

PENGELOLAAN PERTAMBANGAN BATU KAPUR RAMAH LINGKUNGAN SEBAGAI PEMASOK BAHAN BAKU INDUSTRI SEMEN

ATFAL MURODIF



ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Saya menyatakan dengan ini bahwa disertasi yang berjudul “Pengelolaan Pertambangan Batu Kapur Ramah Lingkungan sebagai Pemasok Bahan Baku Industri Semen” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Desember 2024

Atfal Murodif
P062180181

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

RINGKASAN

ATFAL MURODIF. Pengelolaan Pertambangan Batu Kapur Ramah Lingkungan sebagai Pemasok Bahan Baku Industri Semen. Dibimbing oleh ANAS MIFTAH FAUZI, ERIZAL dan LINA KARLINASARI.

Pertambangan batu kapur untuk memasok bahan baku pada industri semen sudah beroperasi secara terus menerus sejak tahun 1975. Pertambangan batu kapur dan pabrik semen sampai saat ini telah memberikan dampak positif bagi warga sekitar karena bisa membuka lapangan pekerjaan dan manfaat sektor ekonomi yang lain. Namun, kehadiran pabrik semen yang menambang batu kapur secara terus menerus juga menimbulkan permasalahan bagi warga sekitar terutama masalah polusi udara yang berdampak negatif bagi manusia dan lingkungan. Oleh karena itu diperlukan pengelolaan bersama baik dari masyarakat sekitar maupun dari komunitas pada umumnya sebagai rasa tanggung jawab bersama dalam menjaga lingkungan dan keberlangsungan sumberdaya alam yang menopang kehidupan bagi manusia di masa depan. Pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan sangat diperlukan dalam memitigasi dampak negatif agar tidak menjadi malapetaka di masa yang akan datang. Efek negatif sosial, ekonomi maupun lingkungan dengan segala upaya agar dikelola dengan baik dalam rangka tercapainya kesejahteraan hidup manusia dan keberlangsungan ekosistem alam. Pengelolaan pertambangan batu kapur sebagai pemasok bahan baku pada industri semen diperlukan dikarenakan termasuk sumberdaya alam yang tidak bisa diperbarui, pengelolaan pertambangan bahan baku dilakukan agar eksistensi industri semen bisa berkelanjutan. Berdasarkan uraian tersebut perlu dilakukan penelitian untuk meneliti sampai sejauh mana dampak yang ditimbulkan dengan adanya aktivitas pertambangan batu kapur sebagai pemasok bahan baku pada industri semen terhadap aspek kesehatan pernafasan, aspek kesejahteraan ekonomi dan aspek lingkungan dalam pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan. Oleh karenanya dalam penelitian ini dibuat suatu panduan sebagai “kalkulator” atau alat untuk menilai keberlanjutan pertambangan batu kapur pada industri semen yang bermanfaat di masa depan dengan sistematika berikut.

Penelitian ini berhasil menjawab tujuan-tujuan yang telah ditetapkan. Pertama, evaluasi pemahaman ISPA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pemahaman responden mengenai risiko dan penyebab Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) bervariasi dengan kesadaran yang lebih tinggi di kalangan masyarakat yang memiliki akses lebih baik terhadap informasi kesehatan. Namun, masih ditemukan kesenjangan dalam penerapan langkah-langkah pencegahan di lingkungan yang terpapar langsung oleh aktivitas pertambangan dan pabrik semen. Kedua, pengaruh terhadap kesejahteraan ekonomi, hasil analisis menunjukkan bahwa aktivitas pertambangan batu kapur dan pabrik semen memberikan kontribusi positif terhadap kesejahteraan ekonomi lokal terutama melalui penciptaan lapangan kerja dan peningkatan pendapatan. Namun, manfaat ekonomi ini seringkali tidak merata dan masih terdapat ketimpangan dalam distribusi manfaat antara perusahaan dan masyarakat sekitar. Ketiga, dampak lingkungan pertambangan batu kapur, penilaian menggunakan *Life Cycle Assessment* mengungkapkan bahwa aktivitas penambangan batu kapur memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan

terutama pada peningkatan emisi gas rumah kaca, degradasi lahan dan polusi udara. Dampak ini diperparah oleh praktik operasional yang belum sepenuhnya menerapkan teknologi ramah lingkungan.

Implikasi dan penerapan dalam kebijakan kesehatan publik diperlukan program edukasi yang lebih sistematis untuk meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai risiko ISPA dan langkah pencegahan yang efektif. Kesejahteraan ekonomi berkelanjutan, perusahaan perlu meningkatkan transparansi dalam distribusi manfaat ekonomi kepada masyarakat serta mendorong program pemberdayaan ekonomi lokal yang berkelanjutan. Teknologi ramah lingkungan, perlu diterapkan teknologi dan praktik yang lebih ramah lingkungan dalam proses penambangan untuk mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem dan kualitas udara. Penelitian ini menegaskan pentingnya pendekatan yang mencakup aspek kesehatan, ekonomi dan lingkungan dalam upaya mencapai keberlanjutan industri semen. Temuan ini dapat menjadi dasar bagi pemangku kepentingan untuk merumuskan kebijakan dan strategi yang lebih efektif dalam mengelola aktivitas pertambangan batu kapur secara berkelanjutan. Penilaian ini diharapkan bisa memberikan panduan untuk melakukan penilaian keberlanjutan pertambangan batu kapur pada industri semen yang bermanfaat untuk peningkatan praktik keberlanjutan sehingga pada proses mana yang perlu diperbaiki para pemangku kepentingan bisa melaksanakan pengendalian dampak di sektor industri pertambangan batu kapur dan industri semen.

Kata kunci: *Analytical Hierarchy Process*, ISPA, *Life Cycle Assessment*, Semen ramah lingkungan, Sumberdaya alam dan lingkungan



SUMMARY

ATFAL MURODIF. Environmentally Friendly Management of Limestone Mining as a Raw Material Supplier for the Cement Industry. Supervised by ANAS MIFTAH FAUZI, ERIZAL and LINA KARLINASARI.

Limestone mining to supply raw materials to the cement industry has been in continuous operation since 1975. Limestone mining and cement factories have had a positive impact on local residents because they can create jobs and other economic sector benefits. However, the presence of a cement plant that mines limestone continuously also causes problems for local residents, especially the problem of air pollution which has a negative impact on humans and the environment. Therefore, joint management is needed both from the surrounding community and from the community in general as a sense of shared responsibility in protecting the environment and the sustainability of natural resources that sustain life for humans in the future. The management of natural resources and the environment is necessary to mitigate negative impacts so that they do not become a catastrophe in the future. Negative social, economic and environmental effects with all efforts to be managed properly in order to achieve the welfare of human life and the sustainability of natural ecosystems. The management of limestone mining as a raw material supplier to the cement industry is necessary because it includes non-renewable natural resources, the management of raw material mining is carried out so that the existence of the cement industry can be sustainable. Based on this description, it is necessary to conduct research to examine the extent of the impact caused by the existence of limestone mining activities as a supplier of raw materials to the cement industry on aspects of respiratory health, aspects of economic welfare and environmental aspects in the management of natural resources and the environment. Therefore, in this research, a guide is made as a “calculator” or tool to assess the sustainability of limestone mining in the cement industry that is useful in the future with the following systematics.

This study successfully addressed the objectives that had been set. First, it evaluated the understanding of ARI. The results showed that respondents' level of understanding of the risks and causes of Acute Respiratory Infection (ARI) varied with higher awareness among communities with better access to health information. However, there were still gaps in the implementation of preventive measures in neighborhoods directly exposed to mining and cement plant activities. Secondly, on economic welfare, the analysis shows that limestone mining and cement plant activities contribute positively to local economic welfare mainly through job creation and income generation. However, these economic benefits are often uneven and there are still inequalities in the distribution of benefits between companies and surrounding communities. Third, on the environmental impacts of limestone mining, an assessment using Life Cycle Assessment reveals that limestone mining activities have significant impacts on the environment especially on increasing greenhouse gas emissions, land degradation and air pollution. These impacts are exacerbated by operational practices that have not fully implemented environmentally friendly technology.

Implications and applications in public health policy require more systematic education programs to improve public understanding of the risks of ARI and effective prevention measures. Sustainable economic welfare, companies need to increase transparency in the distribution of economic benefits to communities and encourage sustainable local economic empowerment programs. Environmentally friendly technology, more environmentally friendly technologies and practices need to be implemented in the mining process to reduce negative impacts on ecosystems and air quality. This research confirms the importance of an approach that includes health, economic and environmental aspects in an effort to achieve the sustainability of the cement industry. The findings can serve as a basis for stakeholders to formulate more effective policies and strategies in managing limestone mining activities sustainably. This assessment is expected to provide guidance for conducting a sustainability assessment of limestone mining in the cement industry that is useful for improving sustainability practices so that on which processes need to be improved stakeholders can implement impact control in the limestone mining industry sector and the cement industry.

Keywords: Analytical hierarchy process, ARI, Eco-friendly cement, Life Cycle Assessment, Natural resources and environment





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

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

**PENGELOLAAN PERTAMBANGAN BATU KAPUR
RAMAH LINGKUNGAN SEBAGAI PEMASOK
BAHAN BAKU INDUSTRI SEMEN**

ATFAL MURODIF

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan

**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

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

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Prof. Dr. Ir. Moh. Yani, M.Eng., IPM
2. Dr. Ir. Moh. Yanuar Jarwadi Purwanto, MS., IPU

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

1. Prof. Dr. Ir. Moh. Yani, M.Eng., IPM
2. Dr. Ir. Moh. Yanuar Jarwadi Purwanto, MS., IPU



Judul Disertasi : Pengelolaan Pertambangan Batu Kapur Ramah Lingkungan sebagai Pemasok Bahan Baku Industri Semen

Nama : Atfal Murodif

NIM : P062180181

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng.

.....

Pembimbing 2:

Dr. Ir. Erizal, M.Agr., IPU

.....

Pembimbing 3:

Prof. Dr. Lina Karlinasari, S.Hut., M.Sc.F

.....

Diketahui oleh

Ketua Program Studi

Prof. Dr. Ir. Widiatmaka, DAA

NIP 196212011987031002

.....

Dekan Sekolah Pascasarjana

Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop., IPU

NIP 197003291996081001

.....

Tanggal ujian sidang tertutup : 23 Juli 2024

Tanggal ujian sidang promosi terbuka : 11 September 2024

Tanggal lulus :

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2023 sampai bulan Agustus 2023 ini ialah semen ramah lingkungan dengan judul “Pengelolaan Pertambangan Batu Kapur Ramah Lingkungan sebagai Pemasok Bahan Baku Industri Semen”. Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng., Dr. Ir. Erizal, M.Agr., IPU., Prof. Dr. Lina Karlinasari, S.Hut., M.Sc.F yang membimbing dan memberi saran selama belajar. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Widiatmaka, DAA. selaku Ketua program studi PSL IPB, Prof. Dr. Ir. Lailan Syaufina, M.Sc. perwakilan dari program studi doktor PSL IPB pada ujian sidang promosi terbuka, moderator seminar Dr. Drs. Paian Sianturi dan penguji luar komisi pembimbing Prof. Dr. Ir. Moh. Yani, M.Eng., IPM., Dr. Ir. Moh. Yanuar Jarwadi Purwanto MS. IPU., Dr. Zaenal Abidin S.Si., M.Agr., moderator ujian tertutup dan ujian promosi terbuka Prof. Dr. Ir. Yusli Wardiatno, M.Sc. Tidak lupa juga penghargaan saya haturkan kepada Prof. Dr. H. Sumaryoto selaku rektor Universitas Indraprasta PGRI Jakarta dan segenap staf karyawan yang memberi beasiswa dalam penyelesaian studi doktor di program studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan IPB University. Terima kasih juga disampaikan kepada Bapak H. Bambang Priyanto, SH., H. Didin Jahidin, SE., Andry Kurniawan, ST., Ozzy Julio Parisa, ST., Haikal Adam, ST., Angga Kurniawan, ST., Dedy Kurniawan, ST. dari PT. XYZ sebagai perwakilan dari perusahaan yang telah memberi izin penelitian dan membantu selama pengumpulan data dalam penelitian disertasi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada abah H. Nur Zam Zam (alm), emak Hj. Nur Khabibah (almh), ayah mertua H. Abdul Aziz (alm) dan mamah mertua Hj. Maryati serta istri Atie Ernawati, MT., anak-anak Adam, Emre, Hanny dan Emha. Kakak-kakak dan adik ipar yang memberikan dukungan, doa dan waktu sehingga tugas belajar bisa diselesaikan. Tidak lupa terima kasih disampaikan kepada Bapak Drs. FX Guruh Rusdiyanto yang sudah memberikan arahan dan dorongan selama melaksanakan penelitian.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Desember 2024

Atfal Murodif

DAFTAR ISI

RINGKASAN	ii
SUMMARY	iv
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Kerangka pemikiran	6
1.4 Tujuan	9
1.5 Manfaat	9
1.6 Kebaruan (<i>novelty</i>)	9
1.7 Ruang lingkup	11
II TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1 Konsep keberlanjutan	14
2.2 Kriteria keberlanjutan	15
2.3 Tujuan pembangunan berkelanjutan	16
2.4 Pengukuran dan penilaian keberlanjutan	18
2.5 Integrasi LCA, AHP dan NVivo	18
2.6 Life Cycle Assessment	25
2.7 Proses pembuatan semen	25
2.8 Jenis-jenis semen sesuai fungsi bangunan	29
2.9 Semen ramah lingkungan	31
2.10 Pengelolaan lingkungan kerja	32
III METODE	36
3.1 Waktu dan lokasi penelitian	36
3.2 Metode	39
3.3 Rancangan penelitian	41
3.4 Analisis data	44
IV EVALUASI PERSEPSI MASYARAKAT MENGENAI GANGGUAN ISPA DI SEKITAR PABRIK SEMEN	46
4.1 Abstrak	46
4.2 Pendahuluan	46
4.3 Metode	49
4.4 Hasil dan pembahasan	50
4.5 Simpulan	56
V PABRIK SEMEN DAN KESEJAHTERAAN EKONOMI WARGA LOKAL	57
5.1 Abstrak	57
5.2 Pendahuluan	57

5.3 Metode	58
5.4 Hasil dan pembahasan	61
5.5 Simpulan	66

VI EVALUASI KEBERLANJUTAN INDUSTRI SEMEN DENGAN METODE <i>ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS</i>	67
6.1 Abstrak	67
6.2 Pendahuluan	67
6.3 Metode	73
6.4 Hasil dan pembahasan	93
6.5 Simpulan	95
VII PENILAIAN LCA UNTUK PERTAMBANGAN BATU KAPUR RAMAH LINGKUNGAN	96
7.1 Abstrak	96
7.2 Pendahuluan	96
7.3 Metode	97
7.4 Hasil dan pembahasan	102
7.5 Simpulan	105
VIII PENILAIAN KEBERLANJUTAN PERTAMBANGAN BATU KAPUR BERBASIS AHP LCA DAN NVivo	107
8.1 Abstrak	107
8.2 Pendahuluan	107
8.3 Metode	114
8.4 Hasil dan pembahasan	120
8.5 Simpulan	138
IX PEMBAHASAN UMUM	141
X SIMPULAN DAN SARAN	179
10.1 Simpulan	179
10.2 Saran	179
DAFTAR PUSTAKA	181
RIWAYAT HIDUP	198

DAFTAR TABEL

2.1 Kriteria pilar keberlanjutan	16
2.2 Hasil pengujian debu ruang kerja di P14 semester 2 tahun 2022	33
2.3 Hasil pemeriksaan air buangan outlet area P14 periode Februari 2023	34
2.4 Pengukuran pencahayaan	34
2.5 Hasil kisaran kebisingan di area pengukuran	35
2.6 Lokasi dengan intensitas bising melebihi 85 dBA	35
3.1 Skala intensitas kepentingan	40
3.2 Nilai IR (<i>Inconsistency Ratio</i>)	41
3.3 Hubungan antara tujuan, jenis dan sumber data, metode dan hasil	45
4.1 Demografi responden	51
5.1 Hubungan antar aspek ekonomi, sosial dan lingkungan	65
6.1 Matriks perbandingan berpasangan di level AKTOR	83
6.2 Bobot dan prioritas hasil analisis <i>SuperDecision</i>	88
6.3 Sintesis hasil perhitungan dengan <i>SuperDecision</i>	91
7.1 Normalisasi kategori dampak produksi satu ton batu kapur	102
7.2 Hasil analisis perbandingan kategori dampak	103
8.1 Normalisasi dampak pertambangan di elemen sub-kriteria AHP	116
8.2 Hasil normalisasi dan peringkat tambang ramah lingkungan	121
8.3 Analisis bobot dan prioritas level kriteria di <i>SuperDecision</i>	122
8.4 Analisis bobot dan prioritas level sub-kriteria di <i>SuperDecision</i>	122
8.5 Analisis bobot dan prioritas level alternatives di <i>SuperDecision</i>	123
8.6 Analisis uji konsistensi dampak LCA kriteria emisi	124
8.7 Analisis uji konsistensi dampak LCA kriteria energi	125
8.8 Analisis uji konsistensi dampak LCA kriteria kesehatan	126
8.9 Bobot normalisasi kategori dampak LCA	128
8.10 Bobot dan kriteria kluster emisi	129
8.11 Bobot dan kriteria kluster energi	129
8.12 Bobot dan kriteria kluster kesehatan	130
8.13 Kata yang muncul dengan intensitas tertinggi dalam NVivo	131
8.14 Bobot normalisasi kata pada kluster emisi	132
8.15 Bobot normalisasi kata pada kluster energi	132
8.16 Bobot normalisasi pada kluster kesehatan	133
8.17 Skor akhir kriteria dan bobot AHP LCA dan NVivo	133

DAFTAR GAMBAR

1.1 Kerangka pemikiran	8
2.1 Konsep penilaian keberlanjutan	14
2.2 Tujuan pembangunan yang berkelanjutan	17
2.3 Alur proses pembuatan semen	26
2.4 Proses penambangan batu kapur	27
3.1 Lokasi penelitian	36
3.2 Keunikan pabrik 14 dibandingkan dengan pabrik 1-9	38
3.3 Rancangan penelitian	41
4.1 Skrip wawancara responden	51
4.2 Visualisasi <i>treemap</i> hasil analisis NVivo 14 (tampilan komputer)	54
4.3 Pola hubungan kesehatan dan lingkungan	54
5.1 Diagram alir metodologi penelitian	61
5.2 Visualisasi awan kata NVivo 14 (tampilan komputer)	62
6.1 Diagram alir analisis menggunakan AHP	76
6.2 Struktur hierarki jaringan AHP	84
6.3 Struktur AHP dalam <i>SuperDecision</i> (tampilan komputer)	85
6.4 Struktur elemen FOKUS (tampilan komputer)	85
6.5 Struktur elemen AKTOR (tampilan komputer)	86
6.6 Struktur elemen KRITERIA (tampilan komputer)	86
6.7 Struktur elemen ALTERNATIVES (tampilan komputer)	86
6.8 Bobot dan kriteria hasil analisis <i>SuperDecision</i>	87
6.9 Analisis uji konsistensi (tampilan komputer)	89
6.10 Sintesis hasil penghitungan <i>SuperDecision</i> (tampilan komputer)	91
6.11 Analisis sensitivitas (tampilan komputer)	93
7.1 Metodologi penilaian dampak dengan <i>openLCA</i> 2.10	98
7.2 Kerangka kerja penilaian siklus hidup (LCA)	100
7.3 Urutan kerja penambangan batu kapur	100
7.4 Inventarisasi data <i>input output</i> produksi pecahan batu kapur	100
7.5 Kontribusi dampak lingkungan setiap unit proses produksi	105
8.1 Diagram alir metodologi penelitian integrasi AHP LCA dan NVivo	114
8.2 Struktur hierarki AHP pertambangan batu kapur ramah lingkungan	115
8.3 Hasil normalisasi produksi 1 ton pecahan batu kapur (tampilan komputer)	116

8.4 Bobot intensitas kriteria kesehatan di NVivo (tampilan komputer)	117
8.5 Metode integrasi LCA dengan AHP	118
8.6 Analisis uji konsistensi kriteria emisi (tampilan komputer)	124
8.7 Analisis uji konsistensi kriteria energi (tampilan komputer)	125
8.8 Analisis uji konsistensi kriteria kesehatan (tampilan komputer)	126
8.9 Normalisasi bobot openLCA produksi 1 ton pecahan batu kapur	128
8.10 Penilaian keberlanjutan pertambangan batu kapur	135





@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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