



**ANALISIS TEKNO EKONOMI DAN DAMPAK LINGKUNGAN
PEMANFAATAN LIMBAH *RED MUD* PADA BETON DALAM
PERSPEKTIF *SUSTAINABLE CONSTRUCTION*
*MANAGEMENT***



TESIS

MUHAMAD REZA MAULANA

UNIVERSITAS
55723120027

MERCU BUANA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

TAHUN 2026



**ANALISIS TEKNO EKONOMI DAN DAMPAK LINGKUNGAN
PEMANFAATAN LIMBAH *RED MUD* PADA BETON DALAM
PERSPEKTIF *SUSTAINABLE CONSTRUCTION*
*MANAGEMENT***

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Magister

**UNIVERSITAS
MUHAMAD REZA MAULANA
55723120027
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
TAHUN 2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Reza Maulana
NIM : 55723120027
Fakultas/Program Studi : Teknik/Magister Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tesis berjudul:

“Analisis Tekno Ekonomi dan Dampak Lingkungan Pemanfaatan Limbah Red mud Pada Beton Dalam Perspektif Sustainable Construction Management”

adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 23 Februari 2026



(Muhamad Reza Maulana)

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

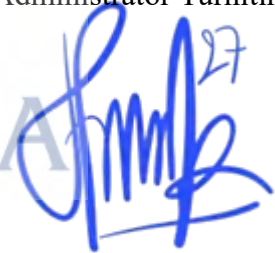
Nama : **Muhamad Reza Maulana**
NIM : **55723120027**
Program Studi : **Magister Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **Analisis Tekno Ekonomi dan Dampak Lingkungan Pemanfaatan Limbah Red Mud Pada Beton Dalam Perspektif Sustainable Construction Management**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Selasa, 24 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **20 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 24 Februari 2026

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

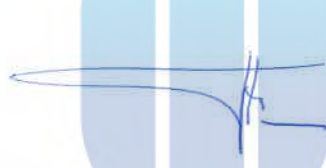
Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Muhamad Reza Maulana
NIM : 55723120027
Fakultas/Program Studi : Magister Teknik Sipil
Judul Tesis : Analisis Tekno Ekonomi dan Dampak Lingkungan Pemanfaatan Limbah *Red mud* Pada Beton Dalam Perspektif *Sustainable Construction Management*.

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 20 Februari 2026 di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



Dr. Ir. Agus Suroso, M.T

NIDN : 0330046602

UNIVERSITAS

Jakarta, 25 Februari 2026
Mengetahui,
MERCUBUANA

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T

NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil



Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T

NIDN : 0024096701

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tesis ini. Penulisan Tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepadaterima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M, Eng, selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T, selaku Kepala Program Studi Magister Teknik Sipil dan Dosen penelaah sidang yang telah memberikan koreksi, masukan dan saran selama penyusunan tesis ini.
4. Bapak Dr. Ir. Agus Suroso, MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan arahan dan membimbing saya dengan sabar selama proses penyusunan tesis ini.
5. Nurafiyati dan Naira yang selalu memberikan semangat, do'a, dorongan, dukungan, dan kasih sayang kepada saya selama ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 23 Februari 2026

(Muhamad Reza Maulana)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Reza Maulana
NIM : 55723120027
Fakultas/Program Studi : Magister Teknik Sipil
Judul Tesis : Analisis Tekno Ekonomi dan Dampak Lingkungan Pemanfaatan Limbah *Red mud* Pada Beton Dalam Perspektif *Sustainable Construction Management*.

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 23 Februari 2026

Yang menyatakan,



(Muhamad Reza Maulana)

**ANALISIS TEKNO EKONOMI DAN DAMPAK LINGKUNGAN
PEMANFAATAN LIMBAH *RED MUD* PADA BETON DALAM
PERSPEKTIF *SUSTAINABLE CONSTRUCTION MANAGEMENT*
MUHAMAD REZA MAULANA**

ABSTRAK

Produksi alumina melalui proses Bayer menghasilkan residu bauksit atau *red mud* dalam volume yang besar, mencapai 50–55% dari total bijih bauksit yang diolah. Penumpukan limbah ini menjadi tantangan lingkungan serius yang memerlukan solusi pemanfaatan limbah, Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan limbah *red mud* sebagai substitusi sebagian *cement* pada beton. Penelitian ini membandingkan beton normal dengan lima macam formulasi beton dengan *red mud* (5%,15%, 20%, 25% dan 30%) berdasarkan empat indikator utama, yaitu (1) kuat tekan beton, (2) kelayakan ekonomi, (3) volume penyerapan limbah, dan (4) dampak lingkungan melalui pendekatan *Life Cycle Assessment* (LCA). Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, 28, dan 30 hari di Laboratorium Wika Beton yang telah terakreditasi KAN. Analisis kelayakan ekonomi dihitung menggunakan parameter *Net Present Value* (NPV), *Benefit cost ratio* (BCR), dan *Internal Rate of Return* (IRR) dalam skenario produksi *paving block*. Kapasitas penyerapan limbah dihitung dari volume produksi sebesar 5.000 m² per tahun. LCA dilaksanakan mengacu pada ISO 14040:2006 yang meliputi tahap penetapan tujuan dan ruang lingkup (*goal and scope definition*), inventarisasi daur hidup (*Life Cycle Inventory/LCI*), penilaian dampak lingkungan (*Life Cycle Impact Assessment/LCIA*), dan interpretasi hasil. Hasil penelitian menunjukkan beton *red mud* 25% menghasilkan kuat tekan 36,93 MPa pada umur 30 hari, lebih tinggi dibanding beton normal sebesar 34,15 MPa. Secara ekonomi, *Red mud* 25% memberikan biaya produksi Rp 1.480.085/m³ dengan NPV positif, IRR sebesar 63,9%, dan BCR > 1. Selain itu, *red mud* 25% mampu menyerap 41,8 ton limbah per tahun dalam produksi *paving block*. Hasil LCA menunjukkan adanya penurunan emisi *Useiring* dengan berkurangnya konsumsi semen. Secara keseluruhan, seluruh formulasi *red mud* (5%, 15%, 20%, 25%, dan 30%) dinilai layak diterapkan karena telah memenuhi parameter kelayakan teknis dan ekonomi, serta terbukti efektif dalam mereduksi emisi dan meningkatkan volume pemanfaatan limbah industri secara produktif.

Kata Kunci: *Red mud*, *Kuat Tekan*, *Kelayakan Ekonomi*, *Benefit-Cost Ratio (BCR)*, *life Cycle Assessment (LCA)*.

**TECHNO-ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS OF
CONCRETE INCORPORATING RED MUD WASTE WITHIN THE
FRAMEWORK OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION MANAGEMENT
MUHAMAD REZA MAULANA**

ABSTRACT

Alumina production via the Bayer process generates bauxite residue, or red mud, in massive volumes, reaching 50–55% of the total processed bauxite ore. The accumulation of this waste poses a serious environmental challenge that necessitates effective utilization solutions. This study aims to analyze the utilization of red mud as a partial cement substitute in concrete. The research compares normal concrete with five red mud formulations (5%, 15%, 20%, 25%, and 30%) based on four primary indicators: (1) compressive strength, (2) economic feasibility, (3) waste absorption volume, and (4) environmental impact using the Life Cycle Assessment (LCA) approach. Compressive strength testing was conducted at 7, 14, 28, and 30 days at the KAN-accredited Wika Beton Laboratory. Economic feasibility was analyzed using Net Present Value (NPV), Benefit-Cost Ratio (BCR), and Internal Rate of Return (IRR) parameters within a paving block production scenario. Waste absorption capacity was calculated based on an annual production volume of 5,000 m². The LCA was performed in accordance with ISO 14040:2006, encompassing goal and scope definition, Life Cycle Inventory (LCI), Life Cycle Impact Assessment (LCIA), and interpretation of results. The results show that the 25% red mud (RM25) concrete achieved a compressive strength of 36.93 MPa at 30 days, higher than the normal concrete at 34.15 MPa. Economically, RM25 yielded a production cost of IDR 1,480,085/m³ with a positive NPV, an IRR of 63.9%, and a BCR > 1. Furthermore, RM25 is capable of absorbing 41.8 tons of waste per year in paving block production. LCA results indicate a reduction in emissions corresponding to the decrease in cement consumption. Overall, all red mud formulations (5%–30%) are considered feasible for implementation as they satisfy technical and economic parameters, and are proven effective in reducing emissions and increasing the volume of industrial waste utilization productively.

Keywords: *Red mud, Compressive Strength, Economic Feasibility, Benefit-Cost Ratio (BCR), Life Cycle Assessment (LCA).*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI.....	i
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	4
1.3. Perumusan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Batasan Masalah.....	6
1.6. Manfaat dan Kegunaan Penelitian	6
1.7. Sistematika Penulisan	6
1.8. Kebaruan Penelitian/Novelty	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Landasan Teori.....	9
2.2. Red mud	11
2.3. Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix design</i>).....	21
2.4. Biaya dan Waktu	33
2.5. Klasifikasi Beton berdasarkan kelas dan pemanfaatannya	38
2.6. Analisa Finansial Kelayakan Ekonomi	39
2.7. Life Cycle Assesment (LCA).....	43
2.8. State Of The Art.....	48
2.9. Penelitian Terdahulu	50

2.10. Research Gap	58
2.11. Kerangka Berpikir	64
2.12. Hipotesis.....	65
BAB III METODE PENELITIAN.....	66
3.1. Jenis dan Desain Penelitian.....	66
3.2. Objek Penelitian	66
3.3. Diagram Alir Penelitian	67
3.4. Variabel Penelitian	68
3.5. Metoda Pelaksanaan dan Sampel Penelitian Beton Berbasis <i>Red mud</i>	71
3.6. Metode Analisa Kelayakan Ekonomi	81
3.7. Metode Life Cycle Assesment (LCA).....	87
3.8. Jenis dan Sumber Data.....	92
3.9. Teknik Pengumpulan Data.....	92
3.10. Teknik Analisis Data.....	93
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	95
4.1. Formula Job <i>Mix design</i> Beton	95
4.2. Formulasi Beton Normal.....	99
4.3. Formulasi Beton + Rm 5%.....	102
4.4. Formulasi Beton + Rm 15%.....	105
4.5. Formulasi Beton + Rm 20%.....	108
4.6. Formulasi Beton + Rm 25%.....	111
4.7. Formulasi Beton + Rm 30%.....	114
4.8. Analisa Biaya Semua Formulasi dan contoh pemanfaatan	118
4.9. Model Potensi Pemanfaatan Limbah <i>Red mud</i> Menjadi Paving block	120
4.10. Analisis Kelayakan Ekonomi.....	123
4.11. Analisis <i>Life Cycle Assesment</i> (LCA) Produksi Beton dengan <i>Red mud</i>	130
4.12. <i>Life Cycle</i> Produksi Beton Pracetak.....	135
4.13. <i>Interpretation output Life Cycle Impact Ascementt</i> (LCA) Produksi beton dengan Penambahan <i>Red mud</i> Menggunakan SimaPro	147

4.14. Pemilihan Alternatif Terbaik dan Evaluasi Hasil.....	155
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	157
5.1. Kesimpulan	157
5.2. Saran.....	158
DAFTAR PUSTAKA	160
LAMPIRAN.....	162



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Red mud Specification</i>	12
Tabel 2.2	Nilai Standar Deviasi.....	23
Tabel 2.3	Perhitungan Nilai W/C	26
Tabel 2.4	Rasio Air Terhadap Binder (<i>Cement + Red mud</i>).....	27
Tabel 2.5	Perkiraan Kekuatan tekan (MPa) Beton Dengan Faktor Air <i>Cement</i> 0,5 dan Agregat Kasar yang Biasa Dipakai di Indonesia	28
Tabel 2.6	Menentukan Kebutuhan <i>Cement</i>	31
Tabel 2.7	Proporsi <i>Agregate</i> Halus dan Kasar.....	32
Tabel 2.8	Komposisi Formulasi beton + <i>Red mud</i> per m ³	33
Tabel 2.9	Biaya Upah Tenaga Kerja.....	34
Tabel 2.10	Biaya Material beton Mutu Fc 26.4 MPa	35
Tabel 2.11	Biaya Peralatan	35
Tabel 2.12	<i>Life Cycle Inventory</i>	46
Tabel 2.13	Daftar Penelitian Terdahulu.....	50
Tabel 2.14	Daftar Penelitian Terdahulu (Lanjutan).....	51
Tabel 2.15	Daftar Penelitian Terdahulu (Lanjutan).....	52
Tabel 2.16	Daftar Tabel Terdahulu (Lanjutan).....	53
Tabel 2.17	Daftar Penelitian Terdahulu (Lanjutan).....	54
Tabel 2.18	Daftar Penelitian Terdahulu (Lanjutan).....	55
Tabel 2.19	Daftar Penelitian Terdahulu (Lanjutan).....	56
Tabel 2.20	Daftar Penelitian Terdahulu (Lanjutan).....	57
Tabel 2.21	<i>Research GAP</i>	59
Tabel 2.22	<i>Research GAP</i> (Lanjutan)	60
Tabel 2.23	<i>Research GAP</i> (Lanjutan)	61
Tabel 2.24	<i>Research GAP</i> (Lanjutan)	62
Tabel 2.25	<i>Research GAP</i> (Lanjutan)	63
Tabel 3.1	Red mud Specification.....	72
Tabel 3.2	Jumlah Sampel Masing- masing formulasi	75
Tabel 3.3	Formulasi Red mud	76
Tabel 3.4	Batasan Sistem (<i>System Boundary</i>)	88
Tabel 3.5	Tabel Parameter Transportasi.....	88

Tabel 4.1	<i>Mix design</i> (0,055 m ³).....	96
Tabel 4.2	Rencana Design <i>Trial mix</i> Beton dalam Satuan m ³	97
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Kuat Tekan Formulasi dengan Kombinasi Masa Peram.....	98
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	100
Tabel 4.5	Analisa Harga Satuan Beton Normal.....	102
Tabel 4.6	Hasil Test <i>Red mud</i> 5%	103
Tabel 4.7	Analisa Harga Satuan Beton + <i>Red mud</i> 5%	105
Tabel 4.8	Hasil Test <i>Red mud</i> 15%	106
Tabel 4.9	Analisa Harga Satuan Beton + <i>Red mud</i> 15%	108
Tabel 4.10	Hasil Test <i>Red mud</i> 20%	109
Tabel 4.11	Analisa Harga Satuan Beton + <i>Red mud</i> 20%	111
Tabel 4.12	Hasil Uji Test Kuat Tekan Beton <i>Red mud</i> 25%	113
Tabel 4.13	Analisa Harga Satuan Beton + <i>Red mud</i> 25%	114
Tabel 4.14	Hasil Uji Test Kuat Tekan Beton <i>Red mud</i> 30%	116
Tabel 4.15	Analisa Harga Satuan Beton + <i>Red mud</i> 30%	117
Tabel 4.16	Kuat Tekan dengan Masa Peram 30 hari.....	118
Tabel 4.17	Pemanfaatan Formulasi terhadap Produk Beton	119
Tabel 4.18	Tabel Konvensi Mutu beton	120
Tabel 4.19	Perbandingan Harga <i>Paving block</i> / m ²	122
Tabel 4.20	Perhitungan Potensi Penyerapan Limbah Pada Pemanfaatan <i>Red mud</i>	123
Tabel 4.21	Rincian Biaya Investasi Awal I_0	124
Tabel 4.22	Rincian Biaya Operasional Tahunan (C_t)	124
Tabel 4.23	Perhitungan <i>Net Present Value</i> (NPV).....	126
Tabel 4.24	Perhitungan <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR).....	128
Tabel 4.25	Perhitungan <i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	130
Tabel 4.26	Batasan Sistem (<i>System Boundary</i>)	131
Tabel 4.27	Tabel Parameter Transportasi	132
Tabel 4.28	Komposisi Material Beton per 1 m ³ Semua Formulasi <i>Red mud</i>	136
Tabel 4.29	<i>Life Cycle Inventory</i> (LCI) Beton Normal.....	137
Tabel 4.30	Perhitungan Gas Ruah Kaca Berdasarkan Sumber Referensi	138

Tabel 4.31	<i>Life Cycle Inventory (LCI) Beton Red mud 5%</i>	139
Tabel 4.32	<i>Life Cycle Inventory (LCI) Beton Red mud 15%</i>	141
Tabel 4.33	<i>Life Cycle Inventory (LCI) Beton Red mud 20%</i>	142
Tabel 4.34	<i>Life Cycle Inventory (LCI) Beton Red mud 25%</i>	144
Tabel 4.35	<i>Life Cycle Inventory (LCI) Beton Red mud 30%</i>	146
Tabel 4.36	Perhitungan Gas Ruah Kaca Berdasarkan Sumber Referensi	147
Tabel 4.38	<i>Impact Catagory</i>	153
Tabel 4.39	Variasi Semua Formulasi Beton	156



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Implementasi konsep SCM (Kibert., 2016)	10
Gambar 2.2	Proses bayer bijih bauksit.....	11
Gambar 2.3	<i>Red mud</i>	12
Gambar 2.4	<i>Washed M-Sand</i>	13
Gambar 2.5	Pasir Bangka (Agregat Halus).....	14
Gambar 2.6	Batu Kerikil (<i>Agregate</i> Kasar)	15
Gambar 2.7	<i>Superplasticizer</i> (SP).....	17
Gambar 2.8	<i>Retarder</i>	19
Gambar 2.9	Hubungan Antara Kuat Tekan Rata-Rata dan Faktor Air Cement (Benda Uji Berbentuk Silinder)	29
Gambar 2.10	Bak <i>Curing</i>	37
Gambar 2.11	Skema Harga Satuan Pekerjaan	38
Gambar 2.12	Alur Analisis Kelayakan Ekonomi.....	43
Gambar 2.13	<i>Goal Scope</i> SimaPro	45
Gambar 2.14	<i>Input Output</i> LCI.....	46
Gambar 2.15	<i>Impact Assesment</i>	47
Gambar 2.16	<i>Network</i> Output SimaPro	48
Gambar 2.17	Konsep Kerangka Berpikir Penelitian.....	64
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	67
Gambar 3.2	Sampel limbah <i>red mud</i>	71
Gambar 3.3	Sampel <i>Red mud</i>	73
Gambar 3.4	<i>Trial Mix</i> beton dengan <i>red mud</i>	75
Gambar 3.5	Proses Penimbangan Material	77
Gambar 3.6	Proses <i>Mixing</i> Beton	78
Gambar 3.7	<i>Slump Test</i>	79
Gambar 3.8	Proses <i>Curing</i>	80
Gambar 3.9	Mesin <i>Compression Testing Machine</i> (CTM).....	81
Gambar 3.10	Tampilan LCA SimaPro Sesuai Standart ISO 14040:2006	90
Gambar 3.11	<i>Life Cycle Inventory</i> (LCI) Inputs Outputs Our Products	91
Gambar 3.12	<i>Network</i> dari SimaPro	92
Gambar 4.1	Pengujian Kuat Tekan Beton	98

Gambar 4.2	Grafik Kuat Tekan Beton Normal.....	101
Gambar 4.3	Grafik Kuat Tekan Beton TM Fc 25 MPa + RM 5%.....	104
Gambar 4.4	Grafik Kuat Tekan Beton TM Fc' 25 MPa + RM 15%	107
Gambar 4.5	Grafik Kuat Tekan Beton TM Fc' 25 MPa + RM 20%	110
Gambar 4.6	Grafik Kuat Tekan Beton TM Fc' 25 MPa + RM 25%	113
Gambar 4.7	Grafik Kuat Tekan Beton TM Fc' 25 MPa + RM 30%	116
Gambar 4.8	Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Beton, Biaya Material dan Fromulasi dengan Masa Peram 30 Hari.....	118
Gambar 4.9	Model Perkerasan Paving Block	121
Gambar 4.10	Tampilan LCA SimaPro Sesuai Standart ISO 14040:2006	133
Gambar 4.11	<i>Life Cycle Inventory (LCI) Inputs Outputs Our Products</i>	134
Gambar 4.12	<i>Network</i> dari SimaPro	135
Gambar 4.13	Struktur Hirarki Dalam Proses Pembuatan Beton Pracetak.....	135
Gambar 4.14	<i>Indicator Contribution</i> Beton Normal	148
Gambar 4.15	<i>Indicator Contribution</i> Beton dengan <i>Red mud</i> 30%.....	149
Gambar 4.16	<i>Result Impact Assessment</i>	153
Gambar 4.17	<i>Single score</i> Pada Beton Normal.....	154
Gambar 4.18	<i>Single Score</i> Pada Beton <i>Red mud</i> 30%.....	155

DAFTAR LAMPIRAN

1. Sampul Hasil Uji Kuat Tekan Beton.....	162
2. Rekapitulasi Hasil Uji Tekan Beton.....	163
3. Hasil Uji Tekan Beton Siliner (Suhu 26,5°C, Kelembaban 80%; TM REDMUD fc25 25%).....	167
4. Hasil Uji Tekan Beton Siliner (Suhu 26,5°C, Kelembaban 80%; TM REDMUD fc25 30%).....	168
5. Sampul Laporan Pengujian Kuat Tekan Beton.....	166
6. Hasil Uji Tekan Beton Siliner (Suhu 31°C, Kelembaban 58%)	170



UNIVERSITAS
MERCU BUANA