

**RANCANG BANGUN ALAT PENGADUK CEMENT MARKING
PADA SECTION EXTRUDER DI PLANT C
MENGUNAKAN PENDEKATAN ERGONOMI**

Iqbal Rizky Kurniawan¹⁾
Teknik Elektronika Politeknik Gajah Tunggal
iqbalrizkyk@gmail.com

Muhammad Kahlil Firdausi²⁾
Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
kahlil@poltek-gt.ac.id

ABSTRAK

PT XYZ adalah perusahaan manufaktur ban yang berfokus pada peningkatan kualitas produk. Di Plant C, yang memproduksi *Automobile Tube* dan *Bladder*, proses *extruding* sering mengalami kendala pada tahap *marking line*. Pengadukan dan penyaringan *cement* dan *solvent* dilakukan secara manual, menyebabkan postur kerja tidak ergonomis dan berpotensi menyebabkan *rework* pada *green stick tube*. Dengan metode RULA, diidentifikasi risiko tinggi pada postur operator). Posisi badan membungkuk, jika dilakukan secara berulang tentu akan mengakibatkan *musculoskeletal disorder* apabila tidak dilakukan penanganan ataupun pencegahan. Untuk solusi, dirancang alat pengaduk cement marking menggunakan *Motor Pneumatic Rotary* yaitu *air grinder* yang di kontrol dengan sistem kontrol elektro pneumatik sehingga alat pengaduk akan bekerja secara otomatis mengaduk selama 15 menit dan mati secara otomatis selama 8 jam ketika *push button on* di tekan, hal tersebut akan terus berulang sampai *push button off* atau *emergency switch* di tekan. Jumlah total energi yang di habiskan oleh alat ini dalam satu hari yakni 1,54 Kwh..

Kata Kunci: *Energy Consumption, Electro-Pneumatic Control System, Motor Pneumatic Rotary, Air Grinder, Marking.*

ABSTRACT

PT XYZ is a tire manufacturing company focused on improving product quality. At Plant C, which produces Automobile Tubes and Bladders, the extruding process often encounters issues at the marking line stage. The manual mixing and filtering of cement and solvent result in non-ergonomic working postures and the potential for rework on green stick tubes. Using the RULA method, high-risk postures were identified for the operators, including frequent bending, which can lead to musculoskeletal disorders if not addressed or prevented. As a solution, a cement mixing tool was designed using a Pneumatic Rotary Motor (air grinder) controlled by an electro-pneumatic control system. This mixing tool operates automatically, mixing for 15 minutes and shutting off for 8 hours when the push button is pressed. This cycle continues until the push button is turned off or the emergency switch is pressed. The total energy consumption of this tool in one day is 1.54 kWh.

Key Words: Energy Consumption, Electro-Pneumatic Control System, Motor Pneumatic Rotary, Air Grinder, Marking.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT XYZ adalah salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di industri pembuatan ban, dengan fokus pada perbaikan terus-menerus untuk menjaga kualitas produknya. Perusahaan ini memproduksi berbagai jenis ban, diantaranya *Motorcycle Tire*, *Passenger Car Radial* (PCR), *Truck Bus Radial* (TBR), *Bias Tire*, dan *Automobile Tube*. Produk-produk tersebut diproduksi di berbagai plant pada PT XYZ, diantaranya *Plant A*, *BHI*, *C*, *D & K*, dan *R*.

Plant C merupakan *plant* yang memproduksi *Automobile Tube* dan *Bladder*. *Automobile Tube* adalah ban dalam untuk jenis *bias tire* maupun *radial tire* dengan *tipe tube*. Selain itu, *plant* ini juga memproduksi *bladder* yang digunakan dalam proses produksi dan dipasok ke semua *plant* yang ada di PT XYZ. Proses produksi di *Plant C* terbagi menjadi beberapa *section*, yaitu *Banbury Mixing*, *Extruding*, *Splicing*, *Curing*, *Bladder*, dan *Turn Up Bladder*.

Section Extruder merupakan *section* yang bertugas dalam pembentukan *compound* menjadi *green stick tube* dan *green stick bladder*. Pada *section* ini terdapat tiga *line* mesin *extruder* yang dioperasikan. Pembuatan *tube* dilakukan pada *line* satu, dua, dan tiga, sedangkan pembuatan *green stick bladder* hanya dilakukan pada *line* tiga. Material pembuat *green stick tube* berasal dari *compound* dengan material pendukung seperti *marking line*, *talca*, *branding*, dan plastik *PE sheet*. Sedangkan material pembentuk *green stick bladder* berasal dari *compound* dan tidak ada tambahan material.

Marking line merupakan garis yang terdapat di ban dalam yang berfungsi sebagai penanda *size green stick* dan *poka yoke* (anti salah) yang berarti apabila berat *green stick under/over spec* maka dengan otomatis garisnya tidak beraturan. *Marking line* pada ban dalam memiliki dua warna yaitu biru dan kuning. Komposisi yang terdapat dalam cairan *marking line* yaitu *cement* dan *solvent*. Sebelum dilakukan proses *marking* pada *green stick*, operator melakukan proses pengadukan dan penyaringan *cement* dengan *solvent*. Proses tersebut dilakukan secara manual menggunakan centong dan saringan. Operator melakukan penyaringan pada *cement* karena terjadi pengendapan dari salah satu material pembentuk *cement* yaitu *compound*. Jika tidak dilakukan penyaringan maka *nozzle* pada *marking line* tersumbat sehingga mengalami kegagalan yang menyebabkan *green stick* harus di *rework*.



Gambar 1. Proses pengadukan dan penyaringan *cement* dan *solvent*.

Gambar 1 merupakan posisi operator pada saat melakukan pengadukan dan penyaringan *cement* dan *solvent* yang masih manual dan tidak ergonomis (Lampiran 3 dengan hasil skor RULA sebesar 7). Posisi badan membungkuk, jika dilakukan secara berulang tentu akan mengakibatkan musculoskeletal disorder apabila tidak dilakukan penanganan ataupun pencegahan. Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner NBM (Nordic Body Map) pada Lampiran 1 dengan hasil skor di atas 20. Area yang mengalami keluhan seperti sakit di area leher atas, tengkuk, bahu kanan, bahu kiri, lengan atas kiri, punggung, lengan atas kanan, siku kiri, siku kanan, lengan bawah kiri, lengan bawah kanan, pergelangan tangan kiri, pergelangan tangan kanan, tangan kiri, tangan kanan. Berdasarkan keluhan yang dirasakan maka akan dilakukan penilaian risiko postur tubuh menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA).

Maka dari itu, penulis mengemukakan ide rancang bangun alat pengaduk *cement marking* agar proses pengadukan dan penyaringan *cement marking* tidak dilakukan secara manual. Dengan adanya alat ini, diharapkan dapat meningkatkan otomatisasi dalam proses pengadukan dan penyaringan *cement* dan *solvent* serta dapat mengurangi nilai RULA.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah merancang bangun sistem kontrol elektro pneumatik pada alat pengaduk *cement marking* untuk mempermudah proses pengadukan

C. Manfaat Penelitian

Berikut adalah beberapa manfaat dari penelitian yang dilakukan:

Penelitian ini mempermudah proses pengadukan *cement marking*, yang sebelumnya dilakukan secara manual dan menguras waktu serta tenaga. Kedua, penelitian ini berhasil menggantikan proses pengadukan manual dengan sistem otomatis menggunakan sistem elektro-pneumatik. Dengan penerapan sistem ini, tidak hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga mengurangi risiko kesalahan manusia dan memastikan konsistensi kualitas produk.

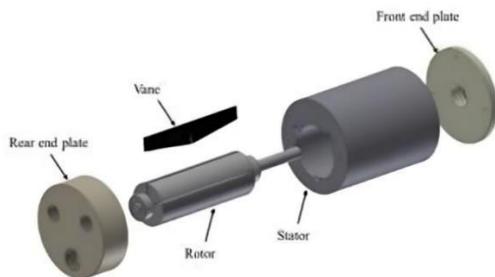
Rancang bangun adalah proses yang melibatkan dua tahap utama, perencanaan dan pelaksanaan. Tahap rancang mencakup pembuatan desain atau konsep awal dari sesuatu yang akan dibuat, sering kali menggunakan gambar atau model. Dalam tahap ini, ide-ide dikembangkan dan diuji untuk memastikan fungsionalitas dan keefektifan. Tahap bangun melibatkan realisasi fisik dari desain tersebut melalui fabrikasi, konstruksi, atau perakitan. Proses ini memastikan bahwa produk atau sistem yang dirancang sesuai dengan spesifikasi yang

telah ditentukan. Dengan demikian, rancang bangun adalah pendekatan menyeluruh untuk menciptakan produk atau sistem yang fungsional

dan efektif [1].

Sistem elektro-pneumatik adalah sistem yang menggunakan kombinasi komponen pneumatik dan listrik. Penggunaan ini didasarkan pada kebutuhan atau tujuan optimasi sistem. Perbedaannya dengan sistem pneumatik adalah pada sistem elektro-pneumatik bagian sinyal input, pemrosesan sinyal dan pengontrol sinyal menggunakan komponen elektronik atau komponen yang merupakan kombinasi antara udara bertekanan dan elektronik. Contohnya adalah katup dengan kontrol selenoid (*solenoid valve*). Penggunaan *relay* akan terlihat jelas pada sistem ini. Pada saat yang sama, sistem elektropneumatik ini dapat langsung dihubungkan dengan sistem yang sudah ada pada mesin atau alat yang akan dimodifikasi[2].

Motor pneumatik secara luas digunakan dalam pembuatan alat-alat pneumatik seperti alat impact, penggiling udara, bor, obeng, dan berbagai alat lainnya. Motor pneumatik ini berfungsi dengan mengubah udara terkompresi menjadi energi mekanik yang kemudian digunakan untuk impact tools, penggiling udara, bor, obeng, dan lain lain[3].



Gambar 2. Motor Pneumatic Rotary

Motor pneumatik *rotary* memiliki berbagai jenis akuator dengan karakteristik yang berbeda. Berikut jenis-jenis akutornya dapat dilihat pada Tabel 2[3].

Tabel 2. Jenis Akuator

Jenis Akuator	Karakteristik	
	Daya (kW)	Putaran (rpm)
<i>Radial Piston</i>	1,5 – 3	6000
<i>Axial Piston</i>	1 – 6	5000
<i>Gear Motor</i>	0,5 – 5	15000
<i>Vane Motor</i>	0,1 – 18	30000

Di antara berbagai jenis aktuator pneumatik yang tersedia, aktuator pneumatik *tipe*

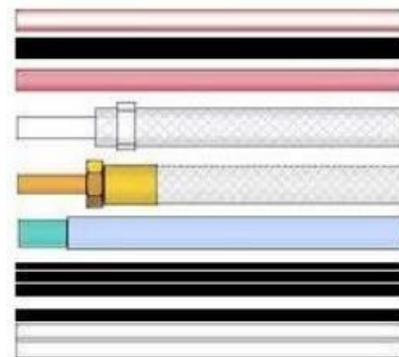
pneumatic vane rotary memiliki keunggulan performa yang lebih baik dibandingkan dengan aktuator jenis lain seperti radial piston, axial piston, dan gear motor. Keunggulan ini menjadikannya pilihan yang lebih

disukai dalam berbagai aplikasi industri yang memerlukan motor pneumatik[3].

Media penghantar energi dalam sistem pneumatik adalah selang. Berbeda dengan sistem kontrol elektrik yang menggunakan kabel sebagai media penghantar arus. Selang memiliki sifat elastis atau fleksibel yang memungkinkan selang mudah diatur atau ditempatkan sesuai dengan kebutuhan sistem[4].

Berikut adalah berbagai jenis selang pneumatik[3]:

1. Pipa yang dibuat dari bahan seperti tembaga, kuningan, baja, galvanis, atau stainless steel. Pipa ini dikenal juga sebagai konduktor kaku (*rigid*) dan cocok digunakan untuk instalasi permanen.
2. Selang fleksibel yang biasanya terbuat dari plastik atau karet, digunakan untuk instalasi pneumatik yang sering memerlukan pembongkaran dan pemasangan ulang.



Gambar 3. Jenis Jenis- Selang Pneumatik

Konektor adalah alat yang digunakan untuk menyambungkan atau menjepit konduktor (selang atau pipa) sehingga dapat terhubung dalam instalasi komponen pneumatik. Bentuk konektor dapat disesuaikan dengan jenis konduktor yang digunakan. Berbagai macam bentuk konektor dapat dilihat pada gambar berikut[3].



Gambar 4. Konektor

Solenoid valve merupakan salah satu elemen kontrol yang paling umum digunakan dalam bidang fluidics. Fungsi utama *solenoid valve* adalah untuk mengatur aliran fluida dengan cara mematikan, melepaskan, memberi dosis, mendistribusikan, atau mencampur fluida. Ada berbagai jenis *solenoid valve* yang tersedia, tergantung pada tipe dan penggunaannya. Secara umum, *solenoid valve* dapat

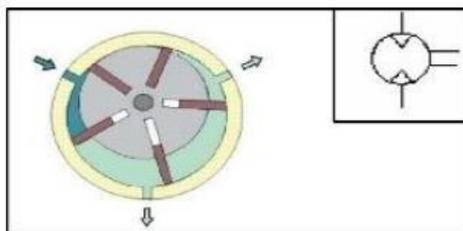
dibagi menjadi dua jenis, yaitu *solenoid valve single coil* dan *solenoid valve double coil*, meskipun keduanya memiliki prinsip kerja yang sama[5].

Solenoid valve memiliki banyak aplikasi yang luas karena kemampuannya dalam menawarkan pengalihan aliran yang cepat dan aman, tingkat keandalan yang tinggi, umur pakai yang cukup lama, kompatibilitas dengan berbagai media, konsumsi daya yang rendah, serta desain yang kompak. Berbagai varian *solenoid valve* telah dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan beragam dalam mesin dan sistem. Beberapa di antaranya sebagai berikut[5].

1. Penggunaan dalam menggerakkan tabung silinder.
2. Penggunaan dalam menggerakkan katup piston.
3. Penggunaan dalam menggerakkan katup blow zet.
4. Dan masih banyak lagi.

Prinsip kerja *solenoid valve* didasarkan pada konsep katup listrik yang menggunakan koil sebagai penggerakannya. Ketika koil menerima tegangan, koil tersebut menghasilkan medan magnet yang kemudian menggerakkan piston di dalamnya, mengontrol aliran fluida dari *supply (service unit)*[5].

Energi gerak putar mekanik yang dihasilkan oleh udara yang terkompresi merupakan aktuator gerak putar. Jadi, aktuator *rotary* merupakan alat yang menghasilkan gerak putar pada poros aktuator yang bersumber dari udara terkompresi[3].



Gambar 6. Aktuator Gerak Putar

Kemampuan Hantar Arus (KHA) adalah arus maksimum yang dapat dialirkan secara terus menerus oleh penghantar pada keadaan tertentu tanpa menyebabkan kenaikan suhu yang melebihi nilai tertentu (PUIL 2000, 10)[6]. Konduktivitas arus (KHA) dan luas penampang yang diperlukan tergantung pada beban yang dihubungkan. Perhitungan KHA berikut ini didasarkan pada aturan dalam PUIL 2000). KHA dapat di hitung

menggunakan persamaan berikut[6].

$$KHA = 125\% \times I \dots\dots\dots (23)$$

Keterangan:

KHA = Kuat Hantar Arus
I = Arus nominal

Relay merupakan salah satu jenis saklar yang dikendalikan oleh aliran arus listrik. Perangkat ini berisi kumparan tegangan rendah yang melilit inti. Di dalamnya terdapat jangkar yang terbuat dari besi, yang ditarik menuju inti ketika arus mengalir melalui kumparan. Jangkar ini dihubungkan dengan tuas yang dilengkapi pegas. Saat jangkar ditarik ke arah inti, kontak garis umum relai berubah posisi, berubah dari posisi biasanya tertutup ke posisi biasanya terbuka[7].



Gambar 5. Relay

Fungsi dari timer AC 220V ini adalah untuk mengontrol waktu perangkat yang dikontrolnya. Timer ini bertujuan untuk mengatur waktu hidup atau matinya kontaktor di mana kontaktor menghubungkan beban dari inverter dan beban dari PLN. Kumparan di dalam pengatur waktu akan bekerja selama ada daya. Setelah batas waktu yang diinginkan berlalu, pengatur waktu akan otomatis terkunci, kontak NO akan menjadi NC, dan kontak NC akan menjadi NO[8].



Gambar 7. Timer Delay Relay

MCB atau miniatur pemutus arus merupakan salah satu jenis alat pengaman kelistrikan yang dirancang untuk melindungi dan mengamankan komponen kelistrikan dari arus berlebih. MCB satu fasa hanya mempunyai satu kutub dan digunakan untuk melindungi satu fasa. Sebaliknya MCB tiga fasa memiliki tiga kutub dan satu tuas yang saling terhubung, dan jika ada kutub yang rusak maka kutub lainnya juga akan terputus secara otomatis. MCB berperan sebagai alat pengaman yang efektif untuk mencegah

kerusakan akibat arus lebih pada sistem kelistrikan. Untuk menentukan nilai arus MCB yang digunakan, perlu diketahui nilai arus yang terdapat pada sistem. Nilai arus terdapat pada sistem bisa diperoleh menggunakan persamaan berikut[9].

$$I = \frac{P}{V} \dots \dots \dots (24)$$

Keterangan:

I = Arus Nominal (A)

P = Daya Listrik (Watt=VA)

V = Teganganl (V)

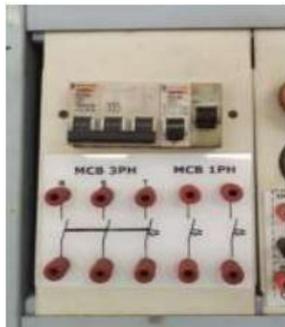
Dengan nilai arus nominal tersebut, nilai arus MCB dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Nilai arus MCB} = I \times 120\% \dots \dots \dots (25)$$

Keterangan:

I = Arus Nominal (A)

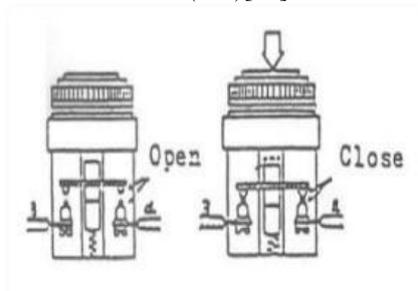
120% = *Factor Of Safety*



Gambar 8. MCB

Tombol tekan merupakan suatu perangkat sederhana yang mempunyai kemampuan untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik dengan sistem pelepasan tekan (*non-latching*). Dalam konteks sistem pembuka kunci, tombol tekan bertindak sebagai konektor atau pemutus arus yang mengalirkan listrik ketika tombol ditekan. Jika tombol tidak ditekan (dilepas), saklar kembali ke keadaan normal[10].

Sebagai perangkat penghubung atau pemutusan, sebuah tombol hanya mempunyai dua keadaan: hidup (1) dan mati (0). *Push button* juga dilengkapi dengan kontak normal terbuka (NC) dan kontak normal terbuka (NO)[10].



Gambar 9. *Push button*

Lampu pilot juga dikenal sebagai lampu indikator. *Pilot lamp* berguna untuk

mengetahui jalannya proses penyambungan yang terjadi. *Pilot lamp* digunakan sebagai indikator dalam rangkaian suatu alat atau mesin[11].



Gambar 10. *Pilot Lamp*

Energi listrik adalah energi yang berkaitan dengan perhitungan arus elektron yang dinyatakan dalam satuan *Watt-Jam* atau *KiloWatt-Jam*. Transfer energi listrik terjadi dalam bentuk aliran elektron melalui jenis konduktor tertentu. Energi listrik dapat disimpan sebagai energi medan elektostatik melalui medan listrik yang dihasilkan oleh pengumpulan muatan elektron pada pelat-pelat kapasitor. Total energi medan listrik ditambah energi medan elektromagnetik, sama dengan energi yang terkait dengan medan magnet yang timbul karena aliran elektron melalui kumparan induksi (Lambey et al., 2021). Untuk menghitung Total Konsumsi Energi menggunakan persamaan berikut[12].

$$\text{Total konsumsi energi} = \text{Daya (W)} \times \text{Waktu pakai (Jam)} \times \frac{\text{hari}}{100}$$

Kabel listrik berfungsi sebagai saluran transmisi energi listrik. Komponen utama kabel listrik meliputi isolator dan konduktor. Isolator merupakan bahan pelindung yang menutupi kabel dan umumnya terbuat dari karet atau plastik, sedangkan konduktor terbuat dari serat tembaga atau tembaga murni. Kemampuan suatu konduktor untuk menghantarkan arus diukur dalam ampere. Kapasitas arus ini dipengaruhi oleh luas penampang kabel. Berdasarkan konstruksinya, konduktor diklasifikasikan sebagai[13]:

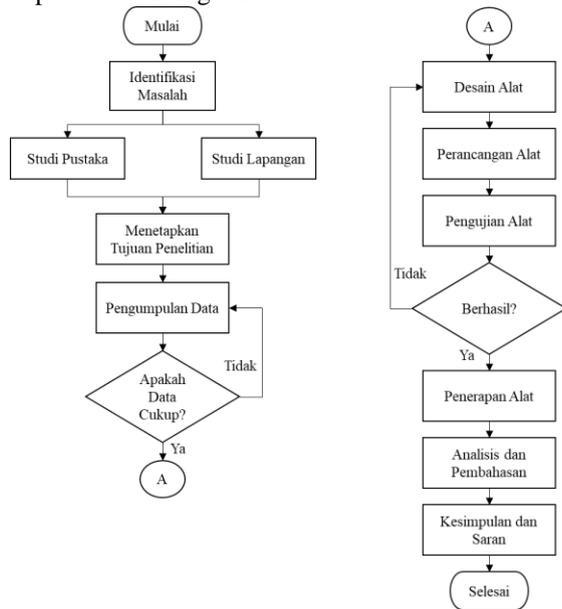
1. Konduktor padat; yaitu konduktor yang berupa kawat padat berukuran hingga 10 mm². Tidak dibuat lebih besar lagi dengan maksud agar lebih mudah digulung dan dipasang.
2. Penghantar pilin (*stranded*); yaitu penghantar yang terdiri dari beberapa urat kawat yang dipilin dengan ukuran 1 mm²-500 mm².
3. Penghantar serabut (*fleksibel*); banyak digunakan untuk tempat-tempat yang sulit dan sempit, alat-alat portabel, alat ukur listrik dan pada kendaraan bermotor. Ukuran kabel ini antara 0,5 mm² - 400 mm².
4. Penghantar persegi (*busbar*); penampang penghantar ini berbentuk

persegi panjang yang biasanya digunakan pada PHB (Papan Hubung Bagi) sebagai rel pembagi atau rel penghubung. Penghantar ini tidak berisolasi.

II. METODE PENELITIAN

A. Alur Penelitian

Alur penelitian berisikan tahapan dalam penelitian ini dilakukan. Adapun alur penelitian dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 11. Alur Penelitian.

B. Identifikasi Masalah

Pada tahap awal penelitian dilakukan identifikasi masalah pada keseluruhan proses produksi yang terletak di *Plant C* PT XYZ. Pada salah satu *section*, terdapat permasalahan yang memerlukan tindakan lanjut dan perbaikan. Permasalahan tersebut terdapat di *section extruder*, sebelum proses *marking* terdapat proses tambahan yaitu pengadukan dan penyaringan *cement* dengan *solvent*. Proses ini masih dilakukan secara manual oleh operator dengan menggunakan centong dan saringan setiap pergantian *shift* sehingga terjadi pengendapan *compound* yang menyebabkan *cement marking* tidak dapat langsung digunakan.

C. Studi Pustaka dan Literatur

Studi pustaka merupakan langkah awal dalam penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan teori yang dapat mendukung data yang dikumpulkan dan memberikan referensi yang lebih terarah pada penelitian. Sumber informasi dan teori yang digunakan berasal dari referensi yang dapat dipercaya, seperti buku, artikel, jurnal, tugas akhir, dan skripsi.

Sementara itu, studi lapangan merupakan tahap penelitian yang melibatkan observasi dan wawancara langsung pada objek penelitian untuk mengumpulkan data primer. Dalam konteks ini, observasi dilakukan di *section extruder* untuk mendapatkan informasi aktual secara langsung. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan perencanaan rancangan alat dengan mempertimbangkan kondisi lokasi dan kebutuhan operator.

Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang kondisi dan kebutuhan di lapangan, sehingga hasil penelitian menjadi lebih relevan dan aplikatif.

D. Menetapkan Tujuan Penelitian

Setelah mengidentifikasi masalah, langkah selanjutnya yaitu menetapkan tujuan penelitian. Pada tahap ini ditetapkan tujuan terkait dengan permasalahan yang terdapat di *section extruder*. Tujuan ini difokuskan pada perancangan produk yang berupa alat pengaduk *cement marking* yang sesuai dengan postur tubuh pekerjaannya serta untuk memangkas *cycle time*. Alat pengaduk *cement marking* ini menggunakan *air grinder* sebagai penggerak untuk pengaduknya.

E. Desain Alat

Pada tahap ini dilakukan desain rancang bangun alat pengaduk *cement marking* dan desain sistem kontrol *air grinder* yang mengatur putaran pengadukan. Pada Gambar 8 merupakan desain alat pengaduk *cement marking* yang dibuat menggunakan *software solidwork*.



Gambar 12. Desain rancang bangun alat pengaduk *cement marking*.

F. Pengujian Alat

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem *air grinder*. Apakah sesuai yang diinginkan atau masih terdapat *error*. Adapun pengujian terhadap desain kerangka alat yang dibuat, sudah sesuai dengan spesifikasi yang dirancang atau tidak sesuai. Apabila masih terjadi ketidaksesuaian dengan

standar dan spesifikasi yang dibutuhkan akan dilakukan kembali ketahap perancangan.

G. Penerapan Alat

Pada tahap ini alat yang telah dibuat sesuai dengan standar dan spesifikasi yang dibutuhkan akan dilakukan penerapan alat di *section extruder*. Diharapkan alat pengaduk *cement marking* dengan menggunakan *air grinder* dapat menggantikan proses pengadukan yang dilakukan secara manual.

H. Kesimpulan dan Saran

Bagian terakhir dari penelitian berisi kesimpulan yang menjawab tujuan akhir dari penelitian yang dilakukan peneliti. Kemudian, pada bagian saran berisi tentang hal-hal yang bisa ditambahkan untuk penelitian selanjutnya.

I. Alat dan Bahan

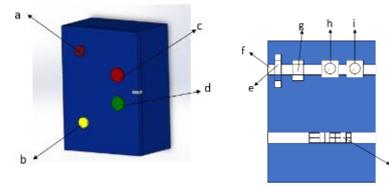
Tabel 1. Alat dan bahan yang dipilih

No.	Alat / Bahan	Jumlah
1	Air Die Grinder FUJI FG 26H-20 6 FE 24.000 RPM	2 buah
2	Kotak panel 250 × 350 × 150 mm	1 buah
3	Omron H3CR-A8 timer	2 buah
4	MCB 4A	1 buah
5	Emergency switch	1 buah
6	Terminal blok 15 slot	1 buah
7	Solenoid valve 5/2	1 buah
8	Selang pneumatik PVC 8 mm	4 meter
9	Push button	2 buah
10	T-valve pneumatik	1 buah
11	Kabel NYAF	1 meter
12	Relay NO NC	1 buah
13	Rel dudukan komponen 20 mm	2 buah
14	Pilot Lamp	1 buah

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tata Letak Kotak Panel

Komponen-komponen elektrik yang digunakan pada penelitian ini disusun pada sebuah kotak panel dengan ukuran 300 × 200 × 100 mm. Tata letak antar komponen harus memperhatikan jarak untuk menghindari arus hubung singkat pada rangkaian. Tata letak komponen elektrik dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 13. Profil panel

Keterangan gambar:

- Emergency Switch
- Pilot lamp
- Push button OFF
- Push button ON
- MCB
- Rel dudukan komponen
- Relay
- Timer 1
- Timer 2
- Terminal hub
- Perhitungan Nilai Arus MCB

Mengukur arus yang diperlukan untuk Miniature Circuit Breaker (MCB) adalah tahapan esensial karena MCB yang dipilih harus cocok dengan kebutuhan arus sistem. Untuk menetapkan kebutuhan arus MCB, kita perlu memahami konsumsi arus dari setiap perangkat dalam sistem. Satu perangkat yang menjadi fokus dalam analisis ini adalah *solenoid valve* tunggal. Informasi arus yang dibutuhkan oleh *Solenoid valve* tersedia dalam tabel, sejalan dengan spesifikasi seri *solenoid valve* Fontal AS2306-02-220.

Tabel 2. Spesifikasi *solenoid valve*

Parameter	Nilai
Rated voltage	AC 220 V
Apparent power (P)	37 VA

Sumber listrik (V) yang digunakan adalah 220 Volt, berdasarkan Tabel 28 maka nilai arus dapat dihitung dengan persamaan :

$$P = V \times I$$

$$37 \text{ VA} = 220 \text{ V} \times I$$

$$I = 0,168 \text{ A}$$

Nilai arus MCB dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\text{Nilai Arus MCB} = I \times 120\%$$

$$\text{Nilai Arus MCB} = 0,168 \text{ A} \times 120\%$$

$$\text{Nilai Arus MCB} = 0,2 \text{ A}$$

Nilai arus MCB yang paling mendekati 0,2 A adalah 2 A. Menyesuaikan dengan ketersediaan

komponen di Section Extruder digunakan MCB dengan nilai arus 4 A.

B. Perhitungan KHA

Perhitungan MCB digunakan untuk menentukan barapa Rating dari MCB yang akan digunakan untuk mengamankan Arus Beban lebih pada dan hubung singkat arus.

Diketahui:

1,25 % = Ketentuan dalam

penentuan kabel KHA nya dalam puil 2.000

$I_{nominal} = 2,1 A$

$KHA = 1,25 \times I_{nominal}$

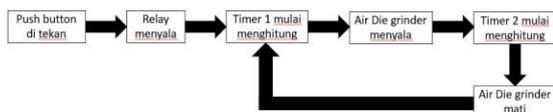
$0,168 A \times 2,1 = 0,3528 A$

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan rumus persamaan (30) diketahui bahwa KHA yang digunakan untuk menghantarkan arus dengan luas penampang : 0,5 mm NYAF. Menyesuaikan dengan ketersediaan komponen di Section Extruder digunakan luas penampang 0,2 mm².

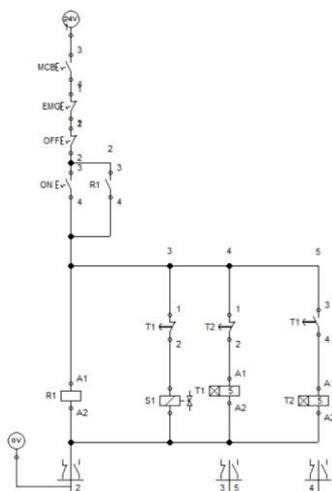
C. Perancangan Sistem Kontrol Elektro Pneumatik

Sistem kontrol pada alat pengaduk cement marking menggunakan elektro pneumatik yang terdiri dari beberapa komponen, yaitu : push button, relay, dua timer, solenoid valve, dan air die grinder.

Simulasi sistem kontrol dibuat dengan menggunakan software fluidsim. Diagram alir sistem kontrol dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 14. Diagram alir cara kerja sistem



Gambar 2. Wiring diagram

Sumber elektrik yang digunakan adalah 220 V AC dan sinyal input yang digunakan adalah push button. Keterangan dari gambar komponen yang digunakan pada sistem elektro pneumatik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Keterangan gambar komponen

No.	Gambar	Keterangan
1		MCB
2		Relay
3		Normally open push button
4		Normally close push button
5		Timer
6		Coil

Tabel 4. Uji verifikasi komponen elektro

No.	Komponen	Fungsi	Hasil
1	MCB	MCB dapat memutuskan dan mengalirkan arus listrik	Sesuai
2	Emergency switch	Emergency switch dapat memutus rangkaian dan mengunci sistem	Sesuai
3	Push button ON	Push button ON ditekan dapat mengalirkan arus listrik menuju relay	Sesuai
4	Push button OFF	Push button OFF ditekan dapat memutus arus listrik	Sesuai
5	Relay	a. Relay dapat berfungsi sebagai self holding push button ON b. Relay dapat berfungsi sebagai penghubung aliran listrik c. Relay dapat berfungsi sebagai pemutus aliran listrik	Sesuai Sesuai Sesuai
6	Timer	a. Timer 1 bekerja selama 15 menit, Air Die Grinder bekerja b. Timer 2 bekerja selama 8 jam, Air Grinder mati c. Timer looping	Sesuai Sesuai Sesuai
7	Solenoid Valve	a. Coil S1 akan men-trigger solenoid valve untuk mengalirkan angin untuk menggerakkan pengaduk b. Setelah 15 menit, spring solenoid valve bekerja dan Air Die Grinder mati	Sesuai Sesuai
8	Air Die Grinder	a. Coil S1 on, Air Die Grinder bekerja b. Setelah 15 menit, Air Die Grinder mati	Sesuai Sesuai

D. Menghitung Energi yang Dihabiskan Pada Air Die Grinder

Pada tahap ini dilakukan analisis dan perhitungan terhadap konsumsi daya pada motor pneumatik yang digunakan yaitu Air die grinder yang digunakan sebagai penggerak pada Alat Pengaduk *Cement marking*. Air die grinder menggunakan angin sebagai sumber energi. Diketahui spesifik yang terdapat pada air die grinder FUJI FG 26H-20 6 FE terdapat daya yang sudah dikonversi menjadi satuan daya listrik (W) yakni 314 W. Maka untuk mengetahui berapa besarnya konsumsi energi yang dibutuhkan dapat dihitung menggunakan persamaan :

Total konsumsi energi =

$$\text{Daya (Watt)} \times \text{Waktu pakai (Jam)} \times \frac{\text{hari}}{1000}$$

Total konsumsi energi =

$$315 \text{ Watt} \times 0,75 \text{ Jam} \times \frac{1 \text{ hari}}{1000}$$

Total konsumsi energi = 0,23625 Kwh

Dikarenakan menggunakan dua buah air grinder maka:

$$0,23625 \text{ Kwh} \times 2 = 0,4725 \text{ Kwh}$$

Dari hasil diatas maka dapat diketahui bahwa dalam satu hari total energi yang dihabiskan oleh *air die grinder* adalah 0,4725 Kwh.

Maka jumlah total energi yang di habiskan oleh alat pengaduk *cement marking* dalam sehari.

Total konsumsi energi = Total Konsumsi Energi Satu Rangkaian + Total Konsumsi *Air Die*

Grinder

Total konsumsi energi = 1,06 Kwh + 0,48 Kwh

Total konsumsi energi = 1,54 Kwh

Dari hasil diatas maka dapat diketahui bahwa dalam satu hari total energi yang dihabiskan oleh alat pengaduk *cement marking* adalah **1,54 Kwh**.

E. Uji Verifikasi

Pengujian pada sistem elektro pneumatik dilakukan meliputi sistem kerja komponen dan fungsi komponen yang digunakan. Tabel 7 menunjukkan hasil uji verifikasi komponen elektro pneumatik yang digunakan.:

Tabel 5. Frekuensi uji verifikasi

No.	Komponen	Percobaan										persentase
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	MCB	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
2	<i>Emergency switch</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
3	<i>Push button ON</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
4	<i>Push button OFF</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
5	<i>Relay</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
6	<i>Timer</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
7	<i>Solenoid valve</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
8	Air Grinder	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%

IV. KESIMPULAN

Alat pengaduk *cement marking* dirancang dengan menggunakan motor pneumatic yaitu air die grinder yang dikontrol oleh sinyal elektrik agar menyala secara otomatis sesuai kebutuhan. Ketika *push button ON* ditekan alat pengaduk akan bekerja secara otomatis selama 15 disetiap awal pergantian *shift* dan akan mati selama 8 jam (waktu kerja satu *shift*), siklus tersebut akan terus berulang sampai *push button off* atau *emergency switch* ditekan. Tentunya push button ON ditekan pada sat pergntian shift supaya alat pengaduk dapat menyala dan mati secara otomatis sesuai dengan waktu yang di nginkan. Terdapat 3 buah tombol sebagai kontrol utama pada alat pengaduk *cement marking*, yaitu *push button ON*, *push button OFF*, dan *emergency switch*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Widiyasa And U. Teknologi Yogyakarta Jl Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta, "Rancang Bangun Mesin Pencampur Cat Otomatis Menggunakan Plc Dan Hmi."
- [2] G. Pramudita And T. Prasetyo, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Elektro Pneumatik Pada Rubber Pusher Mesin Rc.00.04 Mixing Center," *Jurnal Instrumentasi Dan Teknologi Informatika (Jiti)*, Vol. 5, No. 1, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.poltek-gt.ac.id/index.php/jiti/Programstudid3teknikelektronikapoliteknikgajahtungal>
- [3] Taufiqi, "Analisis Sistem Pneumatik Sebagai," 2020.
- [4] D. Zafiaanisa And A. Finawan, "Rancang Bangun Alat Pengepres Serbuk Kayu Menjadi Briket Menggunakan Sistem Kontrol Elektro Pneumatik," *Jurnal Tektro*, Vol. 2, No. 2, 2018.
- [5] Hifni Muchammad, A. N. Ahsan, And Romadon M. Fatwa Gumilang, "Rancang Bangun Pembatas Penggunaan Air Dilingkungan Perumahan Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Jurnal*

- Elektrosista*, Vol. 11, No. 1, 2023.
- [6] A. Syofian And H. A. Novendri, "Evaluasi Sistem Kelistrikan Pada Gedung Bertingkat Plaza Andalas Padang," *Jurnal Teknik Elektro Itp*, Vol. 6, No. 1, 2017, Doi: 10.21063/Jte.2017.3133606.
- [7] D. A. O. Turang, "Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile," *Seminar Nasional Informatika 2015 (Semnasif 2015)*, 2015.
- [8] E. Susanto, "Automatic Transfer Switch (Suatu Tinjauan)," 2013.
- [9] Dr. Ir. D. L. B. Taruno, "Instalasi Listrik Tenaga," 2016.
- [10] H. Jurnal And A. Nurtado, "Jurnal Manajemen Dan Teknik Informatika Simulasi Bel Sekolah Otomatis Berbasis Arduino Uno," *Jumantaka*, Vol. 03, P. 1, 2019.
- [11] P. Yosua, D. Budhi Santoso, A. Stefanie, U. H. Singaperbangsa Karawang Jl Ronggo Waluyo, And T. Jambe Timur, "Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan Rancang Bangun Automatic Washing And Drying System Untuk Mesin Pencuci Cylinder Block Motor," 2023, Doi: 10.5281/Zenodo.5167080.
- [12] D. S. Lambey, N. Amin, Y. S. Pirade, And R. Santoso, "Analisis Konsumsi Energi Listrik Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Kantor Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Kabupaten Tojo Una-Una," *Foristek*, Vol. 11, No. 2, Dec. 2021, Doi: 10.54757/Fs.V11i2.112.
- [13] J. Teknik And E. Itp, "Evaluasi Sistem Kelistrikan Pada Gedung Bertingkat Plaza Andalas Padang," Vol. 6, No. 1, 2009, Doi: 10.21063/Jte.2017.3133606