

**ANALISIS LIMBAH MATERIAL BETON DENGAN PENERAPAN LEAN
CONSTRUCTION PADA PEKERJAAN SUPERFLAT SLAB SMART
WAREHOUSE DI CAKUNG, JAKARTA TIMUR**

TUGAS AKHIR



Disusun oleh:

Wahyu Saputra

1222004035

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS BAKRIE

JAKARTA

2026

**ANALISIS LIMBAH MATERIAL BETON DENGAN PENERAPAN LEAN
CONSTRUCTION PADA PEKERJAAN SUPERFLAT SLAB SMART
WAREHOUSE DI CAKUNG, JAKARTA TIMUR**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik



Disusun oleh:

Wahyu Saputra

1222004035

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Wahyu Saputra

NIM : 1222004035

Tanda Tangan : 

Tanggal : 14 September 2026

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Wahyu Saputra

NIM : 122004035

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Judul Skripsi : Analisis Limbah Material Beton Dengan Penerapan *Lean Construction* Pada Pekerjaan *Superflat Slab Smart Warehouse* Di Cakung, Jakarta Timur.

Telah berhasil menyelesaikan dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc.

()

Pembimbing 2 : Susania Novita Putri, S.T, M.T.

()

Pembahas 1 : Dr. Ir. Ade Asmi, S.T., M.SC., IPM.

()

Pembahas 2 : Teuku Muhammad Rasyif, S.T., M.T., Ph.D.

()

Ditetapkan di Jakarta

Tanggal, 14 September 2026

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai Civitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wahyu Saputra
NIM : 1222004003
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti NonEksklusif** (*Non-exclusive RoyaltyFree Right*) atas karya ilmiah yang berjudul :

Analisis Limbah Material Beton Dengan Penerapan *Lean Construction* Pada Pekerjaan *Superflat Slab Smart Warehouse* Di Cakung, Jakarta Timur.

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksekutif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 14 September 2026

Yang Menyatakan



Wahyu Saputra

**ANALISIS LIMBAH MATERIAL BETON DENGAN PENERAPAN LEAN
CONSTRUCTION PADA PEKERJAAN SUPERFLAT SLAB SMART WAREHOUSE DI
CAKUNG, JAKARTA TIMUR**

Wahyu Saputra¹

ABSTRAK

Pekerjaan lantai *superflat* memiliki tuntutan ketepatan pelaksanaan yang tinggi sehingga berpotensi menimbulkan limbah material beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis volume limbah beton, mengidentifikasi faktor penyebab dominan, serta menganalisis penerapan *Lean Construction* pada pekerjaan *superflat slab* Proyek *Smart Warehouse* Cakung, Jakarta Timur. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif melalui observasi, dokumentasi, *delivery ticket*, volume aktual pekerjaan, dan kuesioner terhadap 50 responden. Analisis dilakukan menggunakan 7 *Waste Lean Construction*, uji validitas, reliabilitas, dan *Mean Index*. Hasil penelitian menunjukkan limbah material beton sebesar 11 m³ atau 5,1% dari total volume beton yang dipesan. Faktor penyebab paling dominan adalah *defect*, dengan nilai *Mean Index* sebesar 0,880, terutama akibat pekerjaan ulang dari hasil pengecoran yang tidak sesuai spesifikasi. Hasil validasi *expert* menunjukkan enam prinsip *Lean Construction* telah diterapkan, yaitu *Increased Visualization*, *Daily Huddle Meeting*, *Standardization*, *Quality Control*, *Material Control*, dan *Continuous Improvement*, dengan *Quality Control* sebagai prinsip yang paling berperan dalam mengurangi limbah beton.

Kata Kunci: Limbah Material, Limbah Beton, *Superflat Slab*, *Lean Construction*, *Defect*

ANALYSIS OF CONCRETE MATERIAL WASTE WITH THE APPLICATION OF LEAN CONSTRUCTION IN SUPERFLAT SLAB WORKS AT THE SMART WAREHOUSE IN CAKUNG, EAST JAKARTA

Wahyu Saputra¹

ABSTRACT

Superflat floor construction requires a high level of execution accuracy, which may potentially result in concrete material waste. This study aims to analyze the volume of concrete waste, identify the dominant contributing factors, and analyze the implementation of Lean Construction in the superflat slab work of the Cakung Smart Warehouse Project, East Jakarta. The study employed a descriptive quantitative approach through observations, documentation, delivery tickets, actual work volumes, and questionnaires involving 50 respondents. The analysis utilized the 7 Wastes of Lean Construction, validity and reliability tests, and the Mean Index. The results showed that concrete material waste amounted to 11 m³ or 5.1% of the total ordered concrete volume. The most dominant contributing factor was defect, with a Mean Index value of 0.880, primarily caused by rework due to casting results that did not meet specifications. Expert validation showed that six Lean Construction principles had been implemented, namely Increased Visualization, Daily Huddle Meeting, Standardization, Quality Control, Material Control, and Continuous Improvement, with Quality Control identified as the principle playing the most significant role in reducing concrete waste.

Keyword: Material Waste, Concrete Waste, Superflat Slab, Lean Construction, Defect

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, serta pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Limbah Material Beton dengan Penerapan *Lean Construction* pada Pekerjaan *Superflat Smart Warehouse* di Cakung, Jakarta Timur” dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa penyelesaian penelitian tidak terlepas dari berbagai kendala, baik dalam proses pengumpulan data, pengolahan data, maupun penyusunan laporan. Namun, berkat doa, dukungan, bimbingan, bantuan, serta motivasi dari berbagai pihak, seluruh proses tersebut dapat dilalui hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, kesehatan, kekuatan, kemudahan, serta kesempatan kepada penulis sehingga dapat menjalani proses perkuliahan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga penulis, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, motivasi, serta bantuan baik secara moral maupun material selama penulis menjalani masa perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng., selaku Rektor Universitas Bakrie yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan dan menyelesaikan studi di Universitas Bakrie.
4. Fatin Adriati, S.T., M.T., IPP., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah memberikan arahan dan dukungan selama penulis menjalani proses perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir.
5. Dr. Ir. Budianto Ontowirjo, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan kepada penulis sehingga proses penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan lebih baik.

6. Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M. Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta kritik yang membangun kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Susania Novita Putri, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan kepada penulis sehingga proses penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan lebih baik.
8. Dr. Ir. Ade Asmi, S.T., M.Sc., IPM., dan Teuku Muhammad Rasyif, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun sehingga penulis dapat melakukan perbaikan dan penyempurnaan terhadap Tugas Akhir ini.
9. Maulina Alya Salsabila, Naya Putri Adiza, Putu Gde Sathya DK, dan Rahma Putri Tanjung, yang telah menjadi teman seperjuangan selama masa perkuliahan dan proses penyusunan Tugas Akhir. Terima kasih atas segala bantuan, dukungan, motivasi, kebersamaan, serta kesediaannya menjadi teman berdiskusi dan berbagi cerita selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Perunggu, yang melalui lagu “*Gemilang*” telah menemani dan memberikan semangat kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Lagu tersebut menjadi salah satu pengingat bagi penulis untuk tetap berusaha, bertahan, dan menyelesaikan setiap proses yang telah dimulai hingga akhir.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sebagai bahan perbaikan dan penyempurnaan di masa yang akan datang. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun bagi pembaca, serta dapat menjadi tambahan pengetahuan dan referensi dalam bidang konstruksi, *Lean Construction*, dan pengendalian limbah material, khususnya pada pekerjaan beton.

Jakarta, 14 September 2026



Wahyu Saputra

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II	6
2.1 <i>Smart Warehouse</i>	6
2.2 <i>Superflat Slab</i>	7
2.3 Limbah Material	9
2.3.1. Pengertian Limbah Material	9
2.3.2. Penyebab Limbah Konstruksi	12
2.4 Limbah Beton	15
2.5 Proyek Konstruksi	16
2.6 Manajemen Proyek Konstruksi	16
2.7 <i>Lean Construction</i>	23
2.7.1. Pengertian <i>Lean Construction</i>	23
2.7.2. Sejarah <i>Lean Construction</i>	23
2.7.3. Tujuan dan Manfaat <i>Lean Construction</i>	24
2.7.4. <i>Lean Construction Tools</i>	25
2.8 Penelitian Terdahulu	28
BAB III	31
3.1 Metode dan Konsep Penelitian	31
3.2 Diagram Alir Penelitian	32
3.3 Lokasi Penelitian	34

3.4	Jenis dan Sumber Data.....	36
3.5.1.	Data Primer	36
3.5.2.	Data Sekunder	37
3.5	Variabel Penelitian, Operasional Variabel dan Skala Pengukuran.....	37
3.5.1.	Variabel Penelitian	37
3.5.2.	Operasional Variabel	38
3.6	Metode Pengumpulan Data.....	43
3.7	Teknik Analisis Data	48
3.8	Tahapan Penelitian	55
BAB IV HASIL DAN ANALISIS DATA.....		57
4.1	Hasil Penelitian	57
4.2	Analisis Data	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		95
5.2	Kesimpulan	95
5.2	Saran	96
DAFTAR PUSTAKA		98
LAMPIRAN.....		102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik kontribusi sektor konstruksi terhadap PDB	1
Gambar 1. 2 Tripple Constrant	2
Gambar 1. 3 Poin-poin SDGs.....	3
Gambar 2. 1 Superflat checking area	7
Gambar 2. 2 Metode Pekerjaan Lantai Superflat	8
Gambar 2. 3 Unsur-unsur Proyek Konstruksi	21
Gambar 2. 4 Sejarah Lean Construction	24
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian.....	33
Gambar 3. 2 Ilustrasi Proyek	34
Gambar 3. 3 Lokasi Proyek	34
Gambar 3. 4 Area Pekerjaan Lantai Superflat.....	35
Gambar 3. 5 Metode Validasi Expert	55
Gambar 4. 1 Volume Pengecoran Pada Zona Pengecoran Lantai	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Contoh Perhitungan	14
Tabel 2. 2 Tabel Penelitian Terdahulu	28
Tabel 3. 3 Tabel Operasional Variabel.....	38
Tabel 3. 4 Bobot Skala Likert.....	44
Tabel 3. 5 Pertanyaan Kuesioner	45
Tabel 3. 6 Data pengecoran	50
Tabel 3. 7 Koefisien Korelasi	53
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Volume Limbah Beton pada Pekerjaan Lantai Superflat.....	60
Tabel 4. 2 Tabel Frekuensi Responden.....	61
Tabel 4. 3 Biodata Narasumber	64
Tabel 4. 4 Hasil Validasi Expert	65
Tabel 4. 5 Hasil Analisis Volume Limbah Beton	70
Tabel 4. 6 Hasil Uji Validitas Variabel	73
Tabel 4. 7 Hasil Uji Reliabilitas	76
Tabel 4. 8 Hasil Uji Mean A1 sampai A3.....	78
Tabel 4. 9 Hasil Uji Mean A4 sampai A7.....	78
Tabel 4. 10 Tabel Hasil Uji Index Mean.....	78
Tabel 4. 11 Tabel Temuan Penyebab Limbah.....	81
Tabel 4. 12 Penerapan Lean Construction.....	81
Tabel 4. 13 Analisis Klasifikasi VA/NVA dan Penerapan Prinsip <i>Lean Construction</i>	83