

# Perancangan Sistem Kontrol Alat Pemisah Semen Reject Otomatis

Putri Julianti Bachtiar<sup>1</sup>, Paul Michael Siahaan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal

<sup>1</sup>putrijulianti@student.poltek-gt.ac.id, <sup>2</sup>paul@poltek-gt.ac.id

## ABSTRAK

Semen *reject* adalah semen yang beratnya di bawah dan di atas baku mutu yang ditentukan. Perancangan mesin pemisah semen *reject* berfungsi untuk mengurangi jumlah semen *reject*. Sistem kontrol adalah proses pengontrolan satu besaran atau lebih yang berada pada nilai tertentu. Sistem kontrol pemisah semen *reject* terdiri dari beberapa komponen yaitu : sensor *photocell*, sensor *loadcell*, PLC, *relay*, *pneumatic*, kontaktor, motor dan *roller*, dan *counter*. Pneumatik pada mesin ini digunakan untuk menggerakkan *conveyor* saat terjadi Semen *reject*. Sensor *photocell* digunakan untuk menghitung dan mendeteksi keberadaan semen kantong. Motor AC/DC digunakan untuk menggerakkan *conveyor*.

Kata Kunci : *Control System*, *Loadcell*, *PLC*

## I. PENDAHULUAN

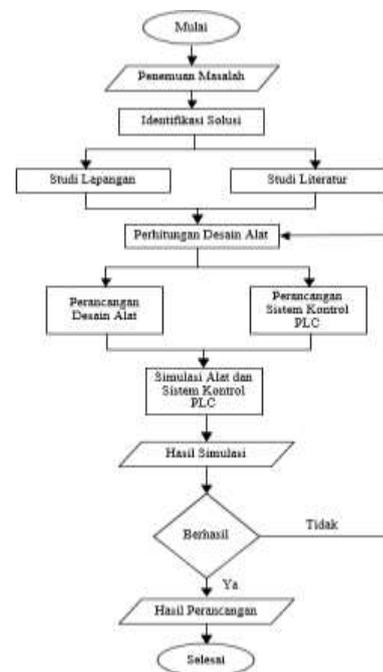
Satu – satunya pabrik industri semen yang berada di wilayah Kabupaten G adalah PT FPMS yang mulai dibangun pada tahun 2017 dan tiga tambang batu kapur yang dimilikinya (Watu Dukun, Maskumambang, dan Condro Geni) diperkirakan mampu menyediakan stok batu kapur hingga dua puluh tahun mendatang. PT FPMS mulai menghasilkan produk berupa semen curah dan semen kemasan pada tahun 2021, baik tipe OPC ataupun PCC dan mulai melakukan penjualan dalam dan atau penjualan luar kota.

Proses-proses pengolahan batu kapur yang diterapkan oleh PT FPMS yaitu *Raw Mill*, *Coal Mill*, *Kiln*, *Cement Mill*, dan *Cement Packing*. Proses penggilingan material awal disebut proses *Raw Material* atau *Raw Mill* yang memperkecil ukuran bahan utama pembuatan semen; *limestone*, pasir besi, silika, *marl* dan *limymarl*. Proses penggilingan batu bara menjadi serbuk halus disebut proses *Coal Mill*. Serbuk batu bara tersebut akan menuju burner yang akan menghasilkan panas pembakaran untuk proses *Kiln*. Proses *Kiln* merupakan proses pembuatan *clinker* yang berasal dari hasil *Raw Material* yang telah melewati *homogenizing silo* dan *suspension preheater*. Proses penggilingan *clinker* dan bahan tambahan disebut proses *Cement Mill* yang menghasilkan material halus berupa serbuk semen. Serbuk semen tersebut dikemas dalam *bag* pada proses *Cement Packing* yang merupakan proses akhir dari produksi semen untuk penjualan semen kemasan PCC tipe 40KG dan 50KG atau diproses untuk penjualan semen curah tipe OPC dan PCC. Proses-proses tersebut dipantau melalui monitor di CCR (*Central Control Room*). Pada bagian *Cement Packing*, terdapat dua bentuk output yaitu *Cement Good* dan *Cement Reject*. *Cement Good* adalah semen yang sudah siap dikirim menuju *customer* dan dikemas dalam kantong semen. *Cement Reject* adalah semen yang beratnya tidak sesuai dengan standar SNI 7064:2014 tentang Semen *Portland* komposit yang telah ditetapkan. Semen yang sudah dikemas dalam kantong dan memiliki berat kurang dari standar atau lebih dari standar termasuk ke dalam *Cement Reject*. *Cement Reject* terdeteksi melalui *Checkweigher Conveyor* pada Satu – satunya pabrik industri semen yang berada di wilayah Kabupaten G adalah PT FPMS yang mulai dibangun pada tahun 2017 dan tiga tambang batu kapur yang dimilikinya (Watu Dukun, Maskumambang, dan Condro Geni) diperkirakan mampu menyediakan stok batu kapur hingga dua puluh tahun mendatang. PT FPMS mulai menghasilkan produk berupa semen curah dan semen kemasan pada tahun 2021, baik tipe OPC ataupun PCC dan mulai melakukan penjualan dalam dan atau penjualan luar kota.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah perancangan mesin yang mampu mengembalikan *Cement Reject* menuju *hopper* untuk ditampung tangki atau *bin* pada *Cement Packing* secara otomatis untuk mengendalikan kualitas *packing* berdasarkan analisis dengan metode *Six Sigma* agar produk sampai kepada *Customer* dalam keadaan berat sesuai standar dan pengiriman tepat waktu. Sistem kerja mesin yang dirancang yaitu memisahkan *Cement Reject* dari *Cement Good* melalui alat pemindah menuju *Bag Ripper* yang difungsikan untuk menyobek dan mengembalikan isi *bag* semen menuju *hopper* dan masuk ke tangki penampungan pada mesin *Packer* sehingga tidak perlu menghentikan mesin dan tidak perlu tenaga tambahan untuk mengangkat, memindah dan menuang semen ke *hopper*. Perancangan mesin ini juga dilengkapi sistem kontrol dan *counter* kuantitas *Cement Reject*.

Sistem kontrol alat pemisah semen *reject* terdiri dari beberapa komponen yaitu : sensor *photocell*, sensor *loadcell*, PLC, *relay*, pneumatik, kontaktor, motor & *roller*, dan *counter*. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: Merancang program sistem kontrol pada mesin pemisah semen *reject*.

## II. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Alur Penelitian

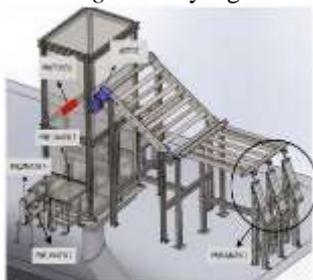
Tabel 1. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Obsevasi awal	■						
2	Identifikasi masalah		■					
3	Mengidentifikasi tujuan penelitian		■					
4	Studi literature			■				
5	Studi lapangan			■				
6	Pengumpulan data				■			
7	Pembuatan wiring sistem kontrol				■	■		
8	Perhitungan data analisa						■	
9	Kesimpulan dan saran							■

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Lay Out Komponen Sistem Kontrol

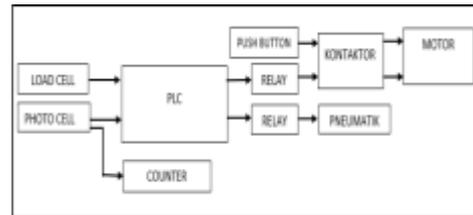
Alat pemisah semen ini menggunakan silinder pneumatik, motor 3 phasa, dan sensor *photocell*. Pneumatik 1 terdapat 3 silinder yang akan aktif bersamaan saat terdapat semen *reject*. Motor 3 phasa berfungsi sebagai penggerak *roller*. *Photocell* digunakan untuk menghitung banyaknya *bag* semen *reject* dan mendeteksi adanya *bag* semen *reject*. Pneumatik 2 berfungsi untuk membuka plat untuk semen menuju ke sistem. Pneumatik 3 digunakan untuk menjepit *bag* semen yang sudah terpotong dan pneumatik 4 digunakan untuk menyisahkan *bag* semen yang sudah terjepit.



Gambar 2. Lay Out Komponen Sistem Kontrol

#### B. Blok Diagram

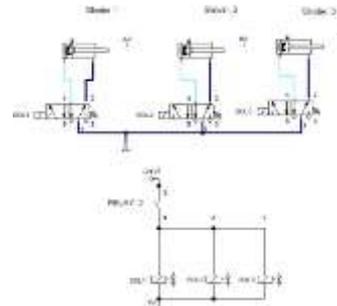
Dari blok diagram terlihat, *input-an loadcell* dapat mengaktifkan pneumatik sesuai program PLC yang akan dibuat, yaitu saat *loadcell* mendeteksi adanya berat *cement* yang tidak sesuai standart maka akan mengaktifkan pneumatik untuk menggerakkan *conveyor* dan motor. *Photocell* akan mendeteksi adanya suatu *bag cement*, yang nantinya akan menghitung banyaknya *bag* semen yang akan ditampilkan melalui *counter*.



Gambar 3. Blok Diagram

#### C. Single Line Diagram Pneumatik 1

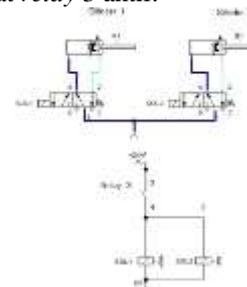
Pneumatik 1 terdapat 3 silinder dan 3 *valve* 5/2. Pneumatik 1 akan aktif saat *relay* 2 aktif. Posisi awal dari ketiga silinder ini yaitu *instroke*, agar ketiga silinder dapat bekerja bersamaan maka dirangkai paralel dengan 1 sumber angin. Penggunaan *valve* 5/2 karena untuk mengatur aliran udara yang masuk hanya ke satu arah.



Gambar 4. Single Line Diagram Pneumatik 1

#### D. Single Line Diagram Pneumatik 2

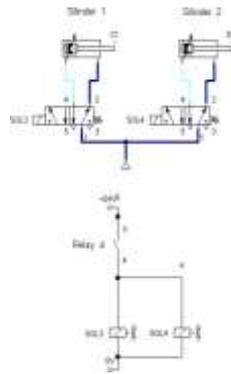
Pneumatik 2 terdapat 2 silinder dan 2 *valve* 5/2. Posisi awal kedua silinder ini yaitu *outstroke*, agar kedua silinder dapat bekerja bersamaan maka dirangkai paralel dengan 1 sumber angin. Penggunaan *valve* 5/2 karena untuk mengatur aliran udara yang masuk hanya ke satu arah. Pneumatik 2 akan aktif saat *relay* 3 aktif.



Gambar 5. Single Line Diagram Pneumatik 2

#### E. Single Line Diagram Pneumatik 3

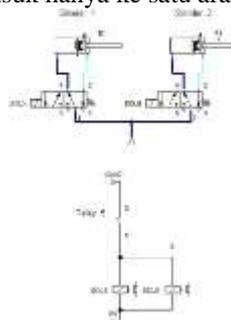
Pneumatik 3 terdapat 2 silinder dan 2 *valve* 5/2. Pneumatik 3 akan aktif saat *relay* 4 aktif. Posisi awal dari kedua silinder ini yaitu *instroke*, agar ketiga silinder dapat bekerja bersamaan maka dirangkai paralel dengan 1 sumber angin. Penggunaan *valve* 5/2 karena untuk mengatur aliran udara yang masuk hanya ke satu arah.



Gambar 6. Single Line Diagram Pneumatik 3

#### F. Single Line Diagram Pneumatik 4

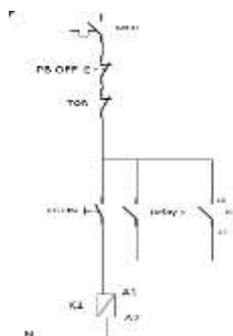
Pneumatik 4 terdapat 2 silinder dan 2 valve 5/2. Pneumatik 1 akan aktif saat relay 5 aktif. Posisi awal dari kedua silinder yaitu *outstroke*, agar kedua silinder dapat bekerja bersamaan, maka sistem aliran yang masuk ke dalam silinder dengan melewati valve tersebut dirangkai paralel dengan menggunakan 1 sumber angin sebagai input dari aliran angin yang masuk ke silinder pneumatik. Penggunaan valve 5/2 karena untuk mengatur aliran udara yang masuk hanya ke satu arah.



Gambar 7. Single Line Diagram Pneumatik 4

#### G. Single Line Diagram Motor

Single line diagram motor terdapat MCB, Push button ON dan OFF, TOR, Relay 1, kontaktor. Dalam rangkaian ini kontaktor dapat aktif melalui Push button ataupun relay 1, saat salah satu dari mereka aktif maka kontaktor akan aktif.

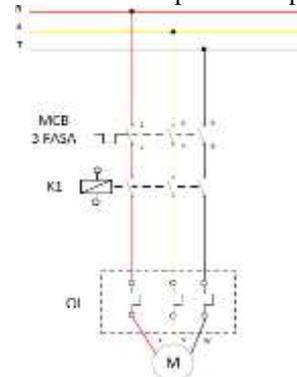


Gambar 8. Single Line Diagram Motor

#### H. Wiring Diagram Motor

Skema rangkaian motor alat pemisah semen menggunakan rangkain *Direct On Line* agar

bekerja langsung menjalankan motor tanpa harus menggunakan rangkaian star delta. Wiring diagram rangkaian kontrol motor dapat dilihat pada gambar.



Gambar 9. Wiring Diagram Motor

#### I. Perhitungan Arus Nominal MCB

MCB digunakan untuk pengaman instalasi listrik. Fungsi dari MCB yaitu membatasi arus yang masuk ke dalam instalasi listrik. Perhitungan besar MCB dilakukan karena kebutuhan MCB berpengaruh terhadap keamanan perangkat listrik sehingga perlu diketahui besarnya arus pada motor seperti berikut:

$$I = P / (\sqrt{3} \times V \times \cos\theta)$$

$$I = 2200 / (\sqrt{3} \times 380 \times 0,8) = 2200 / 526,24$$

$$I = 4,18 \text{ A}$$

Berdasarkan perhitungan rating, MCB yang akan digunakan adalah diatas 4,18 A sehingga dipilih MCB 6 A (spesifikasi terdekat dengan nilai 4.18 A).

#### J. Perhitungan Arus TOR

Apabila hasil perhitungan arus nominal adalah 4.18, maka diperoleh perhitungan arus TOR sebagai berikut:

$$\text{TOR} = 80\% \times I_n$$

$$\text{TOR} = 80\% \times 4,18 \text{ TOR} = 3,34 \text{ A}$$

Jadi, setting rating TOR sebesar 3,34 A.

#### K. Perhitungan KHA

Penentuan jenis kabel penghantar tidak boleh sembarangan karena akan berpengaruh pada keamanan instalasi. Perhitungan Kuat Hantar Arus (KHA) perlu dilakukan untuk menentukan jenis kabel penghantar yang akan digunakan. Penentuan jenis kabel penghantar berpedoman pada buku Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) seperti berikut:

$$\text{KHA} = 125\% \times I_n = 125\% \times 4,18$$

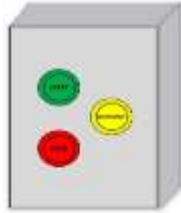
$$\text{KHA} = 5,22 \text{ A}$$

Hasil perhitungan KHA adalah 5.22 A. Didapat kabel dengan ukuran minimal 3 x 1.5mm sesuai PUIL, aktual dilapangan menggunakan kabel ukuran 3 x 2.5mm.

#### L. Desain Panel

Panel operasi motor terdapat 3 push button yaitu push button start, stop, dan emergency. Push button start digunakan untuk mengaktifkan motor secara manual. Push button stop digunakan untuk mematikan motor. Sedangkan push button

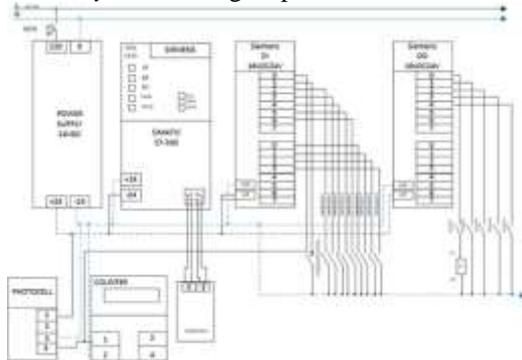
*emergency* digunakan untuk mematikan keseluruhan alat saat terjadi sesuatu yang tidak diinginkan.



Gambar 10. Desain panel

J. Wiring Diagram Input dan Output module

Alat pemisah semen menggunakan PLC SIEMENS S7- 300 dengan CPU 1500 dan mendapat tegangan 24 VDC ke seluruh komponen PLC. CPU 1500 digunakan sebagai *processor* program PLC. *Wiring* diagram digunakan sebagai gambaran alamat pengkabelan rangkaian listrik alat pemisah semen. Dalam *wiring* diagram menggunakan 3 *input* dan 6 *output*. *Emergency button*, *Loadcell* dan *photocell* merupakan *input* di PLC. Tetapi *loadcell* dihubungkan ke PLC melalui komunikasi ethernet. 4 relay merupakan *output* di PLC, sedangkan *counter output* langsung dari *photocell*. *Output relay* 1 terhubung ke motor, *relay* 2 terhubung ke pneumatik 1, *relay* 3 terhubung ke pneumatik 2, *relay* 4 terhubung ke pneumatik 3, dan *relay* 5 terhubung ke pneumatik 4.



Gambar 11. Wiring Diagram Input dan Output module

K. Ladder Diagram

*Ladder diagram* adalah Bahasa pemrograman yang digunakan untuk memberikan perintah agar dapat dijalankan dan dibaca oleh PLC berdasarkan prinsip kerja mesin pemisah semen *reject*. Pembuatan *ladder diagram* menggunakan *software* TIA Portal V.15. *Ladder diagram* dibuat sesuai fungsinya masing-masing, berikut penjelasan *ladder diagram* sistem kontrol berdasarkan fungsinya:

Untuk mengubah nilai arus *loadcell* menjadi berat kg menggunakan beberapa *instruction* *arithmetic* SUB, MUL, dan DIV. Untuk alamat MD0 (*Memory Double Word*) digunakan untuk menyimpan data pada *memory*. IWO (*Input Word*) merupakan data *input* yang berupa *Word*.

1. Program Konversi *Loadcell*



Gambar 12. Ladder diagram 1

Gambar di atas merupakan *sub instruction* yang digunakan untuk mengurangi batas minimum dan batas maksimum nilai aktual. Hasil pengurangan berada di alamat *memory* MD1.



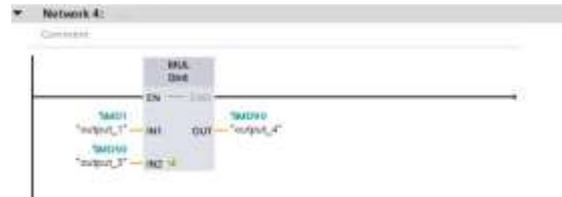
Gambar 13. Ladder diagram 2

Instruksi *integer* digunakan untuk mengubah nilai analog dari *loadcell* ke bilangan *integer* (bilangan bulat) dengan tujuan agar nilai analog dari *loadcell* bisa di konversi ke Kg. Pada instruksi ini diketahui batas minimum dan maksimum tipe data *Word* yaitu 0-65535. Nilai minimum *Word* disimpan pada *memory* MD30 dan hasil dari pengurangan nilai minimum *Word* dan nilai maksimum *Word* berada pada *output* 2 MD40.



Gambar 14. Ladder diagram 3

*Sub instruction* pada rung kali ini digunakan untuk mengetahui hasil pengurangan nilai *input* yang masuk dari *loadcell* dengan nilai minimal *word*. Hasil pengurangan tersebut disimpan pada memori MD50.



Gambar 15. Ladder diagram 4

Setelah mengetahui nilai *output\_1* dan *output\_2* digunakan *mul instruction* untuk mengetahui hasil nilai *output\_4* yang digunakan untuk mengetahui hasil konfigurasi.



Gambar 16. Ladder diagram 5

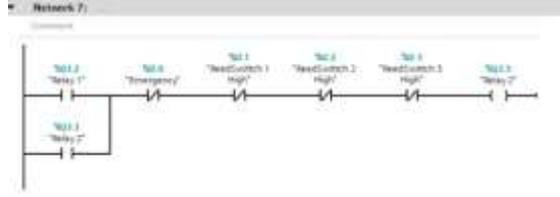
Div *instruction* digunakan untuk membagi

nilai dari *output\_4* dengan nilai *output\_2* akan menghasilkan nilai aktual dalam bentuk Kg yang disimpan pada memori MD70.



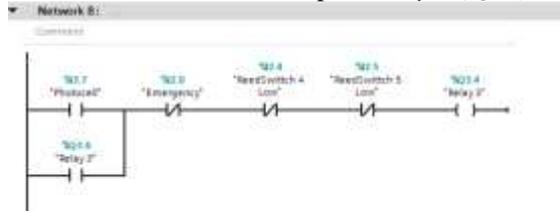
Gambar 17. Ladder diagram 6

Saat terdapat hasil data *output* dari MD70 kurang dari 40 dan lebih dari 40 maka akan mengaktifkan Q3.2. Q3.2 merupakan *output* dari relay 1. Input I2.0 merupakan tombol *emergency* yang akan memutus aliran arus listrik pada Q3.2 saat posisi NO.



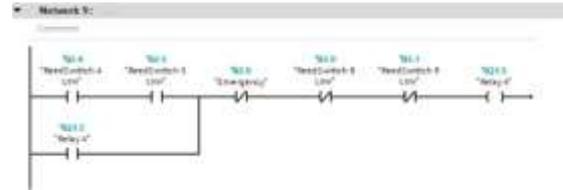
Gambar 18. Ladder diagram 7

Saat Q3.2 berada pada posisi NC (*Normaly Close*) maka akan mengaktifkan Q3.3 (*Output*). Q3.3 merupakan alamat *output* dari relay 2. Q3.3 dihubungkan *selft holding* dengan Q3.2 agar tetap mendapatkan aliran arus listrik. I2.1, I2.2, I2.3 merupakan alamat dari ReedSwitch 1, 2, dan 3 saat posisi *high* akan mengubah kontak dari NC (*Normaly Close*) menjadi NO (*Normaly Open*) dan akan memutus aliran arus pada Q3.3. I2.0 merupakan tombol *emergency* yang digunakan untuk memutus aliran listrik pada relay 2 (Q3.3).



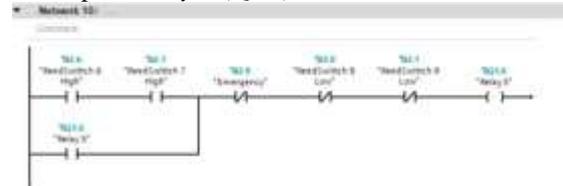
Gambar 19. Ladder diagram 8

Input I3.7 merupakan alamat dari *photocell*, I3.7 dihubungkan dengan kondisi NO saat sensor mendeteksi adanya benda akan mengubah posisi menjadi NC sesaat dan akan kembali ke posisi semula. Saat I3.7 NO maka akan mengaktifkan *output* Q3.4 yang merupakan relay 3. Q3.4 dihubungkan *selft holding* agar tetap mendapat aliran arus listrik. Aliran arus listrik Q3.4 akan terputus saat reedswitch berada pada posisi *low* dimana kontak I2.4 dan I2.5 akan berubah posisi menjadi NC. I2.4 merupakan input dari reedswitch 4 sedangkan I2.5 merupakan input dari reedswitch 5. Dan I2.0 merupakan tombol *emergency* yang digunakan untuk memutus aliran listrik pada relay 3 (Q3.4).



Gambar 20. Ladder diagram 9

Pada saat reedswitch 4 dan 5 berada pada posisi *low* dan kontakannya berubah menjadi NC maka akan mengaktifkan Q3.5. Q3.5 merupakan *output* dari relay 4. Q3.5 dihubungkan *selft holding* dengan I2.4 dan I2.5 agar tetap mendapat aliran arus listrik. Aliran arus listrik akan terputus saat kontak I3.0 dan I3.1 diubah posisi menjadi NO. I3.0 dan I3.1 merupakan alamat *input* dari ReedSwitch 8 dan 9. I2.0 merupakan tombol *emergency* yang digunakan untuk memutus aliran listrik pada relay 4 (Q3.5).



Gambar 21. Ladder diagram 10

Input I2.6 merupakan alamat dari ReedSwitch 6 dan I2.7 merupakan alamat dari ReedSwitch 7, saat ReedSwitch 6 dan 7 berada pada posisi *high* maka akan mengubah posisi kontak NO menjadi NC dan akan mengaktifkan Q3.6 yang merupakan *output* dari relay 5. Q3.6 dihubungkan *selft holding* dengan I2.6 dan I2.7 agar tetap mendapat aliran arus listrik. Aliran arus listrik akan terputus saat ReedSwitch 8 dan 9 berada pada posisi *Low* dimana kontak I3.0 dan I3.1 yang awalnya NC menjadi NO. I2.0 merupakan tombol *emergency* yang digunakan untuk memutus aliran listrik pada relay 5 (Q3.6)

#### L. Pengujian Hasil Simulasi

Dalam pengujian hasil simulasi digunakan *software* SIMATIK HMI Siemens yang sudah terhubung dengan program yang sudah dibuat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui program sudah berjalan sesuai konsep. Saat simulasi dijalankan jika lampu indikator berubah warna maka artinya aktif dan jika lampu indikator berwarna putih artinya tidak aktif.

Untuk mengetahui hasil simulasi berhasil atau tidak saat dijalankan dapat dilihat melalui urutan cara kerja dibawah :

1. Kondisi pertama yaitu saat data *integer* dimasukkan maka akan menampilkan data aktual dalam bentuk kg. Apabila data yang dimasukkan kurang dari 40 kg dan lebih dari 40 kg maka akan mengaktifkan relay 1 dan relay 2.



Gambar 22. Nilai *Input* Lebih Dari 40kg



Gambar 23. Nilai *Input* Kurang Dari 40kg

2. Kondisi kedua yaitu pada saat sensor Reedswitch 1, Reedswitch 2, dan Reedswitch 3 dalam kondisi *high* maka akan mematikan *relay* 2.



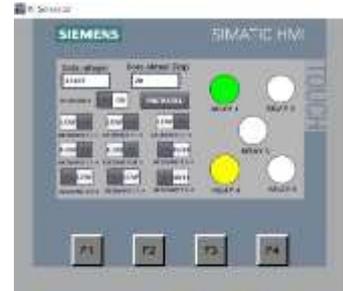
Gambar 24. Simulasi ReedSwitch 1, 2, & 3

3. Kondisi ke tiga yaitu saat sensor *photocell* mendeteksi adanya suatu barang maka akan mengaktifkan *relay* 3.



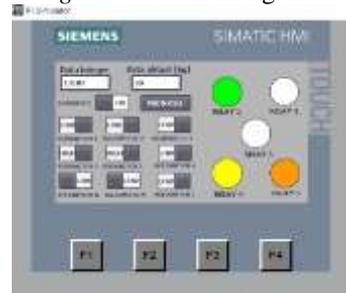
Gambar 25. Simulasi *Photocell*

4. Kondisi keempat yaitu pada saat sensor Reedswitch 4 dan Reedswitch 5 dalam kondisi *high* maka akan mengaktifkan *relay* 4 dan mematikan *relay* 3.



Gambar 26. Simulasi ReedSwitch 4 & 5

5. Kondisi kelima yaitu kondisi dimana saat sensor Reedswitch 6 dan Reedswitch 7 dalam kondisi *high* maka akan mengaktifkan *relay* 5.



Gambar 27. Simulasi ReedSwitch 6 & 7

6. Kondisi keenam yaitu sensor Reedswitch 8 dan Reedswitch 9 digunakan untuk mematikan *relay* 4 dan *relay* 5 saat kondisi *high*.



Gambar 28. Simulasi ReedSwitch 8 & 9

7. Kondisi terakhir yaitu dimana saat *emergency* di aktifkan maka akan memutus aliran listrik saat terjadi masalah pada mesin.



Gambar 29. Simulasi Tombol *Emergency*

M. Uji Validasi Program

Tabel 2. Uji Validasi Program

No	Uji Validasi	Sesuai/Tidak Sesuai
1	Input data integer dari loadcell dapat menghasilkan nilai real (kg)	Sesuai
2	Reedswitch 1, Reedswitch 2, dan Reedswitch 3 dapat menon-aktifkan relay 2	Sesuai
3	Photocell dapat meng-aktifkan relay 3	Sesuai
4	Reedswitch 4 dan Reedswitch 5 dapat meng-aktifkan relay 4 dan menon-aktifkan relay 3	Sesuai
5	Reedswitch 6 dan Reedswitch 7 dapat meng-aktifkan relay 5	Sesuai
6	Reedswitch 8 dan Reedswitch 9 dapat menon-aktifkan relay 4 dan relay 5	Sesuai

**IV. KESIMPULAN**

Pada perancangan Sistem kontrol Mesin Pemisah Cement Reject telah berhasil dibuat dengan menggunakan software VIA PORTAL S7 V-15 untuk mengubah berat menjadi arus listrik dan disimulasikan menggunakan SIMATIC HMI.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Anita Handayani, S. K. (2022). Pengembangan Sistem Timbangan Berat Badan Bersuara Untuk Tunanetra Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal MEDIA ELEKTRIK*, 55-59.

[2] Hong, S. N. (2022). Programmable logic controller- based automatic control for municipal wastewater treatment plant optimization. *water practice & Technology*.

[3] Yuke Lutfi Bahtiar, F. T. (2018). MESIN PENGEPRES PLASTIK DENGAN SISTEM PENGGERAK PNEUMATIK. *ITS-Paper*.

[4] Muhamad Azhari, K. Z. (2022). Rancang Bangun Sistem Stabilisasi Suhu Pengorengan Dengan Metode Fuzzy Berbasis IOT. *Prosding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan* (pp. 65- 71). Sungailiat: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

[5] Tempat Kita Berbagi Ilmu. (2020). home: tempat kita berbagi ilmu. Retrieved from <https://duniaberbagiilmuuntuksemua.blogspot.com/2017/08/rumus-menghitung-torsi->

kecepatan-dan-daya-motor-listrik-serta-apa-hubungannya.html?msclkid=ccb4ecb3b31d11e ca5fb81ae691f1a09

[6] Hong, S. N. (2022). Programmable logic controller- based automatic control for municipal wastewater treatment plant optimization. *water practice & Technology*

[7] mercado libre. (2022). MLM-621520157-PLC-s7- 1200-siemens-\_JM. Retrieved from [articulo.mercadolibre.com.mx: https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-621520157-PLC-s7-1200-siemens-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.mx: https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-621520157-PLC-s7-1200-siemens-_JM)

[8] Viktor Szykh, M. V. (2022). Automation of the Process of Measurement of Electrical Parameters in Microprocessor Devices of Relay Protection. *XII International Conference on Transport Infrastructure: Territory Development and Sustainability* (pp. 467-474). ELSEVIER.

[9] Thanks Buyer . (2022). Electronics Part. Retrieved from [Thanksbuyer.com: https://www.thanksbuyer.com/10pcs-omron-relay-my2nj-ac-220v-coil-power-relay-with-led-pilot-22466](https://www.thanksbuyer.com/10pcs-omron-relay-my2nj-ac-220v-coil-power-relay-with-led-pilot-22466)

[10] Burhan Ahmed, Q. S. (2021). An Effective Combination of PLC and Monitoring System. *Engineering Proceedings*, 1-6.

[11] Jinli, H. (2022). Simulation Analysis and Experimental Research on Magnetic Trpping Optimization of Miniature Circuit Breaker. *jiàn mó yǔ fāng zhēn • diàn qì yǔ néng xiào guǎn lǐ jì shù*, 51-56.

[12] willrose electrical. (2022). <https://willrose-electrical.co.uk/product/contactum-mcb-16-amp-type-b-16a-single-pole-circuit-breaker-7116b/>. Retrieved from: [willrose-electrical.co.uk/](https://willrose-electrical.co.uk/)

[13] Wang, B. (2022). Design of Teaching Platform for ABS Wheel Speed Sensor. *Journal of Physics*, 1-5.

[14] Alfin. (2021, May Monday). Sensor. Retrieved from [automationindo.co.id: http://automationindo.co.id/product-category/sensor/sensor-for-displacementdistance-and-position/](http://automationindo.co.id/product-category/sensor/sensor-for-displacementdistance-and-position/)

[15] Luyun Li, G. C. (2022). Structural design of upper limb rehabilitation training device based on ergonomics and nanomaterials. *Nanotechnology for Environmental Engineering*, 1-9.

[16] Faisal Syfar, S. S. (2021). Rancangan Bangun Sistem Jemuran Otomatis Berbasis Arduino. *Journal Telekomunikasi & Computer*.

[17] element14, an avnet company. (2022). omron- industrial-automation. Retrieved from [in.element14.com:](https://www.element14.com/)

<https://in.element14.com/omron-industrial-automation/wlca2-ts-n/limit-switch-spdt-10a-500vac/dp/2839667>

- [18] Hamid Nasrullah, B. W. (2022). Pembuatan dan Pengujian Trainer Sistem Elektro Pneumatik di Laboratorium Politeknik Piksi Ganesha Indonesia. MOTIVLECTION, 27-34.
- [19] Remus Cojocar, D. D. (2021). Analysis of Pneumatik Circuit with FluidSim. Magazine of Hidraulics, Pneumatiks, Tribology, Ecology, Sensorics, Mechatronics, 70-75.