

AUTOMATISASI WATERSPRAY UNTUK MENGURANGI DEBU PADA PROSES TRANSPORT BATUBARA BERBASIS PLC DI PT. SEMEN INDONESIA (PERSERO) Tbk.

Pradana, Bambang Dwi Sulo¹, Bambang Minto²
Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193 Malang
praddan95@gmail.com

ABSTRAK

Dalam pengoperasian transport material batubara tidak akan lepas dengan pencemaran debu batubara. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dibuatlah sebuah sistem yang disebut waterspray. Cara kerja waterspray sangat sederhana, yaitu menambahkan sebuah pipa air yang berguna untuk menyemprotkan air di lokasi perpindahan batubara seperti pada hopper / tempat perpindahan material batubara dari dump truck ke penampungan sementara kemudian pada chute / tempat perpindahan antar belt serta dipasang di storage batubara. Namun dalam pengoperasiannya masih dikerjakan secara manual, personil di area kerja harus menuju area kerja yang berdebu untuk membuka valve-valve air secara manual. Hal ini cukup berbahaya dikarenakan debu batubara dapat mengganggu penglihatan dan pernafasan yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja. Dampak pada peralatan, jika personil lapangan lupa menutup valve di lapangan dapat menimbulkan belt basah dan air dapat mengalir ke area lorong yang menyebabkan banjir di area bawah tanah. Skripsi ini bertujuan untuk menghilangkan kekurangan-kekurangan pada sistem waterspray dengan mengubah sistemnya dari manual menjadi otomatis. Dengan menambahkan sensor-sensor dan mengatur tata letak sesuai dengan fungsi dan keadaan material. Diharapkan tujuan untuk mengurangi gangguan pada saat operasi bisa berjalan lancar, proses pemeliharaan lebih mudah, alat bekerja dengan optimal, dan hasil produksi meningkat.

Kata kunci : Waterspray, PLC Allen Bradley SLC 500, Manual.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam proses pengisian pile batu bara dari hopper menuju storage batu bara tidak akan lepas dari permasalahan debu (khususnya musim kemarau). Semakin kecil diameter debu, semakin mudah debu tersebut terbawa angin. Salah satu upaya paling efektif adalah dengan menggunakan air sebagai media untuk memberikan sifat adhesif pada partikel debu sehingga dapat teremulsi bersama partikel debu lainnya membentuk partikel yang lebih besar dan berat yang akan sulit terbawa angin.

Penggunaan waterspray adalah salah satu solusi untuk mengurangi debu yang dihasilkan saat proses transport/pengisian batubara. Waterspray ditempatkan di area-area yang rawan munculnya debu. Namun dalam pemakaiannya waterspray harus dioperasikan secara manual oleh operator dengan membuka valve secara manual di lapangan untuk mengalirkan air dan beresiko terjadi kecelakaan kerja pada operator karena lokasi yang berdebu di beberapa titik pengisian batubara. Dengan menggunakan PLC SLC 500, water spray dapat dioperasikan secara otomatis berdasarkan sensor-sensor yang ada di lingkungan kerja tanpa harus dioperasikan secara manual dan keamanan semakin terjamin.

1. 2. Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan latar belakang yang ada, maka dalam penulisan skripsi ini, masalah yang akan dikemukakan adalah :

1. Bagaimana sistem kerja PLC pada waterspray
2. Sejauh mana efektivitas penggunaan PLC untuk keamanan personil dan mesin yang ada di lapangan

1. 3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah merancang sistem otomatisasi waterspray di area batubara menggunakan PLC Allen Bradley SLC 500.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Iqbal Zakariah dan Asifa Nurul Husna , 2011. Sistem Kendali Servo Posisi dan Kecepatan dengan Programmable Logic Controller (PLC) . Penggunaan PLC Allen Bradley pada proyek ini lebih menggunakan analog input dan analog output. Pengontrolan dilaksanakan oleh operator melalui software dengan menaikkan / menurunkan parameter yang sesuai untuk pengaturan yang digunakan sebagai pengatur posisi servo dan kecepatan motor.

Abdurrahman dan Zidnie Haniefa, 2010. Pembuatan Crane Pemindah Benda Berdasarkan Berat Berbasis PLC (Programmable Logic Controller). Di dalam proyek ini bahasa pemrogram PLC yang digunakan adalah diagram ladder dan kode mnemonic. Output sensor berat digunakan sebagai masukan menuju input analog PLC. Dengan sensor berat tersebut dan menggunakan sistem PLC, maka crane dapat bekerja secara otomatis untuk memisahkan dan menempatkan benda sesuai dengan berat masing-masing benda.

Adi Winarto, 2011. Prototipe Sistem Kebakaran Berbasis PLC dengan Menggunakan Sensor Asap dan Sensor Suhu. Sistem yang digunakan dalam proyek ini cukup sederhana. Sensor suhu dan sensor asap dihubungkan ke input PLC dan akan secara otomatis mengaktifkan motor yang digunakan sebagai pompa air yang akan memadamkan api.

Dari penelitian terdahulu diatas maka dapat disimpulkan bahwa perbedaan sistem kontrol yang diaplikasikan dalam PLC *Allen Breadley* sebagai sistem kendali servo posisi dan kecepatan, membuat crane untuk memindahkan benda berdasarkan berat Serta penggunaan *PLC* sebagai kontrol pemadam kebakaran. Sedangkan penulis menggunakan PLC untuk mengendalikan penyemprotan air pada sistem waterspray

2.2 Pengantar PLC Secara Umum

PLC (*Programmable Logic Controller*) pada awalnya merupakan *controller* yang bekerja dalam dunia binary (*on-off*), namun akhirnya hampir semua PC (*programmable controller*) telah dilengkapi untuk dapat memproses sinyal *input* dan *output* analog, sehingga label di atas tidak lagi menggambarkan kemampuannya. Walaupun demikian supaya menghindari kerancuan dengan istilah PC untuk personal komputer, maka lebih disukai menggunakan PLC untuk *Programmable Logic Controller*.

Programmable Logic Controller mempunyai kelengkapan *hardware* dan perangkat lunak sehingga lebih disukai sebagai peralatan kontrol industri yang luas. PLC *Allen Bradley* merupakan salah satu type dari berbagai macam merk PLC yang ada, dimana pada dasarnya setiap jenis PLC mempunyai kelebihan dan kekurangan dibanding merk yang lainnya. Banyak kelebihannya bila kita menggunakan PLC dibanding kontrol dengan sistem konvensional, yaitu kontrol lebih kecil, sederhana dan mudah dalam instalasi maupun perbaikan. Hal lain yang lebih penting adalah sangat efisien baik waktu maupun tenaga.

Dalam tugas ini penulis mengaplikasikan PLC *Allen Bradley SLC-500*, yaitu salah satu type PLC dari keluarga *SLC-500 family*. Berikut gambar aplikasi pemasangan PLC *Allen Bradley SLC-500* di area crusher.



Gambar 2. 1 PLC (Programmable Logic Control) Allen Bradley SLC-500 di Area Crusher
Sumber : PLIC

1.3 Prinsip Kerja PLC

Prinsip kerja PLC sebenarnya sama dengan prinsip kerja komputer yang kita gunakan sehari-hari karena di dalamnya terdapat komponen utama yakni *Central Processing Unit (CPU)* sebagai otak dan letak perbedaannya yaitu pada PLC terdapat tambahan bagian eksternal yakni *input module* dan *output module* yang terhubung menjadi satu dan merupakan satu sistem terintegrasi menjadi suatu alat kontrol. Sinyal *input* terkondisi yang diterima *input module* disimpan ke dalam memory, selanjutnya diproses dalam CPU sesuai dengan program yang telah ditetapkan dan dihasilkan kondisi *output* untuk menggerakkan peralatan yang tersambung pada *output module*. Pada PLC yang berbasis modular, modul-modul *input* dan *output* terpasang pada konektor dalam rak yang memudahkan ekspansi sistem bila diperlukan. Berikut ini blok diagram dari suatu PLC secara sederhana.



Gambar 2. 2 Blok Diagram PLC Secara Sederhana
Sumber : *Electronics in Industrial*, Wadsworth

2.4 Hardware (Perangkat Keras) PLC

Pada dasarnya perangkat keras PLC terdiri atas tiga bagian yaitu Unit Proses Pusat (CPU), bagian *input/output (I/O)*, *memory* dan piranti pemrograman.

CPU adalah jantung dari sistem PLC. Yang merupakan sistem yang didasarkan processor mikro yang mengganti *relay* pengendali, pencacah, timer dan pembuat urutan pemroses hanya muncul satu kali pada PLC, ini dapat satu bit atau satu pemroses kata.

Pemroses satu bit baik untuk menangani operasi logika. PLC dengan pengolah kata digunakan apabila pemrosesan teks dan data numerik, perhitungan, pengukuran, pengontrolan dan perekaman, juga sinyal pemrosesan sederhana dalam kode biner. Prinsip operasi dari CPU dapat dinyatakan secara ringkas sebagai berikut.

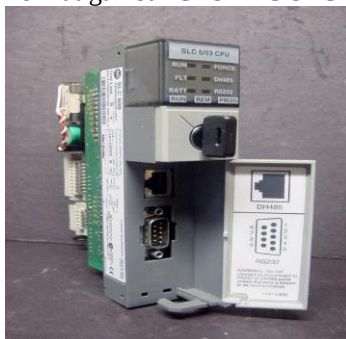
- CPU menerima (membaca) data *input* dari berbagai alat yang merasakan (*sensing*), mengeksekusi program pemakai yang disimpan dari *memory* dan mengirimkan perintah *output* yang tepat untuk mengendalikan piranti.
- Sumber daya arus searah (DC) diperlukan untuk menghasilkan tegangan level rendah yang digunakan oleh pemroses (*processor*) dan modul I/O. Suplay daya ini dapat ditempatkan pada unit CPU atau mungkin sebagai unit yang ditempatkan secara terpisah tergantung pembuat sistem PLC.
- Sebagian besar CPU berisi baterai cadangan yang menjaga program operasi ada dalam penyimpanan, pada kejadian gagalnya daya yang ditempatkan.

CPU berisi berbagai bagian listrik dan wadah (*serial port*) untuk menghubungkan kabel yang menuju keunit lain, juga kesaklar kunci operasional.

2.4.1 Processor

Processor merupakan bagian pokok dari PLC yang memproses dan menyimpan semua program yang kita masukkan. Dalam proses program, PLC menyesuaikan dengan keadaan *input* dan *output*.

Processor bisa juga disebut *Central Processing Unit* (CPU) yang berfungsi untuk mengambil intruksi dari *memory*, mengkodekannya, kemudian mengeksekusi intruksi tersebut, CPU akan menentukan putusan-putusan untuk pengontrolan, dengan kata lain menghasilkan sinyal kontrol, mentransfer data dari *input/output* melakukan fungsi aritmatik, dan logika serta mendeteksi sinyal dari luar CPU. Berikut gambar CPU PLC SLC 500



Gambar 2. 3 CPU PLC SLC 500

Sumber : Pemeliharaan Listrik dan Instrumentasi Crusher

2.4.2 Memory

Memory adalah program penyimpanan data yang disimpan pada pengontrol. Informasi yang disimpan pada *memory* berhubungan dengan cara data *input* dan *output* harus diproses. Kompleksitas

program menentukan besarnya *memory* yang diperlukan. Element *memory* menyimpan potongan individual dari informasi yang diset bits (*binary digits*).

Program pengendali sesungguhnya dilakukan di dalam komponen penyimpanan *memory electronic*, misalnya RAM dan EEPROM. Unit yang memproses, membaca/mengamati data dari modul *input* dan *output* dan menyimpan kondisinya pada *memory*. Kemudian unit processor membaca/ mengamati program pemakai yang disimpan pada *memory* dan membuat keputusan yang menyebabkan *output* berubah.

2.4.3 Modul Input/Output

Bagian I/O dari PLC terdiri dari modul *input* dan *output*. Sistem I/O membentuk *interface* dengan piranti medan yang dihubungkan dengan pengontrol. Tujuan *interface* ini adalah untuk kondisi berbagai sinyal yang diterima dari atau dikirimkan ke piranti medan *eksternal*.

2.5 Pengenalan Sensor Proximity

Sensor *proximity* berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Sensor proximity dapat mendeteksi keberadaan benda disekitarnya tanpa ada kontak fisik dengan benda tersebut. Cara kerja sensor *proximity* ini yaitu dengan memancarkan medan elektromagnetik dan mencari perubahan bentuk medan elektromagnetik pada saat benda dideteksi. Jika benda telah terdeteksi maka sinyal tersebut akan merubah bentuk sinyal dan mengirimkan sinyal kembali kesensor dan memberitahukan bahwa di depan sensor terdapat benda.

Sensor *proximity* ini memiliki keunggulan dalam hal kemampuan yang tinggi dan umur pakai yang lama karena sensor ini tidak ada bagian mekanisnya yang kontak langsung dengan objek.



Gambar 2. 4 Sensor Proximity

Sumber: Pemeliharaan Listrik dan Instrumentasi Crusher

2.6 Pengenalan Sensor Photoelectric

Sensor *PhotoElectric* adalah sensor yang menggunakan elemen peka cahaya untuk mendeteksi benda-benda. Dalam sistem ini menggunakan sensor *photo electric type through beam*. Terdiri dari *emitor/transmitter* (sumber cahaya) sebagai pengirim dan satunya sebagai penerima (*receiver*). Emitter berfungsi sebagai pengirim sinar infra red yang

nantinya akan diterima oleh receiver untuk direspon. Pemasangan emitor dan receiver selalu terpisah dan saling berhadapan. Manakala sinar yang dikirim oleh transmitter ke receiver terhalang suatu benda padat maka receiver akan kehilangan cahaya kemudian meresponnya sehingga outputnya akan bekerja.



Gambar 2. 5 Sensor Photoelectric

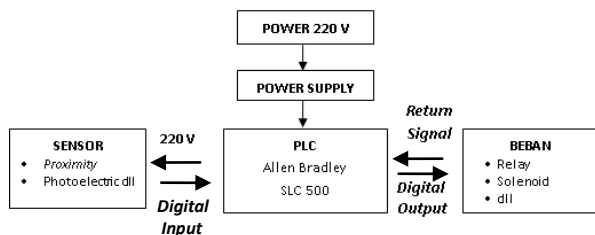
Sumber: Pemeliharaan Listrik dan Instrumentasi Crusher

3. METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Pemikiran

Sistem waterspray ini bekerja menggunakan sensor-sensor yang akan bekerja secara otomatis disaat kondisi area kerja sedang beroperasi. Sistem kerja kontak *switch* menggunakan sensor-sensor seperti *proximity*, *photoelectric* dan *motion detector* /sensor putaran *belt* dalam proses pengoperasiannya. Sensor-sensor ini berfungsi membuka dan menutup kontak secara otomatis yang dimana sistem kendalinya ada pada kontrol PLC.

PLC merupakan suatu peralatan yang dapat mengatur sebuah sistem pada program yang diinginkan, seperti perubahan kontak *switch* NO (*Normally Open*) atau NC (*Normally Close*) yang digunakan untuk mengaktifkan sebuah beban, contohnya solenoid dan relay. Semua kontak input dan output pada PLC dalam sistem ini menggunakan power 220V. Sehingga power hanya akan terkirim jika sensor-sensor terkena target dan mengaktifkan kontak digital input PLC, kemudian PLC akan mengaktifkan digital output yang akan mengaktifkan valve-valve sesuai dengan program yang diatur. Gambar blok diagram secara garis besar seperti berikut :



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem Waterspray

Sumber : PLIC

3.2 Spesifikasi Bahan dan Alat Pendukung

Adapun spesifikasi dan alat pendukung secara garis besar sebagai berikut :

1) PLC

PLC yaitu alat pendukung yang digunakan untuk memberikan perintah *output* pada *proximity* sensor untuk mematikan dan menjalankan sistem sesuai dengan program yang dikehendaki. Dengan menghubungkan kontak DI sebagai input menuju sensor dan kembali memberikan sinyal indikasi ke PLC yang akan mengaktifkan beban sebagai DO sesuai program yang telah di *setting*. PLC yang digunakan yaitu PLC *Allen Bradley SLC-500* dengan spesifikasi:

- Merupakan salah satu type PLC dari keluarga SLC-500 family
- Power yang digunakan :
 - a) untuk *output module* : 120-240 vac dan 125 vdc
 - b) untuk *input module* : 170-265vac
 - c) untuk prosesor/cpu : 120-240 vac
- Terminal *input module*/koneksi DI : 16 terminal + 2 ac com
- Terminal *output module*/koneksi DO : 16 terminal + 2 ac com

2) Sensor

Jenis sensor dalam sistem *waterspray* menggunakan beberapa sensor yang dipasang dan diatur sesuai dengan lokasi dan kondisi di lapangan. Sehingga dalam pemakaiannya menggunakan beberapa sensor, antara lain :

a. Proximity Switch

Sensor ini digunakan untuk sistem *spray* di pile. Sensor hanya akan bekerja jika ujung sensor terkena target metal yang telah diatur sesuai kebutuhan sehingga sistem berfungsi sesuai dengan keinginan. Ketika *proximity* tersensor target akan mengirim sinyal pada PLC dan akan mengaktifkan solenoid valve yang berada paling dekat dengan sensor.

b. Photoelectric

Sensor ini dipasang pada jalan masuk sebelum hopper. Sehingga ketika dump truck akan menuangkan material otomatis akan menghalangi jalannya sinar infra merah menuju receiver dan mengaktifkan switch yang akan menjalankan solenoid valve. Sehingga air akan menyembrot hanya ketika terdapat truck yang menuang material.

c. Sensor Material

Sensor ini dipasang diatas *belt conveyor* yang akan berhubungan langsung dengan material. Sensor ini juga menggunakan sensor *proximity* namun dalam kerjanya dibuat desain tersendiri untuk memudahkan dalam menyensor material. Disaat *proximity* tersensor target akan mengirim sinyal pada PLC dan akan mengaktifkan

solenoid valve yang berada paling dekat dengan sensor.

d. Sensor Level Air (*Water Level Control*)

Digunakan sebagai pengaman serta indikasi jika tandon penampungan air berisi air atau air sudah habis. Dengan demikian jika air habis otomatis sistem tidak dapat digunakan sampai level air benar-benar aman dan dapat beroperasi kembali jika level telah tercapai. Hal ini dimaksudkan agar motor tidak terus beroperasi walau air habis yang berakibat terbakarnya motor listrik.

3) Solenoid valve

Solenoid dalam sistem ini adalah satu-satunya beban. Hanya bekerja jika mendapat sinyal dari PLC. Ukuran solenoid sesuai diameter pipa yang digunakan. Solenoid ½ “ digunakan untuk mengaktifkan *spray* di setiap area kerja. Sedangkan solenoid 2” untuk membuka jalur lokasi yang dipilih untuk penyemprotan otomatis area hopper atau pile storage.

4. ANALISA DAN HASIL

Perencanaan pada pembuatan sistem waterspray sangat diperlukan supaya sistem dapat bekerja dengan optimal, karena pada tahap ini akan menentukan jenis proses yang dikontrol, sistem kerja, bentuk desain, penempatan dan cara pengoperasiannya. Untuk memulai langkah-langkah tersebut kita harus mengerti proses yang akan dikontrol secara otomatis, mengetahui data tempat lokasi sistem *waterspray*, mengerti alur diagram proses (*flow chat diagram*), serta program PLC yang mengontrol sistem *waterspray*

4.1 Pengujian Alat

Tahap ini dimaksudkan untuk membuktikan keberhasilan serta mengetahui kelebihan dan kekurangan atau kelemahan dari perencanaan program yang telah diaplikasikan pada sistem waterspray. Analisis dan pengujian ini untuk mengetahui seberapa jauh program yang sudah direncanakan untuk mengontrol *waterspray* berbasis PLC *Allen Bradley* agar sistem dapat beroperasi secara otomatis. Sebelum pengujian dilakukan ada beberapa tahapan yang perlu diperhatikan untuk pengujian. Pengujian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pengujian Sensor *Proximity*
2. Pengujian Sensor *Photoelectric*
3. Pengujian PLC *Allen Bready*
4. Pengujian Sistem Kerja *Waterspray*

4.1.1 Pengujian Sensor *Proximity*

Sensor ini dapat difungsikan sesuai dengan kebutuhan dan lokasi yang akan disensor. Pada *belt conveyor*, *proximity* dimanfaatkan sebagai sensor pendeteksi material yang telah dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat diatur sesuai dengan jumlah material yang akan dispray.

Tes fungsi bertujuan untuk mengetahui kondisi sensor *proximity* rusak atau normal. Test fungsi *proximity* hanya dapat dilaksanakan dengan mengalirkan arus listrik ke *proximity* dan dihubungkan ke beban dalam hal ini contohnya kontaktor seperti ditunjukkan pada gambar 4. 1 dibawah ini.



Gambar 4. 1 Pengujian Sensor *Proximity*
Sumber :Pemeliharaan Listrik dan Instrument Crusher

Jika sensor yang digunakan kondisi normalnya NC (*Normally Close*) maka saat dialiri listrik kontaktor akan bekerja dan kontak utama pada kontaktor tersambung dan mengeluarkan nilai resistant. Saat sensor tersentuh benda berbahan besi kontaktor akan mati dan kontak terputus menunjukan nilai 0 atau tidak tersambung. Sebaliknya bila sensor yang digunakan kondisi normalnya NO (*Normally Open*) maka saat dialiri listrik kontaktor tidak akan bekerja sebelum ujung *proximity* menyentuh atau menyensor logam dan nilai resistansi dari kontak utama kontaktor tidak terhubung dan bernilai 0. Namun apabila ujung *proximity* menyensor logam maka kontaktor akan bekerja dan kontak utama kontaktor akan memiliki nilai resisten dan terhubung.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Jarak Deteksi Sensor

<i>Proximity NO (Normally Open)</i>		
Kondisi Sensor	Nilai R Kontak Utama Kontaktor	Status Kontaktor
Tidak terhalangi	-	Tidak aktif
Terhalang besi	7,3 ohm	Aktif
<i>Proximity NC (Normally Close)</i>		
Kondisi Sensor	Nilai R Kontak utama Kontaktor	Status Kontaktor
Tidak terhalangi	7,3 ohm	Aktif
Terhalang besi	-	Tidak aktif

Sumber :Pemeliharaan Listrik dan Instrument Crusher

4.1.2 Pengujian Sensor *Photoelectric*

Sensor *photoelectric* dipasang di jalan masuk *hopper*,hal ini dimaksudkan agar sebelum menuangkan material truk akan menghalangi jalan cahaya dari *transmitter* menuju *receiver* yang akan membuat

switch pada receiver yang awalnya terhubung NO akan terhubung NC. Sinyal dari photoelectric akan diterima PLC dan akan mengaktifkan program yang membuat solenoid di area hopper terbuka dan menspray hopper.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pada Sensor Photoelectric

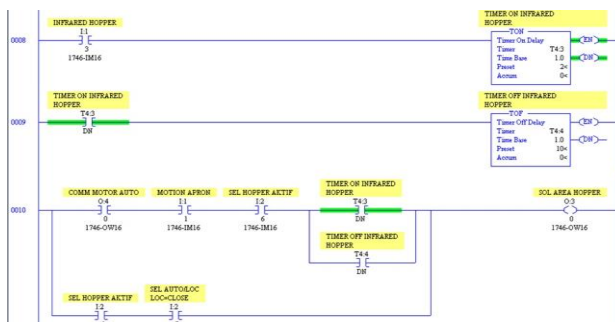
Kondisi Sensor Receiver	Nilai R(Ohm)	Keterangan Switch
Menerima sinar infra merah	0,5	Close /Tersambung
Tidak Menerima sinar infra merah	-	Open /Tidak Tersambung

Sumber :Pemeliharaan Listrik dan Instrument Crusher

4.1.3 Pengujian PLC

Pengujian PLC ini terbagi dalam tiga bagian penting lokasi penyemprotan. Setiap lokasi penyemprotan memiliki beberapa sensor yang berbeda sesuai dengan kondisi area kerja. Lokasi pemasangan sistem waterspray dipilih sesuai dengan dampak debu batubara terbanyak. Lokasi pertama pada hopper tempat transfer material awal yaitu dari truk menuju hopper. Lokasi kedua ada pada setiap pergantian antar belt dan yang terakhir diletakkan di sepanjang pile batubara.

1 Spray air pada hopper



Gambar 4.2 Sistem kontrol spray air otomatis pada hopper

Sumber :Pemeliharaan Listrik & Instrument Crusher

Dari gambar 4.2 dapat dibuat tabel kebenaran sebagai berikut :

Tabel 4.3 Tabel kebenaran sistem kerja spray air otomatis di hopper

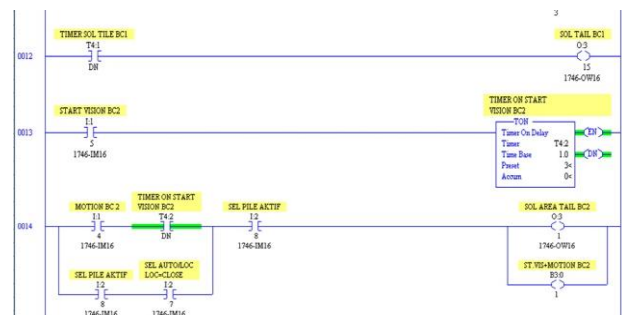
Sensor Photoelectric	Appron Conveyor Operasi	Selector hopper	Solenoid Hopper
1	1	1	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	0

Sumber :Pemeliharaan Listrik dan Instrument Crusher

Dari tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa spray air akan terjadi jika solenoid hopper aktif atau bekerja. Agar solenoid dapat bekerja maka sensor photoelectric harus tersensor, saklar selector berada

pada posisi hopper dan kondisi apron conveyor yang berada di bawah hopper juga beroperasi. Apabila salah satu dari ketiga komponen tersebut tidak bekerja maka dipastikan solenoid tidak akan terbuka dan spray air tidak keluar.

2 Spray air pada belt conveyor



Gambar 4.3 Sistem kontrol spray air otomatis pada belt conveyor

Sumber :Pemeliharaan Listrik & Instrument Crusher

Dari gambar 4.3 dapat dibuat tabel kebenaran sebagai berikut :

Tabel 4.4 Tabel kebenaran sistem kerja spray air otomatis di belt conveyor

Sensor Material	Sensor Belt Operasi	Selector Pile	Solenoid valve
1	1	1	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	0

Sumber :Pemeliharaan Listrik dan Instrument Crusher

Dari tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa solenoid valve akan bekerja dan air menyemprot jika sensor material aktif, sensor putaran belt juga aktif dan selector switch mengarah pada selector pile. Apabila dari ketiga komponen ada yang tidak berfungsi maka solenoid tidak akan bekerja dan spray air akan terhenti.

3 Spray air pada tripper

Proses spray pada area tripper difungsikan agar air akan terus menyemprot hanya pada area batubara dijatuhkan dari tripper. Dikarenakan terdapat 2 macam tempat pengisian pile maka dibuatlah interlock agar air hanya akan menyemprot pada pile yang sedang melakukan pengisian. Untuk pola penyemprotan, spray air juga akan mengikuti jalannya tripper sehingga dipasanglah sensor proximity yang sejajar dengan solenoid. Untuk tabel kebenarannya dapat disimpulkan sebagaimana tabel 4.5.

Tabel 4.5 Tabel kebenaran sistem kerja spray air otomatis pada tripper

Proximity (1)	Solenoid (1)	Proximity (2)	Solenoid (2)	Proximity (3)	Solenoid (3)
1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

Sumber :Pemeliharaan Listrik dan Instrument Crusher

Dari tabel 4.5 dapat dijelaskan bahwa setiap *tripper* mentarget salah satu *proximity* maka solenoid yang sejajar dengan *proximity* tertarget akan ikut bekerja begitu pula saat *tripper* mentarget *proximity* yang lain. Dijelaskan pula bahwa setiap *proximity* juga terpasang interlock yang memastikan bahwa hanya ada satu *proximity* yang bekerja. Sehingga penyemprotan air hanya akan terpusat pada lokasi *tripper* yang sedang menuangkan material ke *pile storage*.

4.1.4 Pengujian Sistem kerja Waterspray

Pada pengujian sistem kerja *waterspray* ini adalah menguji hasil kinerja dari alat yang telah di aplikasikan. Pengujian ini dilakukan dengan standar sistem kerja dan fungsi dari sensor. Berikut hasil pengujian sebagaimana pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sistem kerja Waterspray

Jumlah material belt conveyor (Ton/jam)	Kondisi Proximity	Kondisi Solenoid	Keterangan
0	OFF	OFF	Spray air tidak aktif
50	OFF	OFF	Spray air tidak aktif
100	OFF	OFF	Spray air tidak aktif
150	ON	ON	Spray air aktif
200	ON	ON	Spray air aktif
220	ON	ON	Spray air aktif

Sumber :Pemeliharaan Listrik dan Instrument Crusher

Dari tabel 4.6 dapat dijelaskan pengujiannya sebagai berikut :

- 1) Jika jumlah material yang di transport oleh *belt conveyor* ada di bawah 150 ton/jam, maka ketinggian material di atas *belt* tidak dapat mencapai sensor material yang otomatis spray air tidak aktif.
- 2) Jika jumlah material yang di transport ada di atas 150 ton/jam, maka ketinggian material di atas *belt* dapat mencapai sensor material yang membuat *proximity* menyentuh target dan otomatis mengaktifkan solenoid yang akan mengaktifkan spray air.

5. PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Dengan mengamati, mempelajari dan menganalisis *waterspray* berbasis PLC Allen Bradley SLC 500 untuk mengurangi debu batubara, sebagai salah satu alternatif untuk menghilangkan gangguan pada sistem operasi khususnya yang disebabkan oleh debu batubara yang tidak terkontrol. Maka kita dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem otomatisasi *waterspray* berbasis PLC mempunyai tingkat kecepatan, ketelitian dan ketepatan yang tinggi dikarenakan semua peralatan sensor-sensor yang mempengaruhi sistem telah dikendalikan oleh PLC dan dapat bekerja sesuai dengan fungsinya dengan syarat-syarat tertentu seperti sistem hanya akan bekerja jika belt berjalan dan mengangkut material. Sehingga penggunaan PLC dalam sistem menjadi lebih efisien dan efektif.
2. Sebelum dilaksanakan perbaikan otomatisasi, semua sistem dioperasikan secara manual. *Valve* untuk penyemprotan belt conveyor hanya dibuka oleh operator lalu ditinggalkan sehingga kapasitas penyemprotan tidak dapat diatur saat terdapat material maupun tidak terdapat material. Hal ini menyebabkan *over spray* atau kelebihan penyemprotan yang membuat *belt conveyor* terlalu basah dan membuat material melorot ketika berada pada *belt* yang miring dan akibatnya ujung bawah dapat terjadi banjir dan menenggelamkan ekor *belt* yang membuat *belt conveyor* selip serta dapat menyebabkan *belt* putus.

Setelah dilaksanakan otomatisasi, penyemprotan air hanya akan menyemprot air jika terdapat material batubara. Dengan begitu penyemprotan yang berlebihan dapat dihindari dan peralatan akan lebih awet serta penggunaan air yang lebih efisien. Keselamatan personil di lapangan lebih terjaga karena mereka tidak harus membuka *valve* secara manual karena *valve* telah dioperasikan menggunakan sensor solenoid otomatis.

5.2 SARAN

1. Dalam menganalisis ada hal yang perlu diperhatikan, yaitu di dalam menghilangkan gangguan untuk mengurangi kerusakan-kerusakan pada sensor digunakan beberapa metode untuk mengatasi gangguan serta mengetahui dampak resiko yang terjadi dan bagaimana menanganinya. Setelah sistem *waterspray* terselesaikan, maka diharapkan untuk di aplikasikan di area kerja yang memiliki tingkat resiko yang sama.
2. *Waterspray* ini menggunakan sensor *proximity* dan sensor *photoelectric* berbasis PLC Allen Bradley karena memanfaatkan kontak DI (*Digital Input*) dan DO (*Digital Output*). Sistem ini dapat

menggunakan PLC lain asalkan memiliki jumlah kontak DI dan DO sesuai dengan kebutuhan sensor yang terpasang di area kerja dengan memperhatikan agar alat tersebut bisa bekerja dengan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Dokumen ISO R-5103-Data Preventive PLIC PT. Semen Indonesia Persero Tbk.
- Ermanto ,Eko Wahyu Ari. 2016. *Analisis Chute level Berbasis PLC Allen Bradley SLC 500 Untuk Mengurangi Over Material di Tuban 3 PT. Semen Indonesia (PERSERO) Tbk.* . Malang:Skripsi.
- Edi Winarto,dkk. 2011. *Prototipe Sistem Pemadam Kebakaran Berbasis PLC dengan Menggunakan Sensor Asap dan Sensor Suhu.* Semarang:Tugas Akhir.
- Eliezer, I Putu Giovanni. 2013. *Pengenalan Sensor Proximity.*
- Iqbal Zakaria & Asifa Nurul Husnah. 2011. *Sistem Kendali Servo Posisi Dan Kecepatan Dengan Programmable Logic Controller (PLC).* Makassar:Tugas Akhir.
- Munif,Moch. 2007. *Studi Aplikasi RS View 32 Pengganti Operator Kontrol Berbasis Industrial PC Pada PLC Allen Bradley.* Malang:Skripsi.
- Rockwell Automation. 1997. *Control The Future Today with Allen-Bradley's SLC 500*
- Rockwell Software, 1996, *RS Linx Lite User Guide for Allen Bradley Programmable Controllers,* Rockwell Software Inc. , USA.
- Zidnie Haniefa. 2010. *Pembuatan Crane Pemindah benda Berdasarkan Berat Berbasis PLC (Programmable Logic Controller)* (skripsi). Jakarta:Universitas Negeri jakarta.