

STRUCTURAL REINFORCEMENT OF OLD BUILDINGS FOR ADDITIONAL FLOORS IN SERANG CITY

Era Agita Kabdiyono^{1*}, Andrian Saputro², Agung Prio Laksono³

^{1,3}Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering and Informatics, Dian Nusantara University, Indonesia

²Machine Engineering Study Program, Faculty of Engineering and Informatics, Dian Nusantara University, Indonesia

Korespondensi Email: andrian.saputro@undira.ac.id

ABSTRACT

Indonesian students face significant challenges in managing their academic lives due to busy class schedules, tight assignment deadlines, and the need to collaborate effectively. This condition is exacerbated by the limitations of digital tools that are not specifically designed to address the specific needs of Indonesian students. This study aims to develop the EduKring application as an innovative solution that is able to integrate academic schedule management, real-time task reminders, and collaboration between students in one platform. The Design Thinking method was used in this study, involving five main stages: empathize, define, ideate, prototype, and test. Surveys and interviews were conducted to understand student needs, generate creative ideas that were realized in application prototypes, which were then tested using the System Usability Scale (SUS) method. The test results showed an average SUS score of 75.75, which reflects a good level of usability and is acceptable to the majority of users. These findings indicate that EduKring meets students' needs in managing their time and academic collaboration more effectively. However, this study also identified room for improvement, especially in terms of user interface (UI) design and user experience (UX). Further development will focus on improving feature personalization, refining visual design elements, and adding interactive functions to increase user engagement. With a user-centric approach and continuous iteration, EduKring is expected to make a significant contribution to improving the quality of higher education in Indonesia through innovative technology integration.

Keywords: Time Management, Academic Collaboration, Design Thinking, System Usability Scale (SUS), EduKring

1. PENDAHULUAN

Serang City, as the capital of Banten Province, has shown rapid development in various aspects, especially in the infrastructure and economic sectors. The increasing need for commercial buildings that are able to support modern business activities is one of the consequences of this growth. Along with the limited land in urban areas, solutions in the form of reusing old buildings are increasingly in demand. However, the process of renovating and adapting old buildings presents its own challenges, especially in ensuring that the old building structure is able to withstand additional burdens due to design changes or the addition of new floors.

Dalam konteks penelitian ini, bangunan eks-Dunkin Donuts yang terletak di Jalan Veteran, Kota Serang, akan direnovasi dan difungsikan kembali oleh PT. JCO Donuts & Coffee. Bangunan ini awalnya hanya terdiri dari dua lantai dan akan diubah menjadi bangunan komersial dengan empat lantai sesuai desain baru. Penambahan lantai ini memerlukan pendekatan teknis yang komprehensif, meliputi evaluasi kondisi struktur eksisting dan implementasi metode perkuatan struktur yang efektif. Proses ini diawali dengan serangkaian pengujian teknis untuk menilai kelayakan struktur, seperti pengujian kekuatan pondasi, kerapatan beton, konfigurasi tulangan baja, serta kekuatan tarik baja pada elemen-elemen struktural.

Penelitian ini memiliki relevansi yang tinggi dalam konteks urbanisasi di Indonesia, khususnya dalam menghadapi tantangan terkait renovasi bangunan lama. Di tengah kebutuhan akan efisiensi ruang di wilayah perkotaan, penelitian ini memberikan solusi teknis yang dapat diterapkan pada proyek serupa, tidak hanya di Kota Serang, tetapi juga di daerah lainnya. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi praktis dan teoretis dalam bidang teknik sipil, terutama terkait inovasi dalam perkuatan struktur bangunan lama untuk memenuhi kebutuhan masa kini dan masa depan.

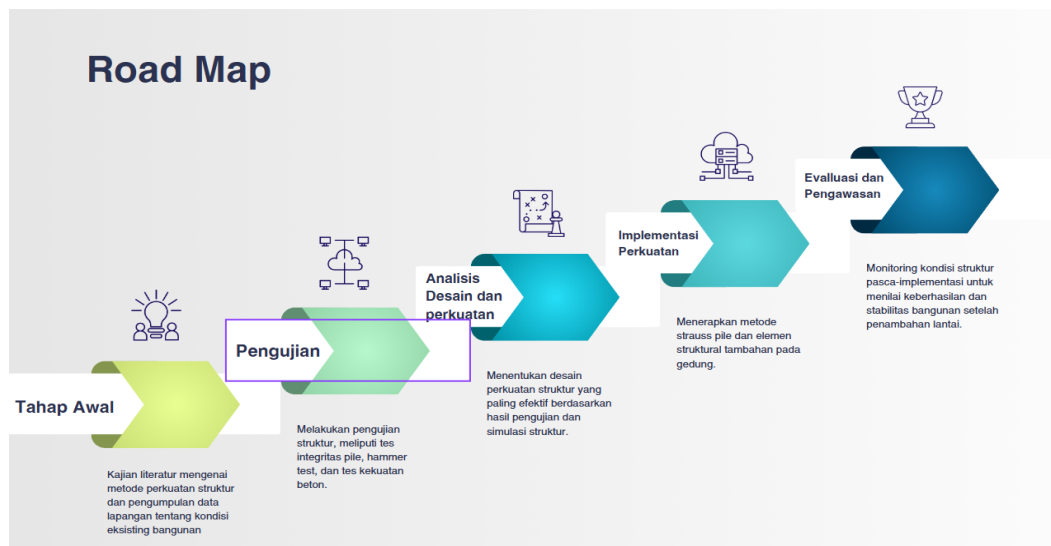
Penelitian ini berlandaskan pada beberapa teori utama yang relevan dalam bidang teknik sipil, khususnya terkait perkuatan struktur bangunan lama. Salah satu teori kunci yang menjadi dasar adalah **Teori Pengelolaan Risiko Konstruksi** (Construction Risk Management Theory). Selain itu, penelitian ini juga

mengacu pada **Teori Mekanika Struktural** (Structural Mechanics Theory), yang menjelaskan bagaimana gaya bekerja pada struktur bangunan dan bagaimana struktur tersebut merespons Beban. **Teori Perkuatan Struktural** (Structural Strengthening Theory) juga menjadi bagian penting dalam penelitian ini. Teori ini mencakup prinsip-prinsip dan metode untuk memperkuat elemen struktural, baik melalui penambahan elemen baru, penguatan material, maupun penggunaan teknologi modern seperti pondasi strauss pile. Dalam penelitian ini, penerapan strauss pile di lingkungan perkotaan yang padat menjadi salah satu inovasi yang didukung oleh teori ini.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus untuk menganalisis dan mengembangkan solusi perkuatan struktur bangunan lama dalam proyek renovasi dan penambahan lantai di Kota Serang. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap konteks spesifik proyek, termasuk tantangan teknis dan kendala yang muncul selama proses konstruksi. Penelitian dimulai dengan tahap observasi lapangan, di mana kondisi eksisting bangunan, seperti kekuatan pondasi, kolom, dan balok, dianalisis untuk memahami kebutuhan teknis yang mendasari proyek. Selanjutnya, data teknis yang relevan dikumpulkan melalui serangkaian pengujian struktur, seperti Pile Integrity Test, UPV Pundit Test, Hammer Test, dan Covermeter Test. Hasil dari pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi kondisi struktur eksisting dan menentukan langkah perkuatan yang sesuai dengan standar konstruksi.



Gambar 1. Peta Jalan Penelitian

Tahap berikutnya adalah analisis struktur, di mana kemampuan struktur eksisting dievaluasi untuk memastikan kapasitasnya dalam menahan beban tambahan akibat penambahan lantai. Tahap terakhir dari penelitian ini adalah evaluasi dan validasi hasil. Setelah metode perkuatan diterapkan, struktur yang telah diperkuat diuji kembali untuk memastikan bahwa bangunan telah memenuhi persyaratan keamanan dan stabilitas sesuai dengan standar yang berlaku.

2.1 Tahapan Penelitian:

- Pengumpulan Data dan Pengujian Struktur Eksisting
- Simulasi Struktur
- Desain Perkuatan dan Implementasi Metode Strauss Pile
- Monitoring dan Dokumentasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengumpulan Data dan Pengujian Struktur Eksisting. Dilakukan dengan tahapan berikut:
 - a. Pekerjaan Persiapan;
 - b. Pekerjaan Bongkaran

2. Simulasi Struktur

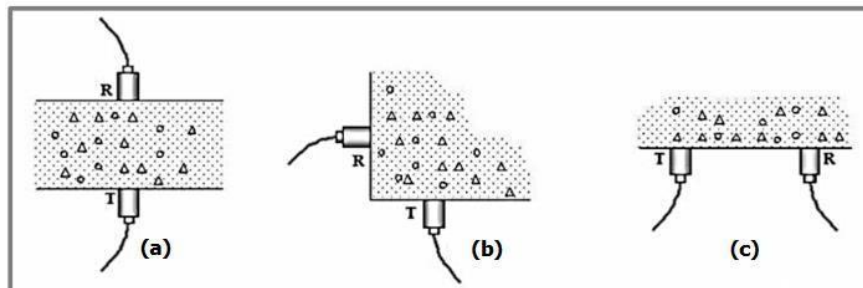
Pada pelaksanaan proyek ini terdapat beberapa pengujian untuk mengetahui kondisi dari struktur gedung ex-Dunkin Donuts yang ada di Kota Serang Provinsi Banten, diantaranya Pile Integrity Test, galian pondasi, pengujian kerapatan mutu beton (UPV Pundit Test), pengujian homogenitas mutu permukaan beton (Hammer Test), pengujian konfigurasi tulangan (Covermeter Test), dan pengujian kuat tarik tulangan dan baja (Hardness Test – Brinell).



Gambar 3. Pengujian PIT Sampling



Gambar 4. Pekerjaan Galian Pondasi



Gambar 5. Metode Pengambilan Pulse Velocity (a) Direct Transmission, (b) Semi-direct Transmission, (c) Indirect/surface Transmission

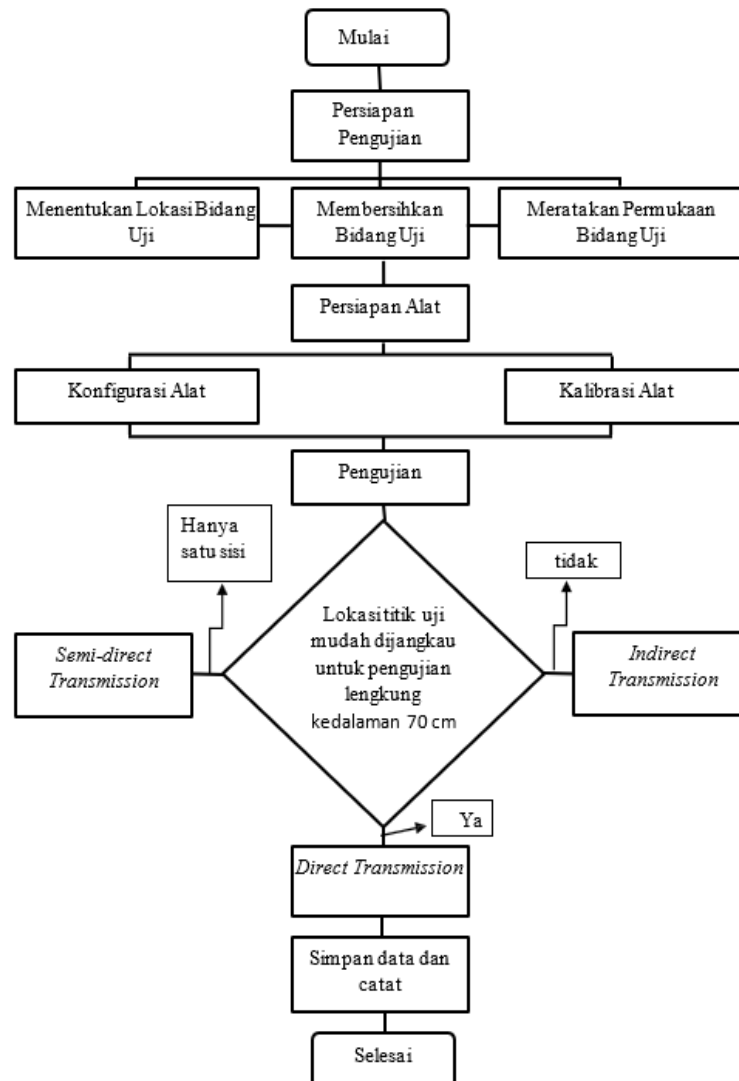
Tabel 1. Kriteria Penilaian Pengujian dengan Gelombang Ultrasonik

Concrete Quality	Pulse Velocity	Concrete Condition
	> 4500	Excellent
	3500 – 4500	Good
	3000 – 3500	Medium
	< 3000	Doubtful



Gambar 6. Alat UPV Pundit Versi Digital
Sumber: Testindo, 2022

Metode pelaksanaan pengujian *UPV Pundit* ada beberapa tahapan yang digambarkan pada diagram alir berikut:



Gambar 7. Diagram Alir Pelaksanaan *UPV Pundit Test*

Berikut adalah hasil tabulasi perhitungan korelasi mutu beton dengan *pulse velocity* beton:

Tabel 2. *Estimasi Korelasi Pulse Velocity Dengan Mutu Beton*

No Test	ID Sample	Element Of Structure			Direct Velocity Pulse	Poisson ratio*	Density (Kg/m ³)	Ec (Mpa)**	fc' Mpa***
		Location	Type	As					
1	U-1	Lantai 1	Kolom		3018 m/s	0,15	2400 Kg/m ³	20702,68 MPa	19 MPa
2	U-2	Lantai 1	Kolom		3016 m/s	0,15	2400 Kg/m ³	20669,77 MPa	19 MPa
3	U-3	Lantai 1	Pelat Lantai		3161 m/s	0,15	2400 Kg/m ³	22710,76 MPa	23 MPa
4	U-4	Lantai 1	Balok		3173 m/s	0,15	2400 Kg/m ³	22884,68 MPa	24 MPa
5	U-5	Lantai 1	Kolom		3039 m/s	0,15	2400 Kg/m ³	20994,56 MPa	20 MPa
6	U-6	Lantai 1	Pelat Lantai		3377 m/s	0,15	2400 Kg/m ³	25920,91 MPa	30 MPa
7	U-7	Lantai 2	Pelat Lantai		2928 m/s	0,15	2400 Kg/m ³	19491,93 MPa	17 MPa
8	U-8	Lantai Dasar	Kolom		3056 m/s	0,15	2400 Kg/m ³	21232,86 MPa	20 MPa
9	U-9	Lantai Dasar	Kolom		3241 m/s	0,15	2400 Kg/m ³	23878,10 MPa	26 MPa
10	U-10	Lantai Dasar	Balok		3149 m/s	0,15	2400 Kg/m ³	22545,81 MPa	23 MPa

Maka diperoleh:

Rata-rata mutu beton kolom = 21,0 MPa

Rata-rata mutu beton balok = 23,4 MPa

Rata-rata mutu beton pelat lantai= 23,7 Mpa

Hasil tersebut untuk rata-rata mutu beton kolom, balok dan pelat lantai telah memenuhi persyaratan minimum kuat tekan beton sebesar 21 MPa untuk mutu beton struktur khusus berdasarkan SNI-2847-2019.

Tabel 3. Kriteria Standar Deviasi Untuk Beton (ACI, 2002)

Klasifikasi Penggunaan	Standar Deviasi, MPa (psi)				
	Baik Sekali	Sangat Baik	Baik	Cukup	Kurang Baik
Pengujian Lapangan	< 2,8	2,8 - 3,4	3,4 - 4,1	4,1 - 4,8	> 4,8
	(< 400)	(400 – 500)	(500 – 600)	(600 – 700)	(> 700)
Percobaan Laboratorium	< 1,4	1,4 – 1,7	1,7 – 2,1	2,1 – 2,4	> 2,4
	(< 400)	(200 – 250)	(250 – 300)	(300 – 350)	(> 350)



Gambar 8. Schmidt Rebound Hammer Live Digital



Gambar 9. Proses Pengujian *Hammer Test*

Tabel 4. Hasil Kesimpulan Pengujian Homogenitas Mutu Beton

No.	ID Sample	Location		Mean Value (kg/cm ²)	Standard deviation Base on Homogeneity Concrete Strength (Mpa)	fc' (Mpa)
		Location	Type			
1	H-1	Lantai 1	Kolom	294	4,01	24,40 MPa
2	H-2	Lantai 1	Kolom	286	2,69	23,74 MPa
3	H-3	Lantai 1	Pelat Lantai	271	3,15	22,49 MPa
4	H-4	Lantai 1	Balok	319	4,04	26,48 MPa
5	H-5	Lantai 1	Kolom	309	2,88	25,65 MPa
6	H-6	Lantai 1	Pelat Lantai	283	3,00	23,49 MPa
7	H-7	Lantai 2	Pelat Lantai	266	2,61	22,08 MPa
8	H-8	Lantai Dasar	Kolom	281	4,41	23,32 MPa
9	H-9	Lantai Dasar	Kolom	290	3,23	24,07 MPa
10	H-10	Lantai Dasar	Balok	279	3,96	23,16 MPa

Maka diperoleh:

Rata-rata mutu beton kolom = 24,24 MPa

Rata-rata mutu beton balok = 24,82 MPa

Rata-rata mutu beton pelat lantai= 22,69 MPa

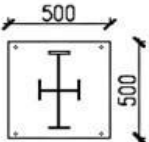
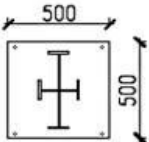


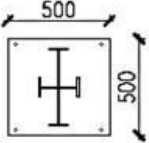
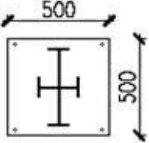
Gambar 10. Alat Covermeter



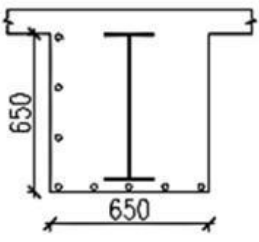
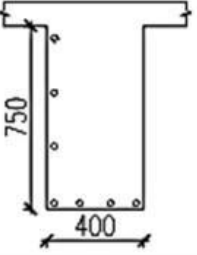
Gambar 11. Pelaksanaan Covermeter Test

Tabel 5. Tabulasi Rekapitulasi Susunan Tulang Kolom

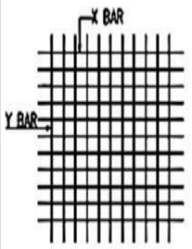
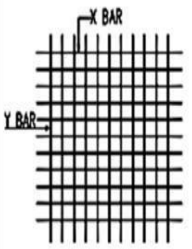
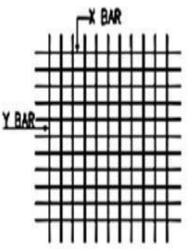
01	MARK	C1 KOLOM	02	MARK	C2 KOLOM
	SECTION			SECTION	
	SIZE	500X500		SIZE	500X500
	TULANGAN UTAMA	4-Ø10		TULANGAN UTAMA	4-Ø10
	BOT BAR	—		BOT BAR	—
	STIRRUP	Ø10@140-170		STIRRUP	Ø10@130-190
	COVER	40 MM		COVER	40 MM
	COMPOSITE	KOLOM KC 400 X 200		COMPOSITE	KOLOM KC 400 X 200

03	MARK	C5 KOLOM	04	MARK	C8 KOLOM
	SECTION			SECTION	
	SIZE	500X500		SIZE	500X500
	TULANGAN UTAMA	4-Ø10		TULANGAN UTAMA	4-Ø10
	BOT BAR	—		BOT BAR	—
	STIRRUP	Ø10@150-220		STIRRUP	Ø10@120-180
	COVER	35 MM		COVER	27 MM
	COMPOSITE	KOLOM KC 400 X 200		COMPOSITE	KOLOM KC 400 X 200

Tabel 6. Tabulasi Rekapitan Susunan Tulang Kolom

01	MARK	C4 BALOK	02	MARK	C10 BALOK
	SECTION			SECTION	
	SIZE	650 X 650		SIZE	750 X 400
	TOP BAR	5 - D10		TOP BAR	4 - D10
	MID BAR	4 - D10		MID BAR	4 - D10
	BOT BAR	5 - D10		BOT BAR	4 - D10
	STIRRUP	D11@140-200		STIRRUP	D11@140-200
	COVER	20 MM		COVER	47 MM
	COMPOSITE	WF 600 X 200		COMPOSITE	-

Tabel 7. Tabulasi Rekapitan Susunan Tulang Kolom

01	MARK	C3 PELAT	02	MARK	C6 PELAT	03	MARK	C7 PELAT
	SECTION			SECTION			SECTION	
	SIZE	MARK 1000X1000		SIZE	MARK 1000X1000		SIZE	MARK 1000X1000
	X BAR	D6@120-170		X BAR	D6@120		X BAR	D6@120-170
	Y BAR	D6@130-170		Y BAR	D6@120-180		Y BAR	D6@130-170
	COVER	38,8 MM		COVER	42 MM		COVER	58 MM



Gambar 12. Pengujian Hardness Test

Tabel 8. Tabel Hasil Pengujian Hardness Test – Brinell

No.	ID Sample	Location Test		Average (HB)	Tensile Strength (fu)		Ket.
		Location	Profil Baja		Test Field (MPa)	SNI 1729-2019 dan 2052-2017 (MPa)	
1	B-01	Balok Lt. Dasar	Tulangan Utama D10	110 HB	370 MPa	350 MPa	OK
2	B-02	Balok Lt. Dasar	Tulangan D10	119 HB	400 MPa	350 MPa	OK
3	B-03	Pelat Lt. 1	Wiremesh M6	108 HB	368 MPa	350 MPa	OK
4	B-04	Pelat Lt. 1	Wiremesh M6	110 HB	370 MPa	350 MPa	OK
5	B-05	Kolom Lt. 1	Tulangan Utama Ø10	114 HB	380 MPa	350 MPa	OK
6	B-06	Kolom Lt. 1	Tulangan Ø10	116 HB	385 MPa	350 MPa	OK
7	B-07	Kolom Lt. Dasar	K 400x200	125 HB	420 MPa	400 MPa	OK
8	B-08	Balok Lt. Dasar	WF 600x200	121 HB	405 MPa	400 MPa	OK
9	B-09	Balok Anak Lt. Dasar	WF 450x200	119 HB	400 MPa	400 MPa	OK
10	B-10	Balok Lt. 1	WF 600x200	125 HB	420 MPa	400 MPa	OK
11	B-11	Kolom Lt. 1	K 400x200	120 HB	403 MPa	400 MPa	OK
12	B-12	Balok Lt. 1	WF 400x200	122 HB	410 MPa	400 MPa	OK

Maka diperoleh :

Rata-rata kuat tarik baja kolom = 412 MPa

Rata-rata kuat tarik baja balok = 409 Mpa

Rata-rata kuat tarik tulangan ulir = 377 Mpa

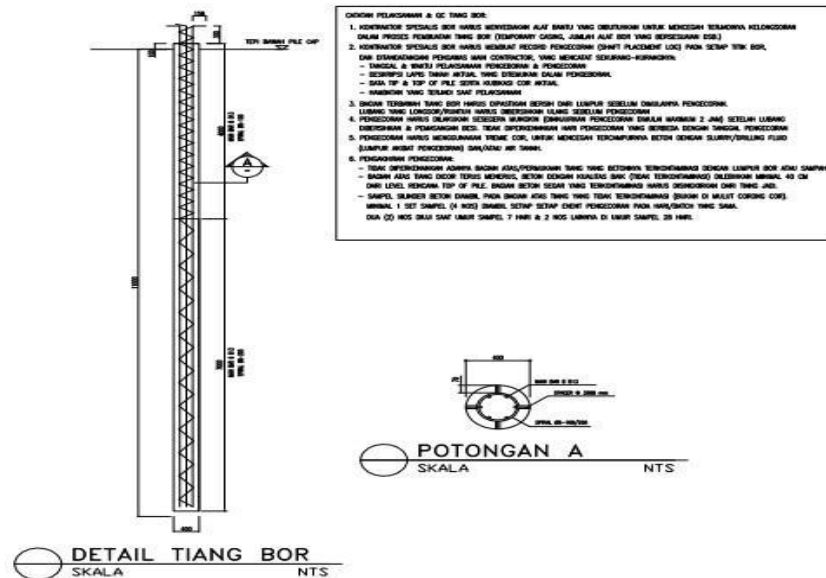
Rata-rata kuat tarik tulangan polos = 383 Mpa

Hasil rata-rata kuat tarik struktur kolom dan balok baja telah memenuhi persyaratan minimum kuat tarik baja berdasarkan SNI 1729-2020 yaitu sebesar 400 MPa atau setara dengan kuat tarik A36.

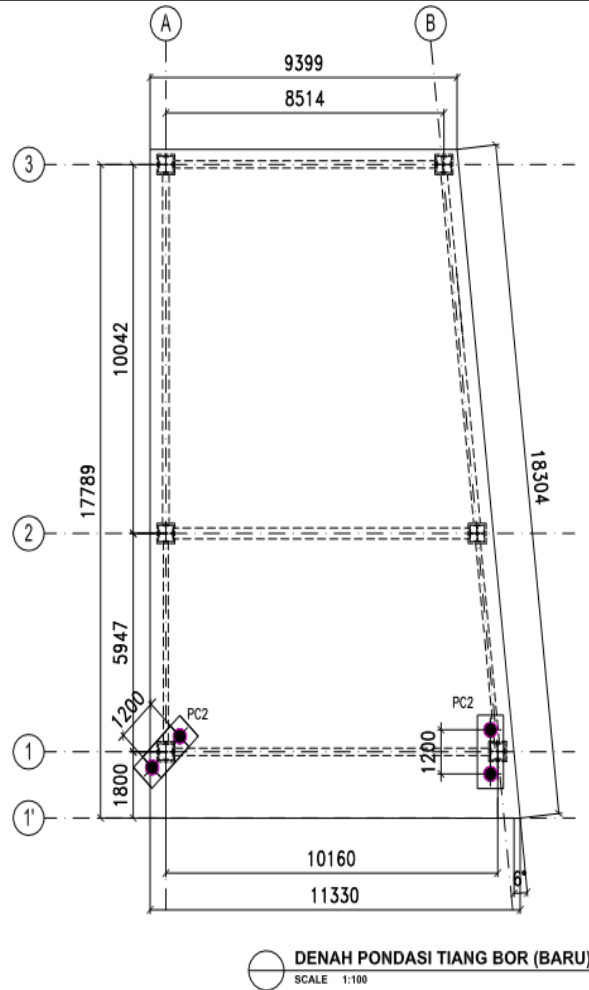
Hasil rata-rata kuat tarik tulangan ulir dan polos baja telah memenuhi persyaratan minimum kuat tarik baja berdasarkan SNI 2051-2017 yaitu sebesar 350 MPa.

3. Desain Perkuatan dan Implementasi Metode Strauss Pile

Pondasi tiang pancang yang digunakan ini memiliki 1 tipe pondasi berdiameter Ø 40 cm. pondasi tersebut memiliki panjang 11 m . mutu beton dari *strauss pile* ini K-600.



Gambar 13. Desain Strauss Pile



Gambar 14. Letak Titik Strauss Pile

Pengerjaan *strauss pile* menggunakan alat bor yang sederhana hanya membutuhkan waktu sebentar untuk setting mata bor, pipa dan lainnya. Berikut tahapan pengerjaan *strauss pile*:

1. Pengeboran, kedalaman pengeboran dapat disesuaikan dengan metode *strauss pile* yakni sekitar 30-50 cm.
2. Pembesian, Pekerjaan pembesian dilakukan dengan menggunakan besi 13 mm 8 batang (main bar) dan besi 8 mm-100 untuk spiral.
3. Pengecoran, hal penting yang harus diperhatikan dalam teknik pengecoran adalah memperhatikan kondisi dari lubang bekas pengeboran.

a. *Pilecap*



Gambar 15. Pengerjaan Pilecap

4. Pekerjaan Struktur Atas
 - a. Kolom terdiri dari pekerjaan marking kolom, fabrikasi tulangan kolom komposit, pemasangan tulangan kolom komposit, Pemasangan bekisting Kolom, Pengecoran Kolom, Pembongkaran bekisting.
 - b. Balok dan Plat terdiri dari pemasangan perancah, Ketinggian, Pemasangan bekisting balok dan plat lantai, Penulangan balok, Pengecoran Plat dan balok, Pembongkaran Bekisting.
 - c. Tangga, terdiri dari pekerjaan pemasangan perancah, pemasangan bekisting plat tangga dan bordes, penulangan dan pemasangan bekisting anak tangga, pengecoran tangga, pembongkaran bekisting tangga.
5. Monitoring dan Dokumentasi
 - a. Monitoring, merupakan kegiatan pengawasan yang dilakukan secara terus-menerus untuk memastikan bahwa seluruh proses perkuatan struktur berjalan sesuai dengan spesifikasi teknis dan jadwal proyek.
 - b. Dokumentasi adalah proses pencatatan seluruh kegiatan yang dilakukan selama proyek berlangsung. Dokumentasi yang lengkap memberikan gambaran menyeluruh tentang tahapan pekerjaan, hasil yang dicapai, serta kendala yang dihadapi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang penulis dapat paparkan dari hasil kerja praktek lapangan yang penulis lakukan diantaranya sebagai berikut:

1. Setelah mengetahui hasil dari berbagai pengujian struktur yang dilakukan pada gedung ex Dunkin Donuts yang ada di Kota Serang Provinsi Banten yang akan digunakan kembali oleh PT. JCO Donuts & Coffee maka perlu dilakukan perkuatan struktur. Hal ini dikarenakan akan dilakukannya proyek penambahan lantai sebanyak dua lantai dari yang berjumlah hanya dua lantai menjadi empat lantai.
2. Dari hasil pengujian struktur diperoleh hasil uji PIT, *hammer test*, *hardness test*, dan *UPV Pundit test* menyatakan bahwa hasil pengujiannya baik. Sedangkan untuk hasil dari pengecekan galian pondasi dan juga *covermeter test* tidak baik.
3. Dilakukan perkuatan struktur dengan menambahkan kekuatan pada pondasi lama gedung, seperti *strauss pile*, *pile cap* dan *tie beam* agar memperkuat struktur gedung.

Untuk memperoleh hasil yang maksimal dan kualitas yang baik, maka mutu beton (K350) yang digunakan dalam proyek renovasi dan penambahan lantai ini juga dinaikan agar struktur bangunan kokoh. Saran dalam penelitian berikut adalah sebagai berikut;

Selama proses pembangunan renovasi dan penambahan lantai pada gedung ex Dunkin Donuts di Kota Serang, penulis masih menemukan beberapa kekurangan- kekurangan dalam pelaksanaan proyek

sehingga perlu dilakukannya perbaikan. Hal ini tentunya agar pelaksanaan proyek berjalan lancar dan selesai tepat waktu. Maka dari itu penulis memberikan beberapa saran yang mungkin bermanfaat bagi pihak

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andi Irawan, Heru. 2016. “Pembangunan Gedung Pelayanan Komprehensif RSJD Dr. Amino Gondohutomo”. *Laporan Kerja Praktek*, Semarang.
- [2] Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek & Konstruksi – Jilid 1*. KANSIUS, Yogyakarta.
- [3] Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek & Konstruksi – Jilid 2*. KANSIUS, Yogyakarta.
- [4] Gramedia, 2023. *Strauss Pile*. (online) URL : <https://www.gramedia.com/best-seller/pondasi-strauss-pile/> (Diakses pada tanggal 28 Maret 2023).
- [5] Rani, Hafnidar. 2016. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Deeppublish, Yogyakarta.
- [6] Putra, Abiyyu Pratama. 2020. “Proyek Pembangunan Gedung BCA KCU Bukit Darmo PT. Tatamulia Nusantara Indah”. *Laporan Kerja Praktek*, Surabaya.
- [7] PBI 1971 N.I-2. 1979. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.