

Modifikasi Sistem Kontrol Motor Listrik Menggunakan *Inverter* dengan *Distance Sensor* Pada Alat Penggulung *Side Gume*.

Dera Susilawati¹⁾

Teknologi Informasi, Politeknik Gajah Tunggal
dera@poltek-gt.ac.id

Dr. Dharmanto²⁾

Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal
darmanto@poltek-gt.ac.id

Muhammad Kahlil Firdausi³⁾

Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
kahlil@poltek-gt.ac.id

Ahmad Aldisar Syarifudin⁴⁾

Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
ahmadaldisar54@gmail.com

ABSTRAK

Tingginya tingkat scrap pada proses bias cutting di PT. ADM, khususnya yang disebabkan oleh proses penggulungan side gume yang kurang efektif, telah berdampak pada efisiensi produksi. Tugas akhir ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan memodifikasi sistem penggulung side gume pada mesin DBC-03. Motor pneumatik yang sebelumnya digunakan diganti dengan motor induksi tiga fasa yang dikendalikan oleh sistem PLC yang terintegrasi dengan sensor jarak dan inverter untuk mengatur kecepatan motor secara otomatis berdasarkan diameter gulungan material. Proses modifikasi mencakup perancangan, perakitan, dan penerapan sistem kontrol, serta pengujian langsung di lapangan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem baru secara signifikan meningkatkan daya tarik penggulung, kapasitas gulungan, serta memudahkan pengoperasian. Sensor jarak mampu mendeteksi perubahan diameter material dengan akurat, dan inverter memastikan kontrol kecepatan yang stabil. Secara keseluruhan, sistem yang dimodifikasi terbukti efektif dalam mengurangi scrap, mendukung kelancaran produksi, dan memberikan solusi andal untuk proses bias cutting dalam industri manufaktur ban.

Kata Kunci: PLC, sensor jarak, *inverter*, kontrol motor, penggulung *side gume*, *bias cutting*.

ABSTRACT

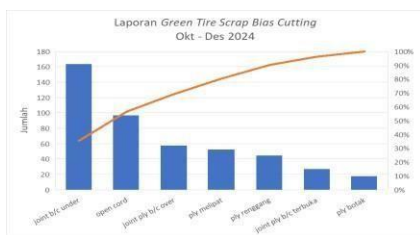
The high level of scrap in the bias cutting process at PT. ADM, particularly caused by ineffective side gume rolling, has impacted production efficiency. This final project aims to overcome this issue by modifying the side gume roller system on the DBC-03 machine. The original pneumatic motor was replaced with a three-phase induction motor, controlled by a PLC system integrated with a distance sensor and inverter to automatically

adjust motor speed based on the diameter of the rolled material. The modification process included designing, assembling, and implementing the control system, followed by field testing. The results show that the new system significantly improves the roller's pulling strength, increases the rolling capacity, and enhances ease of operation. The distance sensor accurately detects changes in material diameter, and the inverter ensures stable speed control. Overall, the modified system has proven effective in reducing scrap, supporting continuous production, and providing a reliable solution for the bias cutting process in the tire manufacturing industry.

Keywords: PLC, distance sensor, inverter, motor control, side gume roller, bias cutting

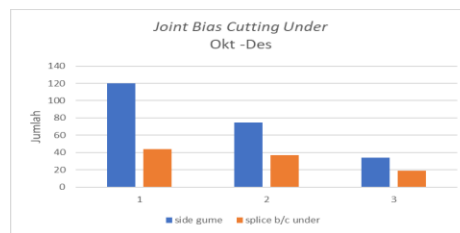
I. PENDAHULUAN

PT ADM merupakan perusahaan manufaktur yang mengkhususkan diri dalam produksi berbagai jenis ban dan secara konsisten melakukan perbaikan berkelanjutan demi menjaga mutu produknya. Produk yang dihasilkan meliputi ban sepeda motor, Passenger Car Radial (PCR), Truck Bus Radial (TBR), serta Ban Bias. Perusahaan ini memiliki sejumlah pabrik, salah satunya adalah plant PCR yang terbagi menjadi dua unit produksi, yaitu plant D dan plant K. Kedua plant tersebut, D dan K, berfokus pada produksi ban sepeda motor. Proses produksinya terbagi dalam beberapa bagian (section), salah satunya adalah section material yang bertanggung jawab memproduksi seluruh komponen ban yang nantinya akan dirakit di section building. Di section material terdapat berbagai tahapan proses, salah satunya adalah proses bias cutting. Tahap ini merupakan proses pemotongan lembaran treatment sesuai ukuran tertentu menggunakan mesin pemotong bias cutting. Setelah dipotong, lembaran tersebut disambung dengan metode press dan digulung menjadi ply. Namun, dalam proses bias cutting ini sering kali terjadi permasalahan yang mengakibatkan produk cacat atau *scrap*. Ilustrasi mengenai jenis permasalahan pada proses ini ditampilkan pada Gambar 1.



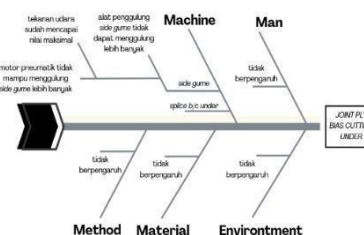
Gambar 1 Data Green Tire Scrap dari Proses Bias Cutting Periode Okt- Des 2024

Berdasarkan grafik di atas, *joint ply b/c under* merupakan penyumbang utama terjadinya *green tire scrap* dengan persentase sebesar 87%. Jenis *scrap* ini berasal dari proses *bias cutting*. Adapun terjadinya *joint ply b/c under* dipengaruhi oleh dua faktor utama, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Data Joint Ply Bias Cutting Under Periode Okt-Des 2024

Gambar 2 menunjukkan bahwa scrap joint ply bias cutting under disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu scrap side gume dan scrap splice b/c under. Dari kedua faktor tersebut, scrap side gume merupakan penyumbang terbesar terhadap jumlah scrap joint ply b/c under selama periode tiga bulan terakhir, berdasarkan data laporan green tire problem pada proses bias cutting. Scrap side gume muncul akibat sisa material dari proses topping calender yang tidak terbuang sempurna dan terbawa hingga ke tahap bias cutting. Proses pembuangan side gume dilakukan oleh mesin bias cutting dengan cara menggulung material menggunakan motor pneumatik, yang dilengkapi dengan roll sebagai penampung sementara. Meskipun metode ini telah membantu mengurangi scrap, namun masih terdapat kendala dalam penggulangan. Hal ini disebabkan tekanan udara pada motor pneumatik sebesar 5,7 kgf/cm² (atau 5,59 bar) belum cukup kuat untuk menggulung material dalam jumlah lebih banyak, meskipun sudah dibantu dengan aliran udara tambahan.



Gambar 3 Fish Bone Diagram

Berdasarkan hasil analisis menggunakan diagram fishbone, diketahui bahwa permasalahan *joint ply bias cutting under* secara dominan disebabkan oleh faktor mesin (*machine*). Permasalahan ini berasal dari keterbatasan alat pengguling *side gume*, di mana motor pneumatik tidak mampu menggulung material dalam jumlah besar seiring bertambahnya volume gulungan. Selain itu, tekanan udara yang digunakan telah mencapai batas maksimal.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, permasalahan utama yang diidentifikasi adalah ketidakmampuan motor angin dalam menggulung *side gume* dengan volume besar. Saat ukuran gulungan meningkat, motor angin kehilangan kemampuan tariknya, sehingga gulungan menjadi terlalu berat untuk ditahan dan akhirnya tertarik kembali oleh mesin.

1.2 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian agar tetap sesuai dengan tujuan utama, ditetapkan beberapa batasan sebagai berikut:

1. Penelitian hanya difokuskan pada salah satu alat penggulung *side gume* yang terdapat pada mesin DBC-03.
2. Konsumsi daya listrik setelah proses modifikasi tidak menjadi objek pembahasan dalam penelitian ini.
3. Aspek keandalan alat atau *life time* tidak dianalisis dalam penelitian ini.
4. Penelitian tidak mencakup perhitungan kerugian akibat *scrap*.
5. Kajian mengenai aspek ergonomi tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian ini.

1.3 Tujuan Penulisan

Memodifikasi sistem kontrol motor listrik menggunakan inverter dengan *distance* sensor pada alat penggulung *side gume*.

1.4 Manfaat Penulisan

Manfaat penulisan ini bagi Perusahaan adalah sebagai berikut :

1. Mempermudah operator dalam proses penggulangan *side gume* di mesin DBC-03
2. Meningkatkan kekuatan rangka dari alat penggulung *side gume*
3. Meningkatkan daya tampung gulungan lebih banyak
4. Meningkatkan ilmu dan pengetahuan mahasiswa

Modifikasi

Istilah "modifikasi" berasal dari kata dalam bahasa Inggris *modification*, yang mengandung makna

perubahan, baik dalam bentuk penambahan, pengurangan, maupun penyesuaian terhadap suatu objek. Dengan demikian, modifikasi dapat diartikan sebagai proses perubahan pada suatu benda atau sistem, yang dapat bersifat kecil maupun besar, sehingga menghasilkan bentuk atau kondisi yang berbeda dari sebelumnya (Halim & Andrew, 2019).

Side Gume

Side gume adalah material defect dari proses toping calender yang kelolosan masuk ke gulungan treatment, sehingga side gume perlu di elimansi di proses bias cutting agar tidak masuk ke tahap proses assembly agar tidak terjadinya defect.

Mesin penggulung

Mesin penggulung merupakan mesin yang digunakan dalam proses penggulungan, baik plastik, tali, benang, pita, dan kumparan. Mesin penggulung memiliki *roll* yang diapit dua piringan berdiameter lebih besar. Mesin penggulung memiliki *roll* yang diapit oleh dua piringan berdiameter lebih besar. Biasanya digunakan batang logam guna memutar penggulangan ini. Lubang berbentuklingkarang digunakan dengan tujuan mendapatkan kecepatan yang lebih besar, sedangkan lubang persegi digunakan ketika memerlukan torsi yang lebih besar.

PLC (Programmable Logic Controller)

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan perangkat komputer elektronik yang dirancang agar mudah digunakan dan berfungsi sebagai sistem pengendali untuk berbagai jenis proses, baik yang sederhana maupun kompleks. PLC dirancang untuk menggantikan sistem kontrol berbasis rangkaian *relay* sekuensial. Selain kemampuannya untuk diprogram, PLC juga dapat dikendalikan dan dioperasikan oleh pengguna yang tidak memiliki keahlian teknis mendalam di bidang komputer. Bahasa pemrograman yang digunakan pada PLC relatif mudah dipahami, dan perangkat ini hanya dapat dijalankan jika telah diprogram menggunakan perangkat lunak yang sesuai dengan tipe PLC yang digunakan. Kinerja PLC didasarkan pada sinyal masukan (*input*) yang diterimanya, yang mencerminkan kondisi sistem pada waktu tertentu. Berdasarkan kondisi tersebut, PLC akan mengaktifkan (*ON*) atau menonaktifkan (*OFF*) sinyal keluaran (*output*). Nilai logika "1" menunjukkan bahwa kondisi yang diinginkan telah tercapai, sedangkan nilai "0" menunjukkan sebaliknya. PLC memiliki cakupan penggunaan yang sangat luas. Cara kerjanya dimulai dari menerima sinyal masukan dari proses yang dikendalikan, kemudian memproses sinyal tersebut dengan instruksi logika yang tersimpan dalam memori, dan akhirnya menghasilkan sinyal keluaran untuk mengontrol aktuator atau perangkat lain (ALBILLAH, 2023)

Komponen utama yang menyusun PLC meliputi:

1. CPU (*Central Processing Unit*)
2. Unit masukan (*input*)
3. Unit keluaran (*output*)
4. Memori
5. Fasilitas komunikasi
6. Fasilitas ekspansi
7. Catu daya (biasanya 220 VAC atau 24 VDC)

Distance sensor ifm 0d100

Sensor jarak merupakan komponen elektronik yang digunakan untuk mendeteksi jarak antara sensor dan suatu objek di depannya tanpa melakukan kontak fisik secara langsung. Sensor ini banyak digunakan dalam sistem otomasi, robotika, kendaraan otomatis, serta sistem keamanan dan pengukuran. Secara umum, sensor jarak bekerja dengan cara memancarkan sinyal tertentu, seperti cahaya inframerah, gelombang ultrasonik, atau cahaya laser, kemudian menghitung waktu atau intensitas pantulan sinyal tersebut dari objek. Sensor jarak bekerja berdasarkan prinsip pemancaran dan penerimaan sinyal untuk menentukan jarak antara sensor dan objek di sekitarnya. Sinyal ini bisa berupa gelombang ultrasonik, cahaya inframerah, atau laser, tergantung pada jenis sensor yang digunakan. Secara umum, prinsip kerja sensor jarak melibatkan tiga tahap utama:

1. Pemancar sinyal
Sensor mengirimkan sinyal ke arah objek menggunakan pemancar internal. Jenis sinyal yang dikirim tergantung pada teknologi sensor, separate gelombang ultrasonik (untuk sensor ultrasonik), cahaya IR (untuk sensor inframerah), atau cahaya laser (untuk sensor ToF).
2. Pantulan Sinyal oleh Objek
Ketika sinyal mengenai permukaan objek, sinyal tersebut akan dipantulkan kembali menuju sensor. Permukaan dan jarak objek akan memengaruhi kekuatan dan arah pantulan sinyal.
3. Penerimaan dan Pengolahan Sinyal
Sensor menerima kembali sinyal pantulan melalui komponen penerima. Berdasarkan waktu tempuh sinyal dari pemancar ke objek dan kembali lagi (dikenal sebagai *time of flight*). Pembagian dua dilakukan karena sinyal menempuh jarak bolak-balik dari sensor ke objek dan Kembali (Laksono, 2021).

Motor Induksi 3 Fasa

Motor yang menghasilkan gaya putar pada bagian rotornya akibat perbedaan fasa dari sumber tegangan dikenal sebagai motor induksi tiga fasa. Umumnya, motor ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu *stator* dan *rotor*. Kedua bagian tersebut dipisahkan

oleh celah udara (*air gap*) yang sempit, dengan jarak antara 0,4 hingga 4 milimeter. Pada Gambar 1, dapat dilihat bagian-bagian penyusun dari motor induksi tiga fasa. Motor ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, di mana gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh *stator* menginduksi rotor. Garis-garis fluks magnet dari stator memotong kumparan pada rotor, yang kemudian menimbulkan gaya gerak listrik (*emf*). Karena kumparan pada rotor terhubung dalam rangkaian tertutup, maka timbul arus listrik yang mengalir di dalamnya. Arus ini berinteraksi dengan garis fluks magnet yang berasal dari stator, sehingga menghasilkan gaya *Lorentz* pada kumparan rotor. Gaya *Lorentz* inilah yang menciptakan momen puntir (*torsi*) yang menggerakkan rotor, mengikuti arah medan magnet yang berputar dari stator. Pada bagian stator, terdapat kumparan yang ditempatkan di dalam slot-slot sesuai dengan jumlah kutub tertentu. Jumlah kutub ini menentukan kecepatan medan magnet berputar yang diinduksikan ke rotor (Novantara et al., 2021).

Semakin banyak jumlah kutub, maka kecepatan medan berputar akan semakin rendah, dan sebaliknya, semakin sedikit kutub, maka kecepatannya akan semakin tinggi. Kecepatan putaran medan magnet ini disebut sebagai kecepatan sinkron, yang umumnya dihitung dengan persamaan berikut:

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

Dengan :

f = frekwensi sumber AC (Hertz)

P = jumlah kutub

N_s = kecepatan putaran sinkron (rpm)

Inverter

VSD (*Variable Speed Drive*) adalah perangkat yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor AC dengan cara mengubah frekuensi dan tegangan yang disuplai ke motor. Tujuan dari pengaturan ini adalah untuk menyesuaikan kecepatan putaran dan torsi motor sesuai dengan kebutuhan operasional. Untuk proses ini, diperlukan penyearah (*converter* AC-DC) yang berfungsi mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Umumnya digunakan penyearah tak terkendali, namun penyearah terkendali seperti *thyristor rectifier* juga sering diaplikasikan. Setelah arus berubah menjadi DC, kapasitor digunakan sebagai perata tegangan guna meningkatkan kualitas output DC. Tahap selanjutnya, arus DC tersebut dikonversi kembali menjadi AC oleh VSD menggunakan metode PWM (*Pulse Width Modulation*). Inverter berperan sebagai alat yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC melalui proses pembentukan gelombang. Dalam

sistem Variable Speed Drive, pengaturan kecepatan motor induksi tiga fasa dilakukan dengan mengatur nilai frekuensi dari minimal 5 Hz hingga maksimal 50 Hz. Pengaturan ini bisa dilakukan melalui Panel *Keyboard Control* atau Panel Potensiometer yang tersedia pada VSD. Selain itu, VSD juga mampu mengatur arah putaran motor tiga fasa, baik dalam arah maju (*Forward*) maupun mundur (*Reverse*) (Homepage et al., 2022).

Berikut rumus dasar pengaturan RPM yang tergantung dari frekuensi dan jumlah kutub (pole):

$$Ns = \frac{120 \times f}{p}$$

Keterangan:

N: Kecepatan Motor (RPM)

F: Frekuensi Listrik (Hz)

P: Jumlah Kutub Motor

Relay

Relay adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar otomatis yang dioperasikan oleh arus listrik. Jika dibandingkan dengan *saklar reed*, *relay* memiliki mekanisme kerja yang sedikit lebih kompleks. Di dalam *relay* terdapat kumparan kawat penghantar (koil) yang dililitkan pada sebuah inti besi, dan koil ini dirancang untuk bekerja pada tegangan rendah. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan tersebut, akan timbul medan magnet yang cukup kuat untuk menarik sebuah armatur (besi pegas) ke arah inti besi. Armatur ini terpasang pada tuas yang diberi tekanan oleh pegas, dan ketika tertarik oleh medan magnet, maka posisi kontak pada *relay* akan berubah. Secara khusus, jalur kontak yang semula berada pada kondisi *Normally Closed* (NC) akan berpindah ke *Normally Open* (NO), atau sebaliknya, tergantung desainnya. Mekanisme ini memungkinkan *relay* untuk menghubungkan atau memutuskan arus dalam suatu sirkuit tanpa koneksi langsung antara pengendali dan beban arus tinggi. Dalam bentuk paling sederhana, *relay* elektromekanis dapat dijelaskan sebagai: Sebuah alat yang memanfaatkan gaya elektromagnetik untuk membuka atau menutup jalur kontak listrik. Saklar yang digerakkan oleh energi listrik, tetapi menghasilkan aksi mekanis untuk mengatur sambungan listrik. *Relay* memiliki peranan penting dalam berbagai aplikasi sistem kelistrikan dan elektronika, terutama untuk mengendalikan perangkat yang memerlukan arus besar, sementara pengendalinya hanya memiliki kemampuan mengeluarkan arus kecil. Oleh karena itu, *relay* juga berfungsi sebagai alat pengaman atau isolator, karena dapat mencegah arus besar langsung masuk ke rangkaian kendali yang lebih sensitif. Secara struktural, *relay* terdiri dari tiga bagian utama:

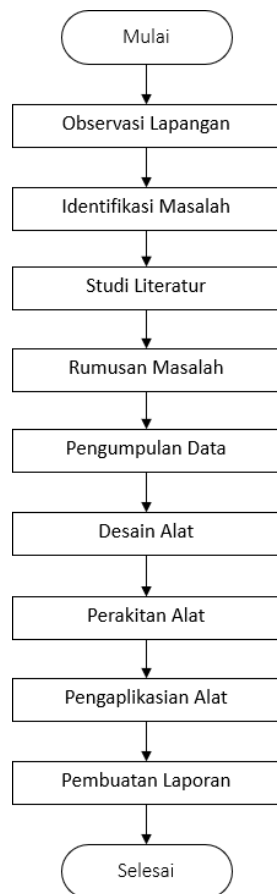
- 1 *Common* (C) – bagian terminal yang secara default terhubung dengan kontak *Normally Close* (NC).
- 2 Koil (Kumparan) – elemen utama yang menghasilkan medan magnet saat dialiri arus, memungkinkan pergerakan armatur.
- 3 Kontak – terdiri dari dua tipe yaitu *Normally Closed* (NC) dan *Normally Open* (NO), yang berubah posisi tergantung kondisi kerja koil.

Dengan cara kerja seperti ini, *relay* menjadi sangat berguna dalam sistem otomatisasi, pengendalian mesin, proteksi rangkaian, serta integrasi berbagai perangkat listrik yang memerlukan isolasi antara sinyal kontrol dan beban utama (Yudha et al., 2021).

Push Button

Push button atau tombol tekan merupakan salah satu komponen kontrol yang memiliki fungsi sangat vital dalam sistem kelistrikan, baik dalam lingkup industri maupun penggunaan umum. Komponen ini sering kali ditemukan terpasang pada panel listrik, namun tidak jarang pula dipasang di luar panel untuk memudahkan akses pengoperasian oleh pengguna. Peran utama dari *push button* adalah sebagai alat pengendali untuk mengatur kondisi suatu rangkaian listrik, khususnya untuk menyalakan (*ON*) atau mematikan (*OFF*) aliran arus listrik ke perangkat atau sistem yang dikendalikan. *Push button* bekerja berdasarkan prinsip kerja sesaat (*momentary action*), artinya tombol ini hanya akan mengubah kondisi sirkuit selama tombol ditekan. Setelah tekanan dilepaskan, mekanisme pegas internal akan mengembalikan tombol ke posisi awalnya secara otomatis. Dengan kata lain, arus hanya akan mengalir atau berubah selama durasi tombol ditekan, dan akan kembali ke kondisi sebelumnya saat dilepaskan. Hal ini membuat *push button* sangat efektif untuk digunakan sebagai pemicu awal dalam sistem kontrol otomatis maupun manual, seperti pada sistem *start/stop* motor listrik, pengaktifan alarm, atau pemicu *interlock* dalam sistem keselamatan. Dengan fungsinya yang sederhana namun penting, *push button* menjadi komponen yang hampir selalu hadir dalam setiap panel kendali, terutama karena kemampuannya untuk memberikan kontrol cepat dan langsung terhadap suatu fungsi listrik tanpa memerlukan instruksi yang rumit (Savitri & Paramytha, 2022).

II. METODE PENELITIAN



Gambar 4 Alur Penelitian

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2025)

Pada Gambar 4 memperlihatkan alur penelitian yang dilakukan penulis dalam penelitian kali ini, penjelasan mengenai alur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

A. Observasi Lapangan

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di lapangan untuk memahami kondisi aktual, termasuk proses produksi mesin bias cutting, kebutuhan, tantangan, dan faktor yang memengaruhi sistem yang akan dirancang

B. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, penulis mengidentifikasi masalah pada alat penggulung side gume yang tidak berfungsi optimal. Motor pneumatik menjadi penyebab utama seringnya penggantian gulungan, yang berdampak pada terganggunya produktivitas operator.

C. Studi Literatur

Setelah masalah ditemukan, dilakukan studi literatur dengan menelaah sumber seperti jurnal, buku, dan penelitian sebelumnya untuk memahami teori yang mendukung perancangan sistem alat.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah disusun untuk memfokuskan penelitian, menentukan batasan dan ruang lingkup, serta menjadi dasar dalam menetapkan tujuan dan metode agar hasilnya dapat menjawab pertanyaan penelitian secara terarah.

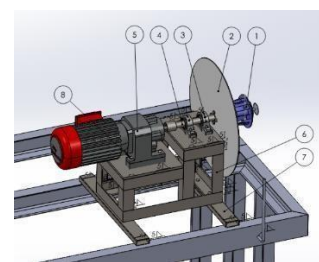
E. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, data dikumpulkan sebagai dasar penelitian, meliputi:
A. Hasil pengamatan langsung proses penggulangan motor pneumatik sebanyak 30 kali.

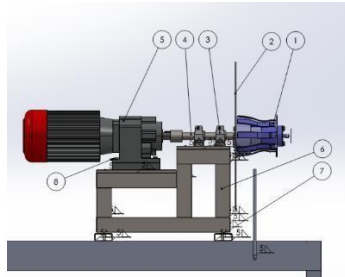
B. Laporan *Green Tire Scrap* periode Oktober–Desember 2024 dari departemen produksi dengan izin pihak berwenang.

F. Desain Alat

Pada tahap ini dilakukan pembuatan ulang atau modifikasi desain alat penggulung menggunakan motor listrik pada let off bias cutting. Gambar ... dan ... menunjukkan desain rangka penggulung serta desain lengkap dengan alat penggulungnya.



Gambar 5 Desain alat



Gambar 6 Desain alat tampak samping

Keterangan gambar:

1. Roll pengguling
2. Stopper pengguling
3. Pillow Block
4. Poros
5. Motor listrik
6. Rangka pengguling
7. Penahan rangka alat

G. Perakitan Alat

Pada tahap ini, alat dirakit berdasarkan desain yang telah dibuat, mulai dari rangka pengguling hingga sistem auto run berbasis sinyal elektrik. Gambar ... dan ... menampilkan diagram blok modifikasi alat pengguling yang menggunakan sistem PLC sebagai ilustrasi cara kerja sistem yang dirancang.

H. Pengaplikasian Alat

Setelah alat selesai dibuat sesuai desain dan spesifikasi, alat diterapkan pada Section Bias Cutting mesin DBC-03 agar sistem pengguling berbasis kontrol PLC dapat berfungsi tanpa merusak material treatment.

I. Pembuatan Laporan

Jika uji coba berjalan sukses, disusun laporan yang memuat seluruh tahapan perancangan, data hasil pengujian, dan analisisnya.

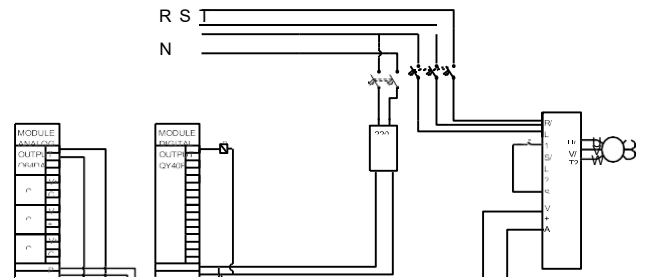
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Hasil dan Pembahasan bertujuan untuk mengetahui tahapan sistem kontrol dan pemrograman PLC dengan hasil yang sesuai.

Wiring Diagram

Pada penelitian ini menjelaskan tentang wiring sistem kontrol.

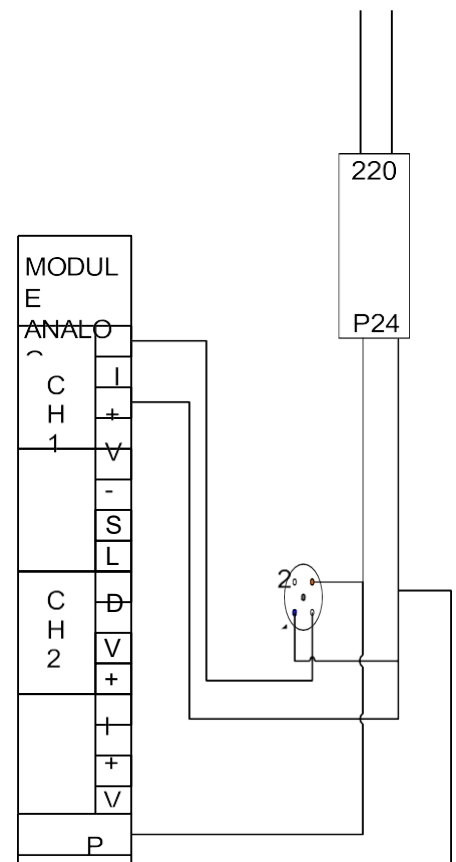
1. Wiring diagram motor listrik



Gambar 7 Wiring diagram motor dan inverter

Modul *analog output* Q64DA dan modul *digital output* QY40P mendapatkan sumber P24 dan N24. Modul PLC untuk mengoperasikan *inverter* untuk menjalankan motor listrik 3 *phase*, relay yang ada pada *wiring* tersebut mengontak motor untuk dijalankan. Inverter dan motor listrik 3 *phase* mendapatkan sumber dari RST yang disambungkan ke rangkaian UVW.

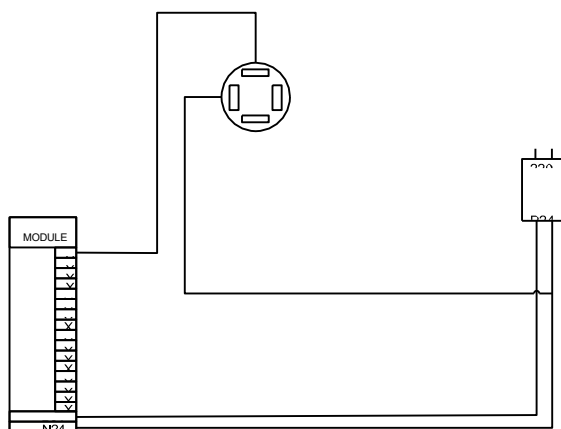
2. Wiring diagram sensor



Gambar 8 Wiring diagram sensor

Wiring diagram ini menunjukkan konfigurasi modul analog input Q64AD dari sistem PLC Mitsubishi. Modul ini berfungsi untuk membaca sinyal analog dari sensor melalui empat kanal *input*, yaitu CH1 hingga CH4. Setiap kanal dilengkapi dengan terminal V+ (tegangan positif), I+ (arus positif), V- (tegangan negatif), dan SLD (*shield*/pelindung terhadap gangguan). Sensor jarak (*distance sensor*) yang digunakan memiliki lima port: port 1 dihubungkan ke P24 sebagai suplai tegangan +24V, port 3 terhubung ke N24 (*ground*/0V), dan port 4 digunakan untuk mengirimkan sinyal analog ke salah satu kanal *input* pada modul Q64AD.

3. Wiring Diagram Push Button



Gambar 9 Wiring Diagram Push Button

Gambar *wiring* pada dokumen menunjukkan konfigurasi sambungan antara *push button* dan modul digital *input* QX40 dari sistem PLC Mitsubishi. Modul QX40 ini memiliki 16 kanal input digital, mulai dari terminal X01 hingga X1F, yang berfungsi untuk menerima sinyal digital dari perangkat input seperti tombol tekan (*push button*). Pada rangkaian ini, digunakan dua jenis tombol, yaitu NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Closed*). Tombol NO akan menutup sirkuit saat ditekan dan digunakan untuk fungsi seperti start, sedangkan tombol NC akan membuka sirkuit saat ditekan dan biasa digunakan untuk fungsi stop atau emergency stop. Tegangan kerja yang digunakan dalam rangkaian ini adalah 24V DC, dengan P24 sebagai tegangan positif dan N24 sebagai *ground*. *Push button* dihubungkan ke sumber tegangan P24, dan ketika ditekan, sinyal dikirim ke salah satu terminal *input* digital pada modul QX40. Dengan demikian, PLC akan membaca perubahan status tombol sebagai sinyal digital untuk diproses dalam logika kontrol, seperti menghidupkan motor, menyalakan lampu indikator, atau menjalankan urutan kerja tertentu dalam sistem otomasi.

Ladder Diagram PLC

Salah satu proses dalam modifikasi ini yaitu penambahan program yang tersimpan pada memori PLC. Pada modifikasi ini digunakan PLC Mitsubishi Q Series dengan menggunakan analog *input* dan analog *output* Q64AD, serta menambahkan analog *input output* Q64AD untuk mengatur kecepatan motor dan mengkonversi nilai sensor jarak. Modul QX40 untuk mengirim sinyal *input* ke *push button*, serta modul QY40 untuk menghidupkan motor listrik 3 *phase*.



Gambar 10 Ladder diagram memindahkan data sensor

Pada gambar ini SM400 menginstruksi sebagai *always on* untuk ke program selanjutnya. MOV untuk memindahkan data D89 KE D150, D89 sebagai data register dari sensor jarak. FLT berfungsi sebagai memindahkan bilangan biner ke decimal.



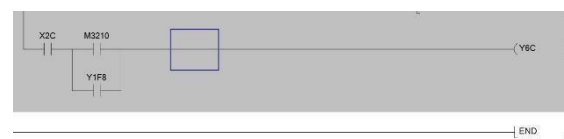
Gambar 11 Ladder diagram kalibrasi kecepatan motor

Pada gambar ini menjelaskan program kalibrasi untuk mengatur kecepatan motor dengan sensor jarak. Pada program ini menjelaskan *ladder* diagram pertama kurang dari K2300 kecepatan motor berada di *speed* E2. Ketika nilai jarak sensor melebihi K2300 berpindah ke *ladder diagram* kedua yaitu K2700 dengan *speed* motor E4.



Gambar 12 Ladder diagram memindahkan data

Pada gambar ini menjelaskan program memindahkan data dengan INT yang berfungsi untuk mengembalikan nilai decimal ke biner dan begitupun sebaliknya.



Gambar 13 ladder diagram push button

Pada ladder diagram ini X2C berfungsi sebagai *push button* untuk *mentrigger* jalan nya Y6C yaitu motor listrik 3 *phase*. M3210 sebagai *internal relay* untuk *input limit switch dancing roll* dan Y1F8 *output* motor listrik 3 *phase dancing roll*. Cara kerja pada

program ini ketika X2C dinyalakan Y6C akan berputar sinkron dengan Y1F8 sebagai motor listrik *3 phase dancing roll*

Spesifikasi Alat

No.	Nama Komponen	Merk	Jumlah	Type
1.	MCB	Allen Bradley	1	3-Phase,10 A
2.	Push Button	Schneider	1	XA2ED41
3.	Relay	Omron	1	G2R-2-SND 24 VDC
4.	Distance sensor	IFM	1	O1D100
5.	Inverter	Sumitomo	1	HF-520
6.	PLC	Mitsubishi	1	-
	a. Power supply	Mitsubishi	1	Q61P
	b. CPU	Mitsubishi	1	Q04UDVCPU
	c. Modul digital input	Mitsubishi	1	QX40
	d. Modul digital output	Mitsubishi	1	QY40
	e. Modul analog input	Mitsubishi	1	Q64AD
	f. Modul analog output	Mitsubishi	1	Q64DA
7.	Motor Listrik	LM Motor industry	1	3-phase
8.	Kabel NYAF	Jumbo	1 roll	4 x 1,5 mm

Perbandingan Kondisi Mesin

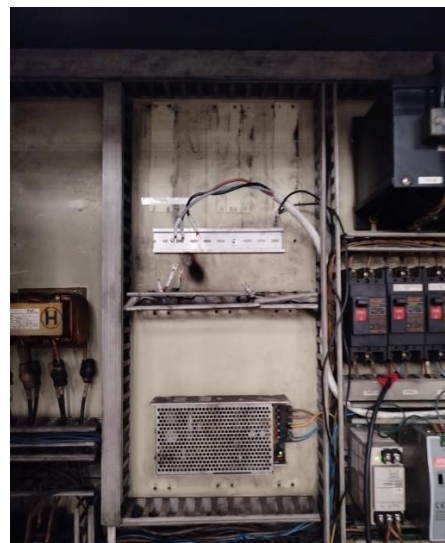
Perbandingan kondisi mesin dilakukan untuk mengetahui perbedaan keadaan sebelum mesin di modifikasi dan setelah mesin dimodifikasi.

a. Kondisi mesin sebelum dimodifikasi

Kondisi mesin sebelum modifikasi yaitu kondisi awal mesin sebelum dilakukan penelitian dan dilakukan penambahan *distance sensor, inverter, MCB 3 phase, relay* dan pergantian motor pneumatik ke motor listrik.



Gambar 14 Kondisi mesin sebelum ditambahkan distance sensor dan pergantian motor listrik



Gambar 15 Kondisi panel sebelum ditambahkan MCB 3 phase, relay, dan inverter

b. Kondisi mesin setelah di modifikasi

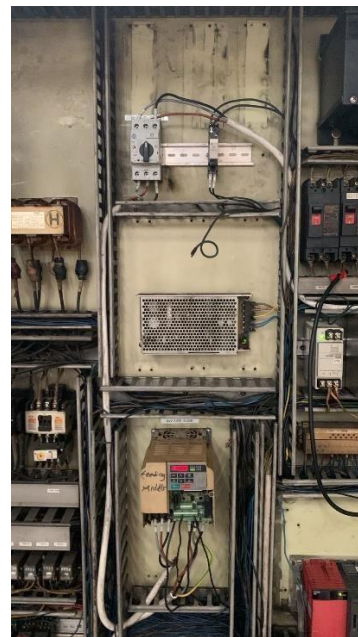
Kondisi mesin setelah dimodifikasi dilakukan dengan penambahan *distance sensor*, pergantian motor pneumatik ke motor listrik *3 phase, MCB 3 phase, relay, inverter* untuk mengatur kecepatan motor.

Data Nilai Sensor

Jarak sensor	Gulungan Diameter Side Gume	Data Digital PLC	Voltage Output PLC
(mm)	(mm)		(Vdc)
209,3	137	2300	6,5
247,7	129	3200	8,6
220	135	2550	7,2
201,4	140	2050	5,5
247,7	129	3200	8,6
217,1	133	2600	7,5
218,9	136	2530	7,0
220	135	2550	7,2
209,3	137	2300	6,5
209,3	137	2300	6,5
217,7	133	2600	7,5
203,5	139	2100	6,0
218,9	136	2530	7,0
218,9	136	2530	7,0
203,5	139	2100	6,0
217,7	133	2600	7,5
243,6	131	2900	8,0
210,2	136	2530	7,0
210,2	136	2530	7,0
205,4	138	2250	6,2
203,5	139	2100	6,0
247,7	129	3200	8,6
201,4	140	2050	5,5
217,7	133	2600	7,5
220	135	2550	7,2
225,2	134	2550	7,3
245,4	132	2795	7,8
217,7	133	2600	7,5
209,3	137	2300	6,5
218,9	136	2530	7,0



Gambar 16 Kondisi mesin setelah di modifikasi penambahan distance sensor dan pergantian motor



Gambar 17 Kondisi panel setelah penambahan MCB, relay, dan inverter

IV. KESIMPULAN

Modifikasi sistem kontrol pada alat penggulung *side gume* mesin DBC-03 dengan mengganti motor pneumatik menjadi motor listrik tiga fasa yang dikendalikan oleh sistem PLC, *inverter*, dan sensor jarak terbukti efektif dalam mengatasi permasalahan penggulangan material. Sistem baru ini mampu meningkatkan daya tarik gulungan, kapasitas gulungan, serta memudahkan pengoperasian oleh operator. Sensor jarak dapat mendeteksi diameter gulungan secara akurat, dan inverter memberikan pengaturan kecepatan motor yang stabil dan responsif. Hasil pengujian lapangan menunjukkan bahwa penerapan sistem ini berhasil mengurangi tingkat *scrap* secara signifikan, meningkatkan efisiensi produksi, dan memberikan solusi andal untuk mendukung proses *bias cutting* pada industri manufaktur ban

V. SARAN

1. Peningkatan Sistem Monitoring

Disarankan agar sistem kontrol yang telah dimodifikasi dilengkapi dengan fitur monitoring berbasis HMI (*Human Machine Interface*) untuk memudahkan pemantauan data sensor dan kondisi motor secara *real-time*.

2. Evaluasi Konsumsi Energi

Meskipun konsumsi daya listrik bukan fokus utama penelitian ini, evaluasi terhadap efisiensi energi setelah penggunaan motor listrik dan inverter penting dilakukan guna memastikan sistem tetap hemat energi dalam jangka panjang.

3. Perawatan dan Kalibrasi Berkala

Sensor jarak dan *inverter* sebaiknya dikalibrasi secara rutin untuk menjaga akurasi pengukuran dan kestabilan pengendalian motor, serta mengurangi risiko kerusakan alat.

4. Pengembangan Lebih Lanjut

Penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi aspek keandalan alat (*life time*), serta pengaruh modifikasi terhadap ergonomi dan keselamatan kerja operator.

5. Duplikasi Sistem pada Mesin Lain

Jika sistem terbukti konsisten meningkatkan efisiensi dan menurunkan *scrap*, maka implementasi sistem serupa dapat dipertimbangkan untuk mesin-mesin lain yang memiliki permasalahan serupa.

DAFTAR PUSTAKA

Hamas, M., & Imaduddin, Z. (2019). ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI JUAL BELI BAHAN BAKU POKOK DARI PETANI BERBASIS MOBILE (SWASEMBADA). *Jurnal Informatika Terpadu*, 5(2), 49-55.

Mubarak, A. (2019). Rancang Bangun Aplikasi Web Sekolah Menggunakan Uml (Unified Modeling Language) Dan Bahasa Pemrograman Php (Php Hypertext Preprocessor) Berorientasi Objek. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 2(1), 19–25. <https://doi.org/10.33387/jiko.v2i1.1052>

Mashuri, H., & Devitra, J. (2023). Sistem Informasi Manajemen Aset Pada SMKN 1 Merangin. *Jurnal Manajemen Sistem Informasi*, 8(2), 299–309.

Habibie, M. A., & Noorhasanah, Z. (2024). *Sistem Informasi Pengelolaan Aset (SIPEOT) Kelurahan Laloeha Berbasis Web*. 1(1), 32–39.

Andriyanto, & Wibowo, T. (2022). Perancangan dan implementasi website sistem poin di SMK multistudi high school batam menggunakan framework SCRUM. *National Conference for Community Service Project (NaCosPro)*, 4(1), 12. <https://journal.uib.ac.id/index.php/nacospro/article/view/7053>

Hamas, M., & Imaduddin, Z. (2019). ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI JUAL BELI BAHAN BAKU POKOK DARI PETANI BERBASIS MOBILE (SWASEMBADA). *Jurnal Informatika Terpadu*, 5(2), 49-55.