

No. 04/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2025

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN *WASTE* PADA TULANGAN DENGAN
SAMBUNGAN *THREADED REBAR COUPLER* DAN *LAP SPLICE* (STUDI
KASUS PROYEK DATA CENTER BDX CGK3)**



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV

Politeknik Negeri Jakarta

Disusun Oleh :

Muhammad Riza Alauddin

NIM. 2101421065

Pembimbing :

Sidiq Wacono, S.T., M.T.

NIP. 196401071988031001

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

**ANALISIS PERBANDINGAN *WASTE* PADA TULANGAN DENGAN
SAMBUNGAN *THREADED REBAR COUPLER* DAN *LAP SPLICE* (STUDI
KASUS PROYEK DATA CENTER BDX CGK3)** yang disusun oleh **Muhammad
Riza Alauddin (NIM. 2101421065)** yang telah disetujui dosen pembimbing untuk
dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Tahap 1**

Pembimbing,

Sidiq Wacono, S.T., M.T.
NIP. 196401071988031001



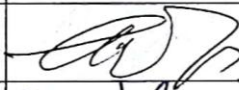
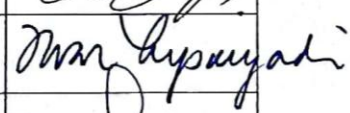
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Berjudul :

**ANALISIS PERBANDINGAN WASTE PADA TULANGAN DENGAN SAMBUNGAN
THREADED REBAR COUPLER DAN LAP SPLICE (STUDI KASUS PROYEK DATA
CENTER BDX CGK3)** yang disusun oleh **Muhammad Riza Alauddin (NIM 2101421065)**
telah dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Tahap 1** di depan Tim Penguji pada hari Kamis
tanggal 05 Juni 2025

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Agung Budi Broto, S.T., M.T. NIP. 196304021989031003	
Anggota	Iwan Supriyadi, BSCE, M.T. NIP. 196401041996031001	
Anggota	Dr. Ir. Drs. Afrizal Nursin, B.sc., M.T. NIP. 12122023060119580410	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta



Isiatun, S.T., M.T.

NIP. 196605181990102001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Muhammad Riza Alauddin

NIM : 2101421065

Program Studi : D4-Teknik Konstruksi Gedung

Alamat Email : muhammad.riza.alauddin.ts21@mhs.wpnj.ac.id

Judul Naskah : Analisis Perbandingan *Waste* pada Tulangan dengan Sambungan *Threaded Rebar Coupler* dan *Lap Splice* (Studi Kasus Proyek Data Center BDx CGK3)

Dengan ini menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2024/2025 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutsertakan dalam segala bentuk kegiatan akademis.

Apabila dikemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Bogor, 21 Mei 2025

Yang menyatakan,

Muhammad Riza Alauddin

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi yang berjudul "Analisis Perbandingan *Waste* pada Tulangan dengan Sambungan *Threaded Rebar Coupler* dan *Lap Splice* (Studi Kasus Proyek Data Center BDx CGK3)" ini dapat diselesaikan tepat waktu.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Diploma IV Jurusan Teknik Sipil di Politeknik Negeri Jakarta. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Sidiq Wacono, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penelitian ini berlangsung.
2. Ibu Istiatun, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
3. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T, M.Eng, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Konstruksi Gedung.
4. Ibu Mukhlisya Dewi Ratna Putri, S.Pd., M.T., selaku Pembimbing Akademik penulis dan kelas 4-TKG1.
5. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu, terima kasih atas ilmu dan dukungan yang diberikan selama masa perkuliahan.
6. Seluruh pihak PT Acset Indonusa terutama pada Proyek Gedung Data Center BDx CGK3, yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.
7. Bapak Armensis dan ibu Komariah yang selalu memberikan semangat, motivasi, serta doa selama penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman kelas 4-TKG1 dan teman satu bimbingan yang sudah saling membantu selama penelitian ini berlangsung.
9. Seluruh anggota grup "Next trip to Makkah", terima kasih telah menyegarkan pikiran penulis.
10. Imro'atus. S, yang selalu hadir memberi masukan dan saran serta mendukung penulis selama penelitian ini berlangsung.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan penelitian serupa di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam bidang konstruksi.

Bogor, Februari 2025

Muhammad Riza Alauddin

Penulis





DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR RUMUS.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Waste Konstruksi.....	6
2.1.1 Physical Waste.....	6
2.1.2 Non-Physical Waste.....	7
2.2 Faktor Penyebab Waste	8
2.3 Pekerjaan Pembesian.....	8
2.4 Metode Penyambungan Tulangan.....	8
2.4.1 Sambungan Lap splice	9

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.2	Sambungan <i>Rebar coupler</i>	9
2.5	Penelitian Terdahulu.....	11
2.6	Posisi Penelitian	14
2.7	Kerangka Pemikiran.....	16
2.8	Hipotesis Penelitian.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		18
3.1	Lokasi dan Objek Penelitian	18
3.2	Variabel Penelitian	19
3.3	Data Penelitian	20
3.4	Populasi dan Sampel.....	20
3.5	Alat Penelitian.....	21
3.6	Bahan Penelitian.....	24
3.7	Metode Analisis Data	24
3.7.1	Analisis <i>Waste level</i>	24
3.7.2	Analisis <i>Waste cost</i>	24
3.7.3	Analisis Statistik Deskriptif	25
3.7.4	Analisis Statistik Komparatif	25
3.7.5	Uji Validitas.....	26
3.7.6	Uji Reliabilitas	26
3.7.7	Uji Homogenitas	26
3.7.8	Uji Normalitas.....	27
3.7.9	Uji Hipotesis	27
3.8	Diagram Alir Penelitian.....	27
3.9	Tahapan Penelitian	29
3.10	Luaran	31
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Data Proyek.....	32



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.1	Data Umum	32
4.2	Data Material.....	33
4.2.1	Data Material Besi.....	33
4.2.2	Data Material <i>Rebar coupler</i>	34
4.3	Data Pembesian Kolom.....	35
4.3.1	<i>Rebar Coupler</i>	35
4.3.2	<i>Lap Splice</i>	37
4.4	Data Kuesioner.....	38
4.4.1	Sambungan <i>Rebar coupler</i>	39
4.4.2	Sambungan <i>Lap splice</i>	46
4.5	Data Wawancara.....	54
4.5.1	Data Narasumber.....	55
4.5.2	Hasil Wawancara.....	55
4.6	Analisis Data	56
4.6.1	Analisis <i>Waste</i>	57
4.6.2	Analisis Statistik Deskriptif	69
4.6.3	Analisis Statistik Komparatif	79
4.7	Pembahasan.....	83
4.7.1	Pembahasan Analisis <i>Waste</i>	83
4.7.2	Perbandingan Faktor Penyebab <i>Waste</i>	85
4.8	Alternatif Pemilihan Jenis Sambungan Pembesian.....	86
BAB V PENUTUP.....		88
5.1	Kesimpulan	88
5.2	Saran.....	89
LAMPIRAN.....		93



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	11
Tabel 3.1 Kuesioner Faktor Penyebab <i>Waste</i>	21
Tabel 3.2 Tingkat Reliabilitas Berdasarkan Nilai Cronbach's Alpha.....	26
Tabel 4.1 Data Umum Proyek.....	32
Tabel 4.2 Volume Rencana Pembesian <i>Rebar coupler</i>	35
Tabel 4.3 Volume Aktual Pembesian <i>Rebar coupler</i>	36
Tabel 4.4 Harga Satuan Pekerjaan Pembesian <i>Rebar coupler</i>	36
Tabel 4.5 Volume Rencana Pembesian <i>Lap splice</i>	37
Tabel 4.6 Volume Aktual Pembesian <i>Lap splice</i>	37
Tabel 4.7 Harga Satuan Pekerjaan Pembesian <i>Lap splice</i>	38
Tabel 4.8 Data Responden Kuesioner <i>Rebar coupler</i>	39
Tabel 4.9 Data Validator Kuesioner	42
Tabel 4.10 Hasil Validasi Kuesioner <i>Rebar coupler</i>	42
Tabel 4.11 Tabulasi Kuesioner <i>Rebar coupler</i> Indikator 1.....	44
Tabel 4.12 Tabulasi Kuesioner <i>Rebar coupler</i> Indikator 2	44
Tabel 4.13 Tabulasi Kuesioner <i>Rebar coupler</i> Indikator 3	45
Tabel 4.14 Tabulasi Kuesioner <i>Rebar coupler</i> Indikator 4	45
Tabel 4.15 Tabulasi Kuesioner <i>Rebar coupler</i> Indikator 5	46
Tabel 4.16 Data Responden Kuesioner <i>Lap splice</i>	47
Tabel 4.17 Data Validator Kuesioner	50
Tabel 4.18 Hasil Validasi Kuesioner <i>Lap splice</i>	50
Tabel 4.19 Tabulasi Kuesioner <i>Lap splice</i> Indikator 1	52
Tabel 4.20 Tabulasi Kuesioner <i>Lap splice</i> Indikator 2.....	52
Tabel 4.21 Tabulasi Kuesioner <i>Lap splice</i> Indikator 3.....	53
Tabel 4.22 Tabulasi Kuesioner <i>Lap splice</i> Indikator 4.....	53
Tabel 4.23 Tabulasi Kuesioner <i>Lap splice</i> Indikator 5.....	54
Tabel 4.24 Data Narasumber Wawancara	55
Tabel 4.25 Rekapitulasi Analisis <i>Waste level Rebar coupler</i>	59
Tabel 4.26 Rekapitulasi Analisis <i>Waste level Lap splice</i>	62
Tabel 4.27 Rekapitulasi Analisis <i>Waste cost Rebar coupler</i>	65
Tabel 4.28 Rekapitulasi Analisis <i>Waste cost Lap splice</i>	68
Tabel 4.29 Hasil Statistik Deskriptif Indikator 1 <i>Rebar coupler</i>	69

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.30 Hasil Statistik Deskriptif Indikator 2 <i>Rebar coupler</i>	70
Tabel 4.31 Hasil Statistik Deskriptif Indikator 3 <i>Rebar coupler</i>	71
Tabel 4.32 Hasil Statistik Deskriptif Indikator 4 <i>Rebar coupler</i>	72
Tabel 4.33 Hasil Statistik Deskriptif Indikator 5 <i>Rebar coupler</i>	73
Tabel 4.34 Hasil Statistik Deskriptif Indikator 1 <i>Lap splice</i>	74
Tabel 4.35 Hasil Statistik Deskriptif Indikator 2 <i>Lap splice</i>	75
Tabel 4.36 Hasil Statistik Deskriptif Indikator 3 <i>Lap splice</i>	76
Tabel 4.37 Hasil Statistik Deskriptif Indikator 4 <i>Lap splice</i>	77
Tabel 4.38 Hasil Statistik Deskriptif Indikator 5 <i>Lap splice</i>	78
Tabel 4.39 Hasil Uji Validitas Kuesioner <i>Rebar coupler</i>	79
Tabel 4.40 Hasil Uji Validitas Kuesioner <i>Lap splice</i>	80
Tabel 4.41 Hasil Uji Reliabilitas Kuesioner <i>Rebar coupler</i>	81
Tabel 4.42 Hasil Uji Reliabilitas Kuesioner <i>Lap splice</i>	81
Tabel 4.43 Hasil Uji Normalitas Kuesioner	82
Tabel 4.44 Hasil Uji Homogenitas Kuesioner	82
Tabel 4.45 Hasil Uji Hipotesis <i>Waste level</i>	83
Tabel 4.46 Hasil Uji Hipotesis Faktor Penyebab <i>Waste</i>	83
Tabel 4.47 Rekapitulasi Faktor Penyebab <i>Waste</i>	85
Tabel 4.48 Hasil Alternatif Metode Sambungan	86

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-Jenis <i>Waste</i> dalam Konstruksi.....	6
Gambar 2.2 Sambungan <i>Lap splice</i> pada Kolom.....	9
Gambar 2.3 Sambungan <i>Rebar coupler</i> pada Kolom	10
Gambar 2.4 <i>Clamping Coupler</i>	10
Gambar 2.5 <i>Threaded Rebar coupler</i>	11
Gambar 2.6 Diagram Posisi Penelitian	15
Gambar 2.7 Diagram Kerangka Pemikiran	16
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	18
Gambar 3.2 Visualisasi 3D Proyek Data Center	19
Gambar 3.3 Diagram Hubungan Antar Variabel	20
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 4.1 Baja Tulangan Beton	34
Gambar 4.2 <i>Coupler Thread D32</i>	35
Gambar 4.3 Grafik Usia Responden	40
Gambar 4.4 Grafik Divisi Responden.....	41
Gambar 4.5 Grafik Pengalaman Kerja Responden	41
Gambar 4.6 Grafik Usia Responden	48
Gambar 4.7 Grafik Divisi Responden.....	49
Gambar 4.8 Grafik Pengalaman Kerja Responden	49
Gambar 4.9 Grafik <i>Waste level Rebar coupler</i>	60
Gambar 4.10 Grafik <i>Waste level Lap splice</i>	63
Gambar 4.11 Grafik <i>Waste cost Rebar coupler</i>	66
Gambar 4.12 Grafik <i>Waste cost Lap splice</i>	68
Gambar 4.13 Diagram Indikator 1 Faktor <i>Waste Rebar coupler</i>	70
Gambar 4.14 Diagram Indikator 2 Faktor <i>Waste Rebar coupler</i>	71
Gambar 4.15 Diagram Indikator 3 Faktor <i>Waste Rebar coupler</i>	72
Gambar 4.16 Diagram Indikator 4 Faktor <i>Waste Rebar coupler</i>	73
Gambar 4.17 Diagram Indikator 5 Faktor <i>Waste Rebar coupler</i>	74
Gambar 4.18 Diagram Indikator 1 Faktor <i>Waste Lap splice</i>	75
Gambar 4.19 Diagram Indikator 2 Faktor <i>Waste Lap splice</i>	76
Gambar 4.20 Diagram Indikator 3 Faktor <i>Waste Lap splice</i>	77
Gambar 4.21 Diagram Indikator 4 Faktor <i>Waste Lap splice</i>	78

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.22 Diagram Indikator 5 Faktor *Waste Lap splice*.....79

Gambar 4.23 Diagram Garis Perbandingan *Waste level*84





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1 Perhitungan <i>Waste level</i>	24
Rumus 3.2 Perhitungan <i>Waste cost</i>	25





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : FORM SKRIPSI	93
LAMPIRAN 2 : VALIDASI KUESIONER.....	102
LAMPIRAN 3 : KUESIONER PENELITIAN.....	105
LAMPIRAN 4 : OUTPUT SPSS	106
LAMPIRAN 5 : PERHITUNGAN EXCEL	112
LAMPIRAN 6 : DATA PROYEK.....	114





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi di Indonesia terus mengalami perkembangan pesat belakangan ini, ditandai dengan persiapan pindahanya Ibu Kota Negara ke IKN di Kalimantan Timur. Berdasarkan Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 63 Tahun 2022 tentang Perincian Rencana Induk Ibu Kota Nusantara (IKN) BAB VI Mengenai Penahapan Pembangunan IKN, terdapat lima tahapan selama kurun waktu 2022-2045. Badan Pusat Statistik tahun 2024 menjelaskan indeks nilai konstruksi yang diselesaikan di Indonesia meningkat sebanyak 4,85% pada kuartal ke-3 tahun 2024. Hal tersebut menunjukkan bahwa banyak proyek konstruksi yang dilaksanakan di Indonesia dan akan terus meningkat pada tahun-tahun berikutnya seiring berkembangnya Ibu Kota Nusantara (IKN). Pertumbuhan sektor konstruksi ini diharapkan dapat mendorong perekonomian nasional karena perkembangannya juga mendukung sektor lain seperti perdagangan dan juga industri.

Namun proyek konstruksi seringkali berdampak buruk pada lingkungan, salah satunya adalah *waste material* dari sisa konstruksi yang memiliki kemungkinan menjadi limbah serta berdampak langsung pada proyek konstruksi yang menyebabkan pemborosan biaya dan waktu. *Waste* dapat diartikan sebagai bentuk pemborosan atau kerugian terhadap berbagai sumber daya seperti material, waktu (terkait tenaga kerja dan peralatan), serta modal. Kerugian ini timbul akibat aktivitas-aktivitas yang memerlukan pengeluaran biaya, baik secara langsung maupun tidak langsung, namun tidak memberikan nilai tambah pada hasil akhir proyek bagi pengguna jasa konstruksi (Pertiwi et al., 2019). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nur Apni dan Veronika Happy Puspasari (2019), *construction waste* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti cuaca, perubahan desain, jenis tanah, serta keterlambatan distribusi gambar dan material. Mereka mengidentifikasi bahwa faktor cuaca menjadi penyebab dominan *waste* dalam proyek bangunan gedung di Palangkaraya, diikuti oleh faktor perubahan pekerjaan dan ketidaksesuaian desain. Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian *waste* bukan hanya soal manajemen material, melainkan juga terkait koordinasi, metode kerja, dan keputusan teknis di lapangan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan hasil survei dari Eurostat, limbah atau *waste* yang dihasilkan oleh sektor industri di Eropa sebagian besar berasal dari aktivitas konstruksi, dengan persentase sebesar 38,4%. Adapun persentase *waste* berdasarkan jenis material, yaitu pembesian menyumbang 43,82%, bata menghasilkan 27,03%, dan beton menyumbang 24,17% dari total limbah konstruksi. Data diatas menunjukkan pekerjaan pembesian memberikan *waste* paling besar. Metode penyambungan tulangan tumpang tindih konvensional/*lap splice* merupakan salah satu kontributor utama masalah limbah pembesian dan emisi karbon dalam industri konstruksi. Sambungan *lap splice* memerlukan panjang sambungan yang lebih panjang, terutama untuk tulangan baja berdiameter lebih besar (D. Darma et al, 2024). Untuk mengatasi hal ini maka mengganti metode konvensional dengan yang lebih modern adalah hal yang sangat tepat. Hal ini memunculkan inovasi sistem sambungan tulangan agar lebih efisien dengan menggunakan metode kopler mekanis sebagai pilihan alternatif yang ramah lingkungan.

Rebar coupler adalah alat sambung mekanis yang digunakan untuk menghubungkan dua batang tulangan, dengan tujuan mentransfer beban antar tulangan (ACI 439.3R-91). Tidak seperti sambungan *lap splice* yang mengandalkan kekuatan beton pada kolom, sambungan jenis ini justru tidak bergantung pada beton, sehingga menghasilkan sambungan yang lebih kuat dan andal (Murtadho et al., 2023). *Coupler* terbuat dari bahan baja dengan pemasangan di bagian atas serta bawah, memungkinkan penyambungan dua batang tulangan dengan diameter yang sama ataupun berbeda (Sajjad, M, et al., 2019). Salah satu keunggulannya adalah menghilangkan kebutuhan *overlapping* yang membutuhkan panjang tulangan tambahan, sehingga *rebar coupler* mendukung desain yang lebih rapi sekaligus mengurangi pemborosan material. Namun *waste* yang ditimbulkan dari pekerjaan pembesian menggunakan sambungan *rebar coupler* belum diketahui secara pasti sehingga perlu analisis yang menjelaskan *waste* yang ditimbulkan dan faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya *waste* pada metode tersebut. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Achmad Murtadho, et al. (2023) menunjukkan sambungan *rebar coupler* lebih unggul dari segi mutu, biaya dan waktu, sedangkan penelitian Aurick dan Sutandi (2018) menunjukkan bahwa sambungan *lap splice* konvensional lebih unggul dibandingkan sambungan *rebar coupler*. Kedua penelitian tersebut sama-sama membandingkan penggunaan sambungan *rebar coupler* dan juga *lap splice* dari segi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

biaya dan juga waktu, namun kedua penelitian tersebut menghasilkan jawaban yang saling bertolak belakang, maka penelitian lanjutan diperlukan dalam permasalahan ini dengan menggunakan metode dan sudut pandang yang berbeda sehingga menghasilkan keterbaruan penelitian. Sehingga penelitian ini akan membandingkan dari segi *waste* yang ditimbulkan dan faktor penyebab *waste* dari pekerjaan pembesian menggunakan sambungan *rebar coupler* sebagai metode inovasi dan pekerjaan pembesian menggunakan sambungan *lap splice* sebagai metode yang umum digunakan untuk mengetahui perbandingannya dengan sebuah hipotesis melalui metode pengujian statistik serta mendapatkan alternatif pemilihan metode yang lebih optimal agar dapat memberikan masukan teknis yang bermanfaat bagi efisiensi pelaksanaan proyek di lapangan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan diteliti :

1. Berapa nilai *waste level* pada tulangan dengan sambungan *rebar coupler* dan *lap splice*?
2. Berapa *waste cost* pada tulangan dengan sambungan *rebar coupler* dan *lap splice*?
3. Apa faktor penyebab *waste* pada pekerjaan tulangan dengan sambungan *rebar coupler* dan *lap splice*?
4. Bagaimana perbandingan *waste* dan faktor penyebabnya dari kedua jenis sambungan tulangan tersebut serta metode mana yang menjadi pilihan lebih optimal?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini :

1. Menentukan *waste level* yang lebih kecil antara sambungan tulangan menggunakan *rebar coupler* dengan *lap splice*.
2. Menentukan *waste cost* yang lebih rendah antara sambungan tulangan menggunakan *rebar coupler* dengan *lap splice*.
3. Mengetahui faktor yang menyebabkan *waste* pada pekerjaan tulangan dengan sambungan *rebar coupler* dan *lap splice*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Menentukan metode sambungan tulangan yang lebih optimal berdasarkan perbandingan *waste* dan faktor penyebabnya.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dibutuhkan agar penelitian ini terarah sehingga tujuan akan tercapai, maka batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Penelitian hanya ditinjau pada Proyek Gedung Data Center BDx CGK3.
2. Penelitian ini meninjau *waste* dari pekerjaan tulangan pada struktur kolom dengan sambungan *threaded rebar coupler* dan *lap splice*.
3. Penelitian ini menyatakan perhitungan *waste* material sebagai selisih antara volume aktual penggunaan material dan volume rencana berdasarkan gambar kerja.
4. Perhitungan *waste cost* berdasarkan volume *waste* material, harga satuan pekerjaan, dan harga jual sisa besi.
5. Indikator *waste* yang digunakan dalam kuesioner yaitu, Material, Tenaga Kerja, Alat, Metode kerja, dan Koordinasi.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan Skripsi ini terdapat sistematika penulisan yang mendistribusikan pokok bahasan secara garis besar sebagai berikut ini :

1. BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Latar belakang menjelaskan permasalahan *waste* dalam konstruksi, khususnya pada pekerjaan pembesian dengan dua metode penyambungan tulangan. Dari permasalahan tersebut, dirumuskan masalah penelitian dengan tujuan menentukan metode penyambungan yang lebih optimal di antara kedua metode tersebut.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi uraian teori yang bersumber dari studi literatur yang berkaitan dengan pokok permasalahan mengenai *waste* konstruksi, faktor *waste* konstruksi dan metode penyambungan tulangan dengan *rebar coupler* dan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

lap splice. Bab ini juga menjelaskan penelitian terdahulu dan hipotesis penelitian.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi penjelasan objek penelitian yang memuat lokasi dan data-data yang diperlukan dalam penelitian. Terdapat diagram alir penelitian yang menjelaskan tahapan penelitian, teknik pengumpulan data dan metode analisis data penelitian.

4. BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Berisi penjelasan dari data yang telah didapatkan, proses analisis data, hasil analisis, dan pembahasan berdasarkan hasil analisis yang diperoleh dari penelitian.

5. BAB V PENUTUP

Bagian ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian sebagai jawaban atas rumusan masalah, serta terdapat rekomendasi dari penulis sebagai masukan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap perbandingan *waste* pada sambungan tulangan menggunakan metode *threaded rebar coupler* dan *lap splice* di proyek pembangunan Data Center BDx CGK3, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil analisis *waste level* menunjukkan bahwa secara keseluruhan metode sambungan *rebar coupler* memiliki nilai *waste level* sebesar 0,0571 atau 5,71%, sedangkan metode *lap splice* memiliki nilai yang lebih tinggi yaitu 0,4424 atau 44,24%. *Waste level* tertinggi untuk *rebar coupler* terjadi pada lantai raft to 1 sebesar 0,2811 dan untuk *lap splice* pada lantai 2 dan 3 sebesar 0,4845. Hal ini menunjukkan bahwa metode *rebar coupler* lebih efisien dalam penggunaan material dibandingkan metode *lap splice*.
2. Berdasarkan hasil perhitungan *waste cost*, metode *rebar coupler* menghasilkan biaya dari sisa material sebesar Rp 441.231.176,-, sedangkan metode *lap splice* sebesar Rp 3.880.296.097,-. Nilai tersebut merupakan biaya sisa material secara utuh sebelum dikurangi nilai jual besi bekas konstruksi sebesar 39%. Setelah dikurangi nilai jual hasilnya menunjukkan nilai *waste cost* pada metode *rebar coupler* sebesar Rp. 268.843.172,- sedangkan metode *lap splice* sebesar Rp. 2.364.273.351,-. Metode *rebar coupler* lebih unggul secara ekonomis dari biaya sisa material yang dihasilkan.
3. Faktor penyebab terjadinya *waste* dibagi menjadi lima indikator yaitu material, tenaga kerja, alat, metode kerja dan koordinasi. Pada indikator material, metode *rebar coupler* paling banyak dipengaruhi oleh kehilangan atau kelebihan pemakaian material, sedangkan metode *lap splice* dipengaruhi oleh material yang mengalami kerusakan. Untuk indikator tenaga kerja, kedua metode memiliki faktor dominan yang sama yaitu pekerja tidak memahami prosedur penyambungan tulangan. Pada indikator alat faktor penyebab *waste* metode *rebar coupler* disebabkan oleh pemasangan yang harus menunggu alat bantu yang terbatas, seperti mesin ulir dan kunci torsi. Sementara pada *lap splice*, faktor dominannya adalah

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

penggunaan alat yang mengakibatkan material rusak. Untuk indikator metode kerja, keduanya juga memiliki faktor dominan yang sama, yaitu kurangnya instruksi dan pengawasan yang menyebabkan kesalahan pemasangan. Terakhir pada indikator koordinasi, faktor penyebab *waste* metode *rebar coupler* yaitu pekerjaan yang tidak sesuai jadwal, sedangkan metode *lap splice* yaitu keterlambatan dalam pengambilan keputusan di lapangan.

4. Hasil uji komparatif melalui pengujian hipotesis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada *waste level* antara kedua metode, dengan *rebar coupler* sebagai metode yang lebih efisien. Namun, untuk faktor penyebab terjadinya *waste*, hasil uji hipotesis tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara keduanya. Artinya, meskipun metode sambungan yang digunakan berbeda, faktor penyebab *waste* dianggap memiliki pengaruh yang relatif sama di lapangan berdasarkan persepsi responden. Sehingga bisa disimpulkan metode sambungan *threaded rebar coupler* lebih optimal dan efisien dibandingkan metode *lap splice* dari segi *waste material* dan *waste cost*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan keterbatasan yang dihadapi selama proses penyusunan skripsi ini, maka beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menganalisis *waste* dari segi waktu atau produktivitas tenaga kerja secara kompleks, terutama dalam membandingkan efisiensi pelaksanaan antara metode sambungan *rebar coupler* dan *lap splice*. Hal ini penting mengingat pada praktik di lapangan, durasi pekerjaan dan kemudahan pelaksanaan sering menjadi pertimbangan utama dalam pemilihan metode sambungan.
2. Perlu dilakukan pengumpulan data yang lebih luas dari beberapa proyek berbeda agar diperoleh hasil yang lebih umum dan representatif.
3. Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi pengaruh desain *bar bending schedule* dan perencanaan potongan terhadap efisiensi material, karena hal ini terbukti memiliki pengaruh besar terhadap *waste* namun sering diabaikan dalam proses desain awal.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Saran terakhir, perlu adanya kajian lebih lanjut mengenai nilai ekonomi dari sisa potongan besi secara lebih rinci, pengaruh volume sisa terhadap total biaya proyek, dan potensi penerapannya dalam kebijakan manajemen limbah proyek secara menyeluruh.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- ACI. (1999). *Mechanical connections of reinforcing bars, standard by American Concrete Institute*. Concrete International, 5(1), 24–35.
- Aleksandrova, H. (2020). *Reduction of non-physical waste on construction sites using resource management* (Master's thesis, Construction Management, 4th semester). Hasiyana Aleksandrova and Egle Eismontaite.
- Aurick, K., & Sutandi, A. (2018). Studi perbandingan sambungan tulangan kolom dengan metode *lap splice* dan metode mechanical splice pada proyek Indonesia 1. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1(1), 214–219.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Indikator konstruksi, triwulan III-2024*.
- Chaise, E. Q., Lians, K. S., Ratna, D., & Alifen, S. (2020). Analisa sisa material pada pekerjaan struktur konstruksi beton bertulang.
- Dabiri, H., Kheyroddin, A., & Dall'Asta, A. (2022). Splice methods used for reinforcement steel bars: A state-of-the-art review. *Construction and Building Materials*, 320, 126198. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126198>
- IDX Channel. (2025, Jan 29). *Harga besi bekas per kg terbaru*. <https://www.idxchannel.com/milenomic/cek-harga-besi-bekas-per-kg-terbaru>
- Janna, N. M., & Herianto, H. (2021, January 22). Konsep uji validitas dan reliabilitas dengan menggunakan SPSS. <https://doi.org/10.31219/osf.io/v9j52>
- Jhoni Setiawan, Sutriyono, I. B., & Rochmah, N. (2022). Analisis produktivitas tenaga kerja terhadap pekerjaan pembesian kolom dan balok pada proyek Vasa Hotel Extension. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5(1).
- Khanh, H. D., & Kim, S. Y. (2015). Development of *waste occurrence level* indicator in Vietnam construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 22(6), 715–731.
- Koskela, L. J., Ballard, G., & Tommelein, I. (2002). *The foundations of lean construction: Construction management in refurbishment projects*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Mas Pertiwi, I., Surya Herlambang, F., & Sri Kristinayanti, W. (n.d.). Analisis *waste* material konstruksi pada proyek gedung (Studi kasus pada proyek gedung di Kabupaten Bandung). *Jurnal Simetrik*, 9(1), 185–190.
- Mundir. (2012). *Pengantar analisis data untuk penulisan skripsi dan tesis*.
- Murtadho, A., Sawito, K., Mubarak, A., Manurung, E. H., & Puro, S. (2023). Analysis of reinforcement connections in columns with the *coupler* method in terms of *cost*, *quality* and *project time* the *Stature*. *Indonesian Journal of Interdisciplinary Research in Science and Technology (MARCOPOLLO)*, 1(3), 117–136.
- Nagapan, S., Rahman, I. A., & Asmi, A. (2012). Factors contributing to physical and non-physical *waste* generation in construction industry. *International Journal of Advances in Applied Sciences (IJAAS)*, 1(1), 1–10.
- Nur Apni, & Veronika, H. P. (2019). Faktor-faktor penyebab construction *waste* pada proyek konstruksi di Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknik*, 3(1), 31–42.
- Sajjad, M., Jithin, A. J., & Jung, D. W. (2019). Fabrication of one-touch *rebar coupler* for mechanical connection. *Journal of the Korean Society for Power Engineering*, 23(1), 84–88. <https://doi.org/10.9726/kpse.2019.23.1.084>
- Sugiyono. (2023). *Metode penelitian kuantitatif & kualitatif dan R&D*. Bandung: PT Alfabeta.
- Widana, I. W., & Muliani, P. L. (2020). *Uji persyaratan analisis*. Yogyakarta: KLIK MEDIA.
- Widjaja, D. D., Kim, S., & Kim, D.-J. (2024). Optimizing rebar consumption and cutting *waste* in column reinforcement: Integrated mechanical *couplers* and a special-length priority minimization algorithm. *Buildings*, 14, 287.
- Zulaida, C. P., & Yuwono, B. E. (2019). Analisis pengelolaan limbah konstruksi dengan metode lean construction. In *Prosiding Seminar Intelektual Muda #2* (pp. 15–19).