

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era modern sekarang, kehidupan manusia sangat bergantung pada penggunaan alat dan mesin untuk mendukung berbagai aktivitas sehari-hari, baik dalam pekerjaan rumah tangga maupun di sektor industri. Salah satu perangkat listrik yang memiliki peran penting dalam mempermudah aktivitas adalah motor induksi. Berbagai aplikasi, mulai dari kebutuhan rumah tangga hingga industri skala besar, melibatkan penggunaan motor induksi tiga fasa. Keberadaannya sangat krusial dalam proses produksi industri, karena penurunan kinerja motor induksi dapat menyebabkan gangguan pada jalannya produksi atau operasional industri secara keseluruhan (Novianto dkk., 2022).

Mesin listrik memainkan peran penting dalam proses produksi di perusahaan atau pabrik, karena penggunaannya dapat mempermudah pelaksanaan produksi serta mempercepat waktu yang dibutuhkan dalam proses industri. Kerusakan pada mesin listrik umumnya disebabkan oleh tiga faktor utama, yaitu faktor lingkungan, faktor mekanis, serta faktor elektris. Secara khusus, kerusakan pada aspek elektris umumnya terjadi di bagian lilitan (*winding*). Jika sebuah motor mengalami kelebihan beban (*overload*) dan terus beroperasi tanpa henti, maka lilitan tersebut dapat terbakar. Dalam kondisi seperti ini, penggantian lilitan baru menjadi hal yang wajib dilakukan untuk memastikan mesin dapat berfungsi kembali dengan optimal (Susilo dkk., 2023).

Rewinding motor adalah proses perbaikan atau penggantian lilitan kawat pada gulungan stator atau rotor motor listrik. Proses ini dilakukan ketika terjadi kerusakan pada lilitan, seperti putusnya kawat, hubungan arus pendek (korsleting), atau kebocoran isolasi. Tahapan *rewinding* mencakup pelepasan lilitan yang rusak, pembersihan gulungan, persiapan kawat baru, dan pemasangan kembali lilitan sesuai dengan posisi yang tepat. *Rewinding* motor lebih dipilih dari pada mengganti motor dengan yang baru karena beberapa alasan. Pertama, biaya *rewinding* umumnya lebih rendah dibandingkan membeli motor baru, sehingga menjadi pilihan yang lebih ekonomis jika kondisi motor secara keseluruhan masih baik. Kedua, beberapa jenis motor listrik, terutama yang memiliki desain gulungan khusus atau telah disesuaikan dengan kebutuhan tertentu, sering kali sulit ditemukan atau memiliki harga yang mahal. Dalam situasi seperti ini, melakukan *rewinding* menjadi solusi yang lebih praktis dan efisien (Fitriyanto dkk., 2023).

Dalam industri perbaikan dan pembuatan motor listrik, proses penggulungan ulang lilitan tembaga pada stator merupakan tahap penting yang mempengaruhi kualitas dan efisiensi motor. Metode konvensional yang masih banyak digunakan oleh teknisi adalah penggulungan secara manual menggunakan alat sederhana, seperti engkol dan tuas pemutar. Penggunaan alat gulung manual pada proses penggulungan rotor generator masih sangat dibutuhkan hingga saat ini karena metode manual dalam proses tersebut memakan waktu dan alat mudah rusak karena terlalu lama digunakan. (Ihsan dkk., 2025). Metode ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti hasil lilitan yang kurang rapi, waktu bekerja terlalu lama tanpa dan dilakukan secara satu-persatu dan berulang.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukannya Alat Usulan yang bisa memberikan Solusi dalam proses pengerjaan *rewinding* motor. Alat gulung Usulan yang akan dibuat adalah pengembangan dari Alat Gulung yang sudah ada dipasaran, dikarenakan untuk spesifikasi alat gulung yang ada dipasaran belum memenuhi standar yang diinginkan oleh pekerja, hal ini dikarenakan kebutuhan industri *rewinding* mencakup berbagai macam ukuran motor.



Gambar 1. 1 Alat Gulung di Pasaran
(Sumber: dokumentasi pribadi)

Ukuran dari alat ini sebesar 300 mm x 100 mm x 190 mm, komponen pada gambar 1.1 terdiri dari As penghubung, Mal, Tuas Penggerak, sistem kerja dari alat yang dijual dipasaran yakni berada diatas meja dan sebelah kanan terdapat tuas penggerak untuk membantu Mal pada As dapat berputar dan terdapat Penghitung jumlah Putaran untuk tiap putaran yang diinginkan sesuai jumlah lilitan dan dapat diriset. Alat gulung ini hanya bisa digunakan untuk proses penggulungan kawat dengan diameter Mal dan Ukuran kawat yang kecil (tidak bisa digunakan untuk ukuran Mal dan Kawat besar). Jika digunakan untuk menggulung kawat besar didapatkan hasil pemasangan mal miring pada As poros penghubung dengan alat. Sehubungan dengan adanya kebutuhan *rewinding* motor besar tentunya dengan

menggunakan alat ini terdapat kendala pada ukuran kawat dan Mal yang lebih panjang, sehingga diperlukan alat gulung untuk *rewinding* motor ukuran besar.

Umumnya setiap bengkel menggunakan Alat Gulung sendiri yang terbuat dari kayu dan ukuran mal bisa disesuaikan dengan panjang mal. Namun hal ini tidak terlalu efektif karena proses pengerjaannya *rewinding* memakan waktu yang lebih lama dikarenakan pekerja harus menggulung dan menghitung secara berulang, hal ini dilakukan secara berulang kali dan dalam menghitung jumlah lilitan harus 2 kali karena dikhawatirkan terjadinya kesalahan dalam penghitungan, apabila hal ini terjadi kesalahan pada penghitungan dimana akan berpengaruh pada hasil serta daya kerja motor.

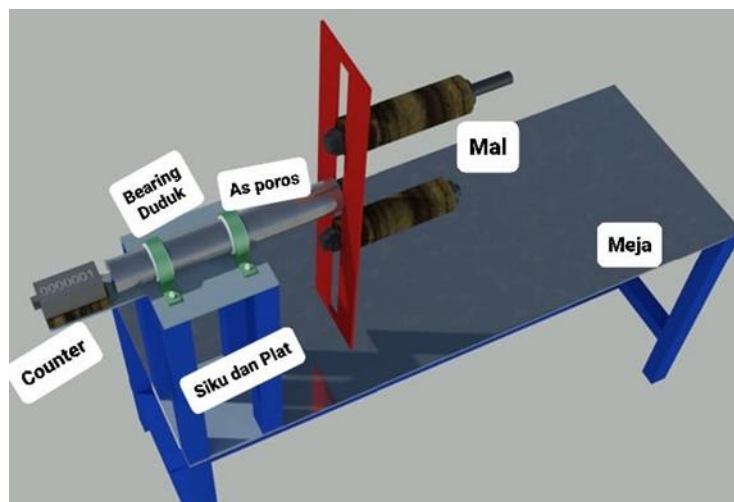


Gambar 1. 2 Alat Gulung yang dipakai
(Sumber: dokumentasi pribadi)

Ukuran dari alat ini sendiri sebesar : 550 mm x 150 mm x 100 mm. Sistem kerja dari alat yang dibuat sendiri yakni digunakan untuk *rewinding* motor dengan ukuran yang besar, dengan alat dipegang dengan tangan kiri Kemudian tangan

kanan melilitkan tembaga sesuai dengan panjang mal dan jumlah lilitan yang sudah ditentukan, kemudian dilepas dan dilakukan perhitungan ulang, dan dilakukan secara satu-persatu sehingga menyebabkan kelelahan bagi pekerja. Oleh karena itu diperlukan sebuah pengembangan alat gulung lilitan yang berfungsi untuk *rewinding* motor berbagai ukuran yang berfungsi optimal secara ergonomi dan efisien.

Rancangan Produk Usulan ini merupakan perkembangan dari produk yang sudah dijual dipasaran dengan pembesaran size ukuran alat (bukan hanya Mal), dengan menerapkan Pendekatan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) dan metode *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA). Untuk ukuran dan desain produk usulan dirancang sesuai dengan ukuran postur kerja para pekerja dalam menggunakan alat tersebut untuk kegiatan *rewinding* motor. Untuk mengetahui gambaran dan spesifikasi bisa seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.3 berikut ini:



Gambar 1. 3 Alat Gulung Usulan
(Sumber: Hasil Perancangan)

Untuk alat ini berukuran: 600 mm x 235 mm x 800 mm. Sistem kerja dari alat gulung Usulan dengan dilakukannya penggerakan memutar dari mal sebagai tempat lilitan kawat dan penyetel ukuran panjang diameter yang diperlukan, Kemudian As dan Bearing sebagai pengantar pergerakan ke *Counter* sebagai penghitung jumlah lilitan yang diperlukan tanpa nantinya menghitung ulang dan bisa sekaligus 1 *spull* untuk penggulungannya (tidak satu-persatu).

Tabel 1. 1 Estimasi *Rewinding* Motor

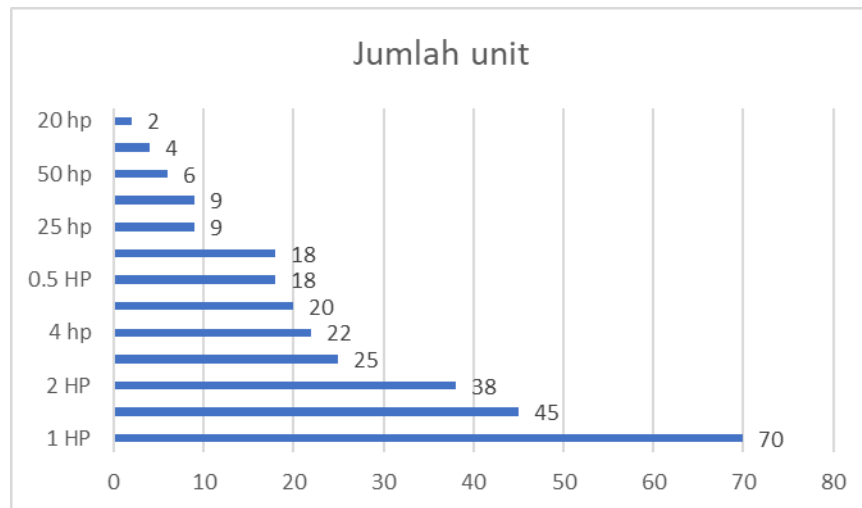
Jenis alat gulung	Jenis pekerjaan	Waktu
Awal	Pembongkaran awal	16 menit
	Pembongkaran lilitan lama	35 menit
	Proses pembersihan	12 menit
	Proses pengertasan	20 menit
	Proses penggulangan	262 menit
	Proses finishing	140 menit
	Proses pengovenan	195 menit

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari tabel 1.1 Sampel waktu penggulangan *electro motor* untuk ukuran 5,5 HP untuk (8 *block*) memerlukan waktu selama 24 menit per-block 3 menit, waktu untuk memasukkan lilitan ke stator memerlukan waktu selama 1 menit. Hal ini yang menyebabkan *bottleneck* pada proses memasukkan lilitan ke Stator, dikarenakan pada proses penggulangan terlalu lama. Terjadi *bottleneck* karena waktu memasukkan lilitan ke stator terlalu singkat dibanding waktu pada proses penggulangan lilitan. Jika waktu penggulangan lilitan dikurangi lebih dari 30% dan waktu per-block 33 detik dan *bottleneck* proses memasukkan lilitan dapat dihindari.

Proses memasukkan lilitan tidak akan terlalu lama menunggu, dan tidak ada penumpukan lilitan dari penggulangan sebelumnya. Proses penggulangan mempengaruhi proses memasukkan lilitan dikarenakan proses memasukkan lilitan lebih cepat dari proses penggulangan, jika penggulangan cepat maka akan

menyeimbangkan proses memasukkan lilitan. Maka pada proses *rewinding electro motor* tidak akan terjadi hambatan pada tiap proses kerjanya.



Gambar 1. 4 Grafik Total *Rewinding* motor dalam 6 Bulan terakhir
(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari data ditunjukkan pada gambar 1.4 dapat diketahui bahwa terdapat beberapa ukuran motor yang akan *direwinding* dari beberapa customer. Untuk ukuran motor ukuran dibawah 5,5 hp waktu penyelesaian lebih singkat karena mempengaruhi operasional perusahaan ukuran diatas 5,5 Hp waktu penyelesaian lebih lama karena tidak berhubungan dengan target perusahaan, dimana perusahaan-perusahaan tersebut mempunyai sifat order yang berbeda-beda.

Berdasarkan tabel 1.4 kendala yang dihadapi oleh CV Karya Jaya terdapat penumpukan order jasa *rewinding electro motor*. Hal ini terjadi karena jumlah *electro motor* dengan berbagai macam ukuran, hal ini dikarenakan proses penggulungan menggunakan alat gulung awal. Dengan menggunakan alat gulung awal memerlukan waktu pengerjaan yang lama untuk setiap unit, sehingga terjadi *bottleneck* dalam proses *rewinding*. Akibatnya, waktu tunggu pelanggan menjadi

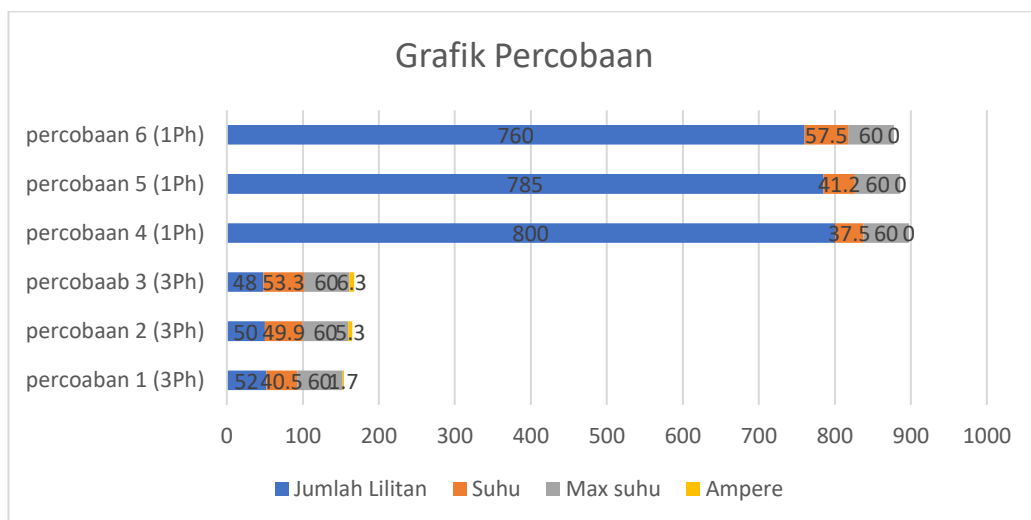
lebih lama, yang pada akhirnya dapat menurunkan tingkat kepuasan pelanggan dan mengurangi potensi pendapatan bagi bengkel.

Tabel 1. 2 Pengaruh Jumlah Lilitan

No	Ukuran (Hp)	Jumlah Lilitan	Suhu °C	Max suhu °C	Ampere	Max Ampere
1	5.5	52	40.5	60	1.7	7
2	5.5	50	49.9	60	5.3	7
3	5.5	48	53.3	60	6.3	7
4	1	800	37.5	60	-	-
5	1	785	41.2	60	-	-
6	1	760	57.5	60	-	-

(Sumber: Hasil Eksperimen)

Berdasarkan tabel 1.2 didapat hasil dari pengaruh perbedaan jumlah lilitan terhadap *electro motor*, untuk Pengujian motor 3 phase maupun 1 phase mendapatkan hasil yang sama. Karena menghitung dan memasang kumparan tidak sesuai dengan kebutuhan, proses winding harus dilakukan dengan hati-hati. Jika tidak, motor akan bekerja secara tidak normal dan harus dililit ulang.



Gambar 1. 5 Pengaruh Jumlah Lilitan terhadap *Electro motor*
(Sumber: Hasil Pengamatan)

Berdasarkan gambar 1. Khususnya, kerusakan yang disebabkan oleh faktor elektrik biasanya terjadi di lilitan (*winding*) akibat beban yang berlebihan pada

motor (*overload*) saat dioperasikan sehingga menyebabkan lilitan pada bagian rotor mengalami konsleting atau terbakar (Yulyawan dkk., 2022). Dalam sistem tenaga listrik, ada variasi tegangan karena besaran tegangan antar ketiga fasa tidak sama dan perbedaan sudut fasa R, S, dan T. Ini menyebabkan overload yang tidak merata pada sistem distribusi listrik. Gangguan yang terjadi seperti tegangan lebih (*overvoltage*), tegangan kurang (*undervoltage*), tegangan antar fasa tidak seimbang (*unbalance voltage*), beban berlebih (*overload*), dan panas berlebih (*over heat*) (Darmawansyah dkk., 2020).

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan inovasi berupa alat gulung lilitan yang dapat meningkatkan efisiensi kerja, akurat dan hasil gulungan rapi, diharapkan mampu memangkas waktu pengerjaan secara signifikan dibandingkan alat gulung awal, sehingga dapat menyelesaikan lebih banyak pesanan yang lebih singkat dan berbagai ukuran. Sehingga diharapkan menjadi solusi strategis untuk meningkatkan proses *rewinding*, menjaga kualitas hasil perbaikan, serta memenuhi permintaan pelanggan secara lebih efektif.

Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) dapat digunakan untuk menciptakan produk alat bantu yang ergonomis yang memenuhi kebutuhan pengguna. Ini membutuhkan data antropometri untuk menyesuaikan dimensi alat dengan dimensi tubuh pengguna (Kurniawan dkk., 2021). Dengan menerapkan metode *Design For Manufacturing and Assembly* (DFMA), desain alat memungkinkan penggunaan bahan yang lebih efisien, mengurangi jumlah komponen yang perlu dipasang, serta mengurangi potensi kesalahan dalam perakitan (Azalia dkk., 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan pada latar belakang, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu:

“Bagaimana mengembangkan alat gulung lilitan tembaga yang ergonomi dan efisien sehingga mampu mengurangi waktu proses rewinding menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD) dan Design for Manufacture and Assembly (DFMA)?”

1.3 Batasan Masalah

Masalah harus dibatasi sebagai berikut supaya penelitian ini bisa dilaksanakan secara lebih terarah:

1. Bahan baku yang digunakan seperti besi, kayu, plat, dan *line seiki counter*, yang dipilih berdasarkan pertimbangan biaya, daya tahan.
2. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan alat gulung lilitan tembaga elektro motor dengan tujuan meningkatkan efisiensi operasional, serta mengutamakan kenyamanan pengguna.

1.4 Asumsi-Asumsi

Berikut adalah asumsi-asumsi yang dipakai pada penelitian ini:

1. Alat gulung usulan ini mampu menggulung kawat lebih cepat dan rapi sehingga mempercepat waktu pengerjaan dibandingkan alat gulung awal.

2. Bahan utama, seperti besi dan kayu sehingga, cukup kuat untuk menangani kawat dengan berbagai ukuran dan diameter tanpa mengalami kecacatan dalam proses penggunaan.
3. Alat gulung yang diusulkan diharapkan dapat memenuhi dua kriteria utama yaitu kemudahan penggunaan dan efisiensi dalam menggulung kawat berbagai ukuran.
4. Sudah terdapat meja kerja sebagai tempat dudukan Alat Gulung Lilitan tembaga.

1.5 Tujuan

Berikut adalah beberapa tujuan utama penelitian ini:

1. Mengembangkan alat gulung lilitan tembaga berbagai ukuran yang berfungsi optimal secara ergonomi dan efisien pada CV Karya Jaya.
2. Meningkatkan waktu kerja sebesar 30% pada proses penggulangan lilitan.

1.6 Manfaat Penelitian

Sebagai berikut, hasil penelitian ini diharapkan akan bermanfaat bagi semua pihak:

a) Teoritis

1. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan konsep desain alat yang dalam kaitannya dengan peningkatan efisiensi dan kenyamanan pengguna.

b) Praktis

1. Menghasilkan desain alat gulung lilitan tembaga yang lebih efisien dan ergonomi. Alat ini dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk proses penggulangan, sehingga desain alat ini memberikan manfaat langsung dalam mengurangi kelelahan pada pekerja.

1.7 Sistematika Penulisan

Skripsi ini memiliki struktur sistematis yang dirancang untuk memudahkan penyusunan laporan agar tetap sesuai dengan tujuan penelitian serta berfungsi sebagai pedoman dalam mencapai hasil yang diharapkan. Berikut adalah langkah-langkah yang diambil dalam proses penyusunan skripsi ini:

BAB I Pendahuluan

Bab ini memberikan gambaran tentang penelitian yang dilakukan, termasuk latar belakang, rumusan masalah, batasan, dan tujuan penelitian. Ini juga menerangkan cara menulis skripsi dengan benar sebagai panduan untuk memahami penelitian secara keseluruhan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini, literatur yang relevan dibahas, termasuk studi sebelumnya sebagai perbandingan dan teori-teori yang relevan, seperti ergonomi, desain produk, motor listrik, penggulangan kumparan, EFD dan DFMA.

BAB III Metodologi penelitian

Bab ini memberikan secara menyeluruh seluruh proses studi, termasuk prosedur yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian, jenis data yang

digunakan dan sumbernya, variabel penelitian, metode untuk mengumpulkan dan menganalisis data untuk menghasilkan hasil yang valid.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan data dibahas secara rinci di bab ini, mulai dari tahap pengumpulan data, perhitungan hingga bagaimana data yang telah didapatkan lalu diproses, dan diperoleh hasil.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai tanggapan atas masalah yang dirumuskan oleh penelitian, bab ini menyajikan kesimpulan. Selain itu, saran diberikan sebagai rekomendasi bagi penelitian selanjutnya maupun bagi pihak terkait dalam upaya untuk meningkatkan dan memperbaiki.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN