

TUGAS AKHIR

**ANALISIS AUTOMATION TRANSFER CARRIAGE RANGKAIAN
MODUL PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) DI PT.
SUMATERA MAKMUR LESTARI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Disusun Oleh:

HAFIZH ROMANSYAH

1907220054

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : HAFIZH ROMANSYAH
NPM : 1907220054
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : ANALISIS AUTOMATION TRANSFER CARRIAGE
RANGKAIAN MODUL PLC (PROGRAMMABLE LOGIC
CONTROLLER) DI PT. SUMATERA MAKMUR
LESTARI
Bidang ilmu : System control

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 05 Oktober 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T

Dosen Pembanding I / Penguji



Sudirman Lubis S.T., M.T.

Dosen Pembanding II / Penguji



Arya Rudi Nasution S.T., M.T.

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Hafizh Romansyah
Tempat /Tanggal Lahir: Kerinci/ 26 September 2000
NPM : 1907220054
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“ANALISIS AUTOMATION TRANSFER CARRIAGE RANGKAIAN MODUL PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER) DI PT. SUMATERA MAKMUR LESTARI”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 05 Oktober 2023

Saya yang menyatakan,



Hafizh Romansyah

ABSTRAK

Dalam proses pengolahan kelapa sawit terdapat beberapa alat yang membantu proses terjadinya CPO dan PK salah satunya yaitu transfer carriage. Pada alat transfer carriage banyak terjadi gangguan technical error yang sering tidak terbaca atau pun terlepas dari plat address, photo cell, dan rotary lock. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya guna mendeteksi penyebab human error atau technical error. Selain itu perlu memahami diagram plc dan *transfer carriage* agar menyelesaikan trouble shooting di panel kontrol. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui jangka waktu kerusakan pada *transfer carriage* wet end dry end saat beroperasi atau bekerja di PT. Sumatera Makmur Lestari dan Untuk Menilai keandalan dan stabilitas sistem kontrol rangkaian modul PLC dalam meminimalkan human error dan meningkatkan keandalan proses *transfer carriage* di PT. Sumatera Makmur Lestari. Penelitian ini menggunakan metode menganalisis implementasi pengaruh terjadinya kerusakan komponen pada *transfer carriage* di wet and dry end, membandingkan jangka waktu kerusakan komponen pada *transfer carriage* area wet and dry end di PT. Sumatera Makmur Lestari PT. Sumatera makmur lestari, dan wawancara. Hasil penelitian yaitu Implementasi pengaruh terjadinya kerusakan komponen pada transfer carriage di wet end dan dry end mengungkapkan bahwa lingkungan yang berbeda memainkan peran penting dalam jenis kerusakan yang mungkin terjadi. Kelembapan dan kontaminasi di wet end dapat menyebabkan korosi, oksidasi, dan gangguan elektronik. Di sisi lain, dry end cenderung lebih stabil dengan risiko kerusakan yang lebih rendah. Pemeliharaan preventif, pemilihan material yang tepat, dan dukungan sistem keselamatan yang baik merupakan faktor kunci dalam meningkatkan keandalan dan memperpanjang umur komponen transfer carriage di kedua area dan Sistem kontrol rangkaian modul PLC memiliki potensi besar untuk meminimalkan human error dan meningkatkan keandalan dalam proses transfer carriage. Dengan otomatisasi yang tepat, presisi pergerakan, logika pengendalian yang kompleks, dan fitur keselamatan terintegrasi, PLC dapat mengurangi keterlibatan manusia, menghindari kesalahan akibat kelelahan atau kurang perhatian, serta meningkatkan efisiensi dan akurasi operasional secara keseluruhan. Meskipun memerlukan pemrograman dan pemeliharaan yang tepat, penerapan PLC membantu menjaga operasi yang lebih terstruktur, terkontrol, dan efisien dalam transfer carriage.

Kata Kunci : *Transfer carriage, PLC, wet and dry end, PT. Sumatera Makmur Lestari*

ABSTRACT

In the process of processing palm oil there are several tools that help the process of CPO and PK, one of which is the transfer carriage. On the transfer carriage there are many technical errors that are often unreadable or even detached from the address plate, photo cell, and rotary lock. Therefore it is necessary to make efforts to detect the cause of human error or technical error. In addition, it is necessary to understand PLC diagrams and transfer carriages in order to complete trouble shooting on the control panel. The purpose of the research is to determine the damage period to the transfer carriage wet end dry end when operating or working at PT.Sumatera Makmur Lestari and to assess the reliability and stability of the PLC module circuit control system in minimizing human error and increasing the reliability of the transfer carriage process at PT.Sumatera Prosperous Sustainability. This study uses the method of analyzing the implementation of the effect of component damage on the transfer carriage at the wet and dry end, comparing the period of component damage on the wet and dry end transfer carriage area at PT.Sumatera Makmur Lestari PT.Sumatera makmur lestari, and interviews. The results of the study, namely the implementation of the effect of component damage on the transfer carriage at the wet end and dry end, reveal that different environments play an important role in the type of damage that may occur. Moisture and contamination at the wet end can cause corrosion, oxidation and electronic breakdown. On the other hand, dry ends tend to be more stable with a lower risk of damage. Preventive maintenance, proper material selection and good safety system support are key factors in increasing the reliability and extending the life of transfer carriage components in both areas and the PLC module circuit control system has great potential to minimize human error and improve reliability in the transfer carriage process. With precise automation, movement precision, complex control logic and integrated safety features, PLCs can reduce human involvement, avoid errors resulting from fatigue or inattention, and improve overall operational efficiency and accuracy. Although it requires proper programming and maintenance, implementing a PLC helps maintain a more structured, controlled and efficient operation of a transfer carriage.

Keywords : *Transfer carriage, PLC, wet and dry end, PT. Sumatera Makmur Lestari*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wa Barakatuh

Puji syukur kehadirat ALLAH. SWT atas rahmat dan karunianya yang telah menjadikan kita sebagai manusia yang beriman dan insya ALLAH berguna bagi alam semesta. Shalawat berangkaikan salam kita ucapkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad. SAW karena beliau adalah suri tauladan bagi kita semua yang telah membawa kan kita pesan ilahi untuk dijadikan pedoman hidup agar dapat selamat hidup di dunia hingga nanti kembali keakhirat.

Penelitian ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul tugas akhir ini adalah “ANALISIS AUTOMATION TRANSFER CARRIAGE RANGKAIAN MODUL PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) DI PT. SUMATERA MAKMUR LESTARI”

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati. penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada penulis didalam penyusunan laporan penelitian Tugas Akhir ini, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Affandi, S.T, M.T. selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T, M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Elektro serta dosen pembimbing saya di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang terus memberikan ide masukan serta motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini

6. Ibu Elvy Sahnur, S.T, M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Segenap Bapak & Ibu dosen di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan dan memberikan kasih sayangnnya yang tidak ternilai kepada kami semua sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
10. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2019

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa yang akan datang. Akhirnya penulis mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri pribadi dan para pembaca terkhusus bagi dunia kontruksi Teknik Elektro serta kepada Allah SWT, penulis serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Sekadau, 09 Januari 2023

Penulis



Hafizh Romansyah

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	6
DAFTAR ISI.....	8
DAFTAR GAMBAR.....	10
DAFTAR TABEL	10
BAB 1	10
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian	3
1.7 Sistematis Penulisan	4
BAB 2	6
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan.....	6
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Transfer Carriage	8
2.2.2 Prinsip Kerja Transfer carriage.....	10
2.3 Faktor-Faktor Transfer carriage.....	11
2.3.1 Persiapan sebelum menjalankan Transfer Carriage	13
2.4 Bagian utama Transfer Carriage.....	15
2.5 System Sensor pada transfer carriage.....	21
2.6 Bagian utama system control pada Transfer Carriage.....	23
BAB 3	28
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.1.1 Tempat	28

3.1.2 Waktu Penelitian	29
3.2 Rancangan Penelitian.....	29
3.2.1 Studi Literatur	29
3.2.2 Pengumpulan Data	30
3.2.3 Analisa Data	30
3.2.4 Penyusunan Laporan.....	30
3.3 .Flow Chat Penelitian	31
BAB 4	32
4.1 Implementasi saat terjadi kerusakan komponen pada transfer carriage wet and dry end	32
4.1.1 Langkah-langkah jika terjadi kerusakan pada transfer carriage ..	32
4.1.2 Menganalisis masalah pada transfer carriage wet and dry end.....	33
4.1.3 Perbaikan dan perbandingan jangka waktu kerusakan komponen pada transfer carriage	34
4.2 Sistim kontrol rangkaian modul plc dan implementasi.....	36
4.2.1 Meningkatkan keandalan dalam proses transfer carriage	40
BAB 5	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Transfer Carriage.....	9
Gambar 2. 2 Real track Transfer carriage	15
Gambar 2. 3 Chassis.....	16
Gambar 2. 4 HPU (Hidrolic Power Unit)	17
Gambar 2. 5 Wheels and hydrolics	18
Gambar 2. 6 Indexer pada Transfer carriage.....	19
Gambar 2. 7 Rotary Lock.....	20
Gambar 2. 8 Junction Box (J-Box)	20
Gambar 2. 9 Power input 220 & 380v	21
Gambar 2. 10 sensor proximity	22
Gambar 2. 11 sensor Photo sensor	23
Gambar 2. 12 Local Panel.....	23
Gambar 2. 13 MCB (Miniature Circuit Breaker).....	24
Gambar 2. 14 Emergency switch	24
Gambar 2. 15 Easy Relay	25
Gambar 2. 16 PLC (programmable logic control)	25
Gambar 2. 17 Selector switch	26
Gambar 2. 18 Rangkaian kontrol transfer carriage lintasan maju.....	36
Gambar 2. 19 Rangkaian kontrol transfer carriage lintasan balik.....	37
Gambar 2. 20 Rangkaian kontrol lori lintasan mundur.....	38
Gambar 2. 21 Rangkaian daya transfer carriage	38
Gambar 2. 22 Rangkaian daya lori.....	39
Gambar 2. 23 Simulator Transfer carriage.....	39

DAFTAR TABEL

Table 1 Jadwal penelitian.....	36
Table 2 Jangka waktu kerusakan komponen.....	42

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kelapa sawit banyak menempati tanah-tanah yang memiliki tingkat kesuburan fisik dan kimia yang rendah. Pemupukan dapat mendukung produktivitas tanaman sawit, mengingat kelapa sawit tergolong tanaman yang konsumtif terhadap unsur hara. Kebanyakan petani sawit belum banyak mengetahui cara pemupukan yang benar untuk meningkatkan hasil tanaman kelapa sawitnya, terutama dalam meningkatkan tandan buah segar. Oleh karena itu diperlukan metode empiris untuk menentukan status hara di dalam tanah dan tanaman untuk memberikan pedoman yang efektif bagi para petani. Perkembangan industri kelapa sawit di Indonesia mengalami kemajuan yang pesat, terutama peningkatan luas lahan untuk produksi kelapa sawit, perkembangan luas kelapa sawit selama 10 tahun mencapai 2,2 juta hektar (ha) pada tahun 1997 menjadi 4,1 juta hektar (ha) pada tahun 2017 atau meningkat 7,5% tahun. Luas areal kelapa sawit 10 hektar (ha) dan produksi 29 juta ton. (Arsyad AR, dkk 2012)

PT. Sumatera Makmur Lestari (SML) berdiri pada tahun 1997. Perusahaan ini merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pengelolaan *crude palm oil* (CPO) dan *palm kernel* (PK) dengan bahan kelapa sawit yang berkapasitas 60Ton/jam, yang telah bekerja mulai sekitar tahun 2017. Kegiatan utama PT. SML meliputi penanaman pohon kelapa sawit, pemanenan buah kelapa sawit dan pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak mentah. Buah kelapa sawit yang diolah oleh PT. Sumatera Makmur Lestari berasal dari perkebunan milik perusahaan sendiri dan buah kelapa sawit yang berasal dari lahan perkebunan di luar milik perusahaan, Usaha tersebut dilakukan untuk meningkatkan hasil perkebunan yang telah menunjukkan hasil yang cukup baik melalui intensifikasi, rehabilitasi, peningkatan kualitas, kuantitas produksi, dan peningkatan penyediaan lapangan pekerjaan. Disamping itu tanaman sawit juga dikembangkan oleh PTP maupun perkebunan swasta dalam rangka peningkatan ekspor non migas. Saat ini Indonesia merupakan negara penghasil kelapa sawit terbesar kedua di dunia setelah Malaysia.

Pengolahan kelapa sawit di PT.SML melewati beberapa tahapan pengolahan dan industri kelapa sawit di antara nya, Stasiun Laboratorium, Stasiun Sterilizer, Stasiun Thresher, Stasiun Pressing, Stasiun Klarifikasi, Stasiun Kernel,

Stasiun Kamar mesin, Stasiun Boiler. Pada proses stasiun Sterilizer ke stasiun Thresher akan membutuhkan suatu alat untuk mempermudah pemindahan lori yaitu dengan *transfer carriage*. *Transfer carriage* berfungsi untuk memindahkan lori yang berisi TBS ke jalur rail rebusan atau memindahkan lori kosong ke rail loading ramp. Untuk melakukan hal tersebut tentu saja banyak yang harus diperhatikan pada saat menjalankan proses pengoperasian *transfer carriage*. (Muhammad Nur,dkk 2020)

Transfer carriage memiliki 2 sistem cara kerja, yang pertama yaitu sistem manual dimana manusia yang menentukan *transfer carriage* untuk bergerak menggunakan tombol manual sampai lori berpindah dari loading ramp menuju sterilizer dan dari jalur sterilizer menuju tipler. Kedua yaitu dengan cara otomatis yang dimana operator hanya sebagai pengawas dalam menentukan *transfer carriage* itu bergerak secara sistem, proses perpindahan *transfer carriage* tersebut hanya di tampilkan pada layar panel kontrol. dan ada tahapan-tahapan untuk menggunakan sistim otomatis dari *transfer carriage*. seperti selector switch, indexer, remote console, lokal panel key switch, dan langkah untuk menuju perebusan.

Pada perpindahan terhadap lori sering terjadinya human error atau technical error. Terjadi nya human error disebabkan kelalaian saat memasukan lori ke *transfer carriage* dan saat pemindahan setiap line. Untuk technical error sering terjadi tidak terbaca atau pun terlepas dari plat address, photo cell, dan rotary lock. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya guna mendeteksi penyebab human error atau technical error. Selain itu perlu memahami diagram plc dan *transfer carriage* agar menyelesaikan trouble shotting di panel kontrol.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi pengaruh terjadinya kerusakan komponen pada *transfer carriage* di wet and dry end?

2. Apakah sistem kontrol rangkaian modul PLC dapat meminimalkan human error dan meningkatkan keandalan dalam proses *transfer carriage* di PT.Sumatera Makmur Lestari?

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis dan membandingkan jangka waktu kerusakan komponen pada *transfer carriage* area wet and dry end di PT.Sumatera Makmur Lestari
2. Mengidentifikasi implementasi error pada sistem kontrol rangkaian modul PLC di PT . Sumatera Makmur Lestari dan mengevaluasi efektivitas dan keandalan sistem nya

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui jangka waktu kerusakan pada *transfer carriage* wet end dry end saat beroperasi atau bekerja di PT.Sumatera Makmur Lestari
2. Untuk Menilai keandalan dan stabilitas sistem kontrol rangkaian modul PLC dalam meminimalkan human error dan meningkatkan keandalan proses *transfer carriage* di PT.Sumatera Makmur Lestari

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat memberikan solusi untuk meningkatkan efisiensi pada *transfer carriage* di PT.Sumatera Makmur Lestari
2. Dapat memberikan solusi untuk meminimalkan human error yang sering terjadi pada proses *transfer carriage* di PT.Sumatera Makmur Lestari

1.6 Metode Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir adalah sebagai berikut:

1) Metode Literatur

Metode penelitian ini dilakukan dengan cara Studi Pustaka, Melihat Referensi, dari buku maupun internet keperluan teori-teori.

2) Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan melihat langsung permasalahannya dilapangan dan melakukan konsultasi atau berdiskusi kepada operator, staff dilapangan untuk mengetahui gambaran dan informasi secara lebih jelas terhadap sebagai masalah dalam studi kasus.

3) Metode wawancara

Dalam metode ini penulis memperoleh data melalui wawancara/diskusi dan tanya jawab dengan Pembimbing Lapangan (Mentor) atau Teknisi yang mengetahui banyak tentang masalah yang dibicarakan.

1.7 Sistematis Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman maka sistematik penulisan Tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Ruang Lingkup Penelitian, Manfaat Penelitian, Metode Penelitian, dan Sistematik Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan secara singkat teori yang digunakan sebagai ilmu penunjang bagi peneliti, berkenan dengan masalah yang akan diteliti, serta unit equipment yang terpasang di statuin Fla di pabrik kelapa sawit PT.Sumatera Makmur Lestari

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi yang dilaksanakan Penelitian, Jadwal Penelitian, dan jalannya penelitian

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Analisa data dan hasil survey yang telah dilakukan, membahas tentang sistim kerja control otomatis pada stasiun Fla untuk meningkatkan efesiensi produksi minyak kelapa sawit untuk menjadi CPO dan PK pada pabrik kelapa sawit PT.Sumatera Makmur Lestari

BAB V KESIMPILAN DAN SARAN

Hasil penelitian telah dilakukan dan serta membuat saran – saran yang berhubungan dengan penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan (Ahmad Mahfud dkk 2018) yang berjudul “*Rancang Bangun Sistim Kendali Otomatis Pada Simulator Transfer Carriage Palm Oil Mill Berbasis Time delay Relay*”. Dalam penelitian ini pada *rail track* lori dilengkapi motor dc yang digunakan untuk menjalankan lori. Masalahnya, Tingkat kesimetrisan antar rail track belum tercapai. karena proses pemberhentian *transfer carriage* belum lengkap dengan pengunci. Metode penelitian yang digunakan dengan cara melakukan pengamatan dan praktik secara langsung di lapangan terhadap objek yang diteliti, yaitu *transfer carriage* yang digunakan di Pabrik Kelapa Sawit, sehingga lebih memahami dan mempermudah dalam proses pengambilan data yang diinginkan. Artinya sumber data utama di dapat dilakukan melalui pengamatan secara langsung. Hasil penelitian ini menunjukkan Pergerakan motor DC ini diawali dengan input dari sebuah Push Button On sebagai sinyal awal untuk perintah pengiriman lori ke jalur rel tertentu. sistem pengoperasian otomatis *transfer carriage* ini didukung dengan rangkaian kontrol forward reverse.

Adapun penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh ((Mohammad Noor Rohman, 2019) Sensor Proximity adalah suatu komponen yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Sensor proximity jenis induktif banyak digunakan untuk mendeteksi adanya benda logam pada jarak tertentu tanpa harus menyentuh benda tersebut. Sensor induktif menggunakan arus induksi oleh medan magnet untuk mendeteksi benda logam di dekatnya. Prinsip kerja dari jenis sensor jarak menggunakan metode induktif dan kapasitif didasarkan oleh sebuah medan elektromagnetik disekitar permukaan sensor yang ditimbulkan oleh osilator frekuensi tinggi. Jenis materi logam yang memiliki pengaruh induktif dan materi kapasitif lainnya akan mempengaruhi amplitudo osilasi di sekitar sensor (Didik Aribowo dkk, 2017:71)

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan (Wahyuni Mustanghifirin Mirani, 2017:32) Photoelectric thru beam laser sensor merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu benda yang sedang

bergerak. Sensor ini merupakan jenis sensor fotolistrik. Sensor fotolistrik ini disebut juga dengan mode berlawanan (modethru beam). Mode ini menggunakan dua bagian terpisah, satu sebagai pemancar (emitter) dan satu untuk penerima (receiver) yang letaknya berseberangan, sinar dari bagian pemancar ditujukan kepada bagian penerima. Biasanya sensor ini digunakan pada benda yang bergerak diatas sebuah konveyor. Bila objek mengenai berkas sinar diantara keduanya, rangkaian pengontrol akan mendapat input sinyal untuk menghentikan konveyor atau melakukan proses lain terhadap objek tersebut. Mode ini merupakan mode yang paling efisien dan memiliki rentang penginderaan yang panjang untuk sensor fotolistrik.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan (Ervini Meladiyani ddk 2018: 34) Mesin pengangkat mobil dengan sistem hidrolis tipe H merupakan suatu system yang memanfaatkan tekanan fluida sebagai power (sumber tenaga) pada sebuah mekanisme kerjanya. Karena itu pada sistem hidrolis dibutuhkan power unit (motor dan pompa) untuk membuat fluida bertekanan. Kemudian fluida tersebut dialirkan sesuai dengan kebutuhan atau mekanisme yang diinginkan. Mesin hidrolis pengangkat mobil ini memiliki prinsip yang sama dengan dongkrak hidrolis. Perbedaannya terletak pada perbandingan luas penampang penghisap yang digunakan. Pada mesin pengangkat mobil, perbandingan antara luas penampang kedua penghisap sangat besar sehingga gaya angkat yang dihasilkan pada pipa penampang besar dan dapat digunakan untuk mengangkat mobil. Mesin hidrolis pengangkat mobil menggunakan pompa hidrolis yang digerakkan oleh motor listrik. Motor listrik ini dihubungkan langsung dengan pompa, dan pompa ini yang mendistribusikan fluida ke semua sistem. Pompa akan bekerja terus menerus selama motor listrik dihidupkan. Dan fluida yang dialirkan dengan pompa yang akan menuju ke silinder hidrolis sehingga mendorong piston hidrolis ke atas dan mobil terangkat ke atas. Ada dua macam peralatan yang biasanya digunakan dalam merubah energi hidrolis menjadi energi mekanis yaitu motor hidrolis dan actuator. Motor hidrolis mentransfer energi hidrolis menjadi energi mekanis dengan cara memanfaatkan aliran fluida dalam sistem kemudian merubahnya menjadi energi putaran yang dimanfaatkan untuk menggerakkan roda, transmisi, pompa dan lain-lain.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan (Sumardi Sadi & Sri Mulyati, 2019: 85) PLC merupakan sistem yang dapat me-manipulasi, mengeksekusi, dan memonitor keadaan proses pada laju yang amat cepat, dengan dasar data yang bisa diprogram dalam sistem berbasis mikroprosesor integral. Dengan demikian besaran-besaran fisika dan kimia secara principle dapat dikendalikan, sebelum diolah oleh PLC, selanjutnya akan diubah menjadi sinyal listrik baik analog maupun digital, yang merupakan hasil proses. Didalam central processing unit (CPU) PLC terdapat kumpulan ribuan relay, akan tetapi bukan berarti didalamnya terdapat banyak relay dalam ukuran sangat kecil. Di dalam PLC berisi rangkaian elektronika digital yang difungsikan sebagai kontak NO/NC relay. Pada umumnya PLC memiliki komponen dasar. Komponen-komponen dasar ini adalah Modul Catu Daya, Unit Prosesor Pusat (CPU), Modul Input/Output, Memori.

Adapun penelitian sebelumnya yang dilakukan (Akhmad Muzaenul ulum dkk,2022) Programmable Logic Control atau PLC seri CP1E-E20SDR-A merupakan suatu sistem pengontrol yang berbasis mikroprosesor dan memanfaatkan memori yang mampu untuk diprogram menyimpan berbagai instruksi serta mengimplementasikan fungsi logika seperti, pengurutan, pencacah, pemwaktuan dan aritmatika guna mengontrol mesin-mesin dan proses \pm proses. Banyak industri kecil yang masih menggunakan teknologi manual dalam proses pengemasan produk.

2.2 Landasan Teori

Adapun teori yang di gunakan dalam penelitian ini

2.2.1 *Transfer Carriage*

Transfer carriage merupakan alat transportasi yang digunakan untuk memindahkan lori yang berisi Tandan Buah Segar (TBS) dari *appron* ke tempat *loading ramp (Station Fla)* *Transfer carriage* ini biasanya berbentuk platfrom yang terletak di atas wheels atau trek yang digunakan oleh motor listrik dan hidrolik.

Pada pabrik kelapa sawit, *Transfer carriage* digunakan untuk mengangkat Tandan Buah Segar (TBS) di pabrik. Setelah Tandan Buah Segar (TBS) di jatuhkan ke *loading ramp*. lalu di pindahkan menggunakan FFB feed scrapper menuju lori, lalu *Transfer carriage* akan memindahkan Bandan Buah Segar (TBS) ke *sterilizer*

untuk melakukan perebusan. Setelah selesai dari penuangan. Kemudian, *transfer carriage* akan membawa Tandan Buah Segar (TBS) dari jalur *sterillizer* menuju jalur *tipler* untuk diproses lebih lanjut.



Gambar 2. 1Transfer Carriage

Transfer carriage yang digunakan di pabrik kelapa sawit dilengkapi dengan sistem penggerak hidrolik untuk memudahkan pergerakan hidrolik dan memudahkan pergerakan Tandan Buah Segar (TBS) yang berat dan besar di dalam lori. *Transfer carriage* juga dapat dilengkapi dengan sistem pengaturan kecepatan untuk mengoptimalkan efisiensi transportasi. Penggunaan *transfer carriage* di pabrik kelapa sawit memiliki beberapa keuntungan, antara lain meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam proses produksi, mengurangi resiko cedera pekerja karena mengurangi kebutuhan untuk mengangkat atau memindahkan Tandan Buah Segar (TBS) secara manual, serta memperpendek waktu pengangkutan Tandan Buah Segar (TBS) dari *indexer* ke tempat pengolahan atau stasiun penerimaan.

Transfer carriage di pabrik kelapa sawit merujuk pada perangkat atau mekanisme yang digunakan untuk memindahkan tandan buah segar (TBS) atau hasil-hasil lainnya dari satu area pabrik ke area lainnya. Transfer carriage biasanya merupakan sistem yang terdiri dari berbagai komponen seperti lori, roda, dan struktur pendukung yang dirancang secara khusus untuk mengangkut TBS dengan efisien dan aman. Fungsi utamanya adalah mengurangi waktu dan usaha yang

dibutuhkan untuk mengangkut TBS secara manual, serta memastikan bahwa buah-buah tersebut tetap dalam kondisi baik selama perpindahan.

2.2.2 Prinsip Kerja *Transfer carriage*

Transfer carriage di pabrik kelapa sawit digunakan untuk memindahkan lori yang berisi Tandan Buah Segar (TBS) dari lokasi *appron* ke *station* pengolahan tandan buah sawit atau ke tempat *loading ramp* sementara sebelum diolah dan *Transfer carriage* di pabrik kelapa sawit bekerja berdasarkan prinsip-prinsip mekanika dan otomatisasi untuk mengangkut tandan buah segar (TBS) dari satu area ke area lain dalam pabrik dengan efisien dan aman. Prinsip kerja transfer carriage melibatkan sejumlah tahapan dan komponen yang bekerja bersama-sama untuk menjalankan proses pengangkutan TBS. Berikut ini adalah penjelasan lebih rinci tentang prinsip kerja transfer carriage di pabrik kelapa sawit:

1. *Persiapan transfer carriage*: *Transfer carriage* disiapkan dan diperiksa sebelum digunakan, termasuk memeriksa elektromotor, *local panel*, sistem hidrolis, dan *wheels* atau rel. Begitu TBS ditempatkan di atas transfer carriage, perangkat tersebut mulai bergerak. *Transfer carriage* biasanya berjalan pada rel yang telah ditentukan sebelumnya di dalam pabrik. Gerakan ini dapat diatur menggunakan sistem *local panel* atau operator.
2. *Sistem Penggerak*: *Transfer carriage* dilengkapi dengan sistem penggerak seperti motor atau mesin yang memberikan daya untuk menggerakkan perangkat. Ini memungkinkan transfer carriage untuk bergerak maju, mundur, dan berhenti sesuai kebutuhan.
3. *Sensor dan Kontrol Otomatis*: Beberapa transfer carriage dilengkapi dengan sensor dan sistem kontrol otomatis yang membantu dalam mengontrol pergerakan dan posisi transfer carriage. Sensor-sensor ini dapat mendeteksi halangan di jalur pergerakan atau memantau posisi TBS di atas transfer carriage.
4. *Keamanan dan Perlindungan*: *Transfer carriage* biasanya dilengkapi dengan fitur keamanan seperti penghenti darurat atau sensor keberadaan manusia. Ini bertujuan untuk menghindari potensi bahaya dan melindungi operator atau pekerja yang ada di sekitar perangkat.

5. Pengangkatan Tandan Buah Segar (TBS): Tandan Buah Segar (TBS) diangkat dari *appron* dan akan menggunakan alat pengangkat seperti *lodear*. Pengangkatan TBS dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari kerusakan atau cedera.
6. Pemindahan TBS: Setelah TBS di pindahkan dari *appron* lalu ke *loading ramp*, dan di tampung melalui lori, *transfer carriage* bergerak menuju tempat tujuan dengan bantuan elektromotor. Hidrolik sistim dan *wheels* atau rel. Selama pemindahan, Kecepatan *transfer carriage* diatur agar tidak terlalu cepat atau lambat dan tidak menimbulkan guncangan pada lori berisi Tandan Buah Segar (TBS).
7. Mendorong Tandan buah Segar (TBS): Setelah sampai di tempat tujuan, *transfer carriage* mendorong lori berisi Tandan Buah Segar (TBS) menggunakan mekanisme *indexer* yang didorong ke perebusan dan dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari kerusakan atau guncangan.
8. Pengembalian *transfer carriage*: Setelah Tandan Buah Segar (TBS) di perebusan, *Transfer carriage* kembali ke jalur *line* atau pengisian lori untuk memindahkan Tandan Buah Segar (TBS) berikutnya yang akan diisi. *transfer carriage* juga diinspeksi untuk memastikan bahwa tidak ada kerusakan pada peralatan atau benda yang dipindahkan.

Dalam pabrik kelapa sawit, *transfer carriage* digunakan secara terus-menerus untuk memindahkan Tandan Buah Segar (TBS) dari area *appron* ketempat *loading ramp* sementara. Mekanisme ini sangat penting dalam memastikan kelancaran produksi di pabrik kelapa sawit, sehingga *transfer carriage* harus dirawat dan dipelihara dengan baik agar selalu berfungsi dengan optimal.

2.3 Faktor-Faktor *Transfer carriage*

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja dan efisiensi *transfer carriage* di pabrik kelapa sawit. Berikut adalah beberapa faktor utama yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian *transfer carriage* di pabrik kelapa sawit:

- **Kapasitas *Transfer Carriage***: Kapasitas *transfer carriage* harus disesuaikan dengan volume produksi Tandan Buah Segar (TBS) di pabrik kelapa sawit.

Jika kapasitas *transfer carriage* terlalu kecil, maka proses pengangkutan Tandan Buah Segar (TBS) dari lapangan ke lokasi pengolahan akan memakan waktu lebih lama dan meningkatkan biaya produksi. Sebaliknya, jika kapasitas *transfer carriage* terlalu besar, maka pengangkutan TBS menjadi kurang efisien dan sulit diatur. Dan jika kapasitas *transfer carriage* standart dengan SOP maka akan menjadi efesiensi dan sangat kokoh untuk menampung Tandan Buah Segar (TBS) dan yang perlu dipertimbangkan adalah kapasitas produksi pabrik kelapa sawit. Kapasitas produksi akan mempengaruhi ukuran dan kapasitas transfer carriage yang dibutuhkan, serta kecepatan dan efisiensi perpindahan tandan buah segar (TBS).

- **Kondisi Jalan:** Kondisi jalan yang buruk dapat mempengaruhi kinerja *transfer carriage*, Karena dapat menyebabkan kerusakan pada transfer carriage dan mengurangi kecepatan dan efisiensi pengangkutan TBS. Oleh karena itu, perlu dilakukan perawatan rutin pada jalan dan *transfer carriage* untuk menjaga kinerja yang optimal
- **Kecepatan dan Beban *Transfer Carriage*:** Kecepatan *transfer carriage* dan beban TBS yang diangkut juga merupakan faktor penting yang mempengaruhi efisiensi *transfer carriage*. Kecepatan *transfer carriage* harus disesuaikan dengan kondisi jalan dan beban yang diangkut, sehingga proses pengangkutan Tandan Buah Segar (TBS) dapat dilakukan dengan aman dan efektif selain itu kecepatan pergerakan transfer carriage harus disesuaikan dengan kecepatan operasional secara keseluruhan. Kecepatan yang terlalu tinggi dapat mengganggu proses pengolahan, sementara kecepatan yang terlalu rendah dapat menghambat produktivitas.
- **Sistem hidrolik:** Sistem hidrolik pada transfer carriage dirawat dan dijaga dengan baik untuk menjaga kinerja yang optimal. Kerusakan pada sistem hidrolik dapat menghambat gerakan transfer carriage dan mempengaruhi efisiensi pengangkutan Tandan Buah Segar (TBS)
- **Kondisi Lingkungan :** Lingkungan di sekitar pabrik kelapa sawit dapat mempengaruhi desain transfer carriage. Misalnya, jika ada kondisi cuaca ekstrem atau kontaminan tertentu, transfer carriage harus dirancang untuk tahan terhadap pengaruh lingkungan.

- Sistem Kontrol: Tingkat otomatisasi yang diterapkan pada transfer carriage akan berdampak pada kinerjanya. Sistem otomatisasi dapat meliputi sensor, kendali jarak jauh, atau integrasi dengan sistem keselamatan pabrik. Dan pada Sistem kontrol transfer carriage harus mudah digunakan dan diatur dengan baik untuk memastikan pengoperasian yang aman dan efisien. Operator harus dilatih untuk menggunakan sistem kontrol dengan benar dan memahami fitur-fitur keselamatan yang ada pada *transfer carriage*.
- Pemeliharaan dan Perawatan: Transfer carriage harus dirancang agar dapat diakses dengan mudah untuk pemeliharaan dan perawatan rutin. Faktor ini mempengaruhi ketersediaan perangkat dan keandalannya dalam jangka panjang. Selain itu Pemeliharaan dan perawatan *transfer carriage* harus dilakukan secara rutin penting untuk memastikan kinerja yang optimal dan mengurangi risiko kerusakan pada komponen *transfer carriage*. Pemeliharaan yang tepat dapat memperpanjang umur *transfer carriage* dan mengurangi biaya perbaikan yang diperlukan.
- Keselamatan Kerja: Faktor keselamatan operator dan pekerja sangat penting. Transfer carriage harus dirancang dengan fitur keselamatan seperti penghenti darurat dan pengaman untuk mencegah kecelakaan selain itu Keselamatan kerja harus menjadi prioritas utama dalam pengoperasian transfer carriage di pabrik kelapa sawit. Operator harus dilatih dan mematuhi prosedur keselamatan kerja yang berlaku untuk meminimalkan risiko kecelakaan dan cedera pada operator dan lingkungan sekitar.

2.3.1 Persiapan sebelum menjalankan *Transfer Carriage*

Sebelum melakukan *transfer carriage*, ada beberapa persiapan yang perlu dilakukan untuk memastikan keselamatan dan efektivitas proses transfer. Berikut ini adalah beberapa persiapan yang perlu dipertimbangkan:

- a) Identifikasi bahan yang akan ditransfer
 - Pastikan bahan yang akan ditransfer sesuai dengan jenis dan kapasitas *transfer carriage* yang tersedia.
 - Pastikan bahan yang akan ditransfer sudah diberi label dan diidentifikasi dengan benar.

b) Persiapan *transfer carriage*

- Pastikan *transfer carriage* yang akan digunakan dalam kondisi yang baik dan layak pakai
- Periksa *transfer carriage* dan pastikan tidak ada kerusakan atau kebocoran.
- Periksa kondisi fisik Transfer Carriage untuk memastikan tidak ada kerusakan yang mungkin mempengaruhi kinerja.
- Pastikan transfer carriage sudah bersih dan bebas dari sisa bahan yang sebelumnya ditransfer.

c) Persiapan tempat kerja

- Pastikan tempat kerja sudah bersih dan bebas dari halangan atau rintangan yang dapat menghambat proses transfer.
- Pastikan *transfer carriage* dapat bergerak dengan lancar dan mudah diakses.

d) Persiapan petugas

- Pastikan petugas yang akan melakukan transfer telah dilatih dan memiliki sertifikasi yang diperlukan.
- Pastikan petugas memakai alat pelindung diri yang sesuai dengan jenis bahan yang akan ditransfer.
- Pastikan petugas memiliki pengetahuan yang cukup tentang bahan yang akan ditransfer dan prosedur transfer yang akan dilakukan.

e) Identifikasi dan evaluasi risiko

- Lakukan identifikasi risiko pada proses transfer, seperti bahaya kebocoran, tumpahan, atau paparan zat beracun.
- Evaluasi risiko dan lakukan langkah-langkah untuk meminimalkan risiko tersebut.

Dengan melakukan persiapan yang tepat sebelum melakukan *transfer carriage*, maka dapat memastikan proses transfer berjalan lancar dan aman bagi petugas maupun lingkungan sekitar.

2.4 Bagian utama *Transfer Carriage*

Secara garis besar adapun bagian utama dari *transfer carriage* yaitu menggunakan *remote control*. Berikut adalah beberapa komponen panel kontrol pada *transfer carriage* di pabrik kelapa sawit:

2.4.1.1 *Real Track*

Real Track adalah Sebuah jalur atau track yang di pasang di bawah transfer carriage dan dipasangkan dengan rol penggerak, jalur ini terbuat dari bahan yang sangat presisi dan kokoh sehingga dapat memastikan transfer carriage bergerak secara tepat dan stabil pada posisi yang di inginkan.

Real track *Transfer carriage* merupakan bagian utama dari *transfer carriage* yang terbuat dari bahan baja yang berfungsi untuk memindahkan tanda buah kelapa sawit,dan di rancang untuk menahan beban TBS dan menstabilkan kereta transfer saat bergerak dan menahan tekanan. Gambar dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2. 2 Real track Transfer carriage

2.4.1.2 *Chassis*

Chassis merupakan bagian utama dari *transfer carriage* yang berfungsi sebagai menopang beban Tandan Buah Segar (TBS) dan sistim penggerak. *chassis* ini biasanya terbuat dari bahan baja yang tahan karat dan kuat selain itu chassis tempat melekatnya komponen-komponen lainnya seperti balok dan shaft baja.shaft merupakan bagian yang cukup penting di dalam transfer carriage karena berfungsi

sebagai penyalur gaya atau tenaga (asia, 2018) Gambar bisa dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2. 3 Chassis

2.4.1.3 HPU (Hidrolik power unit)

HPU (Hidrolik power unit) berfungsi sebagai supply tekanan untuk menghasilkan tekanan hydraulic yang dibutuhkan dalam menggerakkan komponen yang terdapat di dalamnya, untuk daya hidrolic digunakan sebagai perangkat dalam untuk memasok fluida yang sudah terhubung dengan perangkat silinder hidrolic melalui sistim pipa eksternal untuk mengontrol tindakan dari sejumlah kelompok katup. Dimana sumber fluida dari tangki hidrolic lalu di pompa dan akumulator energi sebagai penggeraknya. Adapun penelitian sebelumnya oleh (Ahmad Zayadi, 2018) Mesin pengangkat mobil dengan sistem hidrolik tipe H merupakan suatu sistem yang memanfaatkan tekanan fluida sebagai power (sumber tenaga) pada sebuah mekanisme kerjanya. Karena itu pada sistem hidrolik dibutuhkan power unit (motor dan pompa) untuk membuat fluida bertekanan. Dalam perangkat ini terdapat sistim control PLC yang bertujuan untuk mengontrol semua fungsi hidrolic internal sehingga menghasilkan ruang control. Gambar bias dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2. 4 HPU (Hidrolic Power Unit)

Bagian utama HPU ialah ;

1. Solenoid

Berfungsi sebagai tempat keluar masuknya oli bertekanan untuk menggerakkan dan biasanya olenoid NC. Biasanya solenoid membutuhkan input tagangan kerja 12V DC (Sembada, 2020).

2. Coil

Berfungsi sebagai membuka atau menutup solenoid dengan gaya medan magnit

3. Socket 24 volt

Berfungsi sebagai menerima signal dari keluaran control panel dan remote consule

4. Pompa Hidrolic

Berfungsi sebagai mendorong oli dan memberikan tekanan sesuai dengan apa yang kita setting

5. Motoran Listrik

Berfungsi sebagai menjalankan atau mendorong

6. Tangki Power Pack

Berfungsi sebagai menyimpan oli untuk mendorong transfer carriage.

2.4.1.4 *Wheels and hydraulics*

Wheels and hydraulics Transfer carriage dilengkapi dengan *Wheels and hydraulics* agar dapat bergerak dengan aman dan terkendali. *Wheels* yang digunakan biasanya berukuran besar dan terbuat dari bahan yang tahan lama, seperti baja atau besi cor. Sistem *hydraulics* digunakan untuk menghentikan gerakan transfer carriage dengan cepat ketika diperlukan. Gambar bias dilihat di gambar 2.5



Gambar 2. 5 Wheels and hydrolics

2.4.1.5 *Indexer pada transfer carriage*

Indexer pada transfer carriage adalah sebuah mekanisme untuk memindahkan TBS ke kiri dan kanan sesuai dengan petugas yang diinginkan, *indexer* akan membawa *transfer carriage* ke lokasi berikutnya agar selanjutnya dapat di bawa ke perebusan pada posisi line yang akan dituju. Dengan menggunakan *indexer*, TBS dapat berjalan dengan akurasi yang tinggi untuk masuk ke perebusan. Gambar bisa dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2. 6 Indexer pada Transfer carriage

2.4.1.6 Rotary Lock

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Akhmad Zidni Hudaya, 2022) *Rotary lock* pada Transfer carriage adalah sebuah mekanisme pengunci yang digunakan untuk menjaga posisi pada transfer carriage. Mekanisme ini terdiri dari sebuah conveyor/augor yang terletak pada bagian belakang transfer carriage dan di control oleh sebuah remote console dan panel control, rotary lock sangat penting untuk menjaga transfer carriage tetap stabil pada posisi yang diinginkan saat pemindahan line. Gambar bisa dilihat pada gambar 2.7



Gambar 2. 7 Rotary Lock

2.4.1.7 Junction box (J-Box)

Pada penelitian sebelumnya (Made Kariyana dkk,2021) *Junction box (J-Box)* adalah sebuah komponen yang terdapat pada transfer carriage yang berfungsi untuk menghubungkan bagian-bagian kontrol transfer carriage agar dapat bergerak bersama. dan memiliki fungsi lain yaitu untuk digantikan apabila ada kerusakan pada salah satu bagian transfer carriage. Gambar bias dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2. 8 Junction Box (J-Box)

2.4.1.8 Power Input 220 & 380v

Power input 220 & 380v adalah sumber daya listrik yang dibutuhkan oleh transfer carriage untuk beroperasi dan di atur oleh remote consule atau panel control. Power input 220 & 380v di hubungkan ke sumber listrik melalui kabel

power yang terpasang pada bagian samping atas transfer carriage yang memerlukan tegangan listrik AC (arus bolak-balik) sebesar 220 volt untuk dapat berfungsi dengan baik, (I Gusti Putu Asto Buditjahjanto, 2021) Sedangkan 380v berfungsi untuk komponen-komponen lainnya.dan . Hasil simulasi menunjukkan nilai drop tegangan output maksimum UPS sebesar 3,5 VAC terhadap standar tegangan nominal 220 VAC. (Irianto Irianto, 2020) Gambar bias dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2. 9 Power input 220 & 380v

2.5 System Sensor pada *transfer carriage*

Transfer carriage di PKS (Pabrik Kelapa Sawit)digerakkan oleh system sensor. Sensor transfer carriage bertujuan untuk menggerakkan transfer carriage ke arah yang diinginkan agar dapat memindahkan Tandan Buah Segar (TBS) ke stasiun pengolahan.

Berikut adalah penjelasan lebih rinci mengenai Sensor transfer carriage di PKS:

2.5.1.1 Sensor Proximity

Sensor proximity adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi objek benda logam berjarak yang cukup dekat yaitu 1-3mm. Sensor ini mempunyai tegangan kerja 24 VDC

Adapun pnelitian sebelumnya yang dilakukan (Elfi Susilawati dkk,2017) Cara kerja dari sensor proximity induktif adalah ketika turbin dan gear berputar

yang akan menghasilkan pulsa magnetis (induksi) dan kecepatan. Pulsa magnetis yang timbul saat medan magnetis terjadi akan menghasilkan tegangan.

Sensor ini adalah sensor yang mendeteksi target tanpa media kontak fisik. Sensor ini merupakan alat elektronik solid-state yang di bungkus rapat untuk melindungi dari getaran, bahan kimia, cairan debu dan bahan lainnya.

Sensor proximity ini digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi plat address, pemindahan, dan pendorong. Pada setiap komponen terdapat 3 sensor proximity contohnya seperti pendorong (indexer), pemindahan line, dan pendeteksi plat address. Gambar bias dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2. 10 sensor proximity

2.5.1.2 Photo sensor

Photo sensor adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur intensitas cahaya. Sensor ini mengkonversi energi cahaya menjadi sinyal listrik yang dapat diolah oleh perangkat elektronik. Photo sensor umumnya menggunakan semikonduktor seperti fotodiode atau fototransistor untuk mendeteksi cahaya.

Adapun penelitian sebelumnya yang dilakukan (Kadirun dkk,2016) Sensor photoelectric adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan

suatu objek yang biasanya berbentuk padat. Alat ini menggunakan energi cahaya yang berasal dari energi listrik sebagai penginderanya.



Gambar 2. 11 sensor Photo sensor

2.6 Bagian utama system control pada Transfer Carriage

Adapun Bagian utama system control pada Transfer Carriage ialah :

2.6.1.1 Local Panel Transfer Carriage



Gambar 2. 12 Local Panel

Local panel adalah sebuah perangkat atau system yang digunakan dalam industri listrik untuk memindahkan pasokan daya dari satu sumber ke sumber lain secara local. perangkat ini biasanya digunakan untuk mengontrol berbagai aspek

seperti indexer, Traveler dan pengunci posisi. Untuk menggunakan local panel ini harus dirangkai sedemikian rupa agar dapat mengalirkan arus listrik dan dapat menggerakkan sebuah alat. Local Panel ini digunakan jika ada maintenance pada salah satu komponen di Transfer Carriage, Agar proses pemindahan TBS tetap berjalan. Step by step untuk dapat menggerakkan control indexer, Traveler dan pengunci pada transfer carriage. Sedangkan komponen yang digunakan agar dapat menggerakkan control indexer, traveller dan pengunci pada transfer carriage adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 13 MCB (Miniature Circuit Breaker)

- MCB (Miniature Circuit Breaker)
Berfungsi sebagai pemutus arus listrik pada local panel dan remote console pada transfer carriage



Gambar 2. 14 Emergency switch

- Emergency switch

Berfungsi sebagai pemutus juga dikenal lebih formal sebagai rem darurat, berhenti darurat, mati darurat, dan mematikan daya darurat, adalah mekanisme keamanan yang digunakan untuk mematikan mesin dalam keadaan darurat, saat tidak dapat dimatikan dengan cara biasa.



Gambar 2. 15 Easy Relay

- Easy Relay

Berfungsi sebagai kontak bantu yang terhubung dengan PLC dan System sensor



Gambar 2. 16 PLC (programmable logic control)

- PLC (programmable logic control)

Berfungsi sebagai otak dari sistem control, yang mengambil input dari sensor atau perangkat lainnya, seperti logika, sekuensial dengan mengimplentasikan fungsi-fungsi tertentu. (Yuhendri, 2018) dan

memberikan output untuk mengontrol coil pada solenoid Hidrolik power unit.



Gambar 2. 17 Selector switch

- Selector switch
Selector switch berfungsi untuk mengubah pengontrolan dari remote consule ke Local panel ketika terjadi kerusakan atau maintenance pada control Transfer carriage.
- Indikator Indexer
Berfungsi untuk menunjukkan indexer sedang mendorong atau pun berhenti.
- Indikator Rotary lock
Berfungsi untuk menunjukkan rotary lock mengunci atau pun melepas
- Indicator Traveller.
Berfungsi untuk menunjukkan memindahkan Transfer carriage ke arah yang diinginkan.



Gambar 2. 18 Fuse

- Fuse

Fuse ini berfungsi untuk mengamankan komponen yang terpasang pada panel control agar tidak mudah rusak pada saat terjadi masalah dan untuk memudahkan pada saat melakukan pemeliharaan.

2.6.1.2 Remote console



Gambar 2. 19 Remote console

Remote console pada transfer carriage sebuah system yang memungkinkan operator untuk mengontrol transfer carriage dari jarak jauh, biasanya dari ruang control sentral. Remote console ini dapat membantu meningkatkan efisiensi operasi transfer carriage dan memungkinkan operator untuk mengawasi operasi transfer carriage tanpa harus berada di dekat peralatan. Remote console ini bekerja pada saat selector switch pada local panel berada di posisi normal. Sedangkan komponen yang digunakan pada remote console agar dapat menggerakkan control indexer,traveler dan pengunci posisi secara otomatis ialah :

- Emergency switch

Berfungsi sebagai pemutus juga dikenal lebih formal sebagai rem darurat, berhenti darurat, mati darurat, dan mematikan daya darurat, adalah mekanisme keamanan yang digunakan untuk mematikan mesin dalam keadaan darurat, saat tidak dapat dimatikan dengan cara biasa.

- Switch auto manual

Berfungsi untuk mengubah control penggerak pada transfer carriage.untuk bekerja secara manual atau otomatis.

- Multi fungsion display
Berfungsi untuk membaca transfer carriage itu bergerak kea rah yang diinginkan
- Tombol ON & OFF (HPU)
Berfungsi untuk menyalakan dan mematikan power pada motoran hidrolic power unit.
- MCB (Miniature Circuit Breaker)
Berfungsi sebagai pemutus arus listrik pada local panel dan remote console pada transfer carriage dan mengurangi berbagai pemborosan yang terjadi. (Muhammad Kholil , 2014)
- Fuse
Fuse ini berfungsi untuk mengamankan komponen yang terpasang pada panel control agar tidak mudah rusak pada saat terjadi masalah dan untuk memudahkan pada saat melakukan pemeliharaan.
- Lampu indicator
Berfungsi untuk membaca singal apa saja yang beroperasi pada transfer carriage.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada pabrik kelapa sawit PT Sumatera Makmur Lestari (SML) Desa Titing boyok, Kecamatan Sekadau Hilir, Kabupaten Sekadau, Provinsi Kalimantan Barat..

3.1.2 Waktu Penelitian

Jadwal penelitian di PT.Sumatera Makmur Lestari Desa Titing boyok, Kecamatan Sekadau Hilir, Kabupaten Sekadau, Provinsi Kalimantan Barat. Waktu penelitian selama 5 (empat) bulan yaitu pada tanggal 3 Desember 2022 sampai tanggal 3 Mei 2023

NO	Uraian	Bulan Ke								
		1	2	3	4	5	6			
1	Kajian Literatur									
2	Meneliti kinerja Transfer Carriage									
3	Penyusunan kerangka Penelitian									
4	Penulisan Bab 1 sampai 3									
5	Seminar Proposal									
6	Analisis Data									
7	Seminar Hasil									
8	Sidang Akhir									

Table 1 Jadwal penelitian

3.2 Rancangan Penelitian

Sebelum melaksanakan penelitian diperlukan membuat rancangan penelitian, agar setiap langkah dan tujuan bisa dilakukan dengan baik. Penulis membuat rancangan dalam 5 tahap yaitu :

3.2.1 Studi Literatur

Studi Literatur adalah pengumpulan referensi dari karya ilmiah jurnal, penelitian terdahulu yang berhubungan dengan teori untuk penyelesaian penelitian “ANALISIS AUTOMATION TRANSFER CARRIAGE RANGKAIAN MODUL PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) DI PT. SUMATERA MAKMUR LESTARI”

3.2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Mencatat kegiatan yang terjadi selama proses di stasiun fla atau transfer carriage dalam buku harian
2. Melakukan wawancara dengan operator, staff karyawan yang berada di stasiun fla
3. Menganalisis sistim kerja automation pada transfer carriage modul PLC
4. Menganalisis dan mendiagnosa kerusakan komponen yang terjadi pada system automation dan manual pada transfer carriage di wet end dry end
5. Mencatat data waktu pada saat transfer carriage sedang beroperasi.

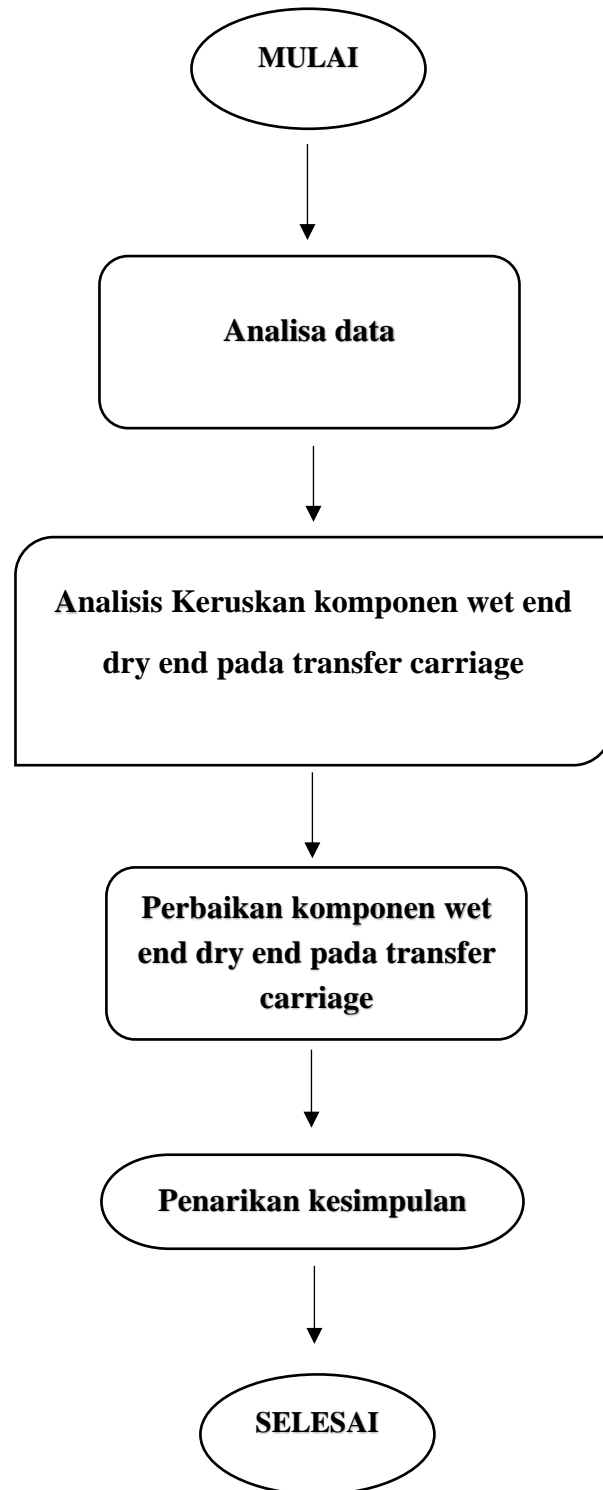
3.2.3 Analisa Data

Analisa data dilakukan setelah pengambilan data di PT.Sumatera Makmur Lestari, Adapun data yang diperoleh akan dianalisis menjadi bentuk perhitungan biasa dan pembacaan wiring system control.

3.2.4 Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan adalah tahap akhir dari proses penelitian ini, yang ditandai dengan pembuatan laporan sebagai dokumen hasil dari suatu penelitian.

3.3 .Flow Chat Penelitian



BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi saat terjadi kerusakan komponen pada transfer carriage wet and dry end

Pada komponen di transfer carriage bisa terjadi sebuah kerusakan atau eror seperti alat pada umumnya. Untuk itu dibuatlah skripsi ini untuk mengetahui cara memperbaiki, menganalisis kerusakan dan langkah - langkah apa saja yang perlu di lakukan ketika komponen pada transfer carriage terjadi kerusakan atau error.

4.1.1 Langkah-langkah jika terjadi kerusakan pada transfer carriage

jika terjadi kerusakan pada transfer carriage oleh operator di pabrik kelapa sawit, berikut adalah langkah-langkah yang sebaiknya diikuti:

1. langkah yang harus dilakukan oleh operator :
 - Jika operator memperhatikan kerusakan atau masalah pada transfer carriage, segera hentikan operasional peralatan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut atau bahaya bagi operator dan lingkungan sekitar.
 - Segera laporkan masalah kepada teknisi atau tim pemeliharaan pabrik. Berikan informasi lengkap mengenai kerusakan yang terjadi, termasuk lokasi, jenis kerusakan, dan kondisi operasional saat terjadinya masalah.
 - Operator sebaiknya melakukan evaluasi awal kerusakan. Identifikasi masalah yang mungkin terjadi, seperti komponen yang Sistem Pneumatik, Sensor dan kontrol, Struktur Rangka, Motor Penggera yang tidak berfungsi dengan baik. Usahakan untuk memahami penyebab kerusakan tersebut
 - Operator sebaiknya tidak mencoba memperbaiki kerusakan yang kompleks atau memerlukan pengetahuan teknis khusus jika tidak memiliki keahlian yang cukup. Upaya memperbaiki tanpa pengetahuan yang cukup dapat memperburuk situasi atau membahayakan keselamatan.
2. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan oleh teknisi:
 - Langkah pertama adalah mengidentifikasi dengan jelas apa kerusakan yang terjadi pada transfer carriage. Teknisi harus menganalisis masalah dengan seksama, menggunakan pengamatan visual, tes fungsional, dan mungkin alat bantu seperti instrumen pengukur atau sensor

- Teknisi harus merujuk pada manual pengguna atau panduan pabrik untuk memahami spesifikasi, bagian-bagian, dan prosedur operasional transfer carriage. Ini akan membantu teknisi memahami cara kerja peralatan dan komponen terkait.
- Berdasarkan analisis awal, teknisi perlu menyiapkan alat, atau bahan yang mungkin dibutuhkan untuk perbaikan. Ini termasuk alat pemeliharaan, atau pengecekan.

4.1.2 Menganalisis masalah pada transfer carriage wet and dry end

Untuk menganalisis kerusakan pada komponen transfer carriage kita perlu melakukan pengecekan secara detail agar mengetahui penyebab pasti kerusakan. Untuk itu kita perlu mengetahui terlebih dahulu komponen atau bagian mana yang mengalami kerusakan atau eror. Cara pengecekannya sebagai berikut:

1. Wet End (Basah):

- Sensor proximity Posisi Rusak Jika sensor posisi pada indexer transfer carriage di wet end rusak, transfer carriage mungkin tidak dapat mengukur posisi dengan akurat. Ini bisa mengakibatkan penempatan yang tidak akurat dari tandan buah segar (TBS), mengganggu proses ke jalur selanjutnya.
- Kontroler HPU(Hidrolik power unit) Rusak Kerusakan pada HPU(Hidrolik power unit) dapat menyebabkan ketidak mampuan untuk menggerakkan transfer carriage dengan benar. Ini bisa menghambat pergerakan TBS dan mengakibatkan gangguan dalam jalur yang akan dituju pada bagian langkah produksi.
- Fuse Rusak Jika fuse yang melindungi indexer transfer carriage rusak, ini dapat berdampak pada keamanan operasional dan bahkan mengakibatkan kebakaran jika masalah listrik tidak terkendali.
- Indexer tidak dapat didorong Hal ini salah satu faktor di area basah atau di wet end dimana indexer tidak dapat di baca oleh sensor atau plat sensor patah.

Di area dry end (Kering) :

- Wheels (roda transfer carriage macet) dengan macet nya wheels (roda transfer carriage) macet maka perlu pengecekan seperti sensor, rotary lock

tersangkut, atau pun fuse yang putus, dengan melakukan pengecekan maka akan bisa di perbaiki secara optimal.

- Rotary lock yang tidak dapat membaca plat sensor adapun masalah yang ada di rotary lock maka harus di cari tau penyebab terjadinya tidak terkunci seperti proximity yang tidak dapat membaca sensor pada plat, atau pun fuse yang putus atau lepas di local panel.
- Kerusakan pada thermo copel pada pagian HPU yang tidak dapat beroperasi 60°C maka dilakukan pengecekan terhadap HPU seperti, master selenoid, pressure gate, dan dump truck.

4.1.3 Perbaikan dan perbandingan jangka waktu kerusakan komponen pada transfer carriage

Setelah menganalisis kerusakan atau eror yang terjadi pada kerusakan komponen maka kita sudah mengetahui kerusakan apa yang terjadi. Untuk itu kita perlu melakukan pemeliharaan terhadap komponen atau perangkat yang rusak dalam transfer carriage wet end dry end sesuai dengan kerusakan apa yang terjadi agar kerusakan komponen pada transfer carriage berfungsi seperti biasanya. Adapun cara- cara untuk melakukan perbaikan pada kerusakan komponen wet end dry end terdapat pada table berikut :

ALAT TRANSFER CARRIAGE	KOMPONEN	PEMERBAIKAN	JANGKA WAKTU KERUSAKAN(Wet End)	JANGKA WAKTU KERUSAKAN(Dry End)
INDEXER	SENSOR PROXIMITY	-mengganti sensor tsb	1 tahun ±	2 tahun
HPU (Hidrolik power unit)	SELENOID VALVE	-mengganti selenoid valve	6 bulan ±	8 bulan
INDEXER	FUSE	-melakukan pergantian fuse	2 bulan ±	3 bulan ±
ROTARY LOCK	AUGOR	-melakukan pengelasan untuk augor yang rusak	1 tahun ±	7 bulan ±

Real track	wheels	-melakukan pergantian pada poto sensor	9 bulan ±	1 tahun ±
HPU (Hidrolik power unit)	Termo copel	-mengganti baru termo copel	3 bulan ±	5 bulan ±

Table 2 Jangka waktu kerusakan komponen

Perbedaan jangka waktu kerusakan komponen pada transfer carriage antara wet end dan dry end di PT.Sumatera makmur lestari dapat disebabkan oleh sejumlah faktor lingkungan dan operasional yang berbeda antara kedua area tersebut. Berikut adalah beberapa perbedaan yang mungkin mempengaruhi jangka waktu kerusakan komponen:

Wet End:

1. Kelembapan Tinggi Di wet end, kelembapan yang tinggi dapat menyebabkan lebih cepatnya korosi dan oksidasi pada komponen, yang pada akhirnya dapat mengurangi umur pakai komponen.
2. Kontaminasi Paparan terhadap lumpur, partikel partikel kotoran, dan bahan kimia dari proses pembersihan atau pengolahan TBS dapat mempercepat kerusakan komponen.
3. Getaran dan Guncangan Proses pemindahan dan pemrosesan TBS di wet end mungkin melibatkan getaran dan guncangan, yang dapat menyebabkan keausan dan kerusakan lebih cepat pada komponen.
4. Paparan Cairan Kondisi basah di wet end berpotensi membuat komponen terpapar air atau cairan kimia, yang bisa merusak komponen elektronik atau mengurangi kinerja mekanis.

Dry End:

1. Kontaminasi Lebih Rendah Dry end mungkin memiliki tingkat kontaminasi yang lebih rendah dibandingkan wet end, yang dapat membantu memperlambat korosi dan abrasi pada komponen.

2. Suhu Lebih Stabil Dry end cenderung memiliki suhu yang lebih stabil dan tidak terpapar kelembapan tinggi, yang dapat mengurangi risiko oksidasi dan perubahan fisik pada komponen.
3. Paparan Cairan Lebih Sedikit Dry end memiliki risiko paparan cairan yang lebih rendah dibandingkan wet end, yang dapat membantu menjaga kinerja komponen.

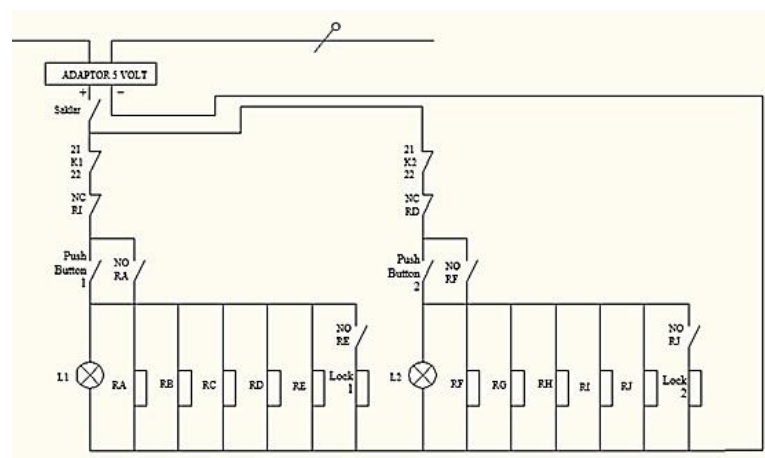
Maka pada kerusakan wet end dan dry end dapat di simpulkan area kering (dry end) lebih mendominasi dari pada daerah wet end yang di mana area ini cukup kering dan dapat mengalami pemakaian komponen yang lumayan lama untuk proses produksi yang sedang beroperasi. sedangkan area lembab yang dimana dapat mengalami kerusakan lebih cepat jika terpapar kondisi ekstrem atau tidak sesuai perawatan.

4.2 Sistim kontrol rangkaian modul plc dan implementasi

Perangkat sistem kendali dibagi dalam beberapa bagian rangkaian kontrol, antara lain:

1. Rangkaian kontrol *transfer carriage* lintasan maju

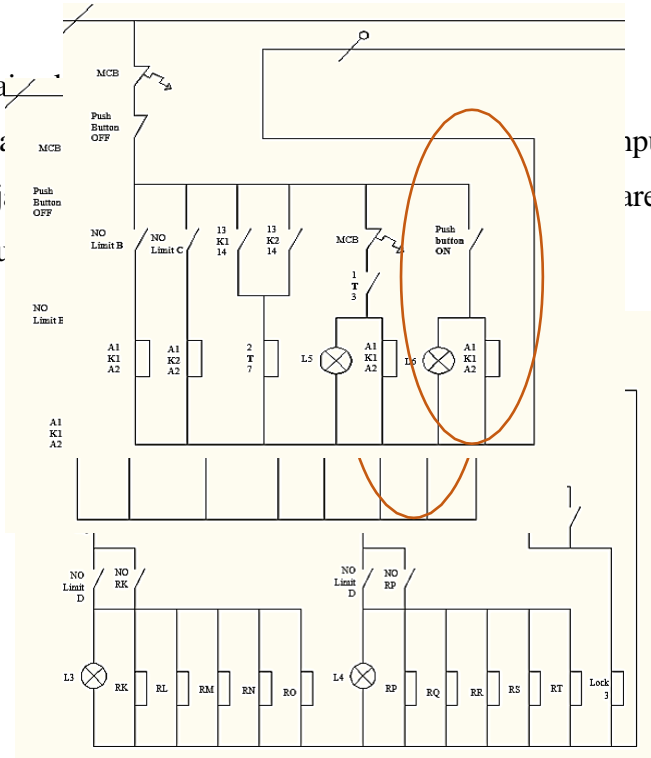
Rangkaian kontrol *transfer carriage* lintasan maju berfungsi untuk mengendalikan rangkaian daya pada *transfer carriage* agar dapat berjalan ke depan dan dihentikan oleh sebuah sensor *limit switch* yang sudah terpasang tepat di depan *rail track* yang menjadi tujuan.



Gambar 2. 18 Rangkaian kontrol transfer carriage lintasan maju

2. Rangkaian kontrol transfer carriage lintasan balik mempunyai fungsi yang

tidak mempunyai fungsi yang arena rangkaian ini



Gambar 2. 19 Rangkaian kontrol transfer carriage lintasan balik

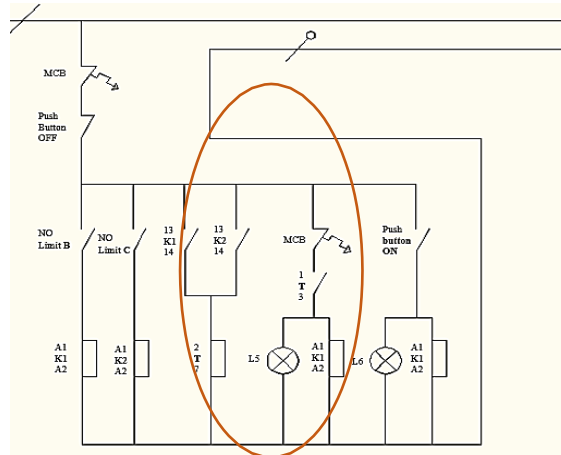
3. Rangkaian kontrol lori lintasan maju

Rangkaian kontrol lori lintasan maju berfungsi untuk mengontrol rangkaian daya proses pemasukan pada lori dengan rangkaian *directonline* (DOL).

Gambar 2. 20 Rangkaian kontrol lori lintasan maju

4. Rangkaian kontrol lori lintasan mundur

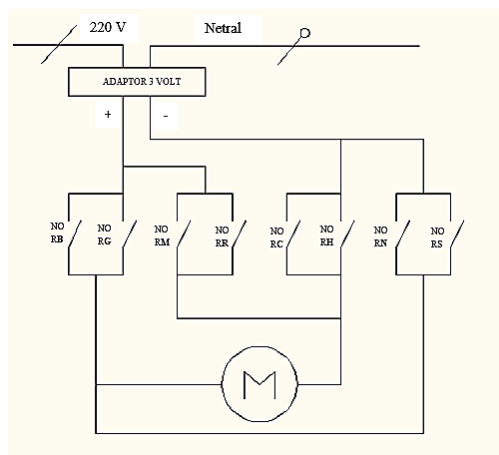
Rangkaian kontrol lori lintasan mundur berbeda dengan lintasan maju karena pada rangkaian kontrol ini sudah dibuat sedemikian rupa agar proses pengeluaran lori dapat beroperasi secara otomatis.



Gambar 2. 21 Rangkaian kontrol lori lintasan mundur

5. Rangkaian daya *transfer carriage*

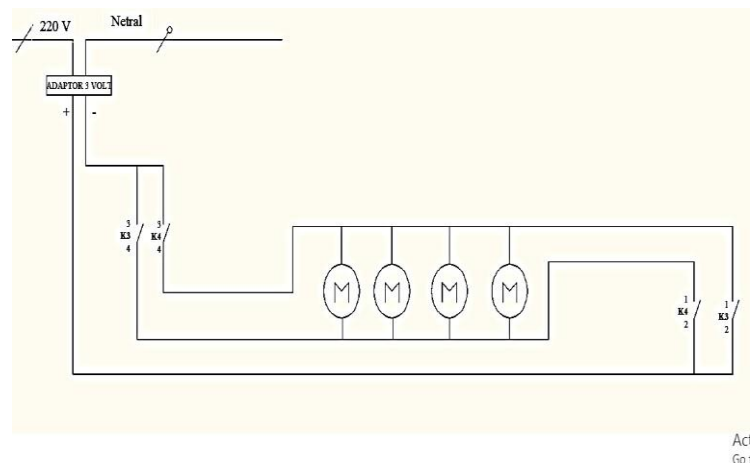
Rangkaian daya *transfer carriage* merupakan rangkaian yang langsung dilewati oleh arus motor DC. Rangkaian ini diaktifkan oleh rangkaian kontrol *transfer carriage*.



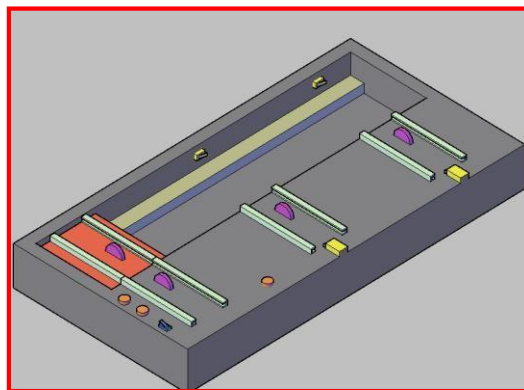
Gambar 2. 22 Rangkaian daya transfer carriage

6. Rangkaian daya lori

Rangkaian daya lori ini merupakan rangkaian yang dibuat untuk daya dari motor DC lori-lori.



Gambar 2. 23 Rangkaian daya lori



Gambar 2. 24 Simulator Transfer carriage

Adapun langkah pengujian selanjutnya berdasarkan cara kerja dan sistem kontrol yang diterapkan.

Otomatisasi transfer carriage merupakan sebuah langkah dalam memecahkan masalah yang ada dilapangan dan memunculkan inovasi baru pada sistem otomatis pada transfer carriage. Selain itu transfer carriage ini dibuat dengan menggunakan beberapa supply tegangan, yaitu:

1. Tegangan 220 volt Tegangan 220 volt ini digunakan untuk menyuplai tegangan ke kontaktor 1, 2, 3 dan 4.
2. Tegangan 5 volt Tegangan 5 volt ini digunakan untuk menyuplai tegangan ke relai-relai sebagai komponen utamanya.

3. Tegangan 3 volt Tegangan 3 volt ini digunakan untuk menyuplai tegangan ke motor-motor direct current (DC).

transfer carriage ini menampilkan 3 rail track, yaitu: rail track loading ramp, rail track sterilizer 1 dan rail track sterilizer 2. Transfer carriage ini dilengkapi lampu-lampu sebagai indikatornya. Dalam rangkaian transfer carriage ini, relai-relai berfungsi sebagai penggerak kontak-kontak otomatisnya. Selain itu, terdapat kontaktor sebagai komponen tambahan sebagai pengendali dari rangkaian daya pada pemasukan dan pengeluaran lori dari transfer carriage. Pada setiap rail track transfer carriage ini dilengkapi beberapa limit switch yang dipasang tepat berada di depan rail track loading ramp, sterilizer 1 dan sterilizer 2. Limit switch ini digunakan sebagai sensor pemberhentian transfer carriage, sensor ini akan bekerja apabila transfer carriage telah menyentuh switch dari limit switch. Sedangkan limit switch yang lain dipasang tepat di rail track sterilizer 1 dan sterilizer 2.

4.2.1 Meningkatkan keandalan dalam proses transfer carriage

sistem kontrol rangkaian modul PLC (Programmable Logic Controller) memiliki potensi besar untuk meminimalkan human error dan meningkatkan keandalan dalam proses transfer, terutama dalam konteks transfer carriage di pabrik kelapa sawit. Adapun beberapa cara dimana PLC dapat memberikan manfaat yaitu:

- **Automatisasi dan Konsistensi:** PLC memungkinkan otomatisasi berbagai tindakan dan pergerakan dalam proses transfer. Ini menghilangkan faktor manusia yang dapat menyebabkan kesalahan karena kelelahan atau kekurangan perhatian. Automatisasi yang konsisten juga mengurangi variasi dalam operasi, yang dapat meminimalkan kesalahan yang mungkin terjadi.
- **Presisi dan Akurasi:** PLC dapat diprogram untuk melakukan pergerakan dan tindakan dengan tingkat presisi dan akurasi yang tinggi. Ini mengurangi risiko kesalahan yang mungkin timbul dari operasi manual yang kurang tepat.
- **Logika Pengendalian yang Kompleks:** PLC dapat mengimplementasikan logika pengendalian yang kompleks, termasuk urutan pergerakan, pemantauan kondisi, dan tindakan berdasarkan situasi tertentu. Hal ini

membantu mencegah kesalahan manusia dan menjaga operasi dalam kondisi yang aman.

- Emergency Stop dan Safety Features: PLC dapat diintegrasikan dengan tombol emergency stop dan fitur keselamatan lainnya. Jika terjadi situasi berbahaya atau keadaan darurat, operator dapat dengan cepat menghentikan operasi, mengurangi risiko cedera atau kerusakan lebih lanjut.
- Pemeliharaan Rutin yang Terjadwal: PLC dapat diatur untuk melakukan tindakan pemeliharaan rutin secara terjadwal, termasuk pembersihan atau pengecekan komponen. Ini membantu menjaga kinerja sistem dan menghindari potensi masalah.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Implementasi pengaruh terjadinya kerusakan komponen pada transfer carriage di wet end dan dry end mengungkapkan bahwa lingkungan yang berbeda memainkan peran penting dalam jenis kerusakan yang mungkin terjadi. Kelembapan dan kontaminasi di wet end dapat menyebabkan korosi, oksidasi, dan gangguan elektronik. Di sisi lain, dry end cenderung lebih stabil dengan risiko kerusakan yang lebih rendah. Pemeliharaan preventif, pemilihan material yang tepat, dan dukungan sistem keselamatan yang baik merupakan faktor kunci dalam meningkatkan keandalan dan memperpanjang umur komponen transfer carriage di kedua area tersebut.
2. Sistem kontrol rangkaian modul PLC memiliki potensi besar untuk meminimalkan human error dan meningkatkan keandalan dalam proses transfer carriage. Dengan otomatisasi yang tepat, presisi pergerakan, logika pengendalian yang kompleks, dan fitur keselamatan terintegrasi, PLC dapat mengurangi keterlibatan manusia, menghindari kesalahan akibat kelelahan atau kurang perhatian, serta meningkatkan efisiensi dan akurasi operasional secara keseluruhan. Meskipun memerlukan pemrograman dan pemeliharaan yang

tepat, penerapan PLC membantu menjaga operasi yang lebih terstruktur, terkontrol, dan efisien dalam transfer carriage.

5.2 Saran

Mengingat keterbatasan yang ada pada penelitian, perlu direkomendasikan beberapa saran, yaitu:

- 1) diperlukan efisiensi operasional transfer carriage di PT. Sumatera Makmur Lestari dapat ditingkatkan secara signifikan.
- 2) perlu melibatkan kombinasi pelatihan, panduan, teknologi sensor, dan perhatian terhadap detail. Agar dapat mengurangi risiko human error dalam operasi transfer carriage di PT. Sumatera makmur lestari

DAFTAR PUSTAKA

- Zulhendri Kamus, E. Y. (2017, oktober). PEMBUATAN ALAT UKUR KECEPATAN PUTAR GEAR MENGGUNAKAN SENSOR PROXIMITY INDUKTIF DAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO. *Pillar of Physics*, X.
- Ahmad Masari, M. S. (2020, November 2). USULAN PERBAIKAN SISTEM KESELAMATAN KERJA KARYAWAN BAGIAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE JOB SAFETY ANALYSIS (JSA). *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 3, 28-36. Diambil kembali dari https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=USULAN+PERBAIKAN+SISTEM+KESELAMATAN+KERJA+KARYAWAN+BAGIAN+PRODUKSI+DENGAN++MENGGUNAKAN+METODE+JOB+SAFETY+ANALYSIS+%28JSA%29+%28Studi+Kasus+%3A+PT.+XYZ%29&btnG=
- Ahmad Zayadi, E. B. (2018, Juni 1). Perancangan Alat Pengangkat Sistem Hidrolik Tipe H Pada Tempat Pencucian Mobil Dengan Kapasitas Maximum 2.5 Ton. *Jurnal Ilmiah GIGA*, 21.
- AKHMAD MUZAENUL ULUM. (2022, Februari 1). RANCANG BANGUN ALAT PENDORONG KOTAK MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) CP1E-E20SDR-A. *Jurnal Teknik Mesin*, XII.
- Akhmad Zidni Hudaya, A. M. (2022, Maret 1). RANCANG BANGUN MESIN ROTARY VALVE PENGUMPAN BIJI JAGUNG PADA PNEUMATIC CONVEYING. *CRANKSHAFT*, V.
- Aryanto, K. H. (2016, September). PENERAPAN SISTEM STOP SIGN PADA PERTIGAAN JALAN BERBASIS SENSOR PHOTOELECTRIC STUDI KASUS PADA PT.CHEVRON PACIFIC INDONESIA. *JURNAL FASILKOM*, X.
- asia. (2018, 10 10). *Analisis Kegagalan pada Shaft Gearbox Mesin Palletizer di PT. Holcim Tbk. Tuban.* surabaya.

- Didik Aribowo, D. N. (2021). SISTEM PERANCANGAN CONVEYOR MENGGUNAKAN SENSOR PROXIMITY PR18-8DN PADA WOOD SANDING MACHINE. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi(I)*, 61-81. doi:<https://doi.org/10.47668/edusaintek.v8i1.146>
- Ervini Meladiyani, B. A. (2018, Juni 1). Perancangan Alat Pengangkat Sistem Hidrolik Tipe H Pada Tempat Pencucian Mobil Dengan Kapasitas Maximum 2.5 Ton. *Jurnal Ilmiah GIGA*, 21, 33-43. Diambil kembali dari https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Perancangan+Alat+Pengangkat+Sistem+Hidrolik++Tipe+H+Pada+Tempat+Pencucian+Mobil+Dengan++Kapasitas+Maximum+2.5+Ton&btnG=
- I Gusti Putu Asto Buditjahjanto, E. P. (2021). Rancang Bangun Trainer Dan Modul Variasi Input PLC Berbasis Arduino Menggunakan PLC Omron CP1E E30DR-A. *Jurnal Teknik Elektro*, 10, 413-423.
- I Putu Sudiartama, I. I. (2021, oktober). EFEKTIVITAS MARKA KOTAK KUNING (YELLOW BOX JUNCTION) DI KOTA DENPASAR (STUDI KASUS : SIMPANG BERSINYAL AHMAD YANI UTARA). *JUTEKS*, VI.
- Irianto Irianto, T. E. (2020, November 15). Perancangan boost converter menggunakan kontrol proporsional integral (PI) sebagai suplai tegangan input inverter satu fasa untuk sistem uninterruptible power supply. *TEKNIKA: JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI*, XVI.
- M. R. (2014, juni). MINIMASI WASTE DAN USULAN PENINGKATAN EFISIENSI PROSES PRODUKSI MCB (MINI CIRCUIT BREAKER) DENGAN PENDEKATAN SISTEM LEAN MANUFACTURING (DI PT SCHNEIDER ELECTRIC INDONESIA). *Jurnal PASTI*, VIII, 44-70.
- Miftahul Fauzi, A. (2018, April 1). Rancang Bangun Sistem Kendali Otomatis pada Simulator. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, X, 8-19. Diambil kembali dari https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Rancang+Bangun+Sistem+Kendali+Otomatis+pada+Simulator++Transfer+Carriage+Palm+Oil+Mill+Berbasis+Time+Delay+Relay&btnG=
- Minarni, W. M. (2017). Karakterisasi Sensor Laser Thru Beam Berbasis Laser untuk Deteksi Keberadaan TBS Kelapa Sawit. 32. Diambil kembali dari

https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Karakterisasi+Sensor+Laser+Thru+Beam+Berbasis+Laser++untuk+Deteksi+Keberadaan+TBS+Kelapa+Sawit&btnG=

Mohammad Noor Rohman, I. (2019, Desember 1). Analisa Penggunaan Sensor Proximity LJC 18 A3-B-Z/Bx Sebagai Salah Satu Sensor Prototype Cucimobil Otomatis. *Indonesian Journal of Technology, Informatics and Science, I*.

Sembada, R. S. (2020, 06 17). Perancangan Sistem Keamanan Menggunakan Solenoid Door Lock Berbasis Arduino Uno pada Pintu Laboratorium di PT. XYZ. *Jurnal E-Komtek, 4*, 65. Diambil kembali dari <https://www.jurnal.politeknik-kebumen.ac.id/E-KOMTEK/article/view/217/113>

SRI MULYATI, S. (2019, Januari – Juni). ATS (AUTOMATIC TRANSFER SWITCH) BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER CPM1A AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) BASED ON PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER CPM1A . *Jurnal Teknik: Universitas Muhammadiyah Tangerang, 8*, 84-89. Diambil kembali dari https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=ATS+%28AUTOMATIC+TRANSFER+SWITCH%29++BERBASIS+PROGRAMMABLE+LOGIC+CONTROLLER+CPM1A++AUTOMATIC+TRANSFER+SWITCH+%28ATS%29+BASED+ON++PROGRAMMABLE+LOGIC+CONTROLLER+CPM1A&btnG=

Yuhendri, D. (2018, Oktober 3). Penggunaan PLC Sebagai Pengontrol Peralatan Building Otomatis. *Journal of Electrical Technology, 3*, 121.

Yulfita Farni, A. H. (2012, Januari – Juni 1). PEMUPUKAN KELAPA SAWIT BERDASARKAN POTENSI PRODUKSI UNTUK MENINGKATKAN HASIL TANDAN BUAH SEGAR (TBS) PADA LAHAN MARGINAL KUMPEH . *14*, 29-36 . Diambil kembali dari https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=PEMUPUKAN+KELAPA+SAWIT+BERDASARKAN+POTENSI+PRODUKSI++UNTUK+MENINGKATKAN+HASIL+TANDAN+BUAH+SEGAR+%28TBS%29++PADA+LAHAN+MARGINAL+KUMPEH+&btnG=

