

**PENGEMBANGAN STRATEGI
EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI
PADA INDUSTRI BAJA DI INDONESIA**

DISERTASI

**PROGRAM DOKTOR TEKNIK MESIN
MINAT TEKNIK INDUSTRI MANUFAKTUR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Doktor Teknik



**APRIANI SOEPARDI
NIM. 147060200111015**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

DISERTASI
PENGEMBANGAN STRATEGI
EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI
PADA INDUSTRI BAJA DI INDONESIA

APRIANI SOEPARDI
NIM. 147060200111015

Telah dipertahankan didepan komisi penguji
pada tanggal 18 September 2017 dinyatakan telah memenuhi syarat
untuk memperoleh gelar Doktor Teknik

Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Pratikto, M.M.T.

Pembimbing Pendamping I



Ir. Purnomo Budi Santoso, M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Pendamping II



Ishardita Pambudi Tama, S.T., M.T., Ph.D.

Malang,
Universitas Brawijaya
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin
Ketua Program Studi Doktor Teknik Mesin



Prof. Ir. ING. Wardana, M.Eng., Ph.D.
NIP. 19590703 198303 1 002

TIM PENGUJI

JUDUL DISERTASI: Pengembangan Strategi Efisiensi Penggunaan Energi pada
Industri Baja di Indonesia

Nama Mahasiswa : APRIANI SOEPARDI
N I M : 147060200111015
Program Studi : Doktor Teknik Mesin
Minat : Teknik Industri Manufaktur

KOMISI PEMBIMBING

Pembimbing Utama : Prof. Dr. Ir. Pratikto, M.M.T.
Pembimbing Pendamping I : Ir. Purnomo Budi Santoso, M.Sc., Ph.D.
Pembimbing Pendamping II : Ishardita Pambudi Tama, S.T., M.T., Ph.D.

TIM PENGUJI

Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc.
Penguji 2 : Dr. Slamet Wahyudi, S.T., M.T.
Penguji 3 : Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, M.Sc.

DISERTASI INI TELAH DIUJI PADA

Ujian Proposal : 21 Januari 2016
Komisi Hasil : 30 Maret 2017
Ujian Tertutup : 18 September 2017

PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam NASKAH DISERTASI ini adalah asli dari pemikiran saya, tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Proposal Penelitian Disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan tesis, saya bersedia Disertasi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 2018

Mahasiswa

Apriani Soepardi
NIM: 147060200111015

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Apriani Soepardi lahir di Ngawi 18 November 1973 merupakan putri keempat dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Sri Soepardi dan Ibu Sri Sukasti. Pendidikan tingkat dasar diselesaikan di SDN Sumbergedong III Trenggalek, tingkat menengah diselesaikan di SMPN 2 Jombang dan SMAN 2 Jombang. Pada tahun 1992 masuk Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Fakultas Teknologi Pertanian, Jurusan Teknik Industri Pertanian (TIP) lulus tahun 1997. Menyelesaikan Pendidikan Master pada tahun 2002 dari program studi Teknik dan Manajemen Industri, Institut Teknologi Bandung (ITB) dan mengikuti Program Doktor Teknik Mesin pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2014. Menjadi dosen di program studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta sejak tahun 1997 sampai sekarang.

RINGKASAN

Apriani Soepardi, Program Doktor Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, September 2017, *Pengembangan Strategi Efisiensi Penggunaan Energi pada Industri Baja di Indonesia*, Dosen Pembimbing: Pratikto, Purnomo Budi Santoso, dan Ishardita Pambudi Tama.

Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, jenis energi yang digunakan industri baja Indonesia adalah listrik, gas alam, dan bahan bakar minyak. Industri ini diperkirakan mengkonsumsi sekitar 38% dari total energi yang digunakan seluruh jenis industri yang ada. Penggunaan energi-akhir ini menyerap sekitar 20%-35% dari total biaya produksi. Karena kondisi ini, industri baja nasional mengalami kesulitan dalam bersaing di pasar internasional. Meskipun beberapa industri baja nasional telah melakukan usaha-usaha efisiensi energi dengan menerapkan teknologi hemat-energi, tapi usaha ini belum memberikan hasil yang signifikan. Hal ini mengindikasikan masih adanya sejumlah hambatan yang membatasi dan menghalangi implementasi tindakan-tindakan efisiensi energi. Kondisi ini menunjukkan keberadaan kendala-kendala dalam efisiensi penggunaan energi.

Oleh karena itu, ada kecenderungan untuk mengeksplorasi bagaimana kendala-kendala tersebut saling berhubungan. Lebih lanjut, masih ada kebutuhan untuk mengembangkan model konseptual kendala dalam perbaikan efisiensi energi yang menjelaskan keterkaitan antar kendala tersebut. Sampai sekarang, belum ada kajian tentang kendala-kendala ini pada industri baja nasional secara komprehensif. Atas dasar ini, penelitian ini melakukan investigasi awal untuk mengidentifikasi dan menganalisis interaksi antar kendala dalam perbaikan efisiensi energi terkait dengan penggunaan energi pada industri baja nasional.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dan eksploratif. Pendekatan deskriptif digunakan untuk mendapatkan deskripsi dengan sistematis, berdasarkan fakta dan tepat tentang karakteristik penerapan efisiensi penggunaan energi pada industri baja nasional. Pendekatan eksploratif diharapkan dapat diperoleh kajian baru tentang bentuk hubungan antar variabel dengan indikator dan antar variabel penelitian itu sendiri.

Penelitian ini menggunakan enam kategori terkait dengan kendala perbaikan efisiensi energi: kebijakan pemerintah, finansial-ekonomi, manajerial-organisasi, teknologi, tenaga kerja, dan faktor bahan baku dan bahan bakar yang digunakan. Kendala teknologi, tenaga kerja, dan faktor bahan baku-energi yang digunakan, tidak dapat memberikan pengaruh terhadap faktor EEI jika dikaji secara individual atau terisolasi dengan faktor lain. Akan tetapi akan berpengaruh signifikan terhadap program peningkatan efisiensi penggunaan energi jika dikaitkan atau dihubungkan dengan faktor lainnya.

Hasil menunjukkan bahwa antara kebijakan pemerintah dan faktor EEI ditemukan variabel mediasi. Perlu dicatat bahwa dihasilkannya hubungan negatif antara kebijakan dan faktor EEI. Kebijakan pemerintah berhubungan negatif dengan program EEI, menyiratkan bahwa peraturan pemerintah terkait dengan peningkatan efisiensi energi tidak secara langsung berpengaruh. Sedangkan kategori individual yang memiliki pengaruh paling besar terhadap kegiatan perbaikan efisiensi energi adalah faktor manajerial-organisasi.

Kata kunci: efisiensi energi; konseptual framework; kendala, industri baja; Indonesia

SUMMARY

Apriani Soepardi, Doctoral Program of Mechanical Engineering, Engineering Faculty, Brawijaya University, September 2017, *Development of Energy Efficiency Strategic for Energy Use in Indonesia's Steel Industry*. Academic Supervisors: Pratikto, Purnomo Budi Santoso, and Ishardita Pambudi Tama.

According to a report by the Agency for the Assessment and Application of Technology, the Indonesia's steel industry used energy in the form of electricity, natural gas, and petroleum fuels. The steel industry consumes approximately 38% of the total energy end use of Indonesian industries. The energy end use in the national steel industry absorbs about 20–35% of total production costs. Because of this situation, these industries hardly achieve competitive advantage in the international market. Although some national industries have focused their efforts on improving energy efficiency by implementing energy-saving technologies, the results have not significantly improved energy end-use efficiency. This may be an indication that there are still a number of obstacles hindering the implementation of improved energy efficiency. These difficulties show the existence of barriers to energy use efficiency.

Therefore, there is a trend to explore how all barriers are interconnected. Furthermore, there is still very much a need to develop extended conceptual barrier models that explain the relationships between barriers. To date, no comprehensive studies have reviewed these barriers to EEI in the steel industry in Indonesia. For the reasons indicated above, we have conducted a preliminary investigation to identify and analyze the interactions of the barriers to EEI regarding energy end use in Indonesia's steel industry.

The approach applied in this study was descriptive and exploratory. The descriptive part was used to obtain a systematic description of the phenomenon and characteristics of energy end use in Indonesia's steel industry. The explorative part was motivated as the study explores a novel area, i.e. barriers to energy efficiency in the Indonesia's steel industry.

Our study examined six categories that are related to barriers to energy efficiency: government policy, the financial–economic factor, the managerial–organizational factor, technology, workforce, and used feedstock–fuel. Further, we investigated the linkages among the categories and presented a more holistic analysis of the subject than an isolated study would have provided. The technological factor, workforce, and used feedstock and fuel were three of the variables that were expected to have a significant relationship with EEI programs. However, these hypotheses were not, in fact, supported. Keeping in mind that the path coefficient of the other hypotheses are significant, these factors have to be associated with the other factors—that is, policy, managerial-organizational factor, and financial-economic factor, so that technology, workforce, used feedstock and fuel could contribute to implementation of EEI measures.

The government regulation or policy must be mediated by factors in order to contribute to improved energy efficiency. In other words, this category had a negative path coefficient or could not directly influence energy end-use efficiency action. Whereas the individual category that had the highest direct effect on this energy-saving activity was managerial–organizational factor.

Keywords: energy efficiency; conceptual framework; barriers, steel industry; Indonesia

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil 'Alamin. Disertasi dengan judul *Pengembangan Strategi Efisiensi Penggunaan Energi pada Industri Baja di Indonesia* ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Doktor Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Disertasi ini merupakan hasil kerja penulis selama empat tahun dan bisa terwujud karena hasil kerjasama serta dukungan beberapa institusi, kolega serta sahabat. Untuk itu rasa terimakasih dan penghargaan sebesar-besarnya, penulis sampaikan kepada:

1. Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, Republik Indonesia yang telah memberikan pendanaan karyasiswa melalui program BPPDN dan PKPI/Sandwich-Like Scholarship.
2. Energy System Division, Department of Management and Engineering, Linköping University, Sweden yang telah menyediakan pendanaan penuh untuk *open access publication fees* paper kedua dan keempat.
3. Komisi Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Pratikto, M.M.T. sebagai Promotor yang selalu memberikan motivasi untuk selalu percaya diri dan semangat untuk menyelesaikan studi.
4. Ir. Purnomo Budi Santoso, M.Sc., Ph.D. sebagai Ko-promotor I, yang telah banyak membagikan pengalamannya dan memberikan masukan yang berguna bagi perbaikan disertasi ini.
5. Ishardita Pambudi Tama, S.T., M.T., Ph.D. sebagai Ko-promotor II yang selalu siap mendengarkan “keluhan” penulis dan berbagi pengalamannya selama studi doktor.
6. Tim Penguji: Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc. dan Dr. Slamet Wahyudi, S.T., M.T. yang telah memberikan banyak masukan dan saran yang membangun bagi perbaikan laporan disertasi ini.
7. Prof. Ir. ING. Wardana, M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Doktor Teknik Mesin yang telah memberikan kepercayaan untuk mendapatkan pengalaman belajar di Linköping University, Sweden.
8. Moch. Misbach dari Divisi Rekayasa Teknik, Tri Djoko Lelono, Gigih Respati, Dodoy Rusmana, dan Andi Tiar Putranto dari Divisi Utilities & Energy Management, dan Agy Yogha Pradana dari Divisi Perencanaan Produksi, PT. Krakatau Steel (Persero), Tbk., Cilegon yang telah membantu dalam pengumpulan data penelitian dan banyak membagikan pengalaman praktisnya.
9. Vera Tampubolon dan Yesa Setianto sebagai surveyor ahli untuk pengambilan data di sebelas perusahaan baja di Indonesia.
10. Teman seperjuangan Agus Ristono sebagai teman diskusi selama menyelesaikan studi dan disertasi ini.
11. Teman-teman Pogram Doktor Teknik Mesin (PDTM) 2014 atas kebersamaan dan bantuannya selama menyelesaikan studi ini.
12. Administrasi S3 Teknik Mesin: mbak Arif, mbak Rima, dan pak Totok yang telah memberikan pelayanan terbaiknya; dan
13. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian penyusunan disertasi ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semuanya. Aamiin. Kami menyadari bahwa disertasi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis selalu menerima saran dan masukan untuk perbaikan ke depannya.

Malang, 2018

Apriani Soepardi

LIST OF PUBLICATIONS

This dissertation is based on the work described in the following papers. The papers are not listed in chronological order based on date of publishing, but rather in the order that makes it easier for the reader to follow the structure of this dissertation.

Paper I. An updated literature review of agile manufacturing: classification and trends, *International Journal of Industrial and Systems Engineering* **2018** (in press), forthcoming Vol. 28, No. 4, indexed by Scopus (**Q2**), h-index 21, impact factor 0.53.

This paper is the state of the art to map studies in the field of manufacturing concepts. The thesis's author made a literature review to enhance the understanding of how agile-energy is playing important roles because it is one of the most promising strategy of the industrial sector to achieve long-run sustainability. Associated with integrating agile and sustainable concepts, there are needs to conduct studies that addressed to improved energy-efficiency agility. This new concept is named by authors as "sustainagile manufacturing."

Paper II. Linking of barriers to energy efficiency improvement in Indonesia's steel industry, *Energies* **2018**, *11*(1), 234; doi:[10.3390/en11010234](https://doi.org/10.3390/en11010234), indexed by Scopus (**Q1**), h-index 48, impact factor 2.26.

In this paper, the interconnection of barriers to energy efficiency improvement (EEI) was quantified. The authors have conducted a preliminary investigation to identify the interactions of the barriers to EEI and propose the framework model, regarding energy end use in Indonesia. The knowledge of Patrik Thollander contributed to clarifying the concepts regarding barriers to EEI and research method design.

Paper III. Interpretive structural modeling for technology-related barriers to energy efficiency improvement in Indonesia's steel industry, International Conference on Engineering and Technology for Sustainable Development, September 13th-14th, 2017, Yogyakarta, Indonesia. Published in MATEC Web of Conference **2018** (in press), www.matec-conferences.org/; Indexed by Scopus, h-index 8, impact factor 0.21.

In this study, the mutual interaction of the technology-related barriers to EEI is identified to understand these barriers which influence the other barriers and are influenced by others, and to obtain the suitable policies and the know-how of energy-efficient technologies and practices adopted in the Indonesia.

Paper IV. Analysis of relationship among organizational barriers to energy improvement: A case study in Indonesia's steel industry, *Sustainability* **2018**, *10*(1), 216; doi:[10.3390/su10010216](https://doi.org/10.3390/su10010216), indexed by Scopus (**Q2**), h-index 35, impact factor 1,79.

This paper is based on the finding of second paper, i.e. the managerial-organizational barriers are the most important factor for EEI and have the highest direct effect on it. The aim of this study is to develop the structural model of the managerial-organizational barriers to EEI in Indonesia. The empirical results this study are in line with Swedish company case. Patrik Thollander guided along the way and contributed with his valuable insights.

Paper V.

Energy supply, energy demand, energy policy and ways forward in Indonesia: Learning from the Swedish experience. Submitted to *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier.

This study is the further work of the thesis's conclusions. The method adressed in this paper could be a general succesful means of deducing new policy instruments and strategies in the field of Indonesia's energy sector. Patrik Thollander and his far-reaching ideas, profound knowledge and experience helped to shape the discussion section.

ACKNOWLEDGEMENTS

First, I would like to express my endless gratitude to my supervisor from Division of Energy System, Department of Management and Engineering, Linköping University, Sweden, Professor **Patrik Thollander** for his valuable ideas, inspiration, sense of humor during my Sandwich-Like Program, *We are not an Einstein. Skiing time Apriani!*” and also for having patience to answer all my important and less important questions. There are no words enough to describe your kindness. I am grateful for the opportunities to be involved in so many fruitful discussion in this division from which I have learned a lot. You have much inner power to make energy efficiency improvements on your own.

I gratefully acknowledge to **Division of Energy System, Linköping University, Sweden** for the financial support which is a trust fund for the open access publication fees.

I would like to thank **Akvile Lawrence, Ph.D** for valuable comments and constructive inputs on the statistical part of the second paper.

I would like to my parents and family for praying, a special thanks to my husband **Mochammad Chaeron** for believing in me and always encouraging me, and of course, our wonderful girls **Shafaa’ Annisa Muhammad** and **Raihannun Putri Muhammad**, thank you for being patient and for all kisses which made these years so much easier for me. You are the center of my world and brightest stars in my sky!

I also would like to thank **Nelce D. Muskita** and **Hendry Y. Nanlohy** for being the good friends. Once I experienced down, there were only ups because both of you were always there with your supports and laughs.

Last but no least, thanks to all my colleagues at Department of Management and Engineering, Linköping University, Sweden, especially thanks to **Elisabeth Larsson** for always being so kind and helpful with administrative issues and **Danica Djuric Ilic** for our talks about Sverige foods and Svenska language and being the perfect neighbour in the corridor. I would like to thank PhD students: **Lina La Fleur**, **Elias Andersson**, **Joakim Haraldsson**, **Stefan Blomqvist**, **Emil Nilsson**, and **Igor** for all the nice talks once we had during ‘fin fika,’ lunch together, as well as the activities for doctoral students only and gossip a bit. All of you have made the cold days during two and a half months in Linköping felt so warm. Tack! Kram Apriani!

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
IDENTITAS TIM PENGUJI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
RIWAYAT HIDUP PENULIS	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR PUBLIKASI	ix
UCAPAN TERIMAKASIH	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Kontribusi penelitian	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Energi	7
2.2 Efisiensi Penggunaan Energi	9
2.3 Indikator Efisiensi Penggunaan Energi	12
2.4 Faktor Kendala Efisiensi Penggunaan Energi	15
BAB III. Kerangka Konsep penelitian	19
3.1 Kerangka Konsep Pemikiran	19
3.2 Identifikasi Variabel Penelitian	23
3.3 Konsep Solusi Permasalahan	30
3.4 Keluaran dan Kebaruan Penelitian	35
BAB IV. Metode Penelitian	37
4.1 Pendekatan Penelitian	37
4.2 Obyek dan Waktu Penelitian.....	37
4.3 Teknik Pengumpulan Data.....	37
4.4 Instrumen Penelitian	39
4.5 Metode Pengambilan Sampel	40
4.6 Analisis Data	44
4.6.1 Penyusunan Model Konseptual Kendala Efisiensi Penggunaan Energi	44
4.6.2 Penyusunan Model Hirarki Antar Indikator Kendala	49
4.6.3 Pengembangan Skenario Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi	51

BAB V.	Hasil dan Pembahasan	55
5.1	Pengumpulan Data	55
5.1.1	Profil Industri Baja Indonesia	55
5.1.2	Profil Responden.....	61
5.1.3	Data yang Dikumpulkan	62
5.1.4	Profil Penggunaan Energi	64
5.2	Pengolahan Data.....	65
5.2.1	Model Konseptual Kendala Efisiensi Penggunaan Energi	66
5.2.2	Model Hirarki Antar Indikator Kendala	71
5.2.3	Skenario Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi	76
5.3	Pembahasan	79
5.3.1	Pembahasan Model Konseptual Kendala Efisiensi Penggunaan Energi	79
5.3.2	Pembahasan Model Hirarki Antar Indikator Kendala ...	84
5.3.3	Pengembangan Skenario Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi	87
5.3.3.1	Kondisi Aktual Industri Baja Nasional	87
5.3.3.2	Hasil Pengembangan Skenario	90
5.3.3.3	Teknologi Hemat Energi	92
5.4	Kontribusi Penelitian	97
5.4.1	Kontribusi Aspek Teoritis	97
5.4.2	Kontribusi Aspek Praktis	97
5.5	Keterbatasan Hasil Penelitian	98
BAB VI.	Kesimpulan dan Saran	99
6.1	Kesimpulan	99
6.2	Saran	100

DAFTAR PUSTAKA
DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.1.	Pertumbuhan Sektor Industri Pengolahan, Subsektor Industri Logam Dasar, Besi, Baja dan Kontribusinya terhadap Pertumbuhan PDB	1
Gambar 1.3.	Peningkatan Produksi Baja Kasar Dunia dari Tahun 1950-2014	2
Gambar 2.1.	Konsumsi Energi Final Indonesia Menurut Sektor	7
Gambar 2.2.	Kebutuhan Energi Primer Dunia per Jenis Energi	8
Gambar 2.3.	Potensi Ekonomis dari Efisiensi Energi Jangka Panjang Berdasarkan Sektor	10
Gambar 2.4.	Beberapa Manfaat Peningkatan Efisiensi Energi	11
Gambar 2.5.	Industri Pengguna Energi yang Intensif	11
Gambar 3.1	Perbandingan Konsumsi Baja per Kapita Tahun 2014	19
Gambar 3.2	Perubahan dan Tekanan dari Lingkungan yang Mempengaruhi Industri Baja Indonesia	21
Gambar 3.3.	Grafik prosentase Kebutuhan Energi Final Menurut Sektor	22
Gambar 3.4.	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Ketidakefisienan Penggunaan Energi pada Industri Baja Nasional	24
Gambar 3.5.	Kerangka Konsep Pemikiran	25
Gambar 3.6.	Pemetaan Kategori Kendala Efisiensi Energi Berdasarkan Literatur	26
Gambar 3.7.	Model Konseptual Efisiensi Energi Usulan	31
Gambar 3.8.	Model Konseptual Efisiensi Energi Usulan dalam Bentuk Roda	32
Gambar 4.1.	Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4.2.	Konstruksi Diagram Jalur	45
Gambar 5.1.	Pohon Industri Baja Nasional	57
Gambar 5.2.	Proses Sintering Bijih Besi	59
Gambar 5.3.	Layout Proses Peleburan di <i>Blast Furnace</i>	60
Gambar 5.4.	Distribusi Profil Responden	62
Gambar 5.5.	Rata-rata Distribusi Pemakaian Energi pada Industri Sampel	64
Gambar 5.6.	Perbandingan Intensitas Konsumsi Energi Aktual dan Praktek Baik pada Perusahaan Sampel	65
Gambar 5.7.	Model Konseptual Kendala Efisiensi Penggunaan Energi	72
Gambar 5.8.	Diagram Hirarki Hubungan antar Sub-Kendala Faktor Manajemen-Organisasi	76
Gambar 5.9.	Struktur Data Pengembangan Skenario	77
Gambar 5.10.	Model Permintaan Energi pada Skenario Dasar	78
Gambar 5.11.	Peningkatan Kapasitas Produksi untuk Skenario Pertumbuhan	78
Gambar 5.12.	Penurunan Tingkat Intensitas Energi untuk Skenario Perbaikan	79
Gambar 5.13.	Diagram <i>Driving-Independence</i>	86
Gambar 5.14	Keseimbangan Kapasitas Industri Baja Hulu dan Hilir Tahun 2014	88
Gambar 5.15.	Lokasi Sumber Daya dan Cadangan Mineral Besi di Indonesia	89
Gambar 5.16.	Teknik <i>Hot Metal Charging</i>	95
Gambar 5.17.	<i>Oxyfuel Burner System</i>	96
Gambar 5.18.	Kisaran Penghematan yang Diperoleh dari <i>Scrap Preheating</i>	96

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Taksonomi Kendala Efisiensi Energi	15
Tabel 2.2. Taksonomi Kendala Baru Usulan Cagno <i>et al.</i> (2013)	18
Tabel 3.1. Keluaran dan Kebaruan Hasil Penelitian	35
Tabel 4.1. Operasionalisasi Variabel dan Indikator Penelitian	41
Tabel 4.2. Daftar Perusahaan Obyek Penelitian	43
Tabel 5.1. Pengelompokan Industri Baja Nasional	56
Tabel 5.2. Profil Perusahaan Responden	62
Tabel 5.3. Data Penelitian	63
Tabel 5.4. Potret Konsumsi Energi pada Industri Sampel	64
Tabel 5.5. Identifikasi Faktor Terkait dengan Intensitas Penggunaan Energi	65
Tabel 5.6. Ringkasan Hasil Pengolahan Data Awal	66
Tabel 5.7. Hasil Uji Reliabilitas dan Validitas	69
Tabel 5.8. Korelasi antara Konstruk dengan Nilai Akar AVE	70
Tabel 5.9. <i>Standardized Factor Loadings</i> dan <i>Cross-Loadings</i>	70
Tabel 5.10. Pengukuran Model Struktural	72
Tabel 5.11. Identifikasi Sub-Kendala Manajemen-Organisasi	73
Tabel 5.12. SSIM Agregat	73
Tabel 5.13. <i>Initial Reachability Matrix</i>	74
Tabel 5.14. <i>Final Reachability Matrix</i>	74
Tabel 5.15. Iterasi 1	74
Tabel 5.16. Iterasi 2	75
Tabel 5.17. Iterasi 3	75
Tabel 5.18. <i>Canonical Matrix</i>	75
Tabel 5.19. Hasil Model Struktural	80
Tabel 5.20. Analisis <i>Direct-Indirect Effects</i>	82
Tabel 5.21. Proyeksi Kebutuhan Energi (dalam ribu GJ)	92
Tabel 5.22. Biaya Penggunaan Energi pada Setiap Skenario	93