

BAB I

PENDAHULUAN

Bab I membahas latar belakang permasalahan dalam proses pengupasan kabel yang masih dilakukan secara manual dan berpotensi menyebabkan kelelahan operator. Oleh karena itu, studi ini berfokus pada perancangan ulang mekanis modular dan analisis ergonomis mesin pengupas kabel semi-otomatis untuk meningkatkan kenyamanan operator.

1.1 Latar Belakang

Proses pengupasan kabel merupakan langkah penting dalam perakitan komponen listrik dan pengolahan limbah kabel tembaga. Dalam praktiknya, khususnya di industri kecil hingga menengah, proses ini masih sering dilakukan secara manual menggunakan alat-alat sederhana. Metode ini cenderung membutuhkan langkah kerja yang tidak praktis, menyebabkan kelelahan fisik bagi operator, dan menghasilkan kualitas pengupasan yang tidak konsisten. Lebih jauh lagi, penggunaan alat manual berpotensi menimbulkan risiko cedera kerja karena postur ergonomis yang tidak tepat (Aning Wahyuni dkk., 2021).

Seiring dengan kemajuan teknologi, berbagai penelitian telah mengembangkan mesin pengupas kabel mekanis dan semi-otomatis untuk menggantikan metode manual. Penelitian oleh Garrido Hernández dkk. (2025) menunjukkan bahwa proses pengupasan konduktor tembaga dari isolasi kabel sangat kompleks, khususnya dalam menjaga kualitas bersertifikat dan menghindari kerusakan material. Oleh karena itu, dikembangkan sistem mekanis dengan kekuatan struktural yang mampu menahan beban kerja hingga 29,8 MPa dengan faktor keamanan 18. Sistem ini dirancang untuk menghasilkan proses pengupasan yang lebih stabil dan mendukung operasi yang lebih terkontrol (Garrido Hernández dkk., 2025).

Studi lain oleh Wahyuni dkk. (2021) mengembangkan alat pemotong dan pengupas kabel berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560. Hasil uji menunjukkan bahwa alat tersebut mampu memotong dan mengupas beberapa jenis kabel dengan tingkat kesalahan yang bervariasi. Namun, studi ini masih memiliki keterbatasan dalam hal desain, kemudahan perawatan, dan kemampuan sistem untuk beradaptasi dengan berbagai jenis dan ukuran kabel. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem yang ada belum sepenuhnya mampu mengakomodasi beragam kebutuhan operasional (Aning Wahyuni dkk., 2021).

Selain keterbatasan teknis, masalah umum lain pada mesin pengupas kabel adalah kurangnya perhatian terhadap ergonomi operator. Ergonomi memainkan peran penting dalam menyesuaikan sistem kerja dengan kemampuan dan keterbatasan manusia, menciptakan kondisi kerja yang aman dan nyaman. Menurut Alkan (2025), aktivitas kerja

yang melibatkan postur yang tidak alami, gerakan berulang, dan kekuatan berlebihan dapat meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal (MSD). Hal ini menunjukkan bahwa desain mesin yang gagal mempertimbangkan ergonomi berpotensi menyebabkan masalah kesehatan jangka panjang bagi operator (Alkan, 2025).

Penelitian tentang analisis ergonomi menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA), *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) menunjukkan bahwa berbagai aktivitas kerja membawa risiko cedera yang tinggi hingga sangat tinggi akibat postur kerja yang tidak ergonomis. Hasil analisis menunjukkan bahwa postur kerja yang tidak tepat adalah faktor utama yang berkontribusi terhadap peningkatan risiko ini. Oleh karena itu, perbaikan desain sistem kerja dan peralatan yang digunakan diperlukan untuk mengurangi potensi cedera dan meningkatkan kenyamanan operator selama proses kerja. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan perancangan ulang sistem mekanis mesin pengupas kabel semiotomatis untuk mengatasi keterbatasan dalam hal kenyamanan dan kemudahan kerja. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah penerapan desain mekanis modular, yang memungkinkan sistem untuk diatur menjadi beberapa modul yang dapat dirakit, dibongkar, dan diperluas sesuai kebutuhan.

Melalui integrasi konsep modular dan prinsip ergonomis, diharapkan mesin pengupas kabel yang dirancang akan memberikan proses pengupasan yang stabil, kemudahan dalam pengoperasian dan perawatan, serta mengurangi kelelahan operator dan risiko cedera kerja. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengembangan mekanis tetapi juga pada peningkatan kualitas interaksi manusia-mesin dalam sistem kerja yang lebih terstruktur dan aman (Alkan, 2025).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, perumusan masalah penelitian dalam studi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan ulang mekanis modular dapat dilakukan pada mesin pengupas kabel semi-otomatis yang dapat mengakomodasi kebutuhan pengguna dan mempermudah perakitan, pembongkaran, dan pengembangan sistem?
2. Bagaimana aspek ergonomis dari mesin pengupas kabel semi-otomatis dapat dianalisis untuk memastikan kesesuaian dengan postur kerja operator dan mengurangi potensi risiko cedera kerja?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah ditetapkan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan ulang mekanis modular dari mesin pengupas kabel semi-otomatis dilakukan, dengan mempertimbangkan fleksibilitas sistem, kemudahan perakitan, dan kemudahan perawatan dan pengembangan.
2. Analisis aspek ergonomis dari mesin yang dirancang untuk memastikan kesesuaian dengan karakteristik operator, meningkatkan kenyamanan kerja, dan mengurangi risiko cedera kerja.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memastikan penelitian ini tetap fokus dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, ruang lingkup penelitian dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada desain ulang mekanis modular dari mesin pengupas kabel semi-otomatis. Oleh karena itu, penelitian ini tidak membahas sistem otomatisasi penuh, sistem kontrol elektronik, atau penggunaan mikrokontroler.
2. Konsep modular yang diterapkan dalam penelitian ini terbatas pada pembagian sistem mekanis menjadi beberapa modul utama yang dapat dirakit, dibongkar, dan dikembangkan, tanpa mencakup modularitas berbasis elektronik atau perangkat lunak.
3. Desain mesin hanya mencakup mekanisme pengupas kabel mekanis utama, seperti sistem pemotongan dan mekanisme penarikan isolasi. Oleh karena itu, desain ini tidak membahas integrasi sensor, aktuator, atau sistem kontrol canggih.
4. Desain berfokus pada aspek mekanis, termasuk konfigurasi sistem, pemilihan material, dan dimensi yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dan karakteristik operator, tanpa optimasi desain komprehensif dari semua komponen mesin.
5. Analisis ergonomis dalam penelitian ini terbatas pada evaluasi postur kerja, rentang gerak, dan kenyamanan operator selama pengoperasian mesin, menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Oleh karena itu, penelitian ini tidak mencakup analisis fisiologis mendalam seperti kelelahan otot atau beban kerja metabolik.
6. Pengujian kinerja mesin terbatas pada evaluasi fungsionalitas sistem, stabilitas proses pengupasan, dan kemudahan pengoperasian. Oleh karena itu, penelitian ini tidak mencakup pengujian kinerja dalam produksi skala besar atau kondisi industri berkelanjutan.
7. Subjek pengujian terbatas pada jenis dan ukuran kabel tertentu sesuai kebutuhan penelitian, sehingga hasil yang diperoleh tidak dimaksudkan untuk mewakili seluruh jenis kabel yang ditemukan di lapangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Sebagai penelitian yang berfokus pada desain ulang mekanik modular dan analisis ergonomis mesin pengupas kabel semi-otomatis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menghasilkan desain mekanik modular untuk mesin pengupas kabel semi-otomatis yang menawarkan fleksibilitas dalam perakitan, pembongkaran, dan pengembangan sistem sesuai kebutuhan pengguna.
2. Memberikan hasil analisis ergonomis yang mencakup postur kerja, rentang gerak, dan kenyamanan operator, yang dapat digunakan sebagai referensi dalam mendesain mesin yang lebih aman dan disesuaikan dengan karakteristik pengguna.
3. Memberikan gambaran umum tentang peningkatan kualitas proses kerja dan kemudahan pengoperasian melalui penerapan desain mekanik terstruktur yang mempertimbangkan interaksi manusia-mesin.
4. Menjadi referensi awal dalam pengembangan mesin pengupas kabel berdasarkan desain modular dan pendekatan ergonomis, khususnya untuk penelitian lebih lanjut yang mengarah pada pengembangan sistem yang lebih kompleks.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan penelitian ini disusun untuk memberikan gambaran umum tentang isi setiap bab, sehingga memudahkan pembaca memahami alur penelitian. Penulisan penelitian ini disusun ke dalam beberapa bab sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan. Bab ini berisi latar belakang yang mendasari penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, keterbatasan masalah, dan manfaat penelitian. Bab ini menjelaskan pentingnya mendesain ulang mekanika modular mesin pengupas kabel semi-otomatis, dengan mempertimbangkan aspek ergonomis, untuk menghasilkan sistem yang lebih sesuai dengan kebutuhan operator dan kondisi kerja.

Bab II Tinjauan Pustaka. Bab ini menyajikan dasar teoritis dan konsep yang mendukung penelitian. Pembahasan mencakup konsep dasar mesin pengupas kabel, elemen mesin, dan prinsip desain mekanik modular yang digunakan dalam desain. Lebih lanjut, konsep ergonomi kerja, faktor risiko dalam aktivitas kerja, dan metode analisis ergonomi seperti *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) dibahas. Bab ini juga mencakup tinjauan penelitian sebelumnya yang relevan dan kerangka kerja konseptual yang menggambarkan hubungan antara masalah, pendekatan solusi, dan tujuan penelitian.

Bab III Metodologi Penelitian Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam melakukan penelitian secara sistematis. Tahapan penelitian meliputi penyusunan bagan alur penelitian, identifikasi kebutuhan dan spesifikasi desain, dan proses mendesain ulang mesin pengupas kabel mekanis modular. Selanjutnya, bab ini membahas pemilihan material dan komponen, proses pembuatan dan perakitan mesin, dan prosedur pengujian yang meliputi pengujian fungsionalitas dan kemudahan pengoperasian. Selain itu, bab ini juga menjelaskan metode analisis ergonomis yang digunakan, termasuk pengamatan postur kerja operator dan penilaian menggunakan metode RULA dan REBA. Data pengujian kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem dan tingkat kenyamanan operator dalam menggunakan mesin yang dirancang.

Bab IV Hasil dan Pembahasan. Bab ini menyajikan hasil penelitian dan pembahasan yang diperoleh dari proses redesign mekanik modular mesin pengupas kabel semi-otomatis. Pembahasan diawali dengan hasil observasi kondisi awal mesin (existing), identifikasi permasalahan, dan analisis ergonomi menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA). Selanjutnya disajikan hasil perancangan ulang mekanik modular yang meliputi konsep redesign, pembagian modul, desain CAD, serta dimensi mesin hasil redesign. Bab ini juga membahas evaluasi ergonomi terhadap desain usulan melalui simulasi postur kerja operator dan perbandingan hasil analisis ergonomi antara kondisi existing dan desain usulan. Selain itu, dilakukan analisis kekuatan struktur menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) yang meliputi distribusi tegangan (*Von Mises Stress*), perpindahan (*displacement*), *safety factor*, serta pembahasan hasil simulasi untuk memastikan keamanan dan kelayakan desain yang diusulkan.

Bab V Penutup. Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, sebagai jawaban atas rumusan masalah serta pencapaian tujuan penelitian. Selain itu, bab ini memuat saran yang dapat digunakan sebagai masukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, khususnya dalam penyempurnaan desain mekanik modular, pengembangan sistem pengupas kabel semi-otomatis, penerapan metode analisis ergonomi yang lebih komprehensif.