

PENGARUH VARIASI KONFIGURASI BALOK SEKUNDER TERHADAP DISTRIBUSI BEBAN STRUKTURAL

Baskoro Abdi Praja^{1)*}

¹⁾Universitas Atma Jaya Yogyakarta

**Corresponding Author:* baskoro.praja@uajy.ac.id

Diterima: 4 Desember 2024	Revisi: 11 Desember 2024	Disetujui: 11 Desember 2024	Terbit: Desember 2024
---------------------------	--------------------------	-----------------------------	-----------------------

ABSTRAK

Penelitian ini mengeksplorasi peran balok sekunder dalam mendistribusikan beban pada pelat beton bertulang. Balok sekunder berfungsi menyalurkan beban dari pelat ke balok utama dan kolom, sehingga penting untuk integritas struktural. Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh konfigurasi balok sekunder terhadap distribusi gaya. Menggunakan perangkat lunak ETABS, dua konfigurasi balok sekunder dievaluasi: *Detail Engineering Design* (DED) dan Alternatif (ALT). Hasil analisis menunjukkan bahwa konfigurasi ALT menghasilkan nilai momen yang lebih rendah, dengan penurunan momen hingga 47% pada Area 1 dan 32% pada Area 2 dibandingkan dengan DED. Temuan ini menunjukkan bahwa pemilihan konfigurasi balok sekunder yang tepat dapat meningkatkan kinerja pelat. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan desain struktural yang lebih aman, efisien, dan ekonomis.

Kata Kunci: *Balok Sekunder, Pelat, Distribusi Beban*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Balok sekunder merupakan komponen struktural krusial yang berfungsi untuk menyalurkan beban pada suatu bangunan. Peran utamanya adalah meneruskan beban dari pelat ke balok utama, kemudian ke kolom. Tanpa adanya balok sekunder, pelat akan mengalami pembebanan langsung yang lebih besar, berpotensi menimbulkan deformasi berlebihan atau kerusakan struktural. Dengan demikian, balok sekunder memiliki peran vital dalam menjaga integritas sistem struktur bangunan.

Konfigurasi balok sekunder, termasuk penataan, ukuran, dan jarak antar balok, sangat berpengaruh terhadap kinerja pelat. Sebagai contoh, jarak antar balok sekunder yang lebih dekat dapat menurunkan beban lentur pada pelat, sehingga mengurangi risiko deformasi dan meningkatkan stabilitas struktur. Selain itu, tata letak balok sekunder yang dirancang secara optimal mampu mendistribusikan beban secara merata, menghindari konsentrasi tegangan yang berlebihan, serta memperpanjang masa pakai pelat.

Selain itu, pemilihan material dan metode konstruksi balok sekunder juga turut memengaruhi efisiensi distribusi beban. Material dengan kekuatan dan elastisitas yang tepat dapat meningkatkan daya dukung struktur, sementara metode konstruksi yang

inovatif dapat meminimalkan risiko retak atau kegagalan prematur. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi berbagai alternatif konfigurasi balok sekunder guna mencapai distribusi beban yang lebih optimal. Diharapkan, temuan dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan desain struktural yang lebih aman, efisien, dan ekonomis.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini akan membahas pengaruh konfigurasi balok sekunder terhadap distribusi gaya dan lendutan pada pelat. Melalui analisis statik, kajian ini akan mengeksplorasi berbagai alternatif konfigurasi balok sekunder yang mampu mengoptimalkan distribusi beban dan mengurangi konsentrasi tegangan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kinerja struktural, sehingga bangunan dapat berfungsi dengan lebih aman dan efisien.

Pemahaman mendalam tentang konfigurasi balok sekunder ini sangat penting untuk memastikan kestabilan, kekuatan, dan keandalan struktur secara keseluruhan. Dengan menemukan konfigurasi yang optimal, diharapkan dapat dicapai desain struktural yang tidak hanya mampu menahan beban dengan baik, tetapi juga mengurangi risiko deformasi dan kegagalan struktural dalam jangka panjang.

II. STUDI PUSTAKA

Pada struktur bangunan, pelat lantai beton bertulang memegang peran krusial sebagai komponen struktural yang menanggung beban langsung dari pengguna maupun beban lainnya. Salah satu tantangan utama dalam merancang pelat lantai adalah memastikan bahwa pelat tersebut mampu menahan beban tanpa mengalami defleksi berlebihan, yang dapat mengganggu kenyamanan dan membahayakan keamanan struktur. Lendutan pada pelat beton bertulang dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah konfigurasi balok sekunder, yang berperan penting dalam mendistribusikan gaya dan menjaga stabilitas struktur secara keseluruhan.

Konfigurasi balok sekunder menjadi aspek penting dalam perancangan pelat lantai karena balok ini berfungsi untuk menyalurkan beban secara merata ke elemen struktural lain, seperti kolom dan dinding. Selain itu, balok sekunder juga berperan dalam mengurangi lendutan pada pelat dengan memberikan dukungan tambahan. Dengan demikian, pemilihan konfigurasi balok sekunder yang tepat dapat meningkatkan kinerja pelat lantai, baik dalam hal distribusi beban maupun pengendalian lendutan.

Penelitian dari Devi Priyanka dan V. Ramesh (2022) memberikan kontribusi penting dalam memahami perilaku lendutan pada pelat beton bertulang melalui pendekatan analitik dan eksperimental. Studi ini mengkaji berbagai teori, seperti Timoshenko's Plate Theory dan Rankine-Grashoff Theory, untuk menganalisis distribusi gaya dan lendutan pada pelat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

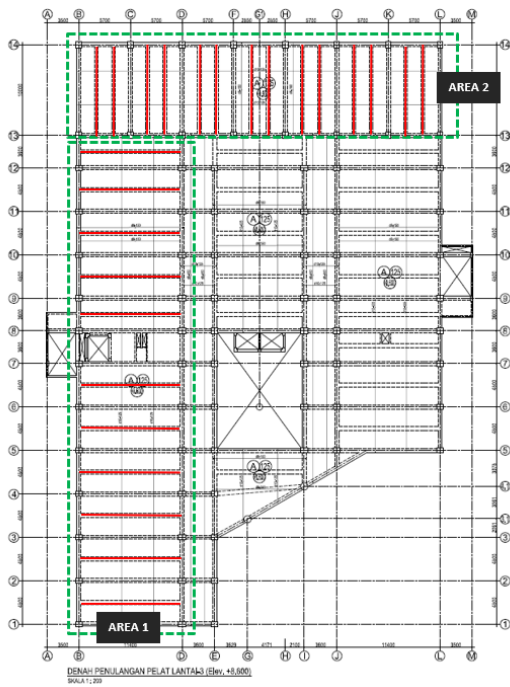
ketebalan pelat dan properti material memainkan peran krusial dalam menentukan kinerja struktural pelat. Ketebalan pelat yang lebih besar dapat mengurangi lendutan, tetapi juga meningkatkan berat struktur, sementara properti material seperti modulus elastisitas dan rasio Poisson memengaruhi distribusi beban secara signifikan.

Temuan ini memiliki implikasi penting dalam menentukan konfigurasi balok sekunder yang optimal. Distribusi gaya yang merata dan efektif pada pelat sangat bergantung pada ketebalan pelat dan sifat material yang digunakan. Misalnya, konfigurasi balok sekunder dengan jarak yang lebih rapat dapat mengurangi beban lentur pada pelat, sehingga meminimalkan deformasi dan meningkatkan stabilitas struktur. Selain itu, tata letak balok sekunder yang optimal dapat membantu mendistribusikan beban secara merata, mengurangi konsentrasi tegangan, dan memperpanjang umur layan struktur.

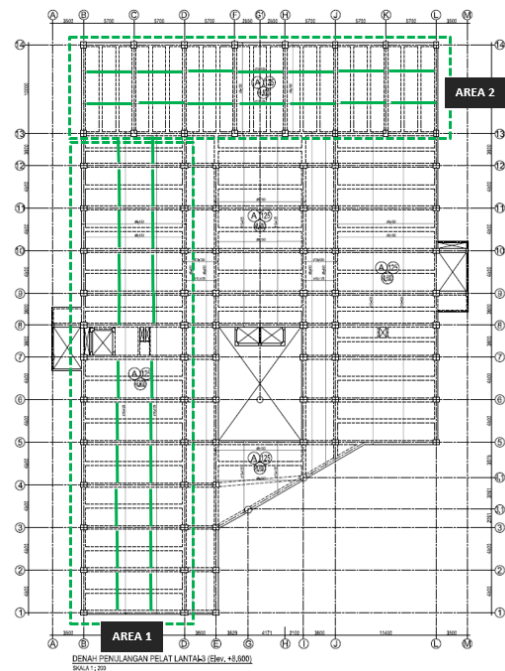
III. METODE

Dalam penelitian ini, analisis difokuskan pada lantai 3 di elevasi +8.600 dari struktur gedung universitas. Pemilihan lantai ini didasarkan pada pertimbangan bahwa konfigurasi strukturnya sudah bersifat tipikal dan cukup representatif untuk dilakukan analisis lebih mendalam. Pemodelan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS, yang dikenal sebagai salah satu alat paling efektif untuk analisis struktural. Untuk menyederhanakan analisis dan mendapatkan gambaran murni mengenai pengaruh konfigurasi balok sekunder terhadap distribusi gaya, maka hanya beban berat sendiri (selfweight) struktur yang diterapkan dalam pemodelan ini.

Analisis ini akan membandingkan dua area pelat untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi pengaruh konfigurasi balok sekunder yang berbeda. Konfigurasi balok sekunder berdasarkan *Detail Engineering Design* (DED) yang ada ditampilkan pada Gambar 1A, sedangkan alternatif konfigurasi balok sekunder yang diusulkan disajikan pada Gambar 1B. Dengan membandingkan kedua konfigurasi ini, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas distribusi gaya yang terjadi. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang lebih baik untuk merancang struktur yang lebih optimal.



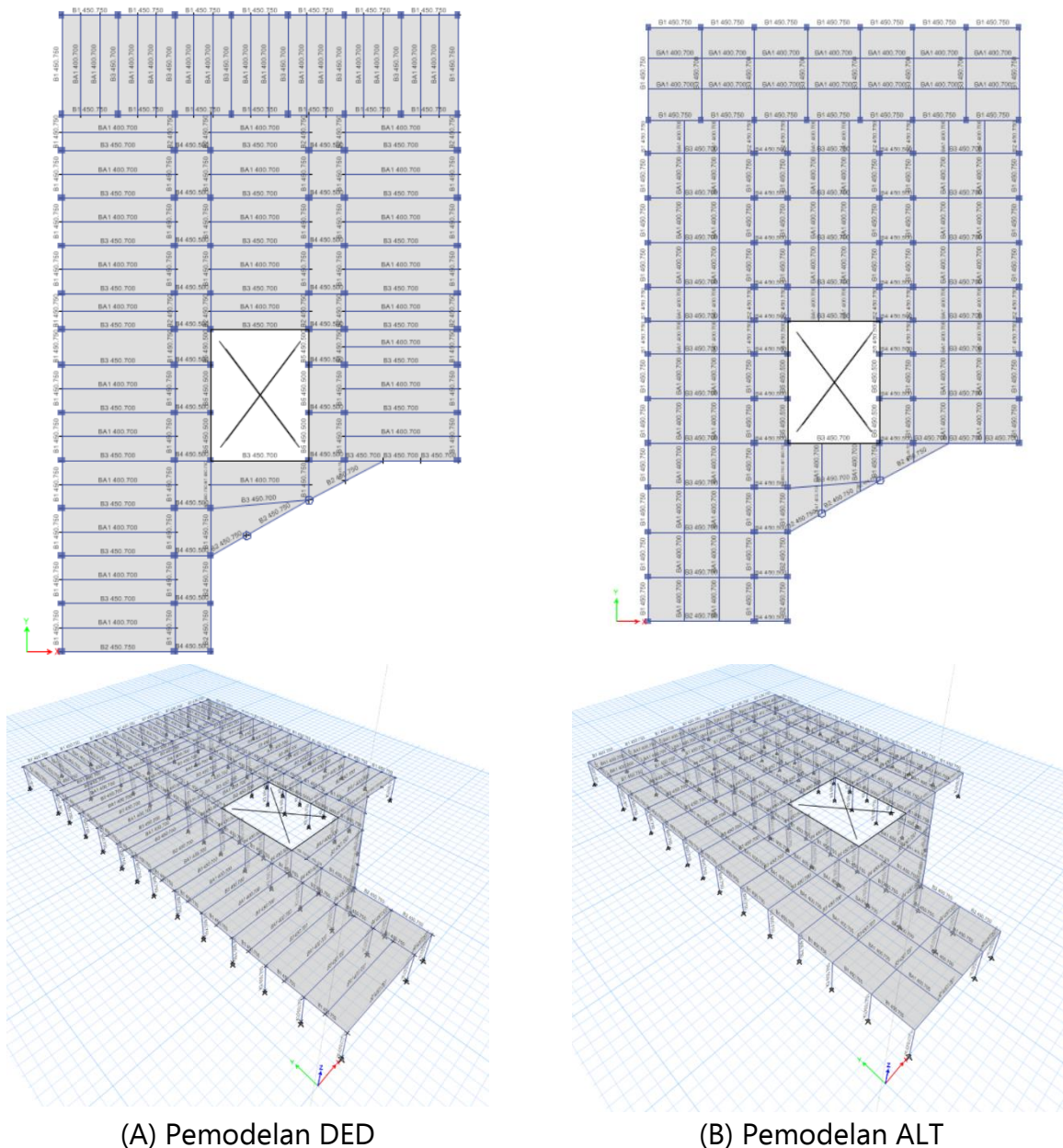
(A). Konfigurasi Balok Sekunder Lantai 3 berdasarkan DED



(B). Alternatif Konfigurasi Balok Sekunder Lantai 3

Gambar 1. Denah Pembalokan

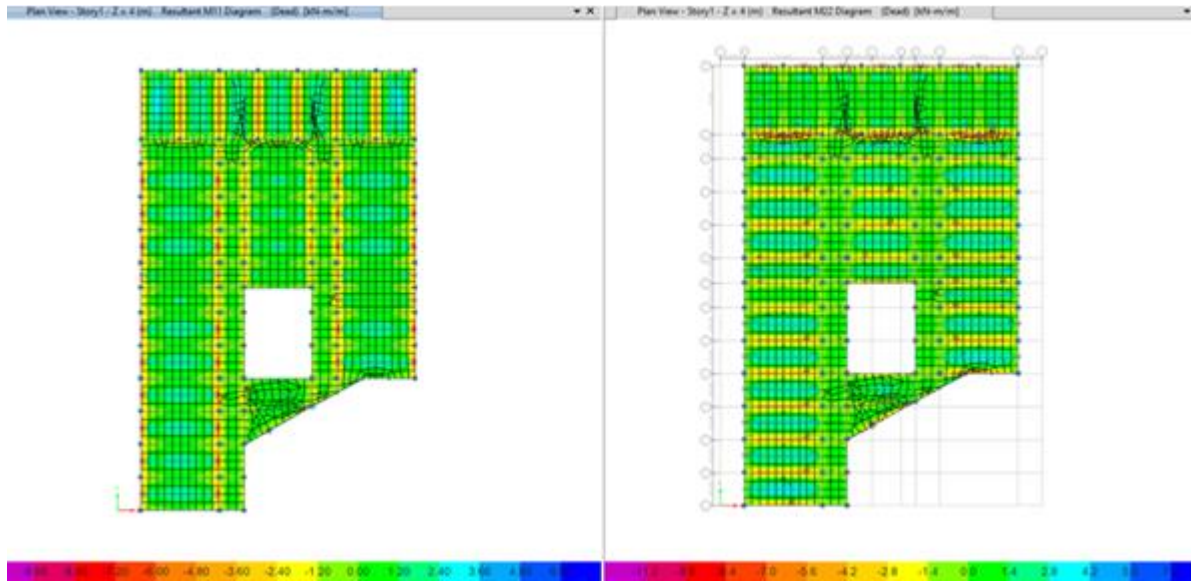
Dalam analisis ini, pemodelan balok, kolom, dan pelat dilakukan dengan dua konfigurasi berbeda, yaitu konfigurasi sesuai *Detail Engineering Design* (DED) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2A. dan konfigurasi alternatif balok sekunder (ALT) seperti yang terlihat pada Gambar 2B. Kedua konfigurasi ini diproses dan dianalisis secara terpisah, memungkinkan dilakukannya perbandingan menyeluruh terkait efektivitas masing-masing tata letak dalam mendistribusikan beban serta mengendalikan deformasi pada pelat.



Gambar 2. Pemodelan Struktur Pelat dan Balok Sekunder.

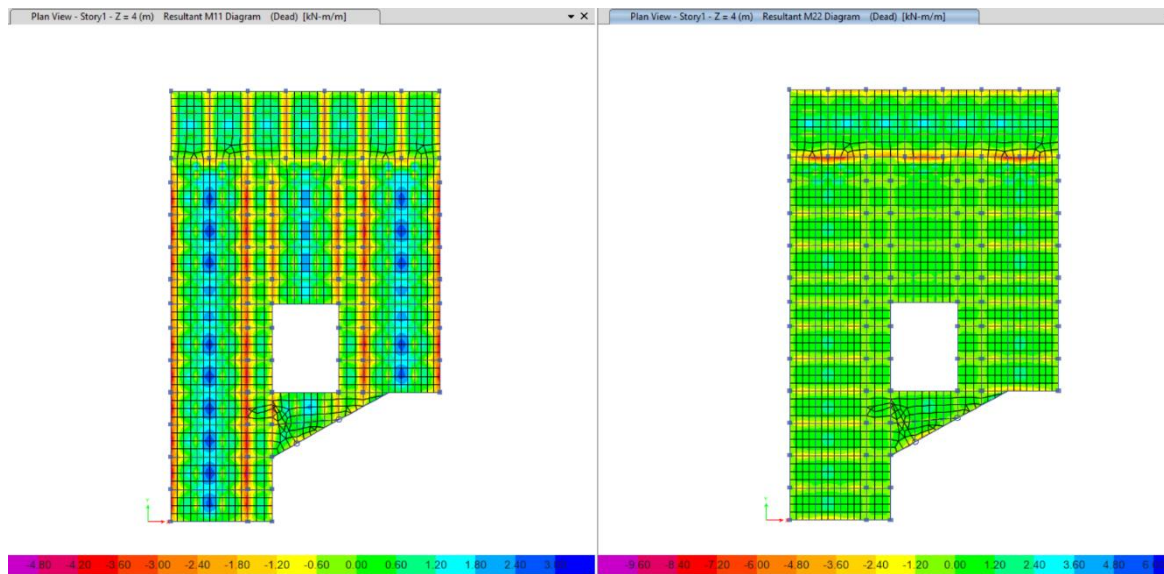
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan adanya perubahan konfigurasi balok sekunder, didapatkan nilai momen yang lebih rendah pada pelat, menunjukkan distribusi beban yang lebih efektif dan berkurangnya konsentrasi tegangan. Pada Gambar 3 memperlihatkan mengenai distribusi momen yang bekerja dengan konfigurasi DED.



Gambar 3. Distribusi momen DED

Pada pemodelan ALT terlihat Gambar 4 menunjukan distribusi momen dan besaran gaya menjadi lebih kecil.



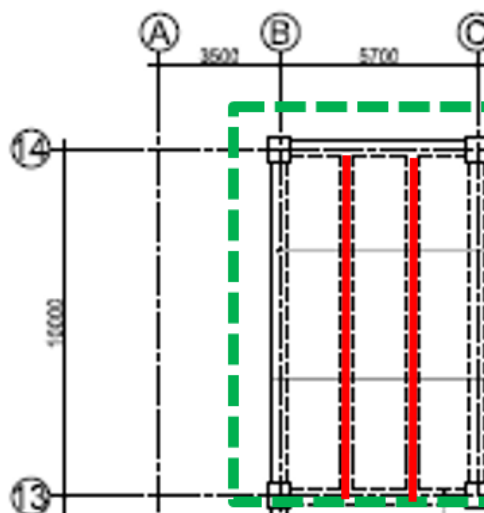
Gambar 4. Distribusi momen ALT

Berdasarkan analisis tersebut maka didapatkan hasil momen sebagai berikut pada Tabel 1:

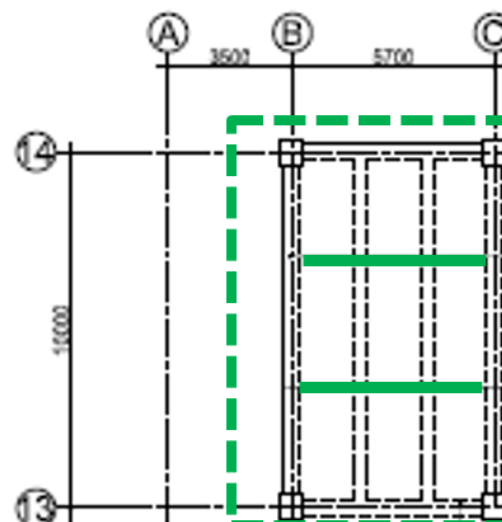
Tabel 1. Momen pada Struktur Pelat.

DED (kN-m)					
	M11 +	M11 -	M22 +	M22 -	L (m)
AREA 1	5.997	-10.091	6.984	-12.3	11.4
AREA 2	4.149	-5.586	5.12	-8.37	20
ALT (kN-m)					
	M11 +	M11 -	M22 +	M22 -	L (m)
AREA 1	3.359	-5.301	5.831	-10.63	9.6
AREA 2	2.241	-3.228	2.642	-5.721	11.4
Δ (%) ALT					
	M11 +	M11 -	M22 +	M22 -	
AREA 1	44%	47%	17%	14%	
AREA 2	46%	42%	48%	32%	

Tabel 1 menunjukkan bahwa Model ALT memberikan penurunan momen hingga 47% di Area 1 untuk Momen M11 negatif, selanjutnya memberikan efek penurunan momen sebesar 32% di Area 2 untuk Momen M22 negatif. Pemodelan DED pada Area 2 membutuhkan bentang total balok sekunder hingga 20 meter seperti pada Gambar 5.A, sedangkan pemodelan ALT hanya membutuhkan 11.4 meter seperti pada Gambar 5.B dan memberikan efek penurunan momen hingga 32%.



(a) Pemodelan DED Balok sekunder (garis merah) per area balok utama dengan total bentang 20 m



(b) Pemodelan ALT Balok sekunder (garis hijau) per area balok utama dengan total bentang 11.4 m.

Gambar 5. Panjang Balok Sekunder per Area Pelat Lantai.

V KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa konfigurasi balok sekunder memiliki pengaruh signifikan terhadap distribusi gaya pada pelat lantai beton bertulang. Beberapa temuan utama dari penelitian ini adalah:

1. Konfigurasi ALT berhasil menurunkan momen pada pelat hingga 47% untuk momen negatif M11 di Area 1 dan 32% untuk momen negatif M22 di Area 2. Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi ALT lebih efektif dalam mendistribusikan beban dan mengurangi risiko deformasi.
2. Konfigurasi ALT mengurangi total bentang balok sekunder dari 20 meter (pada DED) menjadi 11.4 meter, sekaligus memberikan penurunan momen yang signifikan. Ini menunjukkan bahwa konfigurasi ALT tidak hanya lebih efisien dalam mendistribusikan beban, tetapi juga lebih hemat dalam penggunaan material.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan rekomendasi bahwa konfigurasi alternatif balok sekunder (ALT) dapat menjadi solusi yang lebih optimal dalam perancangan struktur, terutama untuk meningkatkan kinerja pelat lantai dalam hal distribusi beban.

DAFTAR PUSTAKA

Devi Priyanka, M. and Ramesh, V. (2022) 'Comparative Study on Slab Deflections', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 982, p. 012081. doi:10.1088/1755-1315/982/1/012081.