



OPTIMALISASI KUALITAS PRODUKSI *CLINKER*
MELALUI PERBAIKAN ALUR PROSES PERANGKAT
LUNAK PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *ROOT*
CAUSE ANALYSIS DI PT. XYZ



ABDUL KAYI

UNIVERSITAS
55118320027
MERCU BUANA

PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021



OPTIMALISASI KUALITAS PRODUKSI *CLINKER*
MELALUI PERBAIKAN ALUR PROSES PERANGKAT
LUNAK PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *ROOT*
CAUSE ANALYSIS DI PT. XYZ



ABDUL KAYI

55118320027

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2021

ABSTRACT

The production system plays an important role because it is responsible for the size of the capital issued by the company in producing a product. The control of the production system in a company engaged in the production of materials such as cement production is very close to the costs incurred for processing these materials. Processing errors have an impact on the company's losses. The production process for clinker (raw material for cement) at PT. XYZ Lhoknga plant is less effective (value of standard deviation σ_{Cli} above the target) and causes an increase in the price of energy consumption and reduces the quality of goods produced. The problem solving approach related to the clinker production process is carried out using the Root Cause Analysis (RCA) method. The RCA method aims to determine the core of the problem so that improvement plans can be made more accurate and efficient. The root cause tracing process is carried out using the fishbone diagram method and the Extended Failure Mode and Effect Analysis (EFMEA) method. The combination of the three methods is effective in finding a root cause related to clinker production where the corrective action is carried out quickly and specifically and produces effective results. The option of corrective action with the best feasibility value is to apply an algorithmic model based on the existing production system. The application of the new algorithm leads to the automation concept in the CMQ system. The application of the automation concept from Root Cause Analysis makes the clinker production process effective with a trend in the value of σ_{Cli} falling from 1.8 to less than 1.2. This shows that the role of the automation system based on the new algorithms obtained from the RCA and EFMEA studies is effective in maximizing the clinker production process.

Keywords: *Clinker; Root Cause Analysis; Fishbone Diagram; EFMEA; Cement production*

MERCU BUANA

ABSTRAK

Sistem produksi memegang peranan penting karena bertanggungjawab terhadap besar kecilnya modal yang dikeluarkan perusahaan dalam memproduksi suatu produk. Kendali sistem produksi pada perusahaan yang bergerak di bidang produksi material seperti produksi semen sangatlah erat terhadap biaya yang dikeluarkan untuk memproses material tersebut. Kesalahan pemrosesan berdampak pada kerugian perusahaan. Proses produksi *clinker* (bahan baku semen) di PT. XYZ pabrik Lhoknga kurang efektif (nilai standar deviasi σ_{Cli} di atas target) dan membuat kenaikan harga konsumsi energi serta menurunkan kualitas barang yang diproduksi. Pendekatan pemecahan masalah terkait proses produksi *clinker* dilakukan menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA). Metode RCA bertujuan untuk menentukan inti permasalahan sehingga rencana perbaikan dapat dibuat lebih akurat dan efisien. Proses penelusuran *root cause* dilakukan dengan menggunakan metode *fishbone diagram* dan *Extended Failure Mode and Effect Analysis* (EFMEA). Kombinasi dari tiga metode tersebut efektif menemuka *root cause* terkait dengan produksi *clinker* dimana tindakan perbaikan dilakukan dengan cepat dan spesifik serta memberikan hasil yang efektif. Opsi tindakan perbaikan dengan nilai kelayakan terbaik adalah dengan cara menerapkan model algoritma berdasarkan sistem produksi yang sudah ada. Penerapan algoritma baru mengarah kepada konsep *automation* pada sistem CMQ. Hasil penelitian dari Penerapan konsep *automation* dari *Root Cause Analysis* membuat proses produksi *clinker* menjadi efektif dengan tren nilai σ_{Cli} turun 1.8 menjadi kurang dari 1.2. Hal ini menunjukkan bahwa peran sistem otomasi yang dibuat berdasarkan algoritma baru yang diperoleh dari kajian RCA dan EFMEA efektif dalam memaksimalkan proses produksi *clinker*.

Kata kunci: *Clinker; Root Cause Analysis; Fishbone Diagram; EFMEA; Produksi Semen*

PENGESAHAN TESIS

Judul : **Optimalisasi kualitas produksi *clinker* melalui perbaikan alur proses perangkat lunak produksi menggunakan metode *root cause analysis* di PT. XYZ**

Nama : Abdul Kayi

NIM : 55118320027

Program Studi : Magister Manajemen

Tanggal :



Dekan Fakultas Ekonomi dan
Bisnis

(Dr. Erna S Imaningsih, MM)

Ketua Program Studi Magister
Manajemen

(Dr. Indra Siswanti, MM)

PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

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

Nama : Abdul Kayi
NIM : 55118320027
Program Studi : Magister Manajemen

dengan Judul:

“Optimalisasi kualitas produksi clinker melalui perbaikan alur proses perangkat lunak produksi menggunakan metode root cause analysis di PT. XYZ”

Telah dilakukan pengecekan similarity dengan sistem Turnitin pada tanggal 06 Juli 2021, didapatkan nilai persentase sebesar 25%.

Jakarta, 06 Juli 2021

Administrator Turnitin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA


Arte Pangudi, A.Md.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-beanrnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Optimalisasi kualitas produksi clinker melalui perbaikan alur proses perangkat lunak produksi menggunakan metode root cause analysis di PT.XYZ

Bentuk Tesis : Penelitian / Kajian Masalah Perusahaan

Nama : Abdul Kayi

NIM : 55118320027

Program : Magister Manajemen

Tanggal : 9 Agustus 2021

Merupakan hasil penelitian dan merupakan karya sendiri dengan bimbingan Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Keputusan Proram Studi Magister Manajemen Program Pascasarjana Universitas Mercubuana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahan data yang disajikan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya sampaikan untuk menjadi pedoman dalam penyusunan tesis.

Jakarta, 9 Agustus 2021,



(Abdul Kayi)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia yang telah diberikan, sehingga penelitian dan penulisan tesis tentang Optimalisasi kualitas produksi *clinker* melalui perbaikan alur proses perangkat lunak produksi menggunakan metode *root cause analysis* di PT. XYZ telah selesai dilaksanakan. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalam penyusunan tesis ini baik dari segi proses maupun hasil yang telah dilakukan. Namun penulis selalu berharap dari setiap kekurangan ini, dapat dijadikan sebagai pembelajaran.

Berkat bantuan, bimbingan, arahan dan dukungan yang telah diberikan oleh berbagai pihak, maka penelitian dan penyusunan tesis ini bisa terlaksana dengan baik. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terutama kepada:

1. Dr. Ahmad Hidayat Sutawijaya, M.Com, M.Phil, CSCP, sebagai pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan dan dukungan yang besar dalam penyelesaian penelitian ini;
2. Dr. Erna S Imaningsih, MM, selaku Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Program Studi Magister Manajemen Universitas Mercubuana;
3. Dr. Indra Siswanti, MM, selaku Ketua Program Studi Magister Manajemen yang telah banyak memberikan bimbingan dan kesempatan dalam penyelesaian studi;
4. Dr. Sugeng Santoso, MT selaku Ketua Sidang yang telah memberikan masukan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis;

5. Dr. Agustinus Hariadi D.P, Ir. MSc selaku Dosen penguji yang telah memberikan masukan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis;
6. Prof. Dr. Masydzulhak Djamil, Dosen penelaah Seminar Hasil yang telah memberikan masukan yang telah diberikan kepada penulis;
7. Dr. Niken Sulistyowati, SE, Ak, MM, Dosen penelaah sempro yang telah memberikan masukan yang telah diberikan kepada penulis;
8. Orang tua kami ibunda Umyanah dan Nur Rosidah yang selalu mendoakan dan memberikan semangat;
9. Istri tercinta Lemi Alamsyah yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan serta memberikan motivasi;
10. Seluruh dosen pascasarjana program Magister Manajemen Universitas Mercubuana;
11. Adi Yudistira ST, selaku Process Engineer yang telah memberikan waktu, tenaga dan data untuk terselesaikannya penelitian dan penyusunan tesis ini.
12. Seluruh rekan – rekan mahasiswa pascasarjana program Magister Manajemen Universitas Mercubuana;

Semoga karya tulis yang dihasilkan ini dapat memberikan banyak manfaat bagi kalangan akademis, praktisi dan pihak lain yang ingin menggunakannya.

Jakarta, Agustus 2021

Abdul Kayi

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| COVER | i |
| ABSTRACT | ii |
| ABSTRAK | iii |
| PENGESAHAN TESIS | iv |
| PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i> | v |
| LEMBAR PERNYATAAN | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Identifikasi, Perumusan, dan Batasan Masalah..... | 9 |
| 1.2.1 Identifikasi Masalah..... | 9 |
| 1.2.2 Rumusan Masalah..... | 10 |
| 1.2.3 Batasan Masalah..... | 10 |
| 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian | 11 |
| 1.3.1 Tujuan Penelitian..... | 11 |
| 1.3.2 Manfaat Penelitian..... | 11 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGA PEMIKIRAN | 13 |
| 2.1 Kajian Pustaka..... | 13 |
| 2.1.1 Proses Produksi Semen..... | 13 |
| 2.1.2 Bahan Baku dan Penyimpanan (<i>Storage</i>) | 18 |
| 2.1.3 <i>Raw Mill Unit</i> (Unit Pengeringan dan Penggilingan)..... | 19 |
| 2.1.4 <i>Kiln Unit</i> (Unit Pembakaran dan Pendinginan <i>Clinker</i>)..... | 21 |
| 2.1.5 <i>Clinkerization</i> (Pembentukan <i>Clinker</i>)..... | 21 |
| 2.1.6 Kualitas <i>Clinker</i> | 26 |

| | |
|---|-----------|
| | x |
| 2.1.7 Kendali Produksi <i>Clinker</i> | 27 |
| 2.1.8 Pengujian <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i> | 28 |
| 2.1.9 Industri 4.0 | 30 |
| 2.1.10 Ukuran Sebaran Standar Deviasi..... | 33 |
| 2.1.11 Manajemen Risiko Berdasarkan ISO 31000..... | 34 |
| 2.2 Kajian Penelitian Sebelumnya | 37 |
| 2.3 Kerangka Pemikiran | 46 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 47 |
| 3.1 Jenis Penelitian..... | 47 |
| 3.2 Desain Penelitian..... | 48 |
| 3.3 Variabel Penelitian | 49 |
| 3.4 Teknik Pengumpulan Data..... | 50 |
| 3.5 Teknik Analisis Data | 51 |
| 3.5.1 Analisis <i>Fishbone Diagram</i> | 51 |
| 3.5.2 <i>Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)</i> | 51 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 54 |
| 4.1 Deskripsi Perusahaan..... | 54 |
| 4.1.1 Sejarah Perusahaan..... | 54 |
| 4.2 <i>Root Cause Analysis</i> | 59 |
| 4.3 <i>Problem Understanding</i> | 59 |
| 4.4 <i>Problem Cause Brainstorming</i> | 69 |
| 4.5 <i>Problem Cause Data Collection</i> | 70 |
| 4.5.1 <i>Method</i> | 70 |
| 4.5.2 <i>Measurements</i> | 74 |
| 4.5.3 <i>Manpower</i> | 77 |
| 4.5.4 <i>Machine</i> | 79 |
| 4.6 <i>Problem Cause Data Analysis</i> | 81 |
| 4.7 <i>Root Cause Identification</i> | 84 |

| | |
|---|------------|
| | xi |
| 4.8 <i>Problem Elimination</i> | 88 |
| 4.8.1 Usulan Perbaikan pada Problem dengan Low RPN (1–5)..... | 108 |
| 4.8.2 Usulan Perbaikan pada <i>Problem</i> dengan <i>Medium</i> RPN (6 & 7)..... | 111 |
| 4.8.3 Usulan Perbaikan pada <i>Problem</i> dengan <i>critical</i> RPN (8 – 12)..... | 113 |
| 4.8.4 Eliminasi Problem dan Penentuan Prioritas Perbaikan | 116 |
| 4.9 <i>Solution Implementation</i> | 118 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 130 |
| 5.1 Kesimpulan | 130 |
| 5.2 Saran | 131 |
| DAFTAR PUSTAKA | 133 |
| LAMPIRAN A: Tabel Kriteria Evaluasi Severity pada PFMEA | 138 |
| LAMPIRAN B: Tabel Kriteria Evaluasi Occurrence pada PFMEA..... | 140 |
| LAMPIRAN C: Tabel Kriteria Evaluasi Detection pada PFMEA..... | 141 |
| LAMPIRAN D: Diagram alir untuk proses persiapan raw material | 142 |
| LAMPIRAN E: Notulensi Rapat..... | 143 |
| LAMPIRAN F: Hasil Pemeriksaan Similaritas..... | 146 |
| LAMPIRAN G: Pengecekan Jurnal dengan Sistem Turnitin..... | 147 |
| LAMPIRAN H: Daftar Riwayat Hidup..... | 171 |


 UNIVERSITAS
 MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1. Skematik proses produksi semen | 2 |
| Gambar 1.2. Skematik proses kalsinasi <i>clinker</i> | 6 |
| Gambar 1.3. Penerapan sistem perangkat lunak untuk <i>rotary kiln</i> | 7 |
| Gambar 1.4. Model siklus kendali perencanaan produksi dan kendali | 8 |
| Gambar 2.1. Skema alir proses kering | 14 |
| Gambar 2.2. Model <i>Stacker</i> dan <i>Reclaimer</i> | 16 |
| Gambar 2.3. Skema alir untuk <i>raw meal</i> | 17 |
| Gambar 2.4. Skema <i>calcination</i> proses..... | 22 |
| Gambar 2.5. Pembentukan mineral semen saat <i>clinkerization</i> | 23 |
| Gambar 2.6. Prinsip pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) | 29 |
| Gambar 2.7. Spektrum energi hasil pengujian | 29 |
| Gambar 2.8. Konsep <i>smart factory</i> | 31 |
| Gambar 2.9. Model hierarki <i>industrial automation</i> | 32 |
| Gambar 2.10. Model kerangka berfikir penelitian | 46 |
| Gambar 3.1. Tujuh tahapan metode RCA (Wangen et al., 2017) | 47 |
| Gambar 3.2. Diagram alir penelitian..... | 52 |
| Gambar 4.1. Struktur Organisasi Perusahaan..... | 58 |
| Gambar 4.2. Laporan kerugian produksi kurun waktu 2017 - 2019 | 60 |
| Gambar 4.3. Nilai σ_{LSF} , σ_{SR} dan σ_{AR} pada RM untuk tahun 2017-2019 | 61 |
| Gambar 4.4. Nilai σ_{LSF} , σ_{SR} dan σ_{AR} pada KF untuk tahun 2017-2019 | 61 |
| Gambar 4.5. Nilai kualitas σ_{Cli} selama tahun 2017-2019 | 62 |
| Gambar 4.6. Hubungan proses produksi terhadap kualitas produksi <i>clinker</i> | 63 |
| Gambar 4.7. Hubungan sebab-akibat pada proses produksi <i>clinker</i> | 64 |
| Gambar 4.8. Nilai σ_{LSF} pada RM untuk tiap kuartal tahun 2017-2019..... | 66 |
| Gambar 4.9. Nilai σ_{LSF} pada <i>Kiln Feed</i> untuk tiap kuartal tahun 2017-2019 | 67 |
| Gambar 4.10. Nilai σ_{LSF} <i>clinker</i> pada tiap kuartal tahun 2017-2019 | 67 |
| Gambar 4.11. Nilai σ_{SR} KF dan Cli pada tiap kuartal tahun 2017-2019..... | 68 |
| Gambar 4.12. Nilai σ_{AR} KF dan Cli pada tiap kuartal tahun 2017-2019 | 68 |
| Gambar 4.13. Diagram <i>fishbone</i> parameter proses produksi | 69 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 4.14. Diagram alir untuk proses persiapan <i>raw material</i> | 70 |
| Gambar 4.15. Konfigurasi susunan <i>clay</i> dan <i>siltstone</i> | 71 |
| Gambar 4.16. Laporan nilai LSF berdasarkan perbaikan pada <i>Raw Meal</i> | 72 |
| Gambar 4.17. <i>Kiln dust by-passing</i> model | 74 |
| Gambar 4.18. Unit pengukur di <i>weight feeder</i> | 75 |
| Gambar 4.19. <i>Sampling</i> unit terpasang | 75 |
| Gambar 4.20. <i>Cross feeding air slide & slide gate</i> | 76 |
| Gambar 4.21. Skema hubungan antara sistem CMQ dan Operator | 77 |
| Gambar 4.22. Diagram <i>feedback information</i> sistem CMQ | 78 |
| Gambar 4.23. Salah satu motor listrik pada perlengkapan produksi..... | 79 |
| Gambar 4.24 <i>Extraction damper</i> berikut <i>manual gate & proportional gate</i> | 80 |
| Gambar 4.25. Pipa aerasi pada <i>silo extraction</i> | 80 |
| Gambar 4.26. Final diagram <i>fishbone</i> tingginya nilai σ_{LSF} , σ_{AR} dan σ_{SR} | 87 |
| Gambar 4.27. <i>Scree plot</i> berdasarkan nilai RPN..... | 95 |
| Gambar 4.28. <i>Scree plot</i> berdasarkan nilai $\Delta RPNF$ | 117 |
| Gambar 4.29. <i>Network diagram schedule</i> | 119 |
| Gambar 4.30. Diagram informasi kerja sistem CMQ | 120 |
| Gambar 4.31. Nilai σ_{LSF} , σ_{SR} dan σ_{AR} pada KF sebelum implementasi perbaikan..... | 121 |
| Gambar 4.32. Nilai σ_{LSF} , σ_{SR} dan σ_{AR} pada RM sebelum implementasi perbaikan..... | 121 |
| Gambar 4.33. Nilai σ_{LSF} , σ_{SR} dan σ_{AR} pada <i>clinker</i> sebelum implementasi perbaikan.... | 122 |
| Gambar 4.34. <i>Adjustment platform</i> komputer untuk <i>New-CMQ</i> | 123 |
| Gambar 4.35. Diagram informasi kerja sistem <i>New-CMQ</i> | 124 |
| Gambar 4.36. Nilai σ_{LSF} , σ_{SR} dan σ_{AR} pada KF setelah implementasi perbaikan..... | 124 |
| Gambar 4.37. Nilai σ_{LSF} , σ_{SR} dan σ_{AR} pada RM setelah implementasi perbaikan..... | 125 |
| Gambar 4.38. Nilai σ_{LSF} , σ_{SR} dan σ_{AR} pada <i>clinker</i> setelah implementasi perbaikan | 126 |
| Gambar 4.39. Nilai σ_{LSF} , σ_{SR} dan σ_{AR} pada KF pada final <i>trial new-CMQ</i> | 127 |
| Gambar 4.40. Nilai σ_{LSF} , σ_{SR} dan σ_{AR} pada RM pada final <i>trial new-CMQ</i> | 127 |
| Gambar 4.41. Nilai σ_{LSF} , σ_{SR} dan σ_{AR} pada <i>clinker</i> pada final <i>trial new-CMQ</i> | 128 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|-----|
| Tabel 1.1. Laporan pencapaian kualitas produksi <i>clinker</i> di PT. XYZ..... | 4 |
| Tabel 1.2. Kerugian akibat tingginya standar deviasi LSF | 4 |
| Tabel 2.1. <i>Proximate</i> untuk <i>raw mix clinker</i> | 16 |
| Tabel 2.2. Reaksi di <i>Suspension Preheater</i> | 23 |
| Tabel 2.3. Reaksi di <i>Suspension Preheater</i> | 25 |
| Tabel 2.4. Pemetaan Jurnal Referensi | 37 |
| Tabel 3.1. Data dan Variabel Penelitian..... | 49 |
| Tabel 4.1. Data perbulan untuk nilai parameter produk tahun 2017 – 2019 | 65 |
| Tabel 4.2. Material <i>kiln dust</i> | 73 |
| Tabel 4.3. Pemetaan masalah berdasarkan data temuan | 82 |
| Tabel 4.4. Definisi skala kemunculan | 83 |
| Tabel 4.5. Definisi tingkat dampak masalah | 83 |
| Tabel 4.6. Urutan masalah berdasarkan skala kemunculan dan dampak masalah | 84 |
| Tabel 4.7. Tabel eksplorasi awal FMEA..... | 85 |
| Tabel 4.8. Analisis PFMEA untuk parameter proses produksi clinker | 90 |
| Tabel 4.9. <i>Ranking</i> kelayakan <i>corrective action</i> | 97 |
| Tabel 4.10. Peringkat Kemungkinan Risiko | 99 |
| Tabel 4.11. Identifikasi Risiko..... | 100 |
| Tabel 4.12. Analisis Risiko..... | 101 |
| Tabel 4.13. Rencana Penangan Risiko..... | 104 |
| Tabel 4.14. Monitoring Risiko | 107 |
| Tabel 4.15. Penentuan prioritas perbaikan <i>low failure effect</i> | 109 |
| Tabel 4.16. Penentuan prioritas perbaikan <i>low failure effect</i> | 111 |
| Tabel 4.17. Penentuan prioritas perbaikan <i>intermediate failure effect</i> | 112 |
| Tabel 4.18. Penentuan prioritas perbaikan <i>intermediate failure effect</i> | 113 |
| Tabel 4.19. Penentuan prioritas perbaikan <i>high failure effect</i> | 114 |
| Tabel 4.20. Penentuan prioritas perbaikan <i>high failure effect</i> | 116 |
| Tabel 4.21. Urutan prioritas perbaikan menyeluruh..... | 116 |
| Tabel 4.22. <i>Schedule</i> implementasi perbaikan | 119 |