

**IMPLEMENTASI *CHANGEOVER* UNTUK MENDUKUNG
FLEKSIBILITAS PRODUKSI *MULTI-MODEL*
PADA PROSES MANUFAKTUR BATERAI**

LAPORAN AKHIR



**Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga pada Jurusan Teknik Mesin
Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:
Muhammad Zacky Prasetyo
NPM. 062330200365**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN AKHIR
IMPLEMENTASI *CHANGEOVER* UNTUK MENDUKUNG
FLEKSIBILITAS PRODUKSI *MULTI-MODEL*
PADA PROSES MANUFAKTUR BATERAI



Oleh:
Muhammad Zacky Prasetyo
NPM. 062330200365

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Laporan Akhir
Program Studi Diploma Tiga Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Sriwijaya

Pembimbing Utama,

Luo Hong Bo
NIP. 20024500170000669

Palembang, Juli 2026
Menyetujui,
Pembimbing Pendamping,

Ir. Adian Aristia A, S.T., M.Sc., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 198710222020121005

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001

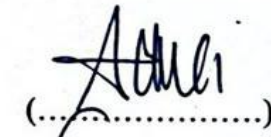
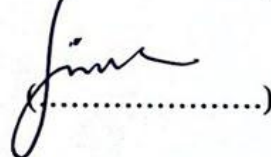
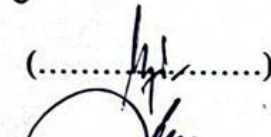
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN LAPORAN AKHIR

Laporan Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Zacky Prasetyo
NPM : 062330200365
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / Diploma Tiga Teknik Mesin
Judul Laporan Akhir : Implementasi *Changeover* Untuk Mendukung
Fleksibilitas Produksi *Multi-Model* Pada Proses
Manufaktur Baterai

Telah selesai diuji, direvisi, dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk menyelesaikan Studi Diploma Tiga pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

Tim Penguji:

1. Ir. Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc., IPM., ASEAN Eng. (.....) 
2. Ir. Syamsul Rizal, S.T., M.T. (.....) 
3. Dwi Arnoldi, S.T., M.T. (.....) 
4. Ir. Ahmad Zamheri, S.T., M.T. (.....) 

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Mesin: Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T. (.....) 

Ditetapkan di : Palembang
Tanggal : Juli 2026

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Muhammad Zacky Prasetyo
NPM Mahasiswa : 062330200365
Tempat/Tanggal lahir : Prabumulih, 20 Februari 2006
Alamat : Jalan Graseta Gang Klekar RT002 RW001,
Kelurahan Gunung Ibul, Kecamatan Prabumulih
Timur, Kota Prabumulih, Sumatera Selatan,
Indonesia
No. Telepon : 089527850155
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / Diploma Tiga Teknik Mesin
Judul Laporan Akhir : Implementasi *Changeover* Untuk Mendukung
Fleksibilitas Produksi *Multi-Model* Pada Proses
Manufaktur Baterai

Menyatakan bahwa Laporan Akhir yang saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dengan didampingi oleh Tim Pembimbing dan bukan hasil plagiat dari orang lain. Apabila ditemukan unsur plagiat dalam Laporan Akhir ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dari Jurusan Teknik Mesin dan Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar, kondisi sehat, dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, Juni 2026



Muhammad Zacky Prasetyo
NPM. 062330200365

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Proses tidak akan mengkhianati hasil. Setiap langkah kecil, setiap lelah yang dirasakan, dan setiap kegagalan yang dihadapi adalah bagian dari perjalanan menuju tujuan. Tetap berjalan, tetap berusaha, karena tidak ada keberhasilan tanpa perjuangan dan ketekunan.” (Muhammad Zacky Prasetyo)

PERSEMBAHAN

Laporan akhir ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda dan Ibunda, atas segala doa, kasih sayang, dan pengorbanan yang tiada henti.

Untuk keluarga dan orang-orang terdekat yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan motivasi dalam setiap langkah.

Serta untuk almamater tercinta yang telah menjadi tempat penulis menimba ilmu dan berkembang.

ABSTRAK

Nama Mahasiswa : Muhammad Zacky Prasetyo
NPM Mahasiswa : 062330200365
Jurusan : Teknik Mesin
Program Studi : Diploma Tiga Teknik Mesin
Judul Laporan Akhir : Implementasi *Changeover* Untuk Mendukung
Fleksibilitas Produksi *Multi-Model* Pada Proses
Manufaktur Baterai

(2026: xiv + 114 Halaman, 17 Gambar, 23 Tabel, Lampiran)

Perkembangan pesat industri manufaktur baterai menuntut tingkat fleksibilitas produksi yang tinggi guna mengantisipasi tingginya variasi model produk. Salah satu kendala utama yang menghambat kelancaran dan efisiensi lintasan produksi adalah waktu henti akibat lamanya proses ganti model mesin. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan metode *Single Minute Exchange of Die* guna mereduksi waktu *changeover* pada mesin *Leak Test* yang merupakan stasiun kerja kritis di PT Navitasys Technology Indonesia. Metodologi penelitian ini dilaksanakan secara sistematis melalui observasi langsung di lapangan, pengukuran *time study* berbasis perekaman video, pemetaan proses, serta pengklasifikasian aktivitas menjadi *internal setup* dan *external setup*. Untuk mengidentifikasi serta menganalisis akar penyebab permasalahan pada aktivitas yang dominan, digunakan instrumen perbaikan kualitas berupa Diagram Pareto, Diagram Ishikawa, dan *Five Why Analysis*. Hasil pengukuran kondisi awal menunjukkan total waktu *changeover* mencapai 35,50 menit, dengan dua aktivitas pemborosan paling dominan, yaitu *Cleaning* sebesar 12,60 menit (35,49%) dan *Adjustment Fixture* sebesar 9,08 menit (25,58%). Melalui penerapan perbaikan berbasis SMED—seperti konversi *internal setup* menjadi *external setup*, penyediaan perkakas pra-persiapan, serta standarisasi prosedur kerja—waktu *changeover* berhasil dipangkas menjadi 21,00 menit. Penurunan waktu sebesar 14,50 menit ini menghasilkan efisiensi pengurangan waktu *changeover* sebesar 40,85%. Selain itu, penelitian ini mengkaji keandalan teknis sistem *sealing* pada jalur kalibrasi gas *Isobutylene*. Berdasarkan kajian teknis dan karakteristik material, penggunaan *O-ring* berbahan FKM (*Viton*) 75 Shore A direkomendasikan untuk meningkatkan keandalan *sealing* serta mencegah kebocoran gas. Secara keseluruhan, penerapan SMED dan penyempurnaan teknis ini terbukti secara signifikan mampu meningkatkan fleksibilitas produksi *multi-model* melalui efisiensi waktu setup dan peningkatan kesiapan operasional mesin.

Kata kunci: *Changeover*, SMED, *Leak Test*, Fleksibilitas Produksi, O-ring, *Isobutylene*.

ABSTRACT

Implementation of Changeover to Support Multi-Model Production Flexibility in Battery Manufacturing Process

(2026: xiv + 114 pp. + 17 Figures + 23 Tables, Attachment)

Muhammad Zacky Prasetyo

NPM. 062330200365

**DIPLOMA III MECHANICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA**

The rapid advancement of the battery manufacturing industry demands a high degree of production flexibility to accommodate high product model variations. One of the main bottlenecks impeding production line flow and efficiency is downtime caused by prolonged machine changeover processes. This study aims to implement the Single Minute Exchange of Die (SMED) methodology to reduce changeover time on the Leak Test machine, a critical workstation at PT Navitasys Technology Indonesia. The research methodology was systematically conducted through direct field observations, video-recorded time studies, process mapping, and the classification of activities into internal setup and external setup. Quality improvement tools, including Pareto Charts, Ishikawa (Fishbone) Diagrams, and Five Why Analyses, were utilized to identify and analyze the root causes of dominant setup activities. Initial baseline measurements indicated a total changeover time of 35.50 minutes, dominated by two waste activities: Cleaning at 12.60 minutes (35.49%) and Fixture Adjustment at 9.08 minutes (25.58%). Through SMED-based improvements—such as converting internal setups to external setups, pre-staging tools, and standardizing work procedures—the changeover time was successfully reduced to 21.00 minutes. This 14.50-minute reduction translates to a 40.85% efficiency increase in changeover time reduction. Furthermore, the study evaluates the technical reliability of the sealing system on the Isobutylene gas calibration line. Based on technical assessments and material characteristics, the application of FKM (Viton) 75 Shore A O-rings is recommended to enhance sealing reliability and prevent gas leakage. Overall, the implementation of SMED and technical refinements significantly improves multi-model production flexibility through setup time efficiency and enhanced machine operational readiness.

Keywords: *Changeover, SMED, Leak test, Production Flexibility, O-ring, Isobutylene*

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan baik. Penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, dan semangat kepada penulis.
2. Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc., IPM., ASEAN Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin sekaligus Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyusunan Laporan Akhir ini.
5. Ibu Dr. Ir. Baiti Hidayati, S.T., M.T., IPP. selaku Koordinator Program Studi Diploma Tiga Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Luo Hong Bo, selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan dan dukungan kepada penulis.
7. Keluarga, yang selalu memberikan dukungan, perhatian, dan semangat kepada penulis. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita serta selalu mengingatkan penulis untuk menyelesaikan laporan ini dengan sebaik-baiknya.
8. Adi, Dimas, dan Bayu, selaku teman satu kost selama di Palembang, serta teman-teman kelas 6 MF dan 6 MAC Program 1+1+1 yang telah memberikan kebersamaan dan semangat selama masa perkuliahan.
9. PT Navitasys Technology Indonesia beserta seluruh karyawan dan rekan kerja yang telah memberikan kesempatan, pengalaman, dan bantuan selama pelaksanaan magang industri.
10. Seluruh teman seangkatan Diploma Tiga Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Laporan Akhir ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Palembang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	I
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN AKHIR	II
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN LAPORAN AKHIR	III
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	IV
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	V
ABSTRAK	VI
ABSTRACT	VII
PRAKATA.....	VIII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR.....	XIII
DAFTAR TABEL	XIV
DAFTAR LAMPIRAN.....	XV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	5
1.2.1 Tujuan.....	5
1.2.2 Manfaat.....	6
1.3 Metodologi	7
1.4 Rumusan dan Batasan Masalah.....	8
1.4.1 Rumusan Masalah	9
1.4.2 Batasan Masalah.....	9
1.5 Sistematika Penulisan	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1 Kajian Pustaka.....	13
2.1.1 Posisi penelitian.....	13
2.2 Dasar Teori.....	17
2.2.1 Proses Manufaktur Baterai	18
2.2.2 Produksi Multi-Model	18
2.2.3 <i>Changeover</i>	19
2.2.4 Mesin <i>Leak Test</i>	20
2.2.5 Prinsip Pengujian Kebocoran Baterai Berbasis Uap Elektrolit.....	20
2.2.6 <i>Volatile Organic Compounds</i> dan Instrumen Pemantauan VOC	21
2.2.7 <i>Zero Calibration</i> dan <i>Span Calibration</i>	22
2.2.8 <i>Isobutylene</i> sebagai Gas Referensi Kalibrasi	23
2.2.9 Jalur Gas Kalibrasi	24
2.2.10 Sistem <i>Sealing</i> dan <i>O-Ring</i>	26
2.2.11 Material Elastomer dan Kompatibilitas Media	27

2.2.12	Parameter Pemilihan <i>O-Ring</i>	29
2.2.13	<i>Hardness, Squeeze, dan Compression Set</i>	31
2.2.14	Mekanisme Umum Kegagalan <i>O-Ring</i>	32
2.2.15	<i>Single Minute Exchange of Die (SMED)</i>	34
2.2.16	Aktivitas Internal dan Eksternal	34
2.2.17	Pengukuran Waktu <i>Changeover</i>	35
2.2.18	Diagram <i>Pareto</i>	36
2.2.19	Diagram Sebab-Akibat (<i>Ishikawa</i>).....	37
2.2.20	Metode <i>Five Why</i>	37
2.2.21	Verifikasi Akar Penyebab	38
2.2.22	Fleksibilitas Produksi	39
2.2.23	Hubungan <i>Changeover</i> , Kestabilan Proses, dan Fleksibilitas	39
2.2.24	Kerangka Teoritis Penelitian	40
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	42
3.2	Lokasi dan Jadwal Penelitian	42
3.3	Ruang Lingkup dan Unit Analisis.....	43
3.4	Variabel dan Indikator Pengamatan	44
3.5	Jenis dan Sumber Data	45
3.5.1	Data primer	46
3.5.2	Data sekunder	47
3.6	Peralatan, Bahan, dan Instrumen Penelitian.....	48
3.7	Prosedur Pengumpulan Data	49
3.8	Diagram Alir Penelitian	50
3.9	Pemeriksaan Keabsahan Data	52
3.10	Metode Analisis Data	52
3.10.1	Pemetaan proses aktual	52
3.10.2	Pengolahan data waktu	53
3.10.3	Klasifikasi aktivitas internal dan eksternal (SMED).....	53
3.10.4	Perhitungan kontribusi waktu dan Diagram <i>Pareto</i>	54
3.10.5	Analisis pengulangan dan penetapan gejala utama	55
3.10.6	Analisis Diagram <i>Ishikawa</i>	56
3.10.7	Analisis <i>Five Why</i>	56
3.10.8	Verifikasi dan eliminasi kandidat penyebab	56
3.10.9	Pemeriksaan teknis sistem kalibrasi VOC	58
3.10.10	Verifikasi komponen <i>sealing</i> dan evaluasi material	59
3.10.11	Verifikasi deformasi permanen (<i>compression set</i>)	60
3.10.12	Penyusunan tindakan perbaikan.....	61
3.10.13	Evaluasi kondisi sebelum dan sesudah perbaikan	61
3.10.14	Penilaian dukungan terhadap fleksibilitas produksi	63
3.11	Kriteria Penetapan Akar Penyebab dan Keberhasilan Perbaikan.....	63
3.12	Matriks Hubungan Rumusan Masalah Data, Metode, dan Output	65

3.13	Catatan Keterbatasan Metodologis	67
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	68
4.2	Pemetaan dan Pengukuran Waktu <i>Changeover</i> Kondisi Awal	68
4.3	Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal sebagai Pemetaan Pendukung.....	69
4.4	Penentuan Aktivitas Dominan Menggunakan Diagram <i>Pareto</i>	70
4.5	Analisis Pengulangan Aktivitas dan Penetapan Gejala Utama	73
4.6	Analisis Diagram Ishikawa terhadap Ketidakstabilan Kalibrasi dan <i>Trial</i>	76
4.7	Verifikasi dan Eliminasi Kandidat Penyebab	78
4.8	Analisis <i>Five Why</i>	80
4.9	Penelusuran Sistem Kalibrasi dan Penetapan <i>O-Ring</i> sebagai Temuan Teknis Utama	82
4.10	Analisis Teknis O-Ring Existing terhadap Paparan Isobutylene dan Siklus Kompresi	83
4.10.1	Identifikasi material <i>o-ring existing</i> dan <i>compound</i> referensi	83
4.10.2	Karakteristik mekanik dan <i>tensile strength</i> NBR 70 shore A.....	86
4.10.3	Kondisi aktual paparan <i>isobutylene</i> pada span <i>calibration</i>	88
4.10.4	Evaluasi ketahanan NBR terhadap <i>isobutylene</i>	91
4.10.5	Penetapan arah analisis setelah faktor kimia tidak terbukti dominan	92
4.10.6	Perhitungan siklus operasional <i>o-ring chamber</i>	92
4.10.7	Ketahanan siklus dan umur lapangan <i>o-ring</i>	95
4.10.8	Analisis penurunan kemampuan <i>sealing</i> akibat siklus berulang.....	96
4.10.9	Verifikasi lanjutan: <i>squeeze</i> dan <i>compression set</i>	97
4.10.10	Kesimpulan Analisis <i>O-Ring</i>	99
4.11	Tindakan Perbaikan Berdasarkan Hasil Investigasi.....	101
4.12	Hasil Kondisi Setelah Perbaikan.....	103
4.13	Perhitungan Pengurangan Waktu <i>Changeover</i>	105
4.14	Hubungan Akar Masalah Teknis, SMED, dan Penurunan Waktu	105
4.15	Pengaruh terhadap Fleksibilitas Produksi <i>Multi-Model</i>	106
4.16	Keterbatasan Bukti dan Data yang Masih Perlu Dilengkapi.....	106
4.17	Ringkasan Hasil Pembahasan	108
BAB V	PENUTUP.....	111
5.1	Kesimpulan	111

5.2	Saran.....	112
DAFTAR PUSTAKA.....		114
LAMPIRAN.....		116

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema Umum Pengujian Kebocoran Berbasis Pemantauan VOC	34
Gambar 2.2 Prinsip Zero Calibration dan Span Calibration	37
Gambar 2.3 Konsep Sealing Statis Menggunakan O-Ring	40
Gambar 2.4 Kerangka Teoritis Analisis Proses dan Akar Penyebab	52
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	62
Gambar 3.2 Kerangka Verifikasi Akar Penyebab	69
Gambar 3.3 Alur Pemeriksaan Teknis Sistem Kalibrasi VOC	71
Gambar 4.1 Diagram Pareto Waktu Changeover Mesin Leak Test	84
Gambar 4.2 Alur Investigasi Tahap Awal sampai Verifikasi Kandidat.....	86
Gambar 4.3 Diagram Ishikawa Ketidakstabilan Kalibrasi dan Trial	88
Gambar 4.4 Skema Konseptual Jalur Gas Kalibrasi dan Titik Sealing yang Ditelusuri.....	94
Gambar 4.5 Sistem Penomoran Compound Parker.....	96
Gambar 4.6 Daftar Compound NBR Parker	97
Gambar 4.7 Physical Properties Parker Compound N0674	99
Gambar 4.8 Alat Ukur VOC Berbasis PID	101
Gambar 4.9 Chamber Mesin Leak Test.....	102
Gambar 4.10 Proyeksi Akumulasi Siklus O-Ring Chamber.....	105
Gambar 4.11 Grafik Extrusion Parker ORD 5712	109
Gambar 4.12 Mekanisme Penurunan Kemampuan Sealing O-Ring akibat Siklus Kompresi Berulang	110
Gambar 4.13 Rekomendasi Squeeze O-Ring Face Seal pada Parker ORD 5712	112
Gambar 4.14 Perbandingan Waktu Changeover Sebelum dan Sesudah Perbaikan	116

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu	28
Tabel 2.2 Referensi Teknis Pendukung.....	30
Tabel 2.3 Perbedaan Zero Calibration dan Span Calibration.....	36
Tabel 2.4 Komponen Umum pada Jalur Gas Kalibrasi.....	39
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	54
Tabel 3.2 Tahapan Alur Penelitian.....	55
Tabel 3.3 Peralatan yang Diperlukan	56
Tabel 3.4 Objek Penelitian	57
Tabel 3.5 Alat Pelindung Diri pada Proses Changeover	58
Tabel 3.6 Data Primer Penelitian	58
Tabel 3.7 Data Sekunder Penelitian	59
Tabel 3.8 Metode Pengambilan Data	60
Tabel 3.9 Variabel Penelitian	61
Tabel 3.10 Format Lembar Observasi Waktu Changeover	63
Tabel 3.11 Tahapan Analisis Berdasarkan Metode SMED.....	66
Tabel 3.12 Kriteria Interpretasi Efisiensi Waktu Changeover	67
Tabel 4.1 Waktu Changeover Kondisi Awal Mesin Leak Test.....	80
Tabel 4.2 Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal Kondisi Awal	82
Tabel 4.3 Kontribusi Waktu Setiap Aktivitas Changeover	83
Tabel 4.4 Rekapitulasi Frekuensi Pengulangan Aktivitas.....	85
Tabel 4.5 Verifikasi Kandidat Penyebab Ketidakstabilan Kalibrasi dan Trial ...	91
Tabel 4.6 Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah Perbaikan	115
Tabel 4.7 Ringkasan Hasil Pembahasan Penelitian	120

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Surat Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran 2. Lembar Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran 3. Surat Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 4. Surat Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir
- Lampiran 5. Dokumentasi Pelaksanaan Analisis