KAJIAN ANALISA MENGGUNAKAN METODE *FINITE ELEMENT ANALYSIS* ALAT PENDETEKSI *COMPOUND* PUTUS MENGGUNAKAN SOLIDWORK

Muhammad Asrori Syakir[1)]
Program Studi Teknik Mesin - Politeknik Gajah Tunggal
muhammadasrori612@gmail.com

Muhammad Ibnu Rusydi[2)]
Teknik Mesin-Politeknik Gajah Tunggal
ibnu@poltek-gt.ac.id

Keywords :

Tubeless

Scrap

Modification

Abstract :

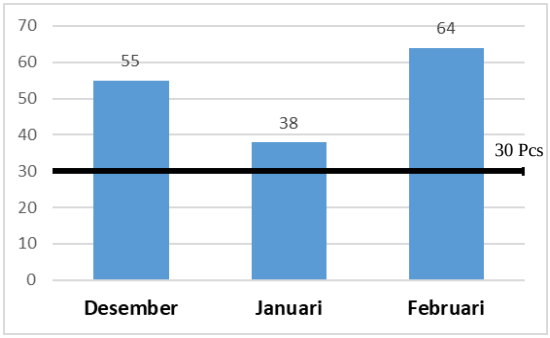
The tubeless process is a production activity in the materials department that is carried out to combine (assembly) the squeegee and inner liner, tubeless has 2 types, namely partial and regular. Bald tubeless scrap is a defect in the form of a hole (usually long) in the inner liner area due to a lack of compound bank material in the squeegee and tubeless parts. Production data for December 2022-February 2023 shows that there are 157 pieces of bald tubeless scrap. The method used in this research is a modification method, with the aim of solving existing problems by modifying the compound feeding system and adding a broken compound detector and minimal compound. The results of this research are the modification of the electric compound feeding system and the addition of minimal compound detectors and compound breaks. These results resulted in a decrease in bald tubeless scrap in April-June 2023 with a total of 103 Pcs, and also a decrease in bald tubeless scrap on the MC-1 machine with an average of 19 Pcs per month.

PENDAHULUAN

1. LATAR BELAKANG

PT. AYA merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi ban bias, ban PCR (*Passager Car Radial*), ban TBR (*Truck Bus Radial*), ban motor (*Motocycle Tire*) dan *Tube*. Plant D&K merupakan plant yang memproduksi ban PCR (*Passager Car Radial*). Tubeless adalah material yang digunakan sebagai komponen ban yang berfungsi menjaga tekanan udara dalam ban agar tidak keluar atau berkurang, dengan kata lain material ini berfungsi sebagai pengganti ban dalam pada kontruksi ban radial. Proses Tubeless adalah kegiatan produksi pada bagian Departemen material yang dilakukan untuk menggabungkan (assembly) squeegee dan inner liner, tubeless memiliki 2 jenis yaitu partial dan reguler. Pada jenis partial yaitu squeegee dan inner liner ditumpuk, tetapi squeegee memiliki dua bagian yang posisinya disamping kanan dan kiri inner liner. Sedangkan jenis reguler yaitu squeegee dan inner liner ditumpuk dan memiliki ukuran yang sama antara squeegee dan inner liner.

Scrap adalah kondisi adalah kondisi dimana material yang dibuat oleh sebuah produksi tidak memenuhi kriteria yang telah ditetapkan sehingga tidak bisa dipakai untuk proses selanjutnya. Pada proses tubeless terdapat jenis scrap yaitu tubeless botak. Berikut merupakan grafik scrap pada bulan Desember 2022-Februari 2023 pada proses tubeless pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik *Scrap Tubless* Bulan Desember 2022-Februari 2023

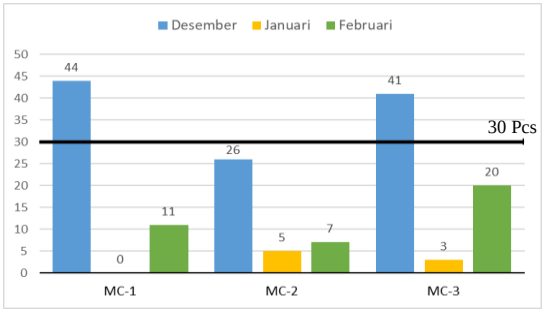
Berdasarkan data pada grafik pada Gambar 1, diperoleh jumlah scrap tubeless dengan jumlah 156 Pcs. Jumlah scrap tubeless botak yang ditemukan sudah berupa green tire. Dapat dilihat bahwa scrap tubeless botak yang ditemukan sudah melewati target scrap per-bulan yaitu 30 pcs/bulan. Berikut merupakan gambar scrap tubeless botak pada Gambar 2.

Gambar 2. *Scrap Tubeless* Botak

Scrap tubeless botak adalah cacat berupa lubang (biasanya berbentuk panjang) pada area *inner liner* karena material *compound* bank yang kurang pada bagian *squeegee* dan *tubeless.* Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan terdapat data mengenai mesin penghasil *scrap tubeless* botak terbanyak pada bulan Desember 2022-Februari 2023 yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Table 1. Data *Scrap* pada Mesin *Tubeless*

No	Mesin	Des	Jan	Feb	Total
1.	MC-1	44	26	41	111 Pcs
2.	MC-2	0	5	3	8 Pcs
3.	MC-3	11	7	20	38 Pcs
	Total	**55**	**38**	**64**	**157 Pcs**



Gambar 3. Diagram Batang Mesin Penghasil *Scrap Tubeless* Botak

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan pada bagian material produksi *tubeless*, didapatkan data mengenai mesin yang memproduksi material *tubeless* dengan penghasil *scrap* terbanyak pada bulan Desember 2022-Februari 2023 terdapat pada mesin MC-1 dengan jumlah total sebanyak 112 Pcs.

2. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Sistem *feeding compound* MC-1 masih manual.
2. Belum adanya alat pendeteksi *compound* minim pada mesin MC-1.
3. Belum adanya alat pendeteksi *compound* putus pada mesin MC-1.

3. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dilakukannya penelitian adalah sebagai berikut:

1. Memodifikasi sistem elektrik *feeding compound*, serta penambahan alat pendeteksi *compound* minim dan *compound* putus.
2. *Design* dan kekuatan material alat pendeteksi *compound* minim dan *compound* putus.
3. Kajian analisa menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) alat pendeteksi *compound* minim dan *compound* putus.

4. BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak membahas ketahan alat (*lifetime).*
2. Asumsi material *compound* tidak ada kendala.
3. Penelitian ini tidak membahas *cycle time*.

5. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan ilmu dan pengetahuan mahasiswa
2. Mengurangi *scrap green tire* akibat *scrap tubeless botak.*
3. Meningkatkan produktivitas bagi perusahaan.

TINJAUAN PUSTAKA

1. STUDI PUSTAKA

Tabel 1. Kajian Sebelumnya

NO	Penulis, Tahun	Judul	Hasil Kajian
1	Wisaksono, et al., 2022	Modul Sistem Produksi Pada Proses Fabrikasi, Penyimpanan, Dan Pengangkutan Menggunakan PLC.	penggunaan *Buzzer* dan *Rotary Lamp* sebagai alarm *output* dari sensor *Proximity*.
2	Jatmiko, et al., 2022	Perancangan Kontrol Deteksi Dini Keregangan Belt Elevator Sebagai Safety Overflow Material Serbuk Biji	Hasil kajian perancangan ini berupa penggunaan sensor Jarak IFM sebagai input penggerak conveyor

		Berbasis Programmable Logic Controller	otomatis.
3	Pujono, et al., 2020	Rancang Bangun Mekanisme Pergerakan Conveyor Pada Mesin Sortir Sampah Kaleng dan Botol Plastik	Hasil kajian perancangan ini berupa penggunakan sensor *proximity* sebagai input penggerak *conveyor* otomatis.
4	Setiawandi, 2019	Analisa Kekuatan Rangka Mesin Penghancu r Limbah Kayu Kapasitas 15 Kg/Jam.	Mengetahui alur proses melakukan metode elemen hingga (FEA) yaitu berupa pengumpulan data, menentukan hal apa saja yang akan dianalisis dan melakukan pembebanan sesuai data yang ada.
5	Agil, 2022	Rancang Bangun Dan Perencanaan Sistem Transmisi Pada Mesin Penyortir Kentang Berdasarkan Ukuran Menggunakan Sistem Roller Conveyor. *Stor age*	Hasil kajian perancangan ini berupa prinsip kerja penambahan *roll* pada conveyor yang mempermuda h penyortiran material.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Modifikasi

Modifikasi yaitu mengembangkan dan mengubah sistem atau alat dari segi fisik material (peralatan atau perlengkapan) maupun dalam segi cara dan tujuan (metode, aturan, penilaian) untuk menemukan suatu hasil yang baru. (Bangun, 2018).

2.2. *Solidworks*

Sensor merupakan piranti *input* yang berfungsi untuk mengubah besaran fisik menjadi besaran listrik (Adella, 2020). Sensor mengubah besaran tersebut dengan prinsip kerja analog, contohnya adalah sensor *proximity*, sensor jarak, dan lainnya.

2.3. Baja Karbon AISI 1045

Baja Karbon AISI 1045 merupakan jenis baja karbon yang tergolong dalan baja campuran karbon sedang, baja ini banyak digunakan untuk bahan utaman pembuatan *sparepart* mesin atau elemen mesin, contohnya: *roll*, poros, roda gigi, batang torak dan rantai. Untuk penggunaan termasuk kedalam baja konstruksi, unsur kandungan dari baja karbon AISI 1045 standar ASTM A827-85 adalah (Randi, 2019):

2.4. Kekuatan Material

Kekuatan Material merupakan kemampuan suatu benda atau material untuk menahan benda maximum tanpa menyebabkan material itu patah. Berdasarkan pada jenis beban yang bekerja, Kekuatan meterial dibagi dalam beberapa macam, yaitu kekuatan tarik, kekuatan tekan, kekuatan geser, kekuatan torsi dan kekuatan lengkung. (Hidayat, 2019)

2.5. Tegangan

Sifat elastis yang dimiliki oleh setiap material, oleh karena itu ketika suatu gaya eksternal diberikan kepada suatu benda maka gaya internal akan melawan gaya eksternal tersebut dan menahan gaya eksternal (menahan terjadinya deformasi). Gaya internal ini didefinisikan sebagai gaya persatuan luas disebut sebagai tegangan. Secara matematis tegangan dapat didefinisikan sebagai gaya persatuan luas yang dapat dihitug dengan rumus. (Khurmi, 2005)

$\sigma = p/A$ .....(1)

Dimana

σ = Nilai Tegangan (N/m2)
P = Nilai beban (N)
A = Luas penampang awal benda (m2)

2.6. *Finite Element Analisis*

Finite Elemnt Analysis adalah metode simulasi computer untuk menghitung atau memprediksi reaksi suatu benda Ketika mendapat gaya atau beban. Metode ini digunakan untuk menganalisis produk dan sistem untuk memprediksi performa dan menentukan Tindakan pencegahan untuk masalah yang berpotensi akan terjadi sebelum produk tersebut dibangun. (Wirawan,2021)

a. Static structural analysis

Static Structural Analysis adalah model analisis struktur part untuk mengetahui batas kemampuan part dengan material tertentu dan menahan beban yang dikenakan kepadanya secara statis baik tekan, tarik ataupun beban puntir. (Wiralwaln, 2021)

b. Stress

Stress merupakan indikator yang mengukur kegagalan material dengan menganalisis resultan 3 tegangan utama atau biasa disebut Principal Stress, kegagalan diprediksi jika nilai tegangan stress lebih besar dari tegangan luluh material (sv > sy). (Wiralwaln, 2021)

c. Factor of safety

FS atau nama lain dari faktor keselamatan adalah landasan perancangan teknik untuk mengantisipasi kecelakaan yang terjadi akibat kegagalan kontruksi atau kerja mesin. Tujuan dari sistem FS adalah membatasi nilai yang masuk ke sistem sehingga sistem tidak berlebihan muatan dan mengakibatkan kegagalan sistem. Seperti yang dijelaskan oleh Istiqlaliyah, et al (2021) bahwasannya nilai batas terendah/nilai izin dari perhitungan FS tidak boleh melebihi batas tertinggi. (Istiqlaliyah, 2021)

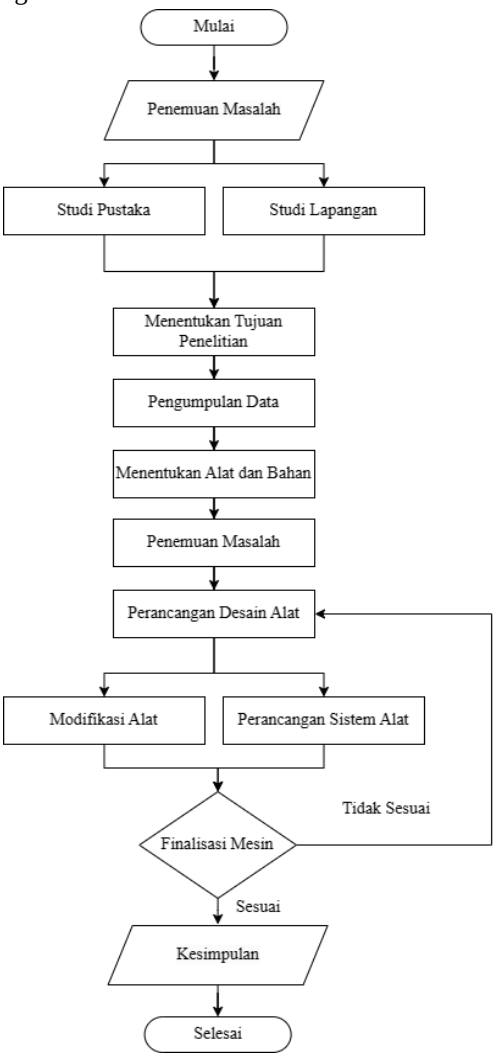
d. Displacement

Displacement merupakan sebuah perpindahan posisi atau deformasi dari sebuah material yang terjadi diakibatkan beban yang diterima oleh suatu material. (Isworo, 2018)

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Alur Penelitian

Alur penelitian modifikasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Alur Penelitian

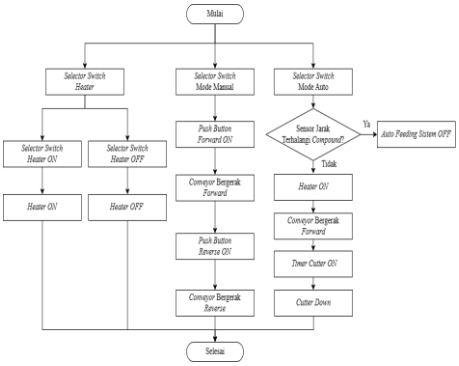
2.2. Alat dan Bahan

Tabel 2. Alat dan Bahan

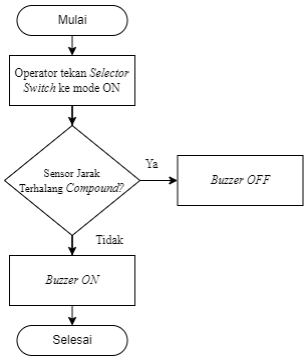
Alat dan Bahan	Jumlah
Sensor Jarak IFM O1D100	1
Sensor *Proximity*	1
Selector Switch	3
Push Button	2
Rotary Warning Lamp	1
Buzzer	2
Kontaktor	3
TOR	1
Relay	2
Timer	2
MCB 3 Fasa	1
MCB 16A dan MCB 4A	1
Panel Box	1
Emergency Push Button	1
Kabel Kabel NYAF 2,5 mm	Secukupnya
Kabel NYM 4 x 1,5 mm	Secukupnya

2.3. Modifikasi Alat

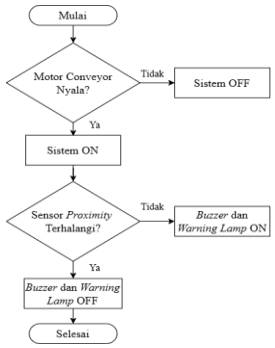
Berikut merupakan cara kerja sistem pada modifikasi sistem *feeding compound*, alat pendeteksi *compound* minim dan *compound* putus pada mesin open mill MC-1 pada Gambar dibawah ini.



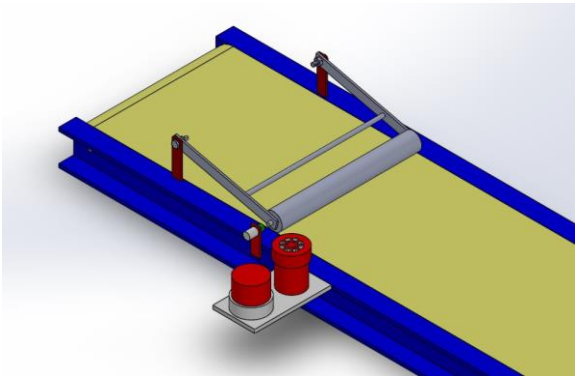
Gambar 5. Sistem *Modifikasi Feeding Compound*



Gambar 6. Sistem Alat Pendeteksi *Compound* Minim



Gambar 7. Sistem Alat Pendeteksi *Compound* Putus



Gambar 8. Desain Pendeteksi Compound Putus

2.4. Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Departemen *Tubeless* PT. AYA dalam kurun waktu 6 bulan mulai dari 9 Januari 2023 hingga 23 Juni 2023.

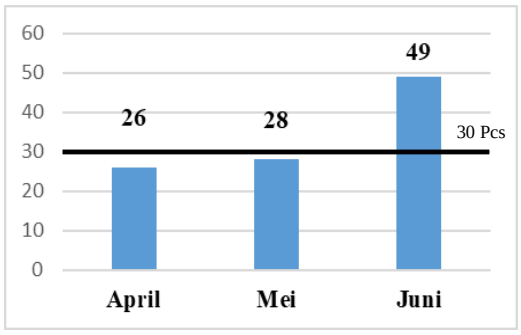
Tabel 3. Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan ke-					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Proposal						
2	Penemuan Masalah						
3	Studi Pustaka						
4	Studi Lapangan						
5	Menentukan Tujuan Penelitian						
6	Pengumpulan Data						
7	Menentukan Alat dan Bahan						
8	Desain Alat						
9	Perancangan Alat						
10	Pengujian Alat						
11	Kesimpulan dan Saran						
12	Penyusunan Laporan						

3. HASIL PEMBAHASAN DAN KAJIAN

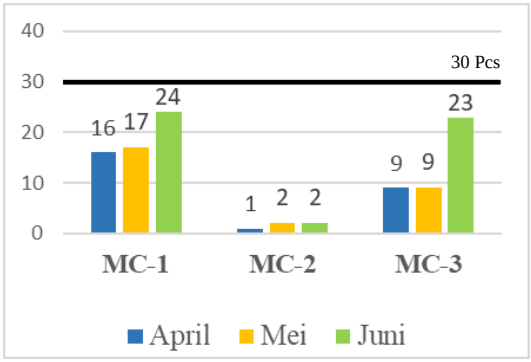
3.1. Analisa Produktivitas

Setelah dilakukan pembaruan panel pengendali dan sistem kontrol *automasi feeding compound* serta penambahan alat pendeteksi *compound* putus dan minim, waktu *feeding compound* yang dilakukan oleh operator sedikit lebih cepat dari sebelum pembaruan dan modifikasi. Hal itu membuat operator terbantu dan dapat mengurangi *scrap tubeless* botak. Berikut merupakan data *scrap tubeless* botak setelah modifikasi pada Gambar 18.



Gambar 9. Data *Scrap Tubeless* Botak Bulan April-Juni 2023

Dapat dilihat pada Gambar 18 merupakan data *scarp tubeless* botak bulan April-Juni 2023 mengalami penurunan dibandingkan dengan bulan Desember 2022-Februari 2023. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 19.

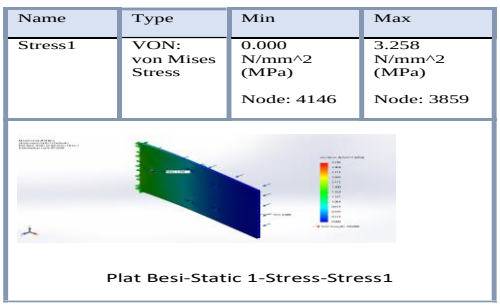


Gambar 10. Data *Scrap* Mesin Bulan April-Juni 2023

4.2. Simulasi *Solidwork*

4.2.2. *Stress* Simulasi

Untuk mengetahui stress atau tegangan yang terjadi penulis menggunakan fitur simulasi yang ada pada software solidwork dimana penulis meng-input desain gambar dan material serta pembebanan yang digunakan lalu disimulasikan objek tersebut dan diperoleh hasil pada Gambar 31.



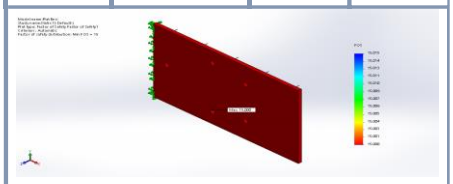
Gambar 11. Hasil *Stress* Simulasi

Dari simulasi didapatkan s*tress* maksimum yang terjadi sebesar 3.258 N/mm2 (Mpa) dan *stress*

minimum sebesar 0 N/mm2 (Mpa). Maka beban yang bekerja lebih kecil dari ketahanan beban yang ada. Dan menunjukan keamanan dari rangka dan plat dengan tidak adanya warna indikator merah sebagai puncak beban yang berlebihan. Dengan hasil simulasi tersebut maka alat dinilai aman.

4.2.3. *Factor of Safety*

Name	Type	Min	Max
Factor of Safety1	Automatic	15.000 Node: 1	15.000 Node: 1



Plat Besi-Static 1-Factor of Safety-Factor of Safety1

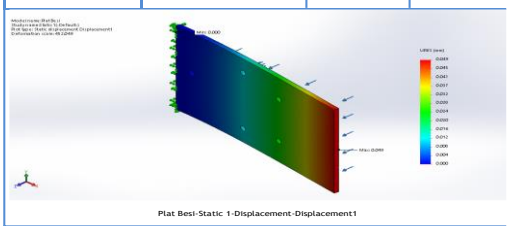
Gambar 12. Hasil *Factor of Safety*

Factor of safety adalah nilai tolak ukur untuk menentukan suatu struktur aman atau tidak untuk digunakan. Jika nilai *factor of safety* kurang dari 1 maka struktur atau desain yang telah dibuat dapat dikatakan tidak aman, namun sabaliknya jika nilai *factor of safety* lebih dari 1 maka struktur atau desain dikatakan aman. Dari simulasi yang telah dilakukan didapat nilai minimum sebesar 15 dan untuk nilai maksimum sebesar 15, maka kekuatan brecket tersebut aman.

4.2.4. *DIplacment*

Untuk mengetahui displacement yang terjadi menggunakan fitur simulasi yang ada di software solidworks dimana desain yang tekah dibuat di-input beserta jenis material dan pembebanan yang diberikan, lalu disimulasikan. Material yang digunakan ASTM A36 deng pembebanan 0,95 kg/f. Berdasarkan simulasi nyang dilakukan maka didapatkan hasil seperti Gambar 14.

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0.000 mm Node: 1	0.049 mm Node: 169

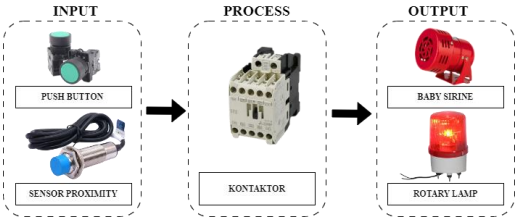


Plat Besi-Static 1-Displacement-Displacement1

Gambar 13. Hasil *Simulasi Diplacment*

4.3. Pembuatan Alat Pendeteksi *Compoumd* Putus

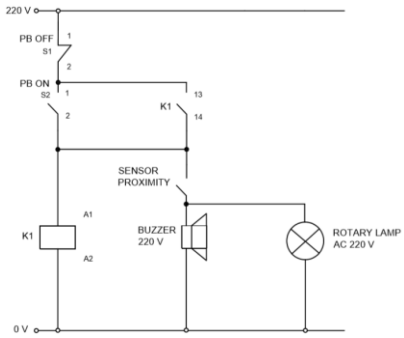
4.3.1. Perancangan Sistem Kontrol



Gambar 14. Diagram Blok Sistem Kontrol

Prinsip kerja pada alat ini yaitu ketika *roll* yang berada pada *conveyor* terangkat atau dilewati oleh *compound*, maka sensor *proximity* tidak akan bekerja karena tidak mengenai objek (*roll)* tersebut, maka sistem pendeteksi *compound* putus akan tidak bekerja. Namun, jika *roll* tidak terangkat atau tidak dilewati *compound*, maka sensor *proximity* akan bekerja karena mengenai objek (*roll)*, dan sistem pendeteksi *compound* putus akan bekerja dengan mengeluarkan *output* bunyi dari *baby sirine* dan indicator lampu dari *rotary lamp.*

4.3.2. *Wiring* Diagram Alat



Gambar 15. *Wiring* Kontrol Alat

Berikut merupakan hasil aktual dari alat pendeteksi *compound* minim yang terpasang pada mesin MC-1 pada Gambar 17.

Gambar 16. Hasil Aktual Alat

4.4. Hasil dan Pengujian

4.4.1. Pengujian Panel *Feeding Compound*

Tabel 5. Pengujian Panel *Feeding Compound*

No.	Pengujian	Keterangan	Hasil Percobaan				
			Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5
1	*Push Button Forward*	*Conveyor* akan bergerak *Forward* untuk *supply compound*	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
2	*Push Button Reverse*	*Conveyor* akan bergerak *Reverse* untuk *supply compound*	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
3	*Selector Switch Heater*	*Heater* dapat diatur dalam kondisi *On/Off*	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
4.	*Selector Switch Man/Auto*	Sistem *feeding compound* dapat dikendalikan dalam mode Manual/Auto	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
5.	*Selector Switch Alarm*	Alarm dapat diatur dalam kondisi *On/Off*	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
6.	*Emergency Push Button*	Sistem *feeding compound* akan mati dan tidak bisa dioperasikan	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
7.	*Timer*	Waktu dapat di-*setting* dan *conveyor* bergerak sesuai waktu yang di-*setting*	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai

4.4.2. Pengujian Alat Pendeteksi *Compound* Putus

Tabel 6. Pengujian Alat Pendeteksi *Compound* Putus

No.	Pengujian	Keterangan	Hasil Percobaan				
			Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5
1	*Selector Switch Alarm*	Alarm dapat diatur dalam kondisi *On/Off*	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
2	*Push Button OFF*	*Conveyor* tidak bergerak dan Sistem tidak berjalan	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
3	*Sensor Proximity*	Ketika terkena objek/ (*compound*) = *ON*, Ketika tidak terkena objek/ (*compound*) = *OFF*	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
4.	*Buzzer*	Aktif saat sensor *Proximity* bekerja, Tidak Aktif saat sensor *Proximity* tidak bekerja	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai
5.	*Rotary Lamp*	Aktif saat sensor *Proximity* bekerja, Tidak Aktif saat sensor *Proximity* tidak bekerja	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai

4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini adalah modifikasi sistem elektrik *feeding compound* serta penambahan alat pendeteksi *compound* minim dan *compound* putus dapat di Tarik pada kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil tersebut berdampak terhadap menurunnya *scrap tubeless* botak pada bulan April-Juni 2023 dengan jumlah 103 Pcs, dan juga menurunnya scrap *tubeless botak* pada mesin MC-1 dengan rata-rata per bulan sebanyak 19 Pcs.
2. Kajian kekuatan material dan *Finite Element* dari alat pendeteksi *compound* putus dari hasil kajian dengan berat beban 0.95 kg hasilnnya kuat dan aman, beban maksimum dari alat pendeteksi compound putus yaitu 76 kg

DAFTAR PUSTAKA

Adella, A. F., Putra, M. F. P., Taufiqurrahman, F., & Kaswar, A. B. (2020). Sistem Pintu Cerdas Menggunakan Sensor Ultrasonic Asrul, A., Sahidin, S., & Alam, S. (2021). Mesin Cuci Tangan Otomatis Menggunakan Sensor Proximity Dan Dfplayer Mini Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Mosfet*, *1*(1), 1-7.

Bangun, M. W. A. (2018). Pemanfaatan Hasil Modifikasi Pembelajaran Pendidikan Jasmani Di Slb-Ypac Cabang Medan. Journal Physical Education, Health And Recreation, 2(2), 97-106.

Chaerunnisa, I. (2018). Aplikasi Plc Pada Alat Pengisian Air Minum Otomatis.

Hafizh, I. (2022). Automatic Sorting Berbasis Scanner Dan Plc Omron Cp1e-N30-Dt-D Untuk Media Pembelajaran (Rancangan Bangun Sistem Elektrik).

Laksono, P. B. (2021). A Study Of The Influence Of 650 Nm Laser Interference On Visible Laser Light Communication

Pujono, P., Setiawan, A., & Prabowo, D. (2020). Rancang Bangun Mekanisme Pergerakan Conveyor Pada Mesin Sortir Sampah Kaleng Dan Botol Plastik. Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora, 6(2, Oktober), 1-13.

Putra, J. A., & Misbah, M. N. (2022). Studi Pengaruh Ukuran Bracket Pondasi Mesin terhadap Tegangan dengan Menggunakan Finite Element Method. Jurnal Teknik ITS, 11(1), G1-G6

Wisaksono, A., Kusumastuti, S., Irvani, M. T., & Linanda, R. (2022). Modul Sistem Produksi Pada Proses Fabrikasi, Penyimpanan, Dan Pengangkutan Menggunakan Plc. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa Dan Sosial*, *18*(2), 119-129