



**ANALISA PERBAIKAN *FUGITIVE MATERIAL BELT*
CONVEYOR PLTU BATUBARA DI INDONESIA
DENGAN METODE RCFA DAN SEM-PLS UNTUK
MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS**

TESIS

Oleh: AKHYAR

ZUNIAWAN

**UNIV 55318120008 AS
MERCU BUANA**

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS

MERCU BUANA

2020



**ANALISA PERBAIKAN *FUGITIVE MATERIAL BELT*
CONVEYOR PLTU BATUBARA DI INDONESIA
DENGAN METODE RCFA DAN SEM-PLS UNTUK
MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS**

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program
Pascasarjana Pada Program Studi Magister Teknik Industri**

Oleh: AKHYAR

ZUNIAWAN

55318120008

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS

MERCU BUANA

2020

PENGESAHAN TESIS

Judul : Analisa Perbaikan *Fugitive Material Belt Conveyor* PLTU Batubara
Di Indonesia Dengan Metode RCFA Dan SEM PLS Untuk
Meningkatkan Produktivitas

Nama : Akhyar Zuniawan

NIM : 55318120008

Program : Pascasarjana - Program Studi Magister Teknik Industri

Tanggal : 16 Oktober 2020

Mengesahkan

Pembimbing,



(Dr. Ir. Erry Rimawan, MBAT)

Direktur
Program Pasca Sarjana,

Ketua Program Studi
Magister Teknik Industri,



(Prof. Dr.-Ing Mudrik Alaydrus)



(Dr. Ir Sawarni Hasibuan, M.T., IPU)

PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh:

Nama : Akhyar Zuniawan
NIM : 55318120008
Program Studi : Pascasarjana - Magister Teknik Industri

Dengan judul
“Analisa Perbaikan *Fugitive Material Belt Conveyor* PLTU Batubara Di Indonesia Dengan Metode RCFA Dan SEM PLS Untuk Meningkatkan Produktivitas)”

Telah dilakukan pengecekan similarity dengan sistem Turnitin pada tanggal 29 September 2020, didapatkan nilai persentase sebesar 29%.



Jakarta, 29 September 2020
Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA


Arie Pangudi, A.Md

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam tesis ini:

Judul : Analisa Perbaikan *Fugitive Material Belt Conveyor*
PLTU Batubara di Indonesia Dengan Metode RCFA
dan SEM-PLS Untuk Meningkatkan Produktivitas

Nama : Akhyar Zuniawan

NIM : 55318120008

Fakultas/Program Studi : Pasca Sarjana / Magister Teknik Industri

Tanggal : 16 Oktober 2020

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian, dan karya saya sendiri dengan arahan pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister (S2) pada program sejenis diperguruan tinggi lain. Semua informasi, data, serta hasil pengolahannya yang ditulis pada tesis ini, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 16 Oktober 2020



(Akhyar Zuniawan)
NIM: 55318120008

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Universitas Mercu Buana, Kampus Menteng dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HAKI yang berlaku di Universitas Mercu Buana. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana UMB.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tesis dengan judul " Analisa Perbaikan *Fugitive Material Belt Conveyor* PLTU Batubara di Indonesia Dengan Metode RCFA dan SEM-PLS Untuk Meningkatkan Produktivitas " ini dengan baik.

Didalam penyusunan Laporan Tesis ini, penulis mendapatkan arahan, bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat:

1. Bapak Prof. Dr. Ngadino Surip selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Prof. Dr.-Ing Mudrick Alaydrus selaku Direktur Pasca Sarjana Universitas Mercu Buana.
3. Ibu Dr. Ir. Sawarni Hasibuan, MT IPU selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Industri Fakultas Pasca Sarjana Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Dr. Ir. Erry Rimawan, MBAT selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan motivasi, bimbingan dan laporan Tesis ini.
5. Bapak, Ibu dosen program studi Magister Teknik Industri dan seluruh staff administrasi atas segala bantuan dan supportnya.
6. Keluarga (Orang tua, istri dan anak-anak) atas segala pengertian dan kesabarannya.
7. Rekan-rekan jurusan Magister Teknik Industri Angkatan 24.
8. Kolega dan customer di PLTU Batubara, khususnya PLTU 3x330MW-Jawa Barat, PLTU 2x315MW-Jawa Timur, PLTU 2x110MW-Riau dan PLTU 2x15MW-Banten, serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada Bapak/Ibu dan rekan-rekan sekalian. Aamiin Ya Rabbal Alamin.

Jakarta, 16 Oktober 2020

(Akhyar Zuniawan)

ABSTRAK

PLTU batubara saat ini merupakan sumber utama listrik dunia dan paling banyak berkembang di Asia. Di Indonesia, pembangkit listrik tenaga batubara mendominasi total kapasitas pembangkit. Peralatan penanganan batubara di pembangkit listrik tenaga batubara menggunakan sistem *belt conveyor* untuk mengangkat batubara dari bongkar muat kapal hingga ke *bunker* batubara, dan *belt conveyor* ini masih mempunyai banyak masalah *fugitive material* yang terdiri dari *carryback*, *spillage* dan *dust*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas melalui analisis *fugitive material* pada *belt conveyor* menggunakan RCFA (*Root Cause Failure Analysis*) dan SEM-PLS (*Structural Equation Modeling - Partial Least Square*) pada saat pengangkutan batubara di PLTU. Studi ini dilakukan pada 4 unit pembangkit listrik tenaga batubara di Indonesia yaitu PLTU 3x330MW-Jawa Barat, PLTU 2x315-Jawa Timur, PLTU 2x110MW- Riau, dan PLTU 2x15MW-Banten. Kondisi eksisting *fugitive material* adalah 4% dari total material yang diangkut di PLTU Batubara 3x330 MW-Jawa Barat. Namun dengan metode RCFA menggunakan tools *fishbone diagram* dan *Why- why Analysis* serta FMEA untuk improvementnya; Hal ini sejalan dengan analisis statistik menggunakan SEM-PLS untuk menemukan akar penyebab kegagalan belt conveyor. Dan setelah perbaikan, produktivitas meningkat menjadi 2,7% dan fugitive material menurun menjadi 1,3%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penelitian ini berdampak positif pada PLTU batubara menjadi lebih bersih dan lebih produktif.

Kata kunci: *Fugitive Material, Carryback, Spillage, Dust, Coal Power Plant, Belt Conveyor, RCFA, FMEA, SEM-PLS, Fishbone, Why-why Analysis.*

MERCU BUANA

ABSTRACT

Nowadays coal power plants are the main source of electricity in the world and most growth in Asia. In Indonesia, coal power plants dominate the total power generation capacity. Coal handling equipment in the coal power plants is using a belt conveyor system to transporting coal from ship unloader until coal bunker, and this belt conveyor remains some problems as fugitive material and its covers carryback, spillage and dust. The aim of this study is to increase productivity by analysis of fugitive material in belt conveyor using RCFA (Root Cause Failure Analysis) and SEM-PLS (Structural Equation Modeling – Partial Least Square) when transporting coal in the coal power plant. This study was taken at 4 units of the coal power plant in Indonesia consist of 3x330MW-West Java, 2x315-East Java, 2x110MW-Riau, and 2x15MW-Banten. The existing condition of fugitive material was 4% of total material transported at coal power plant 3x330 MW- West Java. However, by RCFA method using tools fishbone diagram and Why- why analysis also FMEA for improvement; it is aligned with statistical analysis using SEM-PLS to finding the root cause failure of the belt conveyor. And after the improvement, productivity increased up to 2.7% and the fugitive material was decreased to 1.3 %. The result was showed that this study has a positive impact on the coal power plant to be cleaner and more productive.

Keywords: Fugitive Material, Carryback, Spillage, Dust, Coal Power Plant, Belt Conveyor, RCFA, FMEA, SEM-PLS, Fishbone, Why-why analysis.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

COVER	i
PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	11
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	12
1.4 Asumsi dan Pembatasan Masalah	12
BAB II.....	14
KAJIAN PUSTAKA.....	14
2.1 KAJIAN TEORI	14
2.1.1 Kualitas	14
2.1.2 RCFA (<i>Root Cause Failure Analysis</i>).....	16
2.1.3 <i>Structural Equation Modeling - Partial Least Square</i> (SEM - PLS)...	23
2.1.4 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Batubara	26
2.1.5 <i>Fugitive Materials</i>	30
2.1.6 Mengukur <i>Fugitive Material</i>	39
2.2 PENELITIAN SEBELUMNYA.....	44
2.3 KERANGKA PEMIKIRAN	53
BAB III	54

METODE PENELITIAN.....	54
3.1 Jenis dan Desain Penelitian.....	54
3.2 Data dan Informasi.....	54
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	55
3.3.1 Data Primer	55
3.3.2 Data Sekunder	55
3.4 Populasi dan Sampel.....	56
3.5 Teknik Analisis Data.....	56
3.5.1 Analisa <i>fugitive material</i> dengan menggunakan metode <i>Root Cause Failure Analysis (RCFA)</i>	57
3.5.2 Teknik Analisis Data Pengujian menggunakan pendekatan SEM PLS	57
3.5.3 Perbaikan Masalah dan Kontrol Hasil Perbaikan.....	58
3.6 Langkah-Langkah Penelitian	59
BAB IV	60
HASIL DAN ANALISA.....	60
4.1 Hasil.....	60
4.1.1 Profil Perusahaan	60
4.1.2 <i>Flow Process Belt Conveyor</i> Batubara di PLTU	61
4.1.3 Data hasil <i>Fugitive Material</i> Pada <i>Belt Conveyor</i> PLTU Batubara	65
4.2 Analisa	70
4.2.1 Analisa menggunakan metode <i>Root Cause Failure Analysis (RCFA)</i>	71
4.2.2 Hasil analisa data dengan metode statistik <i>Structural Equation Modeling - Partial Least Square (SEM-PLS)</i>	187
4.3 Tindakan Perbaikan	197
4.3.1 Tindakan perbaikan yang dilakukan untuk PLTU 3x330MW – Jawa Barat untuk mengatasi masalah <i>carryback</i>	198
4.3.2 Tindakan perbaikan yang dilakukan untuk PLTU 3x330MW – Jawa Barat untuk mengatasi masalah <i>spillage</i>	204
4.3.3 Tindakan perbaikan yang dilakukan untuk PLTU 3x330MW – Jawa Barat untuk mengatasi masalah <i>dust</i>	209
4.4 Monitoring Hasil Setelah Perbaikan	215
BAB V	218

PEMBAHASAN	218
5.1 Temuan Utama	218
5.1.1 Faktor-faktor dominan penyebab masalah <i>fugitive material</i>	218
5.1.2 Improvement yang dilakukan dan standarisasi hasil improvement ...	225
5.1.3 Hasil dari Improvement yang dilakukan	239
5.2 Perbandingan dengan penelitian sebelumnya	242
5.3 Implikasi Industri	243
5.3.1 Usulan pemecahan masalah dan tindakan perbaikan	243
5.3.2 Usulan untuk meningkatkan manajemen produktivitas	244
5.4 Keterbatasan Penelitian	245
BAB VI	246
KESIMPULAN DAN SARAN	246
6.1 Kesimpulan	246
6.2 Saran	246
DAFTAR PUSTAKA	248
LAMPIRAN	253
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	253
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Jumlah persentase sumber utama timbulnya debu di beberapa area.	9
Tabel 2.1 Kriteria <i>Severity</i>	21
Tabel 2.2 Kriteria <i>Occurance</i>	22
Tabel 2.3 Kriteria <i>Detection</i>	22
Tabel 2.4 Review Penelitian Sebelumnya	44
Tabel 2.5 Matriks <i>State Of The Art</i> (SOTA).....	51
Tabel 3.1 Data Penelitian.....	54
Tabel 4.1 Data <i>fugitive material</i> di <i>belt conveyor</i> (periode September 2018 – Agustus 2019) PLTU 3 x 330 MW – Jawa Barat	65
Tabel 4.2 Data <i>fugitive material</i> di <i>belt conveyor</i> (periode Januari – Desember 2019) PLTU 2x315 MW – Jawa Timur	66
Tabel 4.3 Data <i>fugitive material</i> di <i>belt conveyor</i> (periode Januari – Desember 2019) PLTU 2 x 110 MW – Riau.....	67
Tabel 4.4 Data <i>fugitive material</i> di <i>belt conveyor</i> (periode Januari – Desember 2019) PLTU 2 x 15 MW – Banten.....	69
Tabel 4.5 Data Parameter <i>Belt Conveyor</i> PLTU 3 x 330 MW – Jawa Barat.....	101
Tabel 4.6 Data Parameter <i>Belt Conveyor</i> PLTU 2 x 315 MW – Jawa Timur	101
Tabel 4.7 Data Parameter <i>Belt Conveyor</i> PLTU 2 x 110 MW - Riau	102
Tabel 4.8 Data Parameter <i>Belt Conveyor</i> PLTU 2 x 15 MW - Banten.....	102
Tabel 4.9 Anggota tim FGD untuk PLTU 3x330MW – Jawa Barat	116
Tabel 4.10 Anggota tim FGD untuk PLTU 2x315MW – Jawa Timur.....	117
Tabel 4.11 Anggota tim FGD untuk PLTU 2x110MW – Riau	117
Tabel 4.12 Anggota tim FGD untuk PLTU 2x15MW – Banten.....	117
Tabel 4.13 Rangkuman hasil diskusi tim FGD untuk PLTU 3x330MW – Jawa Barat	118
Tabel 4.14 Rangkuman hasil diskusi tim FGD untuk PLTU 2x315MW – Jawa Timur.....	120
Tabel 4.15 Rangkuman hasil diskusi tim FGD untuk PLTU 2x110MW – Riau.....	122

Tabel 4.16 Rangkuman hasil diskusi tim FGD untuk PLTU 2x15MW – Banten	124
Tabel 4.17 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Mesin	138
Tabel 4.18 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Metode	138
Tabel 4.19 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Manusia ..	138
Tabel 4.20 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Material...	138
Tabel 4.21 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Mesin	139
Tabel 4.22 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Metode	139
Tabel 4.23 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Manusia	139
Tabel 4.24 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Material.....	139
Tabel 4.25 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Mesin	140
Tabel 4.26 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Metode.....	140
Tabel 4.27 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Manusia	140
Tabel 4.28 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Material	141
Tabel 4.29 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Mesin	141
Tabel 4.30 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Metode	141
Tabel 4.31 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Manusia ..	141
Tabel 4.32 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Material...	141
Tabel 4.33 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Mesin	142
Tabel 4.34 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Metode	142
Tabel 4.35 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Manusia	142
Tabel 4.36 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Material.....	142
Tabel 4.37 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Mesin	143
Tabel 4.38 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Manusia	143
Tabel 4.39 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Material	143
Tabel 4.40 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Mesin	144
Tabel 4.41 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Metode	144
Tabel 4.42 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Manusia ..	144
Tabel 4.43 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Material...	144
Tabel 4.44 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Mesin	145
Tabel 4.45 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Metode	145
Tabel 4.46 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Manusia	145

Tabel 4.47 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Material.....	145
Tabel 4.48 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Mesin.....	146
Tabel 4.49 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Metode.....	146
Tabel 4.50 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Manusia	146
Tabel 4.51 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Matera	146
Tabel 4.52 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Mesin	147
Tabel 4.53 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Metode	147
Tabel 4.54 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Manusia ..	147
Tabel 4.55 Hasil <i>Why-why analysis Carryback</i> untuk penyebab dari Material...	147
Tabel 4.56 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Mesin	148
Tabel 4.57 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Metode	148
Tabel 4.58 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Manusia	148
Tabel 4.59 Hasil <i>Why-why analysis Spillage</i> untuk penyebab dari Material.....	148
Tabel 4.60 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Mesin.....	149
Tabel 4.61 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Metode.....	149
Tabel 4.62 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Manusia	149
Tabel 4.63 Hasil <i>Why-why analysis Dust</i> untuk penyebab dari Material	149
Tabel 4.64 Hasil analisa FMEA untuk <i>fugitive material-carryback</i>	149
Tabel 4.65 Hasil analisa FMEA untuk <i>fugitive material-spillage</i>	149
Tabel 4.66 Hasil analisa FMEA untuk <i>fugitive material-dust</i>	149
Tabel 4.67 Hasil analisa FMEA untuk <i>fugitive material-carryback</i>	149
Tabel 4.68 Hasil analisa FMEA untuk <i>fugitive material-spillage</i>	149
Tabel 4.69 Hasil analisa FMEA untuk <i>fugitive material-dust</i>	149
Tabel 4.70 Hasil analisa FMEA untuk <i>fugitive material-carryback</i>	149
Tabel 4.71 Hasil analisa FMEA untuk <i>fugitive material-spillage</i>	149
Tabel 4.72 Hasil analisa FMEA untuk <i>fugitive material-dust</i>	149
Tabel 4.73 Hasil analisa FMEA untuk <i>fugitive material-carryback</i>	149
Tabel 4.74 Hasil analisa FMEA untuk <i>fugitive material-spillage</i>	149
Tabel 4.75 Hasil analisa FMEA untuk <i>fugitive material-dust</i>	149
Tabel 4.76 Data indikator <i>Carryback</i>	187
Tabel 4.77 Data indikator <i>Spillage</i>	188
Tabel 4.78 Data indikator <i>Dust</i>	189

Tabel 4.79 Data indikator <i>Fugitive Material</i> dan Kebersihan Plant	190
Tabel 4.80 Tabel VIF	192
Tabel 4.81 Tabel Hasil Pemeriksaan <i>Outer Weight</i>	193
Tabel 4.82 Tabel Hasil Pemeriksaan <i>Outer Loading</i>	193
Tabel 4.83 Tabel VIF <i>Inner Model</i>	194
Tabel 4.84 Koefisien dan Pengujian Pengaruh Model Struktural	194
Tabel 4.85 Koefisien Determinasi (R^2)	196
Tabel 4.86 <i>Effect Size</i> (f^2)	196
Tabel 4.87 <i>Predictive Relevance</i> (Q^2)	196
Tabel 4.88 Rekomendasi ukuran <i>skirtboard chute</i>	205
Tabel 4.89 Rekomendasi ukuran <i>skirtboard chute</i>	211
Tabel 4.90 Data <i>fugitive material</i> di <i>belt conveyor</i> (periode Januari – Maret 2020) PLTU 3 x 330 MW – Jawa Barat	216
Tabel 5.1 Penyebab dominan <i>carryback</i> dan pembahasan	219
Tabel 5.2 Penyebab dominan <i>spillage</i> dan pembahasan	220
Tabel 5.2 Penyebab dominan <i>dust</i> dan pembahasan	222
Tabel 5.4 <i>Improvement</i> yang dilakukan untuk mengatasi <i>carryback</i>	225
Tabel 5.5 <i>Improvement</i> yang dilakukan untuk mengatasi <i>spillage</i>	227
Tabel 5.6 <i>Improvement</i> yang dilakukan untuk mengatasi <i>dust</i>	229
Tabel 5.7 Standarisasi hasil <i>improvement</i> untuk masalah <i>carryback</i>	232
Tabel 5.8 Standarisasi hasil <i>improvement</i> untuk masalah <i>spillage</i>	234
Tabel 5.9 Standarisasi hasil <i>improvement</i> untuk masalah <i>dust</i>	236
Tabel 5.10 Hasil <i>improvement</i> untuk masalah <i>carryback</i>	239
Tabel 5.11 Hasil <i>improvement</i> untuk masalah <i>spillage</i>	240
Tabel 5.12 Hasil <i>improvement</i> untuk masalah <i>dust</i>	241
Tabel 5.13 Perbandingan dengan penelitian sebelumnya	242

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik bagian pembangkit listrik tenaga batubara di SDS (<i>Sustainable Development Scenario</i>)	1
Gambar 1.2. Grafik Kapasitas Pembangkit Terpasang Menurut Jenisnya 2018	2
Gambar 1.3. <i>Isometric Layout Coal Handling System</i> di PLTU	4
Gambar 1.4. <i>3D Layout Coal Handling System</i> di PLTU.....	4
Gambar 1.5. Komponen yang terdapat dalam sistem <i>belt conveyor</i> secara umum...	5
Gambar 1.6 <i>Material carryback</i>	6
Gambar 1.7 <i>Material spillage</i>	7
Gambar 1.8 <i>Material dust</i>	7
Gambar 1.9 Kebakaran di PLTU Janeponto	10
Gambar 2.1 Gambar <i>Fishbone Diagram</i>	19
Gambar 2.2 Gambar <i>Flow Diagram FMEA</i>	20
Gambar 2.3 <i>A Simple Path Model</i>	24
Gambar 2.4 <i>Schematic of a pulverizer coal-fired power station</i>	28
Gambar 2.5 <i>Belt Conveyor</i>	29
Gambar 2.6 Jenis dari <i>fugitive materials</i>	30
Gambar 2.7 <i>Primary belt cleaner scale & belt speeds</i>	33
Gambar 2.8 Pemilihan Tipe <i>Urethane</i> pada <i>Primary Belt Cleaner</i>	34
Gambar 2.9 <i>Secondary cleaners application specification</i>	34
Gambar 2.10 Rekomendasi lebar <i>chute transfer point area</i>	35
Gambar 2.11 Rumus perhitungan panjang <i>chute</i>	35
Gambar 2.12 Rumus perhitungan tinggi <i>chute</i>	35
Gambar 2.13 <i>CEMA standard 575-2000 Impact Bed/ Cradle Ratings</i>	36
Gambar 2.14 Perhitungan <i>impact from a single lump</i> dan <i>homogenous stream</i> ...	36
Gambar 2.15 <i>Scoring Form for Swinderman Scale</i>	40
Gambar 2.16 <i>Level D1 – Extremely Dusty</i>	41
Gambar 2.17 <i>Level D1 – Dusty</i>	41
Gambar 2.18 <i>Level D1 – Dust Free</i>	41
Gambar 2.19 <i>Level S1 – Extreme Spillage</i>	42

Gambar 2.20 <i>Level S2 – Frequent Spillage</i>	42
Gambar 2.21 <i>Level S3 – Free Spillage</i>	43
Gambar 2.22 <i>Level C1 – Dirty</i>	43
Gambar 2.23 <i>Level C2 – Clean</i>	44
Gambar 2.24 <i>Level C3 – Very Clean</i>	44
Gambar 2.25 Kerangka Pemikiran Penelitian	53
Gambar 3.1 <i>Fishbone diagram</i> untuk masalah <i>fugitive material</i>	57
Gambar 3.2 Model Konseptual SEM-PLS	57
Gambar 3.3 Langkah-Langkah Penelitian	59
Gambar 4.1 <i>Layout belt conveyor</i> PLTU 3x330MW – Jawa Barat	61
Gambar 4.2 <i>Layout belt conveyor</i> PLTU 2x315MW – Jawa Timur	62
Gambar 4.3 <i>Layout belt conveyor</i> PLTU 2x110MW - Riau	63
Gambar 4.4 <i>Layout belt conveyor</i> PLTU 2x15MW - Banten	64
Gambar 4.5 <i>Carryback, Spillage dan Dust</i>	71
Gambar 4.6 Tumpukan material <i>carryback</i> BC-1	71
Gambar 4.7 Tumpukan material <i>carryback</i> BC-2	71
Gambar 4.8 Tumpukan material <i>carryback</i> BC-3	72
Gambar 4.9 Tumpukan material <i>carryback</i> BC-4	72
Gambar 4.10 Tumpukan material <i>carryback</i> BC-5	73
Gambar 4.11 Tumpukan material <i>carryback</i> BC-6	73
Gambar 4.12 Tumpukan material <i>spillage</i> BC-1	74
Gambar 4.13 Tumpukan material <i>spillage</i> BC-2	74
Gambar 4.14 Tumpukan material <i>spillage</i> BC-3	75
Gambar 4.15 Tumpukan material <i>spillage</i>	75
Gambar 4.16 Tumpukan material <i>spillage</i> BC-5	76
Gambar 4.17 Tumpukan material <i>spillage</i> BC-6	76
Gambar 4.18 <i>Airborn dust</i> di area <i>head chute</i> BC-1	77
Gambar 4.19 <i>Skirting</i> yang rusak berpotensi timbulnya <i>dust</i> BC-2	77
Gambar 4.20 <i>Airborne dust</i> memenuhi ruangan area <i>transfer point</i>	78
Gambar 4.21 <i>Airborne dust</i> keluar melewati celah <i>skirting</i> yang rusak BC-4	78
Gambar 4.22 <i>Airborne dust</i> keluar melewati celah <i>skirting</i> yang tidak rapat BC-5	78

Gambar 4.23 <i>Airborne dust</i> keluar dari mulut <i>chute</i> BC-6.....	79
Gambar 4.24 <i>Carryback</i> jatuh sepanjang <i>belt return</i> BC-0.....	80
Gambar 4.25 <i>Carryback</i> jatuh dibawah <i>head pulley</i> BC-1.....	80
Gambar 4.26 <i>Carryback</i> jatuh dibawah <i>head pulley</i> BC-2.....	80
Gambar 4.27 <i>Carryback</i> jatuh dibawah <i>head pulley</i> BC-3.....	81
Gambar 4.28 <i>Carryback</i> jatuh sepanjang <i>belt return</i> BC-4.....	81
Gambar 4.29 <i>Carryback</i> jatuh sepanjang <i>belt return</i> BC-5.....	81
Gambar 4.30 <i>Carryback</i> dibawah <i>head pulley</i> BC-6.....	82
Gambar 4.31 <i>Carryback</i> dibawah <i>head pulley</i> BC-7.....	82
Gambar 4.32 <i>Spillage</i> dibawah area <i>transfer point</i> BC-0.....	83
Gambar 4.33 <i>Spillage</i> di sepanjang <i>belt conveyor</i> BC-1.....	83
Gambar 4.34 <i>Spillage</i> di area <i>transfer point</i> BC-2.....	83
Gambar 4.35 <i>Spillage</i> di sepanjang <i>belt conveyor</i> dan area <i>transfer point</i> BC-3.....	84
Gambar 4.36 <i>Spillage</i> di area <i>transfer point</i> BC-4.....	84
Gambar 4.37 <i>Spillage</i> di area <i>transfer point</i> BC-5.....	84
Gambar 4.38 <i>Spillage</i> di sepanjang <i>belt conveyor</i> BC-6.....	85
Gambar 4.39 <i>Spillage</i> di area <i>transfer point</i> dan sepanjang <i>belt conveyor</i> BC-7.....	85
Gambar 4.40 <i>Carryback</i> jatuh dibawah <i>belt return</i> - SU.....	86
Gambar 4.41 Tumpukan <i>Carryback</i> di stuktur SU-1.....	86
Gambar 4.42 Tumpukan <i>Carryback</i> di bawah <i>head pulley</i> BC-1.....	87
Gambar 4.43 Tumpukan <i>Carryback</i> di bawah <i>head pulley</i> BC-5.....	87
Gambar 4.44 Tumpukan <i>Carryback</i> di bawah <i>belt return</i> BC-SR.....	87
Gambar 4.45 Tumpukan <i>Carryback</i> di bawah <i>head pulley</i> BC-6.....	88
Gambar 4.46 Tumpukan <i>Carryback</i> di bawah <i>head pulley</i> BC-2.....	88
Gambar 4.47 Tumpukan <i>Carryback</i> di bawah <i>head pulley</i>	88
Gambar 4.48 Tumpukan <i>Carryback</i> di bawah <i>head pulley</i> BC-4.....	89
Gambar 4.49 <i>Spillage</i> di area <i>transfer point</i> <i>Ship Unloading</i>	89
Gambar 4.50 <i>Spillage</i> di area <i>transfer point</i> SU-1.....	90
Gambar 4.51 <i>Spillage</i> di area <i>transfer point</i> BC-1.....	90
Gambar 4.52 <i>Spillage</i> di area <i>transfer point</i> BC-5.....	90
Gambar 4.53 <i>Spillage</i> di area <i>head chute</i> BC-SR.....	91
Gambar 4.54 <i>Spillage</i> di area <i>transfer point</i> BC-6.....	91

Gambar 4.55 <i>Spillage</i> di area <i>incline conveyor</i> BC-2.....	91
Gambar 4.56 <i>Spillage</i> di area <i>incline conveyor</i> BC-3.....	92
Gambar 4.57 <i>Spillage</i> di area transfer point BC-4	92
Gambar 4.58 <i>Airborn Dust</i> di area <i>top hopper</i> BC-SU	93
Gambar 4.59 <i>Airborn Dust</i> di area <i>bottom hopper</i> BC-SU	93
Gambar 4.60 <i>Airborn Dust</i> di area <i>transfer point</i> SU-1	94
Gambar 4.61 <i>Airborn Dust</i> di area <i>head chute</i> BC-1.....	94
Gambar 4.62 <i>Airborn Dust</i> di area <i>transfer point</i> BC-5	94
Gambar 4.63 <i>Airborn Dust</i> di area <i>head chute</i> BC-SR.....	95
Gambar 4.64 <i>Airborn Dust</i> di area <i>transfer point</i> BC-6	95
Gambar 4.65 <i>Airborn Dust</i> di area <i>transfer point</i> BC-2	95
Gambar 4.66 <i>Airborn Dust</i> di area <i>transfer point</i> BC-3	96
Gambar 4.67 <i>Airborn Dust</i> di area <i>transfer point</i> BC-4	96
Gambar 4.68 <i>Airborn Dust</i> di area <i>ship unloading</i> (SU).....	96
Gambar 4.69 <i>Carryback</i> di bawah <i>belt return</i> BC-1	97
Gambar 4.70 <i>Carryback</i> di bawah <i>head pulley</i> BC-2.....	97
Gambar 4.71 <i>Carryback</i> di bawah <i>head pulley</i> BC-3.....	97
Gambar 4.72 <i>Carryback</i> di bawah <i>head pulley</i> BC-1 (<i>Old</i>).....	98
Gambar 4.73 <i>Carryback</i> di bawah <i>head pulley</i> BC-3 (<i>Old</i>).....	98
Gambar 4.74 <i>Carryback</i> di bawah <i>belt return</i> BC-4 (<i>Old</i>).....	98
Gambar 4.75 <i>Spillage</i> di bawah <i>transfer point</i> BC-1 (<i>New</i>).....	99
Gambar 4.76 <i>Spillage</i> di bawah <i>transfer point</i> BC-2 (<i>New</i>).....	99
Gambar 4.77 <i>Spillage</i> di bawah <i>transfer point</i> BC-3 (<i>New</i>).....	99
Gambar 4.78 <i>Spillage</i> di area <i>transfer point</i> BC-1 (<i>Old</i>).....	100
Gambar 4.79 <i>Spillage</i> di area <i>transfer point</i> BC-3 (<i>Old</i>).....	100
Gambar 4.80 <i>Spillage</i> di area <i>transfer point</i> BC-4 (<i>Old</i>).....	100
Gambar 4.81 <i>Gap</i> antara <i>belt cleaner</i> dengan <i>head pulley</i>	103
Gambar 4.82 <i>Smiley blade</i> pada <i>belt cleaner</i>	103
Gambar 4.83 <i>Secondary blade</i> patah	103
Gambar 4.84 <i>Spring tesnsioner</i> dan <i>adjustable tensioner</i>	103
Gambar 4.85 <i>Gap</i> antara <i>belt cleaner</i> dengan <i>head pulley</i>	104
Gambar 4.86 <i>Belt cleaner</i> yang sudah rusak	104

Gambar 4.87 <i>Gap</i> antara <i>belt cleaner</i> dengan <i>head pulley</i>	104
Gambar 4.88 <i>Tensioner</i> diikat dengan kawat	105
Gambar 4.89 <i>Belt cleaner</i> yang sudah rusak	105
Gambar 4.90 <i>Gap</i> antara <i>belt cleaner</i> dengan <i>head pulley</i>	105
Gambar 4.91 <i>Blade secondary cleaner</i> yang sudah <i>worn out</i>	106
Gambar 4.92 <i>Tensioner</i> diikat dengan kawat	106
Gambar 4.93 <i>Gap</i> antara <i>belt cleaner</i> dengan <i>head pulley</i>	106
Gambar 4.94 <i>Hand made secondary belt cleaner</i>	107
Gambar 4.95 <i>Hand made secondary belt cleaner</i>	107
Gambar 4.96 <i>Modular skirboard</i> yang terbuka	107
Gambar 4.97 <i>Inspection door</i> pada <i>head pulley chute</i>	108
Gambar 4.98 <i>Belt msitracking</i>	108
Gambar 4.99 <i>Rubber skirt</i> yang terlepas dari <i>skirtboard</i>	108
Gambar 4.100 <i>Improper chute design</i>	109
Gambar 4.101 <i>Design tail box</i> yang terbuka	109
Gambar 4.102 <i>Belt mistracking</i>	109
Gambar 4.103 <i>Head pulley chute</i> terbuka	110
Gambar 4.104 <i>Rubber curtain</i> di <i>Head pulley chute</i>	110
Gambar 4.105 Celah pada <i>skirtboard</i>	110
Gambar 4.106 Dinding <i>skirboard</i> yang tidak terpasang	111
Gambar 4.107 <i>Sealing</i> yang terbuka di <i>tail box</i>	111
Gambar 4.108 <i>Sealing</i> yang terbuka di <i>tail box</i>	111
Gambar 4.109 <i>Hopper</i> yang terbuka di area <i>plow discharger</i>	112
Gambar 4.110 <i>Head chute</i> yang terbuka	112
Gambar 4.111 <i>Tail box</i> yang tidak rapat <i>sealing system</i> -nya	112
Gambar 4.112 Celah di <i>rubber skirt area transfer point</i>	113
Gambar 4.113 <i>Rubber curtain</i> yang terbuka	113
Gambar 4.114 <i>Belt sag</i> di area <i>transfer point</i>	113
Gambar 4.115 <i>Belt mistracking</i> di area <i>tail pulley</i>	114
Gambar 4.116 <i>Belt sag</i> di area <i>transfer point</i>	114
Gambar 4.117 <i>Tail box</i> yang terbuka di area <i>transfer point</i>	114
Gambar 4.118 <i>Rubber skirt</i> yang terdapat celah	115

Gambar 4.119 <i>Chute</i> penutup atas tidak terpasang.....	115
Gambar 4.120 Diagram Sebab Akibat (<i>Fish Bone Diagram</i>) <i>Carryback</i> PLTU 3x330MW – Jawa Barat.....	126
Gambar 4.121 Diagram Sebab Akibat (<i>Fish Bone Diagram</i>) <i>Spillage</i> PLTU 3x330MW – Jawa Barat.....	127
Gambar 4.122 Diagram Sebab Akibat (<i>Fish Bone Diagram</i>) <i>Dust</i> PLTU 3x330MW – Jawa Barat.....	128
Gambar 4.123 Diagram Sebab Akibat (<i>Fish Bone Diagram</i>) <i>Carryback</i> PLTU 3x330MW – Jawa Timur	129
Gambar 4.124 Diagram Sebab Akibat (<i>Fish Bone Diagram</i>) <i>Spillage</i> PLTU 2x315MW – Jawa Timur	130
Gambar 4.125 Diagram Sebab Akibat (<i>Fish Bone Diagram</i>) <i>Dust</i> PLTU 3x330MW – Jawa Timur	131
Gambar 4.126 Diagram Sebab Akibat (<i>Fish Bone Diagram</i>) <i>Carryback</i> PLTU 3x110MW – Riau.....	132
Gambar 4.127 Diagram Sebab Akibat (<i>Fish Bone Diagram</i>) <i>Spillage</i> PLTU 3x110MW – Riau.....	133
Gambar 4.128 Diagram Sebab Akibat (<i>Fish Bone Diagram</i>) <i>Dust</i> PLTU 2x110MW – Riau.....	134
Gambar 4.129 Diagram Sebab Akibat (<i>Fish Bone Diagram</i>) <i>Carryback</i> PLTU 3x15MW – Banten.....	135
Gambar 4.130 Diagram Sebab Akibat (<i>Fish Bone Diagram</i>) <i>Spillage</i> PLTU 3x110MW – Banten.....	136
Gambar 4.131 Diagram Sebab Akibat (<i>Fish Bone Diagram</i>) <i>Dust</i> PLTU 2x15MW – Banten	137
Gambar 4.132 Skema model PLS	191
Gambar 4.133 Diagram alir analisis PLS	191
Gambar 4.134 Hasil Analisis PLS	195
Gambar 4.135 <i>Blade</i> rapat dengan <i>belt</i> di <i>head pulley</i>	198
Gambar 4.136 <i>Blade</i> rapat dengan <i>belt</i> di <i>head pulley</i>	199
Gambar 4.137 <i>Spec blade standard urethane</i>	199
Gambar 4.138 <i>Spec blade chemical resistance urethane</i>	199

Gambar 4.139 Proses <i>buffing blade</i> dengan menggunakan gerinda	200
Gambar 4.140 Lebar <i>blade</i> yang sudah di potong	200
Gambar 4.141 Proses <i>adjust tensioner</i> pada <i>primary belt cleaner</i>	200
Gambar 4.142 Petunjuk <i>tension</i> pada <i>tensioner</i> sesuai dengan <i>manual tensioner</i>	200
Gambar 4.143 <i>Tensioning gauge</i> untuk <i>primary cleaner</i> pada <i>operator's manual</i>	201
Gambar 4.144 Proses <i>adjust tensioner</i> pada <i>secondary belt cleaner</i>	201
Gambar 4.145 <i>Operator's manual</i> cara <i>tension</i> pada <i>tensioner secondary cleaner</i>	201
Gambar 4.146 Profile <i>blade</i> pada <i>primary belt cleaner</i> no.6 (QC1 Cleaner XHD)	202
Gambar 4.147 <i>Sizing chart</i> pemilihan <i>belt cleaner</i>	202
Gambar 4.148 Jadwal mingguan <i>maintenance belt cleaner</i> dari BC-1 sampai BC- 6.....	203
Gambar 4.149 <i>Training belt cleaner</i> kepada departemen <i>maintenance</i>	203
Gambar 4.150 <i>Deflector (hood dan spoon)</i>	204
Gambar 4.151 Rekomendasi lebar <i>skirtboard chute</i>	204
Gambar 4.152 Rekomendasi perhitungan panjang <i>skirtboard chute</i>	204
Gambar 4.153 Rekomendasi perhitungan tinggi <i>skirtboard chute</i>	205
Gambar 4.154 <i>Belt tracker system (return belt)</i>	206
Gambar 4.155 <i>Belt tracker system (carry belt)</i>	206
Gambar 4.156 Instruksi manual untuk <i>rubber skirt</i>	206
Gambar 4.157 Spesifikasi <i>abrasion resistance steel</i>	207
Gambar 4.158 <i>Tailbox</i> dengan <i>inside rubber skirt</i> dan <i>inspection door</i>	207
Gambar 4.159 <i>Rubber skirting</i> dengan <i>double lips profile (apronseal)</i>	207
Gambar 4.160 Jadwal mingguan <i>maintenance transfer point</i> dari BC-1 sampai BC-6	208
Gambar 4.161 <i>Training transfer point</i> kepada departemen <i>maintenance</i>	208
Gambar 4.162 <i>Hopper</i> tanpa penutup (sebelum <i>improvement</i>)	209
Gambar 4.163 <i>Hopper</i> sudah tertutup beserta <i>rubber curtain</i> (setelah <i>improvement</i>).....	209

Gambar 4.164 <i>Head pulley</i> tanpa penutup (sebelum <i>improvement</i>)	209
Gambar 4.165 <i>Head pulley compatible</i> dengan <i>magnet separator</i> dengan penutup (setelah <i>improvement</i>)	209
Gambar 4.166 Rekomendasi lebar <i>skirtboard chute</i>	210
Gambar 4.167 Rekomendasi perhitungan panjang <i>skirtboard chute</i>	210
Gambar 4.168 Rekomendasi perhitungan tinggi <i>skirtboard chute</i>	210
Gambar 4.169 <i>Dust collector</i> dengan <i>system centralized</i> (sebelum <i>improvement</i>)	211
Gambar 4.170 <i>Dust bag</i> dengan <i>system direct mounted</i> (setelah <i>improvement</i>)	211
Gambar 4.171 <i>Dust suppression</i> dengan <i>system prevention</i> di area <i>head pulley</i>	212
Gambar 4.172 <i>Nozzle arrangement</i> pada <i>system prevention</i>	212
Gambar 4.173 <i>Filter pack</i> dengan 3 layer penyaringan 50 micron.	212
Gambar 4.174 Pemansangan <i>dust curtain</i> di <i>skirtboard chute</i>	213
Gambar 4.175 Spesifikasi <i>abrasion resistance steel</i>	213
Gambar 4.176 <i>Tailbox</i> dengan <i>inside rubber skirt</i> dan <i>inspection door</i>	214
Gambar 4.177 <i>Rubber skirting</i> dengan <i>double lips profile (apronseal)</i>	214
Gambar 4.178 Jadwal mingguan <i>dust collector</i> dan <i>suppression</i>	215
Gambar 4.179 <i>Training dust bag</i> dan <i>suppression</i>	215
Gambar 4.180 Grafik prosentase perbandingan <i>fugitive material</i> PLTU 3x330MW – Jawa Barat	216

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis SEM PLS dengan <i>software Smart PLS</i> versi 2.3.8	253
Lampiran 2. Data <i>Fugitive Material</i> PLTU 3x330MW – Jawa Barat	258
Lampiran 3. <i>Journal Accepted</i> (JARDCS)	262
Lampiran 4. Sertifikat Profesi (FMEA dan <i>Foundation-Belt Conveyor</i>)	266
Lampiran 5. Berita Acara Penelitian.....	266
Lampiran 6. Daftar Riwayat Hidup	266

