berwarna merah dengan nilai tertinggi yaitu 0,972 yang mana menandakan bahwa balok anak mampu menahan beban sesuai rencana, tetapi hasil rasio tertinggi dari balok induk yaitu 1,65 yang mana menandakan balok induk tidak kuat menahan beban rencana. Oleh karena itu, metode penambahan stiffener tidak bisa dilakukan.

Sehingga, penambahan balok anak adalah cara terakhir yang dilakukan untuk memperkuat struktur gedung eksisting dengan beban hidup baru. Metode ini dilakukan penambahan balok anak secara vertikal dengan profil IWF 200x100x5,5x8 dan gambar 9 menunjukkan hasil analisis ETABS dengan balok anak.



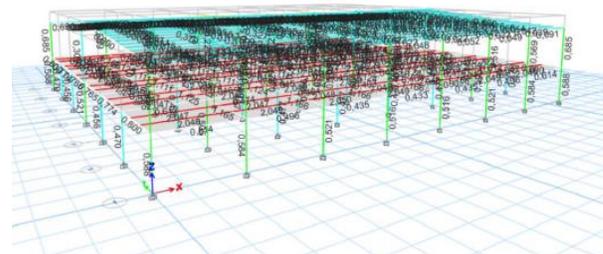
Gambar 9. *Graphic Ratio* Lantai 2 Tambah Balok Anak

Dari hasil analisis ETABS di atas diperoleh balok anak mempunyai rasio berwarna merah dengan nilai tertinggi yaitu 0,968 yang mana menandakan bahwa balok anak mampu menahan beban sesuai rencana, dan juga hasil rasio tertinggi dari balok induk yaitu

0,939 yang mana menandakan balok induk juga kuat menahan beban rencana. Oleh karena itu, metode penambahan balok anak dapat dilakukan.

5. Pengecekan Kolom Eksisting

Pengecekan kolom dimulai dengan analisis menggunakan ETABS yang kemudian dilanjutkan menggunakan perhitungan manual. gambar 10 menunjukkan bahwa hasil 3D *Graphic Ratio* bangunan gedung setelah ditambahkan balok anak.



Gambar 10. 3D *Graphic Ratio* Tambah Balok Anak

Dari hasil analisis ETABS di atas diperoleh rasio tertinggi kolom adalah 0,588 yang mana menandakan kolom aman, dan dilanjutkan pengecekan menggunakan perhitungan manual. Profil Kolom yang dipakai adalah IWF 350x175x7x11, Modulus Elastisitas (E) = 200.000 MPa, Fu = 370 MPa, dan Fy = 240 MPa, jarak antar kolom 6 meter, dan panjang kolom adalah 3,5 meter.

Hasil gaya dalam dari kolom dengan rasio tertinggi adalah

$$Pu = 217,9 \text{ kN}$$

$$Mu = 31,36 \text{ kNm}$$

$$Vu = 14,9 \text{ kN}$$

Tahapan pertama dilakukan pengecekan profil sayap dan badan yang diperoleh sayap dan profil kolom kompak. Selanjutnya dicek terhadap tegangan lentur dan puntir yang diperoleh juga bahwa kolom tidak mengalami lentur dan puntir.

6. Perhitungan Biaya Penambahan Balok Anak

Berdasarkan data yang diperoleh dari perhitungan RAB PT Astra Daihatsu Motor ketika membangun struktur baru dengan tujuan mendirikan gedung aula dan ruang server dari tanah kosong, didapatkan bahwa biaya pembangunan adalah senilai Rp2.400.000.000. Sedangkan dari hasil analisis yang telah dilakukan pada gedung eksisting dengan metode perbaikan struktur dengan menambahkan balok anak, rincian perhitungan didapat panjang total balok anak profil

IWF 200x100x5,5x8 adalah sepanjang 252 m atau setara dengan 5.367,6 kg dan dengan asumsi harga satuan per kg adalah Rp28.500 maka didapatkan harga yang dibutuhkan hanya Rp152.947.600.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Penelitian ini menunjukkan bahwa gedung eksisting tidak kuat menahan beban gravitasi akibat beban hidup sebesar 4,79 kN/m² sehingga perlu ditambah balok anak dengan profil IWF 200x100x5,5x8
2. Assessment perlu dilakukan ke gedung eksisting ketika ingin diganti alih fungsi bangunan untuk mencegah kegagalan pada struktur bangunan gedung.
3. Biaya material dan pemasangan yang digunakan untuk perkuatan balok anak diperoleh kira-kira sebesar Rp156.946.700 dan untuk mendirikan gedung baru bisa mencapai 2,4M rupiah.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arissaputra, S., & Widyana, R. N. (2022). Analisis Perencanaan Pembangunan Dinding Geser. *TECHNOLOGIC*, 126-132.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 1726–2019. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847–2019. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*, SNI 1729–2020. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [5] Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Spesifikasi untuk Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 1727–2020. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [6] Hadi, M. N. S., Pham, T. M., & Xu, Lei. (2013). New Method of Strengthening Reinforced Concrete Square Columns by Circularizing and Wrapping with Fiber-Reinforced Polymer or Steel Straps. *Journal of Composites for Construction*, 17(2), 229–238.
- [7] Hadibroto, B., & Ronitua, S. (2018). Perbaikan dan Perkuatan Bangunan Sederhana Akibat Gempa. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, Vol 4, No.1 hal. 47.
- [8] Khoeri, H. (2020). Pemilihan Metode Perbaikan dan Perkuatan Struktur Akibat Gempa (Studi Kasus Pada Bank Sulteng Palu). *Jurnal Konstruksia*, Vol 12 No.1 hal.94.
- [9] Kamelia, N., Sitompul, I. R., Suryanita, R. (2021). Analisis Numerik Lendutan Balok Baja dengan Penambahan Pengaku (*Stiffener*). *Sikluk : Jurnal Teknik Sipil*, Vol 7 No.1 hal. 51.
- [10] Melchers, R. E. (2001). Assessment of Existing Structures-Approaches and Research Needs. *Journal of Structural Engineering*, 127(4), 406-411.
- [11] Sutjiadi, C. M., Harsono, T., Sugiharto, H., & Tjandra, D. (2021). *Assesment dan Perkuatan Struktur Pada Bangunan Industri 7 Lantai*. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, Vol 10 No.1 hal.17.
- [12] Winarsih, T. (2010). *Assesmen Kekuatan Struktur Bangunan Gedung*. *Tesis UNS*. Program Pascasarjana Magister Teknik UNS.