

## RANCANG BANGUN PEMECAH BATU BERBASIS PLC

Ariya Arsyad<sup>1)</sup>, Reni Listiana<sup>2)</sup>  
Teknik Otomasi, Politeknik TEDC  
Email: [aryaarsyad@gmail.com](mailto:aryaarsyad@gmail.com)<sup>1)</sup>, [renilistiana@poltektedc.ac.id](mailto:renilistiana@poltektedc.ac.id)<sup>2)</sup>

### Abstrak

Batu dimanfaatkan sebagai bahan material yang sangat berguna untuk pembuatan rumah, gedung-gedung bertingkat, jalan dan lain sebagainya. Dalam penggunaannya, batu dibutuhkan dengan berbagai macam ukuran, dari yang besar hingga yang paling kecil (halus), maka dari itu dibutuhkannya sebuah mesin penghancur batu (*Stone Crusher*) yang dapat membantu dalam penghancuran batu sampai ukuran yang diinginkan. Maka tujuan dari penelitian ini adalah, untuk membuat alat pengontrolan dan pengawasan berdasarkan system control secara manual ataupun otomatis dengan menggunakan PLC Omron CP1E-E40SDR-A sebagai *main control*. Alat ini menggunakan Motor DC *Power Windows*, sebagai penggerak utama dalam pengangkutan batu, penghancuran, dan pembawa hasil ke tempat penampungan. Dan menggunakan HMI Nextion 5 inch sebagai interface untuk memonitoring (mengawasi) motor yang bekerja. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Berdasarkan hasil pengujian pada system manual, pada saat tombol Start M1 ditekan maka motor 1 akan hidup, saat tombol Start M2 ditekan maka motor 2 akan hidup, saat tombol Start M3 ditekan maka motor 3 akan hidup, dan apabila tombol Stop ditekan maka motor 1, motor 2, dan motor 3 akan mati. Sedangkan pengujian pada sistem otomatis, pada saat tombol Start auto ditekan maka motor 1 akan hidup, selama selang waktu 30 milidetik, dilanjutkan dengan motor 2 dan setelah selang waktu selama 30 milidetik dari motor 2 dilanjutkan dengan hidupnya motor 3. Dan pada saat tombol Stop ditekan maka, motor 1, motor 2, dan motor 3 akan mati. Sistem kontrol di *stone crusher* ini, juga dilengkapi dengan sistem pendeteksi logam yang berfungsi sebagai pengaman mata pisau *stone crusher* terhadap logam, yang dimana saat batu dibawa oleh konveyer 1 (motor 1), dan terdeteksi adanya logam, maka semua sistem pada *stone crusher* akan mati, dan *buzzer* pun akan menyala, sampai logam yang terdeteksi dipindahkan. Pada system manual waktu tempuh rata-rata yang dibutuhkan pada konveyer 1 11,33 detik, pada penggilingan 21,58 detik, dan konveyer 2 6,19 detik. Dengan waktu tercepat pada konveyer 1 10,42 detik, penggilingan 15,21 detik, dan konveyer 2 05,43 detik. Sedangkan waktu terlama ditempuh pada konveyer 1 selama 12,19 detik, penggilingan 26,89 detik, dan konveyer 2 06,98 detik. Sedangkan pada system otomatis waktu kerja diambil secara keseluruhan proses kerja. yang dibutuhkan untuk proses pembawaan batu (konveyer 1), penggilingan (penghancuran), pembawaan hasil (konveyer 2) ke tempat penampungan. Rata-rata waktu kerja ditempuh 32,81 detik, dengan waktu tercepat ditempuh selama 31,15 detik, sedangkan waktu terlama ditempuh selama 33,76 detik.

**Kata Kunci:** Material Batu, *Programmable Logic Controller (PLC)*, *Human Machine Interface (HMI)*, Motor Listrik.

### Abstract

Stone was used as a very useful material for building houses, high-rise buildings, roads, etc. Its use requires rocks of various sizes, from the largest to the smallest (fine), so a rock crusher is needed, which can help crush the rock to the desired size. The purpose of this research is to develop a control and monitoring tool based on a manual or automatic control system and using the Omron CP1E-E40SDR-A PLC as the main control. Uses a dc motor power tool Windows, as the driving force in hauling, shredding and transporting produce to the shelter. And using the HMI Nextion 5 Inc as an interface to monitor (monitor) the working engine. This research uses experimental methods. Based on the manual system test results, Motor 1 will turn on when the M1 start button is pressed, when the button M2 starts M3 is pressed, then motor 3 starts, and when the stop is pressed, then motor 1, motor 2 and motor 3 turn off. When testing the automatic system Start is pressed, Motor 1 will turn on for a 30 milli seconds interval, followed by the 2<sup>nd</sup> conveyor, and after a 30 milli seconds interval, 2<sup>nd</sup> Motor will continue, after which Stop is pressed 1<sup>st</sup> Motor, 2<sup>nd</sup> Motor and 3<sup>rd</sup> motor switched off. Control system in stone Crusher stone blade protection metal detection system Breaker to metal when stone is transported by 1<sup>st</sup> conveyor (1<sup>st</sup> motor) and metal is detected, all systems on stone Crusher turn off and buzzer sounds until detected metal is removed. On the system The average manual travel time required on 1<sup>st</sup> conveyor is 11.33 seconds, on tillers 21.58 seconds and on 2<sup>nd</sup> conveyor 6.19 seconds. With the fastest time on 1<sup>st</sup> conveyor 10.42 seconds, milling 15.21 seconds. While the longest time on conveyor 1 is 12.19 seconds, the grind time is 26.89 2 06.98 seconds and on conveyor. While in the system the working time is considered as a whole work process. required for the process of stone conveying (1<sup>st</sup> conveyor), grinding (crushing), conveying the results (the 2<sup>nd</sup> conveyor) to the shelter. Average working time of 32.81 seconds, the fastest time was 31.15 seconds and the longest time was 33.76 seconds.

**Keywords:** Stone Material, *Programmable Logic Controller (PLC)*, *Human Machine Interface (HMI)*, Electric Motors.

## I. PENDAHULUAN

Sumber kekayaan alam yang mudah didapat dan ditemukan dimana saja sangatlah banyak. Salah satu diantaranya ialah batu, batu memiliki struktur/bentuk dasar yang keras, padat dan tidak beraturan. Pada masa sekarang ini batu dimanfaatkan sebagai salah satu bahan material yang sangat berguna untuk pembuatan bahan baku semen, rumah, gedung-gedung bertingkat, jalan, dan lain sebagainya. Adapun didalam penggunaannya, tidaklah semua batu dapat langsung digunakan sebagai bahan material hal itu disebabkan karena bentuk dasar batu yang beranekaragam. Dalam penggunaannya batu-batu yang kecil dapat langsung digunakan sebagai bahan material, sebaliknya pada bebatuan yang besar diperlukan penghancuran terlebih dahulu, agar lebih mudah untuk digunakan sebagai bahan-bahan material yang sering digunakan untuk pembuatan bahan baku semen dan pengaspalan jalan, proses penghancuran tersebut yaitu dengan menggunakan mesin penghancur batu atau sering disebut dengan stone crusher.

Pengawasan dan pengontrolan terhadap hasil produksi selalu banyak mengalami kendala, hal itu disebabkan masih banyaknya pengontrolan mesin secara manual, yang mengakibatkan tidak maksimalnya proses pengontrolan hasil produksi, contohnya pada mesin penghancur batu (stone crusher). Oleh karena itu, dalam pelaksanaannya diperlukan suatu alat dimana seorang mampu dengan mudah mengawasi dan mengontrol mesin penghancur batu (stone crusher) dengan cara sistem otomatis maupun manual dengan hasil yang maksimal.

Teknik Otomasi khususnya PLC (Programmable Logic Controller) mempunyai peranan yang sangat penting dalam usaha pencapaian tujuan tersebut. Sekarang ini PLC merupakan suatu alat yang sering digunakan untuk mengotrol peralatan-peralatan mesin yang banyak digunakan di smart home (rumah pintar) maupun di industri. Menghubungkan alat pengontrol dengan suatu mesin di industri merupakan hal yang sangat membantu dalam proses pengontrolan agar hasil yang diinginkan menjadi lebih maksimal.

Berdasarkan pernyataan diatas penulis ingin merancang sebuah alat pengontrol motor listrik berbasis PLC CP1E yang bertujuan untuk memudahkan pekerjaan manusia dalam hal pengontrolan pada mesin penghancur batu (*stone chusher*).

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Material Batu

Batu adalah benda padat yang terbuat secara alami dari mineral dan atau mineraloid. Lapisan luar

padat Bumi, litosfer, terbuat dari batu. Dalam batuan umumnya adalah tiga jenis, yaitu batuan beku, sedimen, dan metamorf. Penelitian ilmiah batuan disebut petrologi, dan petrologi merupakan komponen penting dari geologi. Batu juga dipakai untuk memperindah fasade bangunan dengan memberikan warna dan tekstur unik dari batu alam. Dalam manufacture batu biasanya dipakai untuk bahan utama dalam pembuatan aspal, semen, jalan, dan lain sebagainya.

Batu hebel atau bata ringan adalah bata yang terbuat dari adonan pasir silika, gypsum, batu kapur, semen, air dan aluminium bubuk. Adonan tersebut kemudian diawetkan dengan cara dipanaskan dan diberi tekanan tinggi menggunakan alat yang autoclave. Hebel dapat digunakan untuk bagian eksterior dan interior bangunan dan dapat diwarnai menggunakan campuran stucco atau papan plastik. Pemasangannya yang cepat dan mudah, dapat menjadikan hebel populer di masyarakat. Dalam proses produksinya, bata hebel menggunakan bahan pengikat berupa semen yang memiliki kekuatan lebih tinggi ketimbang tanah liat pada bata merah. Alhasil, kekuatan bata hebel jauh lebih unggul.



Gambar 2.1 Batu

### 2.2 Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Controller (PLC) adalah perangkat yang digunakan untuk mengganti fungsi rangkaian relay sekuensial untuk mengontrol sebuah sistem kontrol yang terdapat di dalam kelistrikan. Kelebihan yang terdapat di dalam PLC cukup lengkap dengan sekuensial tertentu, dimana di dalamnya sudah terdapat sejumlah relay, timer, counter dan kontrol khusus lainnya.

PLC bekerja dengan mengamati atau mendeteksi status input dan selanjutnya digunakan untuk mengontrol output (keluaran). Agar PLC dapat bekerja sesuai yang diharapkan, maka perlu memasukan suatu program kontrol yang di program melalui komputer untuk memberikan perintah kepada PLC agar dapat menjalankan sebuah sistem terkontrol.

### 2.3 Human machine Interface (HMI)

Human machine Interface (HMI) adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan mesin. HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status, baik dengan manual maupun melalui visualisasi komputer yang bersifat real time. Tujuan digunakanya HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara operator dan mesin melalui tampilan di layar monitor. HMI mempunyai kemampuan dalam visualisasi untuk monitoring dan data mesin yang terhubung secara online dan real time. HMI akan memberikan suatu gambaran kondisi mesin yang berupa peta mesin produksi di layar monitor dimana dapat dilihat bagian mesin mana yang sedang bekerja.

Selain itu HMI terdapat juga visualisasi pengendalian mesin berupa push button, input reference dan sebagainya yang dapat difungsikan untuk mengontrol atau mengendalikan mesin sebagaimana mestinya. Selain itu pada HMI dapat ditampilkan alarm jika terjadi kondisi bahaya di dalam mesin. Sebagai tambahan, HMI dapat juga menampilkan data-data rangkuman kerja mesin secara grafic. Sistem HMI biasanya bekerja secara online dan real time dengan membaca data yang dikirimkan I/O port yang digunakan Controller.



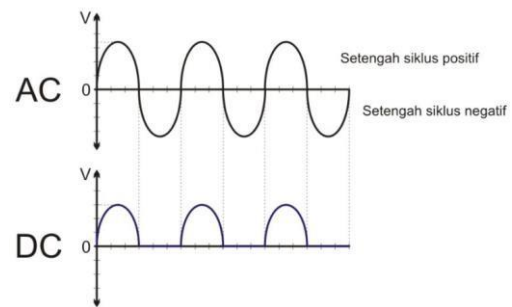
Gambar 2.2 LCD Nextion

### 2.4 Motor DC

Motor arus searah (motor DC) telah ada selama lebih dari satu abad. Keberadaan motor DC telah membawa perubahan besar sejak dikenalkan motor induksi, atau terkadang disebut AC Shunt Motor. Mesin listrik dapat berfungsi sebagai motor listrik apabila didalam motor listrik tersebut terjadi proses konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik. Sedangkan untuk motor DC itu sendiri memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan jangkar dan kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik.

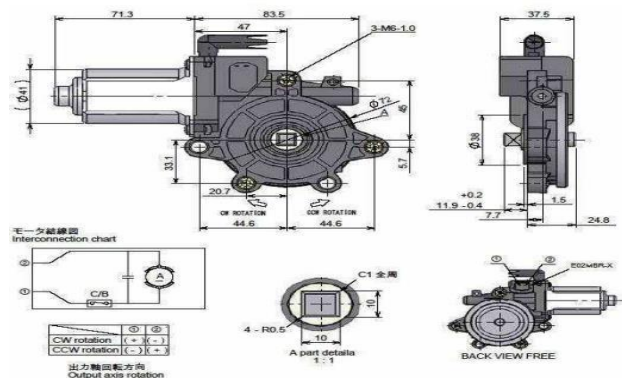
Prinsip dari arus DC adalah membalik fasa negatif dari gelombang sinusoidal menjadi gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan begitu arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet, akan

menghasilkan tegangan (GGL), seperti pada gambar berikut:



Gambar 2.3 Gelombang Arus Searah pada Stator (Zuhal, Dasar Tenaga Listrik dan Elektronika Daya)

Motor DC (Power Window) adalah suatu motor yang mengubah energi listrik searah menjadi mekanis yang berupa tenaga penggerak torsi. Motor DC digunakan dimana kontrol kecepatan dan kecepatan torsi diperlukan untuk memenuhi kebutuhan.



Gambar 2.4 Kontruksi Motor power window

## III. PERANCANGAN SISTEM

### 3.1 Tinjauan Umum Perancangan

Perancangan dan pembuatan alat pengontrol motor listrik berbasis PLC aplikasi pada stone crusher mencakup perancangan perangkat keras (hardware) terdiri dari bagian control panel yang menggunakan HMI sebagai interface dan arduino mega sebagai perantara komunikasi antara HMI kepada PLC melalui serial port RX dan TX, dengan Main Control menggunakan system I/O (Input atau Output).

### 3.2 Tujuan perancangan

Tujuan perancangan ini adalah agar dalam tahap perancangan dan pembuatan alat ini bisa diselesaikan sesuai dengan target waktu yang telah ditentukan dan mendapatkan hasil yang maksimal.

Dalam tahap ini tidak menutup kemungkinan adanya pengembangan ide, yang tidak lain bertujuan untuk membuat alat ini lebih baik dari perancangan sebelumnya.

### 3.3 Tahapan Perancangan

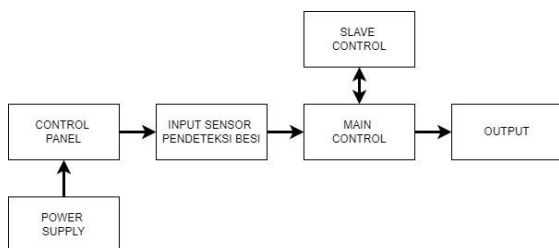
Tahapan perancangan dapat dilakukan dengan cara memilih komponen yang akan digunakan, mempelajari karakteristik dan data fisiknya. Lalu membuat rangkaian dengan melihat fungsi-fungsi dari komponen yang telah dipelajari, sehingga dapat membuat alat sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Untuk mendapatkan hasil perancangan yang sesuai dengan karakteristik yang diinginkan maka diperlukan beberapa syarat, diantaranya yaitu:

1. Ketersediaan komponen dipasaran, apabila terjadi kerusakan fisik atau salah satu komponen, maka mudah untuk mencari komponen pengganti.
2. Aspek biaya lebih ekonomis.
3. Aspek keselamatan, perangkat yang telah dibuat harus dalam keadaan aman (safety) pada saat pengoperasian, agar tidak membahayakan bagi pengguna.
4. Kemudahan untuk penggunaan alat dalam pengoperasian.

### 3.4 Perancangan Sistem

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang fungsi dari masing-masing blok pada system secara umum dan menjelaskan cara kerja system melalui flowchart dari awal pengangkutan batu, penghancuran, dan, membawa batu ke tempat penampungan akhir.

Blok diagram terdiri dari 6 bagian blok yaitu: Control Panel, Input sensor pendeteksi besi, Main Control, Slave Control, Output, dan Power Supply.



**Gambar 3.1** Blok diagram stone crusher 1 Control Panel

Terdiri dari tombol pengontrolan dan HMI sebagai interface yang dapat dikontrol oleh pengguna, untuk menjalankan system pengontrolan motor listrik. Data yang di Kelola oleh plc akan di kirimkan kepada HMI untuk di tampilkan sebagai indikator display motor yang sedang bekerja.

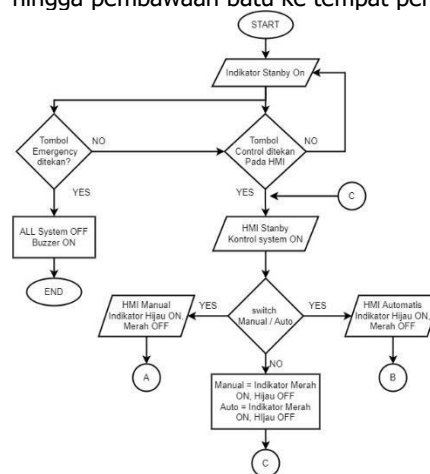
1. Main Control terdiri dari PLC CP1E-E40SDR-A sebagai master terminal unit control yang berfungsi sebagai membaca, memproses dan menyimpan serta mengeksekusi data utama dari

input dan output seperti bagian sensor, slave control, control panel serta output.

2. Slave Control  
Terdiri dari Mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai remote terminal unit yang berfungsi sebagai perantara komunikasi antara PLC dan HMI.
3. Output  
Terdiri dari motor DC yang berfungsi sebagai penggerak konveyer dan pengiling pada stone crusher.
4. Input Sensor  
Terdiri dari sensor proximity yang berfungsi sebagai pendeteksi logam yang lewat, bertujuan untuk pengamanan agar tidak masuknya logam kedalam stone crusher.
5. Power Supply  
Terdiri dari power supply switching dengan tegangan 12V 10A untuk power supply motor DC power window, tegangan 12V 3A untuk power supply Arduino mega 2560, dan tegangan 5V untuk power supply HMI Nextion.

### 3.5 Flowchart Stone Crusher

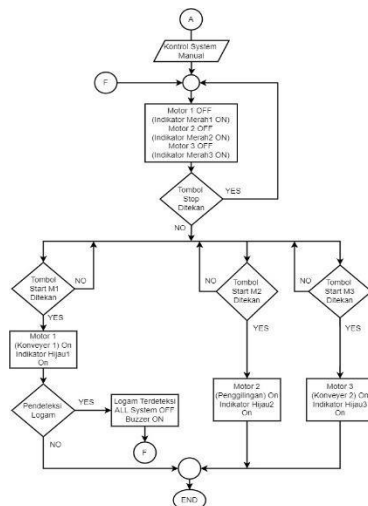
Berikut ini adalah flowchart pada system pengontrolan motor listrik berbasis PLC aplikasi pada stone crusher, mulai dari kondisi mati, standby, pengangkutan batu, penghancuran (penggilingan), hingga pembawaan batu ke tempat penampungan.



**Gambar 3.2** Diagram alir crusher dengan kondisi mati dan standby

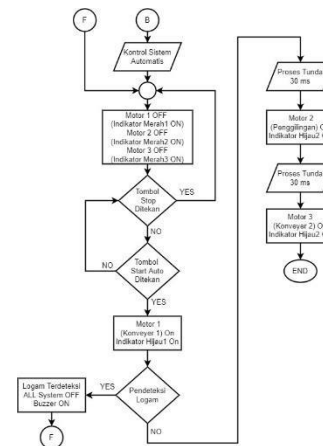
Gambar diagram alir 3.2 diatas menjelaskan cara kerja system yaitu pada saat start (sumber masuk kedalam rangkaian) maka system menjadi kondisi standby, ketika kondisi standby maka lampu indikator kuning hidup. Kemudian jika ada penekan pada tombol emergency stop maka All system akan off, dan buzzer akan menyala, untuk mereset Kembali tinggal membalikan tombol emergency kepada posisi semula, all system standby, dan buzzer mati. Ketika kondisi standby, system menunggu untuk penekanan pada tombol control

yang ada di HMI, jika tombol control di tekan, maka akan menunggu untuk memilih system control yang diinginkan, yaitu manual ataupun automatic, Ketika system control manual (A) yang dipilih maka switch yang terdapat pada panel control diarahkan pada posisi manual, maka system control akan berjalan secara manual (A), dan jika system control yang dipilih automatic (B), maka switch yang terdapat pada panel control diarahkan pada posisi automatic, maka system control akan berjalan secara automatic (B).



**Gambar 3.3** Diagram alir system control manual

Gambar 3.3 hanya membahas blok A sebagai system pengontrolan manual. Pada saat control system dijalankan secara manual maka motor 1, motor 2, dan motor 3 dalam keadaan mati, dan indicator lampu merah1 on, lampu merah2 on, dan lampu merah3 on. Pada saat tombol start motor1 di tekan maka motor1 (konveyor1) akan bekerja, dan indicator hijau1 hidup, membawa batu melewati pendeteksi logam, menuju ke penghancuran (penggilingan) batu. Ketika ada logam yang terdeteksi oleh sensor logam, maka All system akan off, dan buzzer pun menyalah, sampai logam yang terdeteksi dipindahkan dari konveyor1. Ketika tombol start motor2 ditekan, maka motor2 (penghancuran/penghancuran batu) akan bekerja, dan indicator hijau2 hidup. Dan Ketika tombol start motor3 ditekan, maka motor3 (konveyor2) akan bekerja membawa batu hasil penggilingan ketempat penampungan, dan indicator hijau3 pun hidup. Dan pada saat tombol stop ditekan maka semua motor akan berhenti bekerja, dan lampu indicator merah (1, 2, dan 3) akan menyalah.



**Gambar 3.4** Diagram alir system control automatic

Gambar 3.4 menjelaskan cara kerja system automatic (B). Pada saat control system dijalankan secara otomatis, maka motor1, motor2, dan motor3, dalam kondisi mati, dan indicator lampu merah1 on, lampu merah2 on, dan lampu merah3 on. Saat tombol start ditekan, maka motor1 (konveyor 1) dan indicator hijau1 akan bekerja dan menyalah, membawa batu menuju tempat penghancuran. Proses tunda 30 detik maka motor 2 (penggilingan) akan bekerja untuk menghancurkan batu dan indicator hijau2 akan hidup. Setelah itu proses tunda 30 detik, menghidupkan motor3 (konveyor 2) dan indicator hijau3 untuk membawa batu ketempat penampungan. Untuk keamanan alat stone crusher dari logam, maka pembawaan batu dari konveyor 1, akan melewati pendeteksi logam, Ketika ada logam yang terdeteksi maka All system akan off, dan buzzer akan menyalah, sampai logam yang terdeteksi di pindahkan (diambil) dari konveyor 1. Dan pada saat tombol stop ditekan maka semua motor akan berhenti bekerja, dan lampu indicator merah (1, 2, dan 3) akan menyalah.

### 3.6 Spesifikasi Kebutuhan Sistem

Proses perancangan sistem ini dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan, terhadap alat yang akan dibuat beserta kebutuhan sistemnya. Dalam tahapan ini ditentukan beberapa komponen yang dibutuhkan, yaitu:

#### 1. PLC CP1E-E40SDR-A dengan spesifikasi:

- a) Tipe PLC = PLC Omron CP1E-E40SDR
- b) Tegangan Source = 100 – 240 VAC, 50/60Hz, 70VA
- c) Tegangan In = 24V DC, 7,5Ma
- d) Power Suplay Internal = 24V DC, 0,3 A
- e) Arus output = 0,17 A
- f) Jumlah I/O = 24 input dan 16 Output
- g) Tipe Output = Relay
- h) Memori program = 2K Steps
- i) Memori data = 2K Word

**2. Arduino Mega 2560 dengan spesifikasi:**

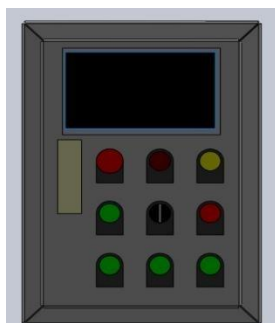
- a) Tegangan Operasi sebesar 5 V
- b) Tegangan input sebesar 6 - 20 V tetapi yang direkomendasikan untuk ATmega 2560 sebesar 7 – 12 V.
- c) Pin digital I/O sebanyak 54 pin dimana 14 pin merupakan keluaran dari PWM.
- d) Pin input analog sebanyak 16 pin
- e) Arus DC pin I/O sebesar 40 mA sedangkan Arus DC untuk pin 3.3V sebesar 50 mA - Flash memory 156 Kb yang mana 8 Kb digunakan oleh bootloader.
- f) SRAM 8 Kbyte
- g) EEPROM 4 Kbyte
- h) Serta mempunyai 2 Port UART untuk komunikasi serial.

**3. Untuk kebutuhan perangkat lunak adalah sebagai berikut:**

- a) CX Programmer: untuk memprogram PLC sesuai dengan fungsi utama pada perancangan system control motor listrik pada stone crusher.
- b) Arduino IDE: untuk pemrograman mikrokontroler Arduino sebagai compiler Bahasa C untuk menjadi hex yang dimaksudkan pada mikrokontroler dengan downloader mikrokontroler.
- c) Nextion editor: untuk memprogram HMI dan koneksi ke Arduino

**3.7 Perancangan Perangkat Keras**

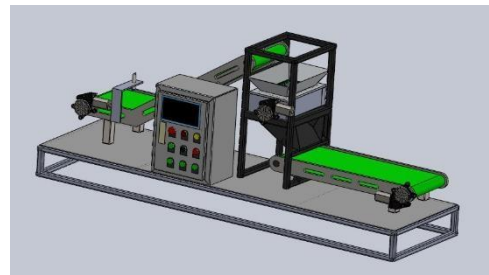
Perancangan control panel bertujuan untuk memudahkan pengguna stone crusher agar dengan mudah, aman, dan cepat dalam memilih system control yang akan digunakan. Rancangan control panel terdiri dari HMI sebagai interface yang dapat menampilkan indicator pada saat plan stone crusher bekerja. Data yang diterima oleh HMI berasal dari Slave Control sebagai perantara hubungan antara PLC dan HMI. Yang dimana PLC sebagai main control yang berfungsi sebagai master unit control.



**Gambar 3.5** Rancangan perangkat keras pada control panel

Perancangan mekanik pada Rancang bangun Stone Crusher ini bertujuan untuk membantu penulis dalam merancang dan menganalisis apa yang diperlukan untuk melengkapi tugas akhir yang

akan dibuat. Berikut ini adalah gambar desain perancangan mekanik yang dirancang oleh penulis dalam pembuatan tugas akhir ini.

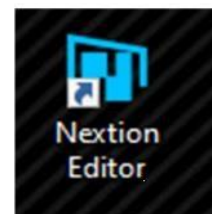


**Gambar 3.6** Desain 3 dimensi prototype stone crusher

**3.8 Perancangan Perangkat Lunak**

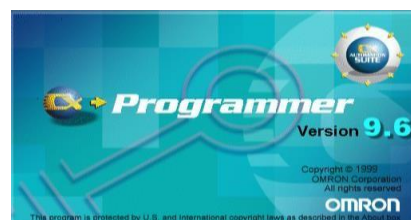
Perancangan perangkat lunak disini adalah perancangan yang dibuat untuk mengontrol PLC dengan menggunakan software CX-Programmer, kemudian Mikrokontroler yang difungsikan sebagai slave control dengan menggunakan software Arduino IDE, kemudian software Nextion Editor yang difungsikan sebagai interface pada plan stone crusher.

software yang digunakan pula ialah Nextion Editor, merupakan software yang disediakan dari Nextion HMI, yang dapat mempermudah perancangan tampilan yang akan di tampilkan di LCD nexion yang kita pilih dan dapat dimodifikasi sesuai dengan keinginan kita.



**Gambar 3.7** Icon nextion editor

Pemrograman melalui software CX-Programmer atau tempat kerja program setelah menginstall software CX-Programmer pada computer maka selanjutnya membuka software tersebut



**Gambar 3.8** Tampilan awal software CXProgrammer

Pada projeck tugas akhir ini, penulis menggunakan mikrokontroler Arduino mega. Dimana penulis harus membuat rancangan program untuk menjalankan dan mengoperasikan

alat ini. Pembuatan program menggunakan bantuan dari software Arduino IDE sebagai program pengontroler mikrokontroler Arduino mega menggunakan Bahasa C, berikut tampilan dari software Arduino IDE.



**Gambar 3.9** Tampilan Masuk Arduino IDE

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

##### 4. 1 Tinjauan Umum

Perancangan dan pembuatan alat pengontrol motor listrik berbasis PLC (Programmable Logic Controller) Aplikasi pada Stone Crusher. Pengujian dan Analisa ini dilakukan untuk mengetahui apakah perancangan yang dibuat sesuai dengan system yang akan di control atau tidak, seperti Analisa jalan nya motor sesuai dengan yang diharapkan dan respon indicator motor yang ditampilkan pada HMI, proses deteksi logam bekerja atau tidak, dan waktu untuk melakukan pembawaan batu ketempat penghancuran, waktu penghancuran, dan pembawaan batu ke tempat penampungan pada stone crusher.

##### 4.2 Tujuan Pengujian dan Analisa

Tujuan pengujian dan Analisa ini adalah agar penulisan dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan system operasi alat ini. Seperti pembawaan batu melalui konveyer 1, penghancuran batu, pembawaan batu melalui konveyer 2 ketempat penampungan, serta respon indicator motor pada HMI Nextion.

##### 4.3 Hasil Perancangan Alat

Berikut ini adalah hasil dari perancangan pembuatan prototype stone crusher sebagai berikut.



**Gambar 4.1** Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat



**Gambar 4.2** Prototype tampak depan dengan control panel terbuka



**Gambar 4.3** Box control panel



**Gambar 4.4** Interface, pushbutton pengontrol, dan *indicator*

##### 4.4 Analisa Alat

Pada pengujian system pengontrolan motor listrik berbasis PLC aplikasi pada stone crusher, penulis menggunakan dua system control yaitu secara otomatis dan manual.

Dapat dijelaskan mengenai hasil pengujian system control manual, Maka hasil pengujiannya sebagai berikut:

**Tabel 4. 1** Dimensi Batu, Volume, Dan Berat Batu Pengujian Manual

| NO | DIMENSI BATU |            |             | VOLUME (mm <sup>3</sup> ) | BERAT BATU |
|----|--------------|------------|-------------|---------------------------|------------|
|    | PANJANG (mm) | LEBAR (mm) | TINGGI (mm) |                           |            |
| 1  | 21           | 30         | 7           | 4410                      | 2 gr       |
| 2  | 26           | 29         | 15          | 11310                     | 3,6 gr     |
| 3  | 21           | 29         | 12          | 7308                      | 2 gr       |
| 4  | 20           | 26,5       | 12          | 6360                      | 3 gr       |
| 5  | 27           | 35         | 13          | 12285                     | 3,7 gr     |
| 6  | 29           | 29,5       | 9           | 7699,5                    | 2 gr       |
| 7  | 17           | 24         | 11          | 4488                      | 2 gr       |
| 8  | 21           | 32         | 15          | 10080                     | 4 gr       |
| 9  | 29           | 37,5       | 25          | 27187,5                   | 5 gr       |
| 10 | 36           | 41         | 28,5        | 42066                     | 29 gr      |

Sumber : Hasil percobaan 1 penulis

**Tabel 4. 2** Dimensi Batu, Volume, Dan Berat Batu Pengujian Manual

| NO | DIMENSI BATU |            |             | VOLUME (mm <sup>3</sup> ) | BERAT BATU |
|----|--------------|------------|-------------|---------------------------|------------|
|    | PANJANG (mm) | LEBAR (mm) | TINGGI (mm) |                           |            |
| 1  | 21           | 33         | 7           | 4851                      | 2,5 gr     |
| 2  | 26           | 25         | 15          | 9750                      | 3,6 gr     |
| 3  | 21           | 30         | 12          | 7560                      | 3 gr       |
| 4  | 20           | 25,5       | 12          | 6120                      | 3,5 gr     |
| 5  | 27           | 34         | 13          | 11934                     | 3,8 gr     |
| 6  | 29           | 28         | 9           | 7308                      | 3 gr       |
| 7  | 17           | 25         | 11          | 4675                      | 2,3 gr     |
| 8  | 21           | 32         | 15          | 10080                     | 4 gr       |
| 9  | 29           | 37,5       | 25          | 27187,5                   | 5 gr       |
| 10 | 36           | 41         | 28,5        | 42066                     | 29 gr      |

Sumber : Hasil Perobaan Penulis

#### 4.4.1 Pengujian Manual

**Tabel 4. 3** Pengujian System Control Manual

| No | WAKTU KERJA STONE CRUHER |                 |               | STATUS HANCUR / TIDAK HANCUR |
|----|--------------------------|-----------------|---------------|------------------------------|
|    | KONVEYER 1               | PENGGILANGAN    | KONVEYER 2    |                              |
| 1  | 10,42                    | 15,21           | 6,09          | HANCUR                       |
| 2  | 11,35                    | 26,89           | 5,43          | HANCUR                       |
| 3  | 11,17                    | 24,22           | 5,85          | HANCUR                       |
| 4  | 12,19                    | 20,2            | 6,98          | HANCUR                       |
| 5  | 11,73                    | 21,48           | 6,45          | HANCUR                       |
| 6  | 11,49                    | 22,36           | 6,52          | HANCUR                       |
| 7  | 11,63                    | 17,4            | 6,34          | HANCUR                       |
| 8  | 11,11                    | 24,92           | 5,91          | HANCUR                       |
| 9  | 11,13                    | Tidak Tergiling | Tidak Terbawa | TIDAK HANCUR                 |
| 10 | 11,17                    | Tidak Tergiling | Tidak Terbawa | TIDAK HANCUR                 |
|    | 11,339                   | 21,585          | 6,19625       | WAKTU RATA-RATA              |
|    | 10,42                    | 15,21           | 5,43          | WAKTU TERCEPAT               |
|    | 12,19                    | 26,89           | 6,98          | WAKTU TERLAMBA               |

Sumber : Hasil percobaan Penulis

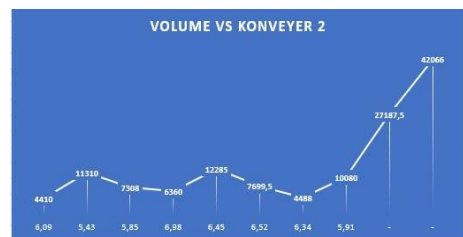
Berdasarkan tabel 4.1 ukuran volume batu yang digunakan pada pengujian control manual. Yang di mana dapat kita lihat pada tabel 4.3 setiap motor membutuhkan waktu yang berbeda-beda. Dengan rata-rata waktu yang ditempuh pada konveyor 1 11,33 detik, pada penggilingan 21,58 detik, dan konveyor 2 6,19 detik. Dengan waktu tercepat pada konveyor 1 10,42 detik, penggilingan 15,21 detik, dan konveyor 2 5,43 detik. Sedangkan waktu terlama ditempuh pada konveyor 1 selama 12,19 detik, penggilingan 26,89 detik, dan konveyor 2 6,98 detik.



**Gambar 4.5** Grafik pengujian konveyor 1



**Gambar 4.6** Grafik pengujian konveyor 2



**Gambar 4.7** Grafik pengujian konveyor 2

#### 4.4.2 Pengujian Automatic

**Tabel 4. 4** Pengujian System Control Automatic

| NO | WAKTU KERJA STONE CRUHER | STATUS                |
|----|--------------------------|-----------------------|
|    |                          | HANCUR / TIDAK HANCUR |
| 1  | 33,45                    | HANCUR                |
| 2  | 33,15                    | HANCUR                |
| 3  | 31,15                    | HANCUR                |
| 4  | 32,16                    | HANCUR                |
| 5  | 33,5                     | HANCUR                |
| 6  | 33,76                    | HANCUR                |
| 7  | 32,88                    | HANCUR                |
| 8  | 32,45                    | HANCUR                |
| 9  | TIDAK TERGILING          | TIDAK HANCUR          |
| 10 | TIDAK TERGILING          | TIDAK HANCUR          |
|    | 32,8125                  | WAKTU RATA-RATA       |
|    | 31,15                    | WAKTU TERCEPAT        |
|    | 33,76                    | WAKTU TERLAMBA        |

Sumber : Hasil Perobaan Penulis

Dari tabel 4.4 dapat dijelaskan hasil mengenai pengujian system control automatic, dengan berdasarkan tabel 4.2 ukuran volume batu yang digunakan pada pengujian control automatic. dimana setiap sekali kerja plan dari pembawaan batu, penggilingan, dan pembawaan hasil ketempat penampungan, membutuhkan waktu yang berbedabeda. Rata-rata waktu kerja di tempuh selama 32,81 detik, dengan waktu tercepat

ditempuh selama 31,15 detik, sedangkan waktu terlama ditempuh selama 33,76 detik. Berikut ini adalah gambar grafik dari pengujian system control automatic pada tabel 4.4 di atas.



**Gambar 4.8** Grafik pengujian system control automatic

#### 4.5 Perbandingan Pengujian Sistem Manual dan Otomatis

Hasil pengujian di atas dapat menyimpulkan bahwa pada sistem manual dalam pengontrolan dapat lebih mudah di monitoring, dikarenakan sistem kerja motor dapat dijalankan secara terpisah, dengan hasil pengujian yang di dapat lebih spesifik disebabkan dapat dilihatnya masing-masing hasil pengujian motor terhadap waktu kerja. Sedangkan pada sistem otomatis pengontrolan dilakukan dengan cara otomatis (berurutan), yang dimana pada pengujian pengambilan data waktu kerja dilakukan secara keseluruhan, mulai dari pembawaan batu dengan konveyer 1 (motor 1), penggilingan (motor 2), dan pembawaan hasil penghancuran batu dengan konveyer 2 (motor 3) ke tempat penampungan.

#### 4.6 Pengujian Sistem Pengaman Terhadap Logam

Pada sistem pengaman terhadap logam di stone crusher ini, penulis menggunakan sensor yang memiliki fungsi dan karakteristik, dimana dari jenis karakteristik sensor dan fungsinya dalam sistem pengaman ini memiliki peran yang dapat mendeteksi logam. dimana pada program sensor di rancang menjadi input untuk memberi sinyal dan menahan satu keadaan agar keadaan tersebut dapat berfungsi. Adapun cara kerja sistem ini yaitu pada saat ada logam yang terbawa di konveyer 1, maka akan melewati alat pendeteksi logam, yang dimana ketika ada logam terdeteksi pada sensor maka All system akan off, dan buzzer pun akan menyala.

Sensor yang digunakan pada alat ini yaitu Sensor proximity NPN. Sensor tersebut memiliki fungsi dengan mengandalkan karakteristiknya.

**Tabel 4. 5** Karakteristik dan fungsi sensor

| NO | SENSOR   | KARAKTERISTIK            | FUNGSI                 | HASIL   |
|----|--|--------------------------|------------------------|---|
| 1. | <br>Sensor Proximity Inductive NPN | Jarak pendeteksian 4 mm. | Mendeteksi objek logam | Buzzer akan menyala mengartikan bahwa objek logam terdeteksi, dan All system akan off |

Sumber

<https://www.researchgate.net/publication/3741268>

<6 An integrated inductive proximity sensor>

<http://www.iftim.cn/windowmotor.htm>

## V. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diberikan dimulai dari perancangan, pembuatan dan Analisa, penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan dan pengendalian system stone crusher menggunakan system kendali manual dan otomatis dikontrol oleh PLC sebagai main control utama.
2. Untuk membuat system komunikasi antara PLC dan HMI nextion digunakannya mikrokontroler berupa Arduino mega 2560 yang berfungsi sebagai membaca dan mengolah data dari main control, yang kemudian data tersebut akan dikirimkan kepada HMI untuk ditampilkan dengan komunikasi sistem serial (Rx/Tx).
3. Penampilan Pada HMI berupa indicator motor listrik yang sedang bekerja.
4. Perancangan system pengaman, yang di fungsikan untuk melindungi mata pisau penghancur batu terhadap logam, dengan menggunakan sensor proximity sebagai pendeteksi logam, dengan jarak pembacaan sensor maksimal 4mm.
5. Pada sistem manual waktu yang dibutuhkan untuk proses pembawaan batu (konveyer 1), penggilingan (penghancuran), pembawaan hasil (konveyer 2) ke tempat penampungan. Dengan rata-rata waktu yang ditempuh pada konveyer 1 11,33 detik, pada penggilingan 21,58 detik, dan konveyer 2 6,19 detik. Dengan waktu tercepat pada konveyer 1 10,42 detik, penggilingan 15,21 detik, dan konveyer 2 5,43 detik. Sedangkan waktu terlama ditempuh pada konveyer 1 selama 12,19 detik, penggilingan 26,89 detik, dan konveyer2 6,98 detik.
6. Pada sistem otomatis waktu kerja yang dibutuhkan untuk proses pembawaan batu (konveyer 1), penggilingan (penghancuran), pembawaan hasil (konveyer 2) ke tempat penampungan. Rata-rata waktu kerja di tempuh 32.81 detik, dengan waktu tercepat ditempuh selama 31,15 detik, sedangkan waktu terlama ditempuh selama 33,76 detik.
7. Dalam pengujian sistem manual ada beberapa hal yang mempengaruhi waktu pengujian

terhadap volume. Yaitu pada konveyer1 bahwa volume tidak mempengaruhi terhadap waktu kerja yang ditempuh. Akan tetapi yang mempengaruhi waktu tempuh ialah letak posisi awal batu di konveyer 1. Pada penggilingan volume batu mempengaruhi terhadap waktu kerja yang ditempuh. Dan pada konveyer 2 volume tidak mempengaruhi terhadap waktu kerja yang ditempuh. Akan tetapi yang mempengaruhi waktu tempuh konveyer 2 ialah letak posisi jatuhnya batu yang telah di hancurkan di atas konveyer 2.

8. Pada proses sistem pengujian otomatis volume batu tidak mempengaruhi terhadap waktu kerja plan stone crusher, disebabkan karena pengambilan data waktu kerja secara keseluruhan mulai dari pembawaan batu dengan konveyer 1, penggilingan (penghancuran), dan pembawaan hasil penghancuran batu dengan konveyer 2 ke tempat penampungan.
9. Pada pengujian dilakukan secara bertahap (satu batu dalam sekali proses penggilingan), maksimal dimensi batu P = 25 mm, L = 35 mm, dan T = 20 mm.

## 5.2 Saran

Saran-saran yang ingin penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

1. Penghancuran batu sebaiknya menggunakan motor dengan torsi yang lebih besar, agar penghancuran batu lebih maksimal.
2. Diterapkan dengan system SCADA agar dapat di monitor keadaan plan dan jumlah batu yang akan di hancurkan, dan setelah di hancurkan.
3. Penambahan system control PID untuk dapat mengatur kecepatan, dan torsi, sesuai dengan yang diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anarwati, Agustin, and Iman Setiono. "Rancang Bangun Alat Pemantauan Pengaturan Kecepatan Putar Motor Dc Power Windows Berbasis Plc Panasonic Menggunakan Human Machine Interface (HMI)." *Gema Teknologi*, vol. 19, no. 3, 31 Oct. 2017, pp. 32-37, doi:10.14710/gt.v19i3.21883.
- Agfianto Eko Putra. (2017); © Hak cipta 2017 pada penulis). PLC: konsep, pemrograman dan aplikasi (omron CPMA1A/CPMA2A dan ZEN programmable relay). Yogyakarta: Penerbit Gava Media.
- Basuki Nur Hutomo, 1973- (penulis); Winih Wicaksono, 1968- (penulis); Yustina Budi Artati (editor); Tri Subagyo (ilustrator); Punto Fitri Ardianto (ilustrator). (2018). Sistem kendali dengan PLC / Basuki Nur Hutomo, Winih Wicaksono; editor, Yustina Budi Artati; ilustrator, Tri Subagyo, Punto Fitri Ardianto. Klaten: Saka Mitra Kompetensi.
- Dewi, Tiar K., and Priyo Sasmoko. "Aplikasi Programmable Logic Controller (Plc) Omron Cp1e Na20 Dra Dalam Proses Pengaturan Sistem Kerja Mesin Pembuat Pelet Ikan." *Gema Teknologi*, vol. 17, no. 4, Apr. 2014, doi:10.14710/gt.v17i4.8937.
- Depawur. (2007). Sistem Pengendali Otomatis. Jakarta.
- Ibnu Kurniawan. (2009). Prinsip Operasi PLC. Jakarta.
- Mohammad H. Rashid. (1993) Power Electronics, Printice Hall International, Detikd Edition.
- Rachman. (2012) Programmable Logic Controller
- Zulham, M. D. (1998). Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya.
- [https://www.researchgate.net/publication/37412686\\_An\\_integrated\\_inductive\\_proximity\\_sensor](https://www.researchgate.net/publication/37412686_An_integrated_inductive_proximity_sensor)
- <http://www.iftim.cn/windowmotor.htm>