

**PENGEMBANGAN ALAT GULUNG LILITAN TEMBAGA
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PEKERJAAN
DENGAN MENGGUNAKAN METODE EFD DAN DFMA**

SKRIPSI



Oleh:

M HABIBIE NUR ISLAMSYAH

21032010039

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2025

**PENGEMBANGAN ALAT GULUNG LILITAN TEMBAGA UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI PEKERJAAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE EFD DAN DFMA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Industri



Diajukan Oleh:

M HABIBIE NUR ISLAMSYAH
NPM. 21032010039

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2025

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN ALAT GULUNG LILITAN TEMBAGA UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI PEKERJAAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE EFD DAN DFMA**

Disusun Oleh:

M HABIBIE NUR ISLAMSYAH

21032010039

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi dan diterima oleh
Publikasi Jurnal Akreditasi Sinta 1-3
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Surabaya
Pada Tanggal : 23 Juli 2025

Tim Penguji :

1.

Ir. Rusindiyanto, MT.
NIP. 196502251992031001

2.

Ir. Iriani, MMT.
NIP. 196211261988032001

Pembimbing :

1.

Tranggono, ST, MT.
NIP. 17119861222053

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Surabaya

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI



Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp. (031) 8706369 (Hunting). Fax. (031) 8706372 Surabaya 60294

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : M Habibie Nur Islamsyah

NPM : 21032010039

Program Studi : ~~Teknik Kimia~~ / Teknik Industri / ~~Teknologi Pangan~~ /
~~Teknik Lingkungan~~ / Teknik Sipil

Telah telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) ~~PRA RENCANA (DESAIN)~~ /
~~SKRIPSI / TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Periode Juli, TA 2024/2025.

Dengan judul : **PENGEMBANGAN ALAT GULUNG LILITAN
TEMBAGA UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI
PEKERJAAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE
EFD DAN DFMA**

Dosen yang memerintahkan revisi

1. Tranggono, ST., MT.
2. Ir. Rusindiyanto, MT.
3. Ir. Iriani, MMT.

Surabaya, 23 Juli 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Tranggono, ST., MT.
NIP. 17119861222053

Catatan: *) coret yang tidak perlu



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**



Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp. (031) 8706369 (Hunting). Fax. (031) 8706372 Surabaya 60294

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Habibie Nur Islamsyah
NPM : 21032010039
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 21 Juli 2025

Yang Membuat Pernyataan



M Habibie Nur Islamsyah
NPM. 21032010039

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “PENGEMBANGAN ALAT GULUNG LILITAN TEMBAGA UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PEKERJAAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE EFD DAN DFMA”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana Strata 1 (S1) Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU, selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Rusindiyanto, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Industri UPN Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Tranggono, ST., MT. selaku dosen pembimbing baru, terimakasih atas bimbingan, saran, dan motivasi yang telah diberikan.
5. Bapak Ir. Akmal Suryadi, MT. selaku mantan dosen pembimbing, terimakasih atas bimbingan, saran, dan motivasi yang telah diberikan.
6. Ibu dan Bapak Dosen Penguji yang telah memberikan koreksi, saran, dan arahan dalam penyempurnaan Skripsi ini.

7. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu mengantarkan doa, dukungan, serta kasih sayang yang selalu selama ini.
8. Untuk teman rasa saudara yaitu Resta, Sugeng, Revica, Imron, Anggelia, Alpon, dan Septi yang telah memberikan bantuan dalam semua proses pengerjaan Skripsi.
9. Untuk teman-teman pendakian yaitu Ajun, Wahyu, Rahyang, Dian, Fitria, dan Raihana yang telah membuat penulis selalu merasa senang saat melakukan pendakian Gunung saat stress mengerjakan Skripsi.
10. Untuk keluarga baru KKN Japanan yaitu Selvi, Zahra, Aisyah, Fatma, Dimas, Fitri, Ail, Umi, Andy, Devianra, Farid, Efril, Mayla, Nabila, Fahri, Aidha, Ferdi, Vanny, dan Fildzah yang saling support selama pengerjaan Skripsi.
11. Motto : jangan terbaru-buru bilang tidak bisa, sebelum dilakukan
فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan lebih lanjut, dengan harapan skripsi ini dapat bermanfaat dalam bidang pendidikan dan penerapannya di lapangan serta dapat dikembangkan lebih jauh.

Surabaya, 05 Maret 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	10
1.3 Batasan Masalah.....	10
1.4 Asumsi-Asumsi	10
1.5 Tujuan.....	11
1.6 Manfaat Penelitian	11
1.7 Sistematika Penulisan	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1 Ergonomi.....	14
2.2 Antropometri	15
2.3 Desain Produk	18
2.4 Kualitas Produk	21
2.5 Pengembangan Inovasi Produk	23

2.6	Perancangan Produk.....	25
2.7	Motor Listrik.....	27
2.8	Penggulungan Kumparan.....	30
2.9	<i>Operation Process Chart</i> (OPC).....	32
2.10	<i>Design For Assembly</i> (DFA).....	33
2.11	<i>Desain for Manufacturing and Assembly</i> (DFMA).....	35
2.12	<i>Ergonomic Function Deployment</i> (EFD).....	37
2.13	Penelitian Terdahulu.....	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		53
3.1	Lokasi dan Tempat Penelitian.....	53
3.2	Identifikasi dan Definisi Operasional variabel.....	53
3.2.1	Variabel Terikat	53
3.2.2	Variabel Bebas	53
3.3	Langkah-langkah Pemecahan Masalah	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		59
4.1	Pengumpulan Data	59
4.1.1	Data Tingkat Kepentingan	60
4.1.2	Data tingkat Kepuasan	62
4.1.3	Data Antropometri dan Tujuan.....	65
4.2	Pengolahan Data	66
4.2.1	Implementasi Ergonomic Function Deployment (EFD)	66
4.2.2	Perhitungan Persentil.....	80
4.2.3	Menentukan Ukuran Perancangan Alat Gulung	82

4.2.4	Gambar Rancangan Alat Gulung Lilitan Tembaga	82
4.3	Metode DFMA	83
4.3.1	Klasifikasi Komponen	84
4.3.2	Harga Komponen Alat	86
4.3.3	Operation Proses Chart (OPC).....	87
4.4	Metode DFA	89
4.4.1	Pengisian dan Analisis Tabel DFA	89
4.4.2	Efisiensi Perakitan Produk Pengembangan.....	90
4.4.3	Biaya Overhead	91
4.4.4	Bill Of Material (BOM)	91
4.5	Gambar Produk Pengembangan	93
4.6	Hasil dan Pembahasan.....	97
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	101
5.1	Kesimpulan	101
5.2	Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....		103
LAMPIRAN.....		1

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Estimasi Rewinding Motor.....	6
Tabel 1. 2 Pengaruh Jumlah Lilitan.....	8
Tabel 2. 1 Simbol-simbol dalam OPC.....	33
Tabel 2. 2 Tabel DFA	35
Tabel 4. 1 Data Keinginan Operator	59
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Tingkat Kepentingan	62
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Tingkat Kepuasan	65
Tabel 4. 4 Data Antropometri yang digunakan	65
Tabel 4. 5 Data Antropometri Operator.....	66
Tabel 4. 6 Hasil Data Kuesioner Tingkat Kepentingan.....	67
Tabel 4. 7 Hasil Data Kuesioner Tingkat Kepuasan	68
Tabel 4. 8 Hasil Data Goal	69
Tabel 4. 9 Hasil Data Rasio Perbaikan (Improvement Rasio)	69
Tabel 4. 10 Hasil Data Titik Jual (Sales Point)	70
Tabel 4. 11 Hasil Data Raw Weight	71
Tabel 4. 12 Data Hasil Normalized Raw Weight	72
Tabel 4. 13 Data Hasil Penyusunan Spesifikasi Teknis Produk.....	73
Tabel 4. 14 Hubungan Kebutuhan Konsumen Dengan Karakteristik Teknis	74
Tabel 4. 15 Hasil Data Hubungan Kebutuhan Konsumen Dengan Karakteristik Teknis	75
Tabel 4. 16 Data Hasil Perhitungan Kontribusi	76

Tabel 4. 17 Target Spesifikasi Produk.....	78
Tabel 4. 18 Rata – rata dan Standar Deviasi Data Antropometri	81
Tabel 4. 19 Data Perhitungan Persentil	81
Tabel 4. 20 Ukuran Rancangan Alat Gulung	82
Tabel 4. 21 Komponen Produk Alat Gulung Lilitan Awal	84
Tabel 4. 22 Komponen Produk Alat Gulung Lilitan Usulan.....	84
Tabel 4. 23 Harga Komponen Alat Gulung Lilitan Awal	86
Tabel 4. 24 Harga Komponen Alat Gulung Lilitan Tembaga Usulan	87
Tabel 4. 25 DFA Bagian Pemasangan Komponen	89
Tabel 4. 26 Biaya Overhead dan Ongkos Kerja	91
Tabel 4. 27 Bill Of Material	92
Tabel 4. 28 Cara Operasi Alat	95
Tabel 4. 29 Ukuran Tembaga	97
Tabel 4. 30 Perbandingan Harga Produk.....	98
Tabel 4. 31 Perbandingan Harga Service Lilitan.....	98
Tabel 4. 32 Percobaan Penggulungan 1 block lilitan	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Alat Gulung di Pasaran.....	3
Gambar 1. 2 Alat Gulung yang dipakai.....	4
Gambar 1. 3 Alat Gulung Usulan.....	5
Gambar 1. 4 Grafik Total Rewinding motor dalam 6 Bulan trakhir	7
Gambar 1. 5 Pengaruh Jumlah Lilitan terhadap Electro motor.....	8
Gambar 2. 1 komponen electro motor	29
Gambar 3. 1 Flowchart.....	55
Gambar 4. 1 Kuesioner Kepentingan Operator 1	60
Gambar 4. 2 Kuesioner Kepentingan Operator 2.....	61
Gambar 4. 3 Kuesioner Kepuasan Operator 1	63
Gambar 4. 4 Kuesioner Kepuasan Operator 2	64
Gambar 4. 5 House of Ergonomic.....	79
Gambar 4. 6 Rancangan Alat Gulung	83
Gambar 4. 7 (OPC) Alat Gulung Lilitan Tembaga.....	88
Gambar 4. 8 Bill Of Material (BOM) Alat Gulung Lilitan Tembaga	91
Gambar 4. 9 Pengembangan Produk Alat Gulung Lilitan Tembaga	93
Gambar 4. 10 Hasil Lilitan.....	94
Gambar 4. 11 Detail desain ukuran produk alat gulung lilitan tembaga.....	96
Gambar 4. 12 presentase perbedaan waktu percobaan.....	100

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Produk Usulan Tampak Perspektif
- Lampiran 2 Produk Usulan Tampak Atas
- Lampiran 3 Produk Usulan Tampak Depan
- Lampiran 4 Produk Usulan Tampak Belakang
- Lampiran 5 Produk Usulan Tampak Samping Kiri
- Lampiran 6 Produk Usulan Tampak Samping Kanan
- Lampiran 7 Dampak Pengaruh Jumlah Lilitan Tiap Block
- Lampiran 8 Jika Jumlah Lilitan Sama Tiap Block
- Lampiran 9 Uji Coba Electro Motor Lilitan Normal
- Lampiran 10 Uji Coba Electro Motor Lilitan Kurang 2
- Lampiran 11 Uji Coba Electro Motor Lilitan Kurang 4
- Lampiran 12 Hasil Responden

ABSTRAK

Rewinding motor listrik, terutama penggulungan lilitan tembaga, adalah bagian penting dari perawatan motor listrik. Alat gulung manual yang biasa digunakan masih memiliki beberapa keterbatasan. Ini termasuk membutuhkan waktu yang lama untuk membuatnya, tidak bekerja dengan kawat berukuran besar, dan menghasilkan hasil yang kurang presisi. Alat gulung lilitan tembaga yang ergonomis dan efisien telah dikembangkan dalam penelitian ini dengan menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD) dan Design for Manufacturing and Assembly (DFMA). Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat usulan memiliki kemampuan untuk mempercepat waktu dan meningkatkan efisiensi proses pengerjaan, menghilangkan kebutuhan untuk menghitung ulang lilitan, dan menyeimbangkan proses kerja, sehingga mengurangi kendala produksi. Melalui desain yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna, alat ini meningkatkan kenyamanan dan keselamatan operator. Alat awal sebelumnya dapat menggulung 1 block lilitan dalam 1 menit, sedangkan alat baru dapat menggulung 3 block lilitan dalam 1 menit. Oleh karena itu, alat rekomendasi ini membantu meningkatkan kinerja bengkel dan kepuasan pelanggan sambil mengatasi masalah dalam proses rewinding.

Kata Kunci - Alat Gulung; DFMA; EFD; Motor Listrik; Rewinding

ABSTRACT

Rewinding electric motors, especially copper coil winding, is an important part of electric motor maintenance. Manual winding tools commonly used still have several limitations. These include taking a long time to make, not working with large-sized wires, and producing less precise results. An ergonomic and efficient copper winding tool has been developed in this study using the Ergonomic Function Deployment (EFD) and Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) methods. Test results show that the proposed tool has the ability to accelerate processing time and improve efficiency, eliminate the need for re-calculating windings, and balance the work process, thereby reducing production constraints. Through a design tailored to user needs, this tool improves operator comfort and safety. The previous tool could wind 1 block of coils in 1 minute, while the new tool can wind 3 blocks of coils in 1 minute. Therefore, this recommended tool helps improve workshop performance and customer satisfaction while addressing issues in the rewinding process.

Keywords - DFMA; EFD; Electric Motor; Rewinding; Rolling Machine