

## **Pengendalian Pembuatan *Asphalt Hot Mix* pada *Asphalt Mixing Plant* menggunakan PLC**

Prasetyo\*, Wahyudi

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

\* e-mail: prasetyo@students.undip.ac.id

### ***Abstract***

*Asphalt hot mix manufacture consists of mixer and weighing which is a part of the mixing process which is controlled automatically using PLC at the asphalt mixing plant SPECO TSAP-800AS. All processes in the asphalt mixing plant have used computer-based electromechanical automation, especially the application of PLC control on the Mixer and Weighing section, considering that the mixing process must always be stable and run continuously so it must be controlled automatically using a combination of relays and air dampers. The scale sensor used is a load cell which functions to calculate the weight of solid material from hot bin CB1/1 to CB1/5. The mixer used has a capacity of 800 kilogram per batch. The design of controlling the manufacture of asphalt hot mix at the asphalt mixing plant TSAP-800AS was made using Outseal Studio V2.2 software.*

**Keywords** — *Ladder diagram, mixer, PLC, Weighing*

### **1. Pendahuluan**

Dalam beberapa tahun terakhir perkembangan Indonesia dalam dunia infrastruktur memiliki perkembangan yang pesat, sehingga kebutuhan dalam berbagai hal semakin banyak dan meningkat. Terdapat banyak proyek untuk infrastruktur baik dalam pembuatan jalan, pendirian gedung atau rumah bahkan perawatan dan perbaikan infrastruktur.

Banyak produksi *asphalt hot mix* yang kurang memenuhi target dan kurang efisien dikarenakan produksi pada *Asphalt Mixing Plant* (AMP) yang masih manual menggunakan tenaga manusia untuk proses pengendalian pencampurannya. Revolusi industri 4.0 yang sekarang sedang hangat dibicarakan oleh pelaku industri terutama di lingkungan industri negara maju dapat menjadi solusi dengan cara mengotomasi semua proses dan tahapan produksi industri. Perusahaan akan banyak berinvestasi untuk pelatihan bagi karyawannya karena akan semakin banyak penggunaan mesin otomatis dan modern [1]. Contohnya *Programmable Logic Controller* (PLC) yaitu *controller* yang dapat menjalankan suatu alur rangkaian produksi dengan pengaturan *input* sesuai dengan yang diinginkan. Penggunaan PLC sebagai basis *design project* yang ternyata sangat mengasah kreativitas dan kemampuan dalam *practical problem solving skill*, banyak kasus pembelajaran seperti mengendalikan gerakan konveyor, pengisian tangka, dan lainnya [2].

Pada makalah ini disampaikan mengenai perancangan pengendalian pembuatan *asphalt hot mix* pada AMP serta merancang simulasi pengendalian pembuatan *asphalt hot mix* bagian *mixer* dan *weighing* pada AMP sebagai gambaran proses pengendalian. Metode kontrol logika pada PLC yang digunakan pada pengendalian pembuatan *asphalt hot mix* bagian *mixer* dan *weighing* pada AMP menggunakan *Ladder diagram* sebagai simulasi pengendalian *mixer* dan *weighing* pada AMP.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Komponen-Komponen

Komponen penelitian ini terdiri atas komponen penyusun sistem AMP dan komponen kontrol. *Mixer*, *weighing*, *thermal oil burner*, *cold bin*, *hot bin* dan konveyor merupakan komponen penyusun AMP, sedangkan komponen yang digunakan dalam kontrol adalah PLC. Gambar 1 menunjukkan gambar secara keseluruhan secara fisik dari AMP.



Gambar 1. *Asphalt mixing plant*

*Mixer* adalah alat untuk proses pencampuran di mana agregat yang telah dipanaskan dan telah melalui timbangan ditakar sesuai dengan komposisi yang diinginkan selanjutnya dituangkan ke dalam *mixer* dengan membuka pintu *bin* panas menggunakan sistem hidrolik yang dikendalikan secara otomatis/manual. Gambar 2 menunjukkan *paddle mixer* yang digunakan sebagai pengaduk *asphalt hot mix* saat proses *mixing* di *mixer*.



Gambar 2. *Paddle mixer*

Proses pencampuran pada *mixer* adalah proses pencampuran antara agregat panas, aspal, dan *filler* dengan suhu  $\pm 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cara pengadukan dilakukan dengan memutar poros pengaduk dengan menggunakan motor listrik. Setelah itu agregat yang telah sehomogen mungkin dicampurkan maka akan dituang langsung ke dalam truk pengangkut dengan cara membuka pintu bukaan yang ada pada bagian bawah *mixer* dengan kontrol hidrolik. Campuran aspal beton yang telah keluar dari *mixer* ini bersuhu  $\pm 150\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan setiap jamnya suhunya akan berkurang  $\pm 2,5 - 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

*Weighing* (Timbangan) adalah alat yang digunakan untuk menakar/menimbang jumlah masing-masing agregat sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan, proses penimbangan dilakukan dengan sistem komputerisasi/otomatis. Sebelum timbangan digunakan timbangan

terlebih dahulu dikalibrasi agar hasil timbangan dapat akurat. Biasanya timbangan dikalibrasi dengan bobot teringannya 10 kilogram, ini dikarenakan berat jenis dari agregat yang terlalu tinggi sehingga timbangan tidak akan akurat/ tidak dapat membaca apabila agregat yang ditimbang di bawah 10 kilogram. Gambar 3 menunjukkan sensor *Load Cell* yang digunakan sebagai sensor penimbangan di *mixer* AMP. Faktor-faktor penting pada unit timbangan agregat yang perlu mendapat perhatian antara lain sebagai berikut.

1. Kalibrasi timbangan.
2. *Weigh box* tergantung bebas.
3. Kontrol harian terhadap kinerja operator AMP.



Gambar 3. *Load cell* untuk penimbangan

Terdapat 3 komponen utama dalam *weighing* pada proses *mixing* yaitu *aggregate weighing*, *asphalt weighing* dan *spray piping* serta *filler weighing*. Ketiga komponen tersebut berfungsi untuk mengukur jumlah agregat, jumlah aspal, dan *filler* yang digunakan. Terdapat *sprayer* juga yang berfungsi untuk menyemprotkan aspal ke *hot mix*.

*Burner* Riello RLS-70 adalah alat pembakar dua tingkat berbahan-bakar ganda yang berfungsi untuk memanaskan bahan-bahan cair seperti pada *boiler* dan *thermal oil heater*. Pembakar ini dapat menggunakan bahan bakar gas LPG maupun solar dari jenis B10 hingga B40. Pembakar ini memiliki daya rata-rata 213 kilowatt pada tekanan minyak solar B10 bertekanan 12 bar dan *volume combustion chamber* ideal 2920 dm<sup>3</sup> [3]. Fungsi dari pembakar pada *thermal oil heater* AMP adalah untuk memanaskan *Heat Transfer Oil* (HTO) berjenis *Shell Thermia S2*. Gambar 4 menunjukkan *burner* Riello RLS-70 yang digunakan di AMP.



Gambar 4. *Burner* Riello RLS-70

*Bin* dingin (*cold bin*) merupakan bak tempat menampung material agregat dari tiap-tiap fraksi mulai dari agregat halus sampai agregat kasar yang diperlukan dalam memproduksi campuran aspal panas atau *hot mix* pada setiap bak masing-masing. Setiap fraksi 8 agregat ditampung dalam masing-masing bak sendiri-sendiri. Alat ini mempunyai beberapa tempat penyimpanan seperti *storage bin*. Beberapa jenis *cold bin* mempunyai saringan di bagian pintu yang berfungsi untuk menyaring agregat yang tidak sesuai ukurannya. Material dari *cold bin* yang digunakan dalam proses *mixing* adalah batu dari berbagai ukuran dan pasir. Gambar 5 menunjukkan *cold bin* di AMP dengan 5 bin yang berbeda. Ukuran dari tiap *bin* sebagai berikut.

1. *Bin* 1 berisi material batu dengan ukuran 1/1.
2. *Bin* 2 berisi material batu dengan ukuran 2/3.
3. *Bin* 3 berisi material batu dengan ukuran 1/2.
4. *Bin* 4 berisi material pasir batu.
5. *Bin* 5 berisi material pasir.



Gambar 5. *Cold bin*

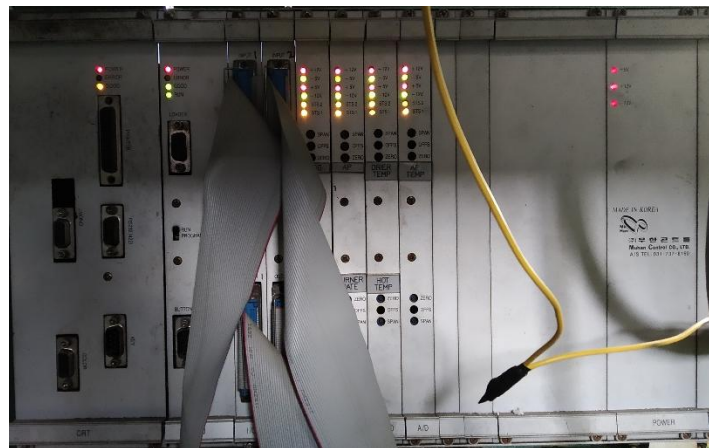
*Bin* panas atau *hot bin* adalah tempat penampungan agregat panas yang telah lolos dari saringan panas. Agregat panas yang lolos penyaringan tersebut akan mengisi tempat masing-masing sesuai dengan fraksi atau ukuran agregatnya.

Konveyor atau mesin kompayer merupakan peralatan sederhana yang dapat bergerak dari satu tempat ke tempat lain sebagai alat angkut suatu barang tertentu untuk kapasitas kecil sampai besar. *Conveyor* dijadikan sebagai alat transportasi yang cepat dan efisien. *Conveyor* terdapat beberapa macam, seperti *roller conveyor*, *belt conveyor*, dan lain sebagainya. Dalam sebuah industri kadang kala terdapat bahan-bahan yang berat dan juga berbahaya bahkan tidak bisa jika dibawa atau diangkut oleh manusia. Alat bantu angkut digunakan untuk menjaga keselamatan dan keamanan para pekerja industri. Untuk itu mesin kompayer banyak dipilih sebagai alat angkut bahan-bahan industri yang padat. Hubungan antara kecepatan putar (rpm) motor dc dengan tegangan suplai ( $V_t$ ) berbanding lurus [4]. Gambar 6 menunjukkan konveyor yang digunakan di AMP.



Gambar 6. Konveyor

PLC dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian *relay sequensial* dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh pengguna yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus [5]. Sistem kontrol yang digunakan dalam AMP ini adalah sistem kontrol dari Muhan Control dengan seri MH-3000Plus-AP yang berbasis pada PLC dengan spesifikasinya yang khusus dirancang untuk AMP [6]. Gambar 7 menunjukkan Muhan Control MH-3000Plus-AP yang digunakan di AMP.



Gambar 7. Muhan Control MH-3000Plus-AP

## 2.2 Perancangan Sistem

AMP merupakan alat berat yang digunakan sebagai tempat campuran aspal diaduk, dipanaskan, dan dicampur [7]. AMP yang digunakan pada proyek ini adalah bertipe *batch plant*. Proses pencampuran pada AMP tipe *batch plant* dimulai dengan penimbangan agregat, bahan pengisi (*filler*) bila diperlukan dan aspal sesuai komposisi yang telah ditentukan selanjutnya dicampur pada pencampur (*mixer/pugmill*) dalam waktu tertentu. Komposisi



campuran tersebut tergantung dengan keadaan di lapangan seperti kadar air yang mempengaruhi proses pengeringan dari material [8].

Perancangan pengendalian ini diaplikasikan pada PLC Outseal Mega V1.1. *Datasheet* spesifikasi dari PLC ini ditunjukkan oleh Tabel 1. Simulasi pengendalian AMP ini disimulasikan pada *software* PLC Outseal Studio V2.2. *Software* ini memiliki kelebihan pada bagian antarmuka (*interface*) sehingga memudahkan pengguna untuk dapat memprogram sendiri PLC Outseal sesuai dengan kebutuhan dan *plant* yang akan dikendalikan [9]. Pemilihan penggunaan Outseal PLC sebagai media pembelajaran oleh trainer PLC mendapatkan nilai sebesar 89,78 % yang dapat dikategorikan sangat layak untuk media pembelajaran awal mengenai PLC [10].

Tabel 1. Spesifikasi PLC Outseal Mega V1.1

Spesifikasi	PLC Outseal Mega V.1.1
Kapasitas <i>flash</i>	128 kb
Jumlah digital <i>input</i>	16
Teknik digital <i>input</i>	Berjenis <i>sinking</i> 5 -24 VDC
Jumlah digital <i>output</i>	16
Teknis digital <i>output</i>	NPN <i>open collector</i> 5 - 28 V, 100 mA/channel dilengkapi dengan <i>resettable fuse</i>
<i>High speed counter</i>	2 <i>channel</i>
Analog	2 jalur (0-5V atau 0-20mA)
Komunikasi	2 serial port ( <i>slave</i> dan <i>master</i> )
Protokol	RS485, Modbus RTU
<i>Supply step down</i>	<i>Switching buck converter</i> Max 24 V
<i>Nonvolatile memory</i>	FRAM, EEPROM
Kabel program	USB type B (untuk printer)
Konektor Modul	Bluetooth/WiFi, HC06/DT06 RTC, DS-3231

Pembuatan *asphalt hot mix* ini mempunyai 2 bagian proses yaitu proses penimbangan berdasarkan sensor *load cell* dan proses pencampuran berdasarkan waktu *timer*. *Load cell* pada simulasi ini disimulasikan menggunakan intruksi *timer* pada *ladder diagram*. *Timer* disimulasikan dengan instruksi *timer on delay* serta logika *counter* disimulasikan menggunakan instruksi *counter up*. Penimbangan material *split* diasumsikan dengan kecepatan konstan sehingga berat material dapat disimulasikan dengan menggunakan *timer*. Diasumsikan kecepatan aliran material sebesar 25 kg/detik. Sebagai salah satu contoh campuran aspal yaitu 750 kilogram yang terdiri dari material 1 seberat 100 kilogram, material 2 seberat 50 kilogram, material 3 seberat 100 kilogram, material 4 seberat 150 kilogram, dan material 5 seberat 350 kilogram yang nantinya semua material akan ditimbang dalam satu tempat oleh 1 sensor *load cell*. Proses pencampuran membutuhkan waktu total selama 20 detik yang terdiri dari 5 detik material masuk ke *mixer*, 10 detik proses pencampuran material, dan 5 detik material keluar dari *mixer*. Proses penimbangan untuk semua material diasumsikan membutuhkan waktu selama 30 detik yang terdiri dari material 1 selama 4 detik, material 2 selama 2 detik, material 3 selama 4 detik, material 4 selama 6 detik, dan material 5 selama 14 detik, dalam satu tempat oleh 1 sensor *load cell* seperti yang dijelaskan pada Tabel 2. Proses pembuatan *asphalt hot mix* ini disimulasikan sebanyak 3 kali *loop*.

Tabel 2. *Rules penimbangan load cell.*

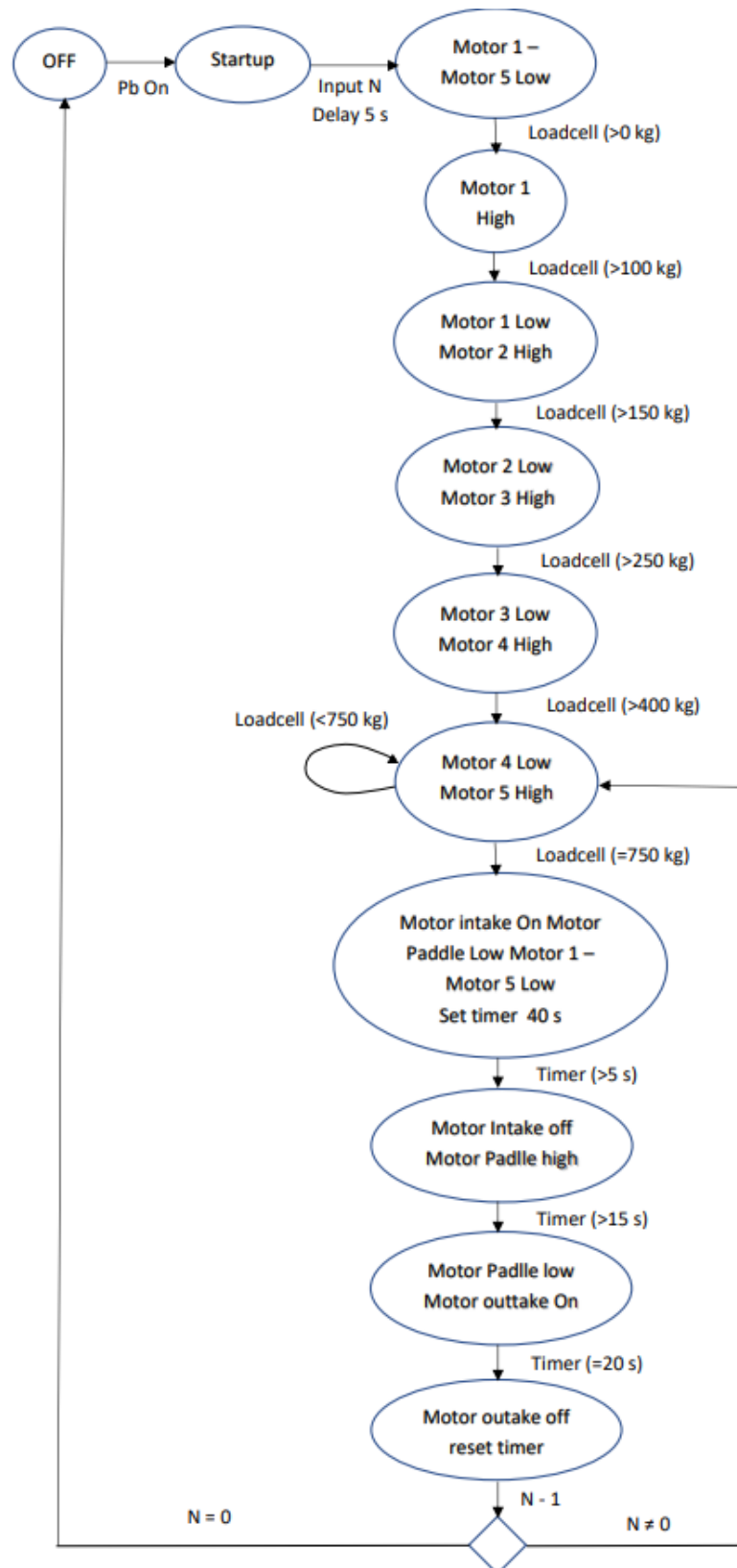
<b>Sensor load cell (kilogram)</b>	<b>Motor 1</b>	<b>Motor 2</b>	<b>Motor 3</b>	<b>Motor 4</b>	<b>Motor 5</b>
0	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>
$0 < x \leq 100$	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>
$100 < x \leq 150$	<i>Low</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>
$150 < x \leq 250$	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>
$250 < x \leq 400$	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>
$400 < x \leq 750$	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>High</i>

Setelah sensor *load cell* mendeteksi jumlah berat semua material sebesar 750 kilogram, maka *timer* akan berjalan. Sebagai salah satu contoh lama *set* waktu pada *timer* yaitu selama 20 detik, di mana 5 detik untuk pembukaan motor *valve* material masuk ke *mixer*, 10 detik untuk proses pencampuran dan 5 detik untuk motor membuka *valve* campuran keluar dari *mixer* menuju *dump truck* seperti tabel yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. *Rules timer*

<b>Timer (s)</b>	<b>Motor pintu masuk mixer</b>	<b>Motor paddle</b>	<b>Motor pintu keluar mixer</b>
0	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>
$0 < x \leq 5$	<i>On</i>	<i>Low</i>	<i>Off</i>
$5 < x \leq 15$	<i>Off</i>	<i>High</i>	<i>Off</i>
$15 < x \leq 20$	<i>Off</i>	<i>Low</i>	<i>On</i>

Sensor *load cell* memiliki 6 ketentuan, yaitu 0 kilogram,  $0 < x \leq 100$  kilogram,  $100 < x \leq 150$  kilogram,  $150 < x \leq 250$  kilogram,  $250 < x \leq 400$  kilogram, dan  $400 < x \leq 750$  kilogram. *Timer* memiliki 4 ketentuan, yaitu: 0 detik,  $0 < x \leq 5$  detik,  $5 < x \leq 15$  detik, dan  $15 < x \leq 20$  detik. Motor 1 sampai motor 5 yang menggerakkan konveyor untuk material yang berbeda mempunyai 2 kecepatan yaitu *High* dan *Low*. Motor penggerak *paddle mixer* juga memiliki 2 kecepatan yaitu *High* dan *Low*. Motor akan otomatis bergerak ketika mendapatkan *input* yang sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan seperti pada Tabel 2. Hal ini bertujuan untuk mengirimkan material sesuai komposisi yang ditentukan. Alur proses *mixing* dari penimbangan tiap material sampai *hot mix* yang sudah siap digunakan ditunjukkan seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. *Diagram state* alur proses *mixing*

Dapat dilihat dari Gambar 8, setelah *plant* dihidupkan operator memberi *input* tentang komposisi dan jumlah proses pencampuran sesuai yang diperlukan. Motor 1 sampai motor 5 mendapatkan input *low*. Selanjutnya motor 1 yang menggerakkan konveyor *bin* 1 akan



mengangkut agregat 1 sehingga agregat 1 akan masuk ke wadah. Jika *load cell* mendeteksi data berupa berat lebih dari 100 kilogram maka motor 2 akan mengangkut agregat 2 masuk ke wadah. Jika *load cell* mendeteksi memiliki data berupa berat lebih dari 150 kilogram maka motor 3 akan mengangkut agregat 3 masuk ke wadah. Jika *load cell* mendeteksi memiliki data berupa berat lebih dari 250 kilogram maka motor 4 akan mengangkut agregat 4 masuk ke wadah. Jika *load cell* mendeteksi memiliki data berupa berat lebih dari 400 kilogram maka motor 5 akan mengangkut agregat 5 masuk ke wadah. Setelah semua material masuk dan sensor *load cell* mendeteksi 750 kilogram, pintu *mixer* akan membuka sesuai data waktu yang dimasukkan ke *timer* selama 5 detik. Jika waktu sudah mencapai 5 detik maka pintu *mixer* akan menutup dan proses *mixing* berlangsung. Jika waktu sudah mencapai 15 detik maka proses *mixing* berhenti dan membuka pintu *hot mix* menuju *dump truck*. Jika waktu sudah mencapai sama dengan 20 detik maka pintu *hot mix* akan menutup dan *reset timer* kembali ke 0 detik..

### 3. Hasil dan Pembahasan

Nama Komponen-komponen yang digunakan pada *ladder diagram* yang akan dirancang dijelaskan pada Tabel 4.

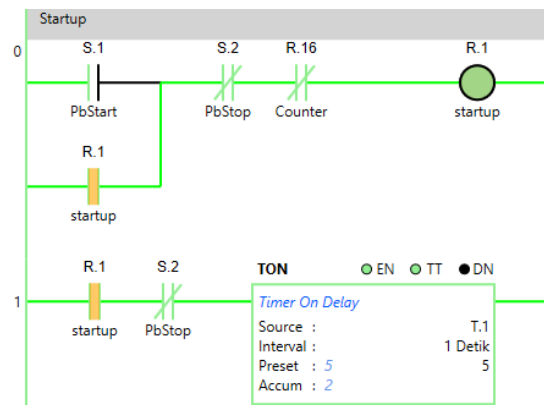
Tabel 4. Nama-nama komponen pada *ladder diagram*

Nama	Komponen
S.1	Tombol <i>Start</i>
S.2	Tombol <i>Stop</i>
R.1	<i>Relay Startup plant</i>
R.2	<i>Relay motor 1 high</i>
R.3	<i>Relay motor 1 low</i>
R.4	<i>Relay motor 2 high</i>
R.5	<i>Relay motor 2 low</i>
R.6	<i>Relay motor 3 high</i>
R.7	<i>Relay motor 3 low</i>
R.8	<i>Relay motor 4 high</i>
R.9	<i>Relay motor 4 low</i>
R.10	<i>Relay motor 5 high</i>
R.11	<i>Relay motor 5 low</i>
R.12	<i>Relay motor valve mixer masuk</i>
R.13	<i>Relay motor paddle high</i>
R.14	<i>Relay motor paddle low</i>
R.15	<i>Relay motor valve mixer keluar</i>
R.16	<i>Relay counter</i>
T1.DN	<i>Timer startup</i>
T2.DN	<i>Loadcell bin 1</i>
T3.DN	<i>Loadcell bin 2</i>
T4.DN	<i>Loadcell bin 3</i>
T5.DN	<i>Loadcell bin 4</i>
T6.DN	<i>Loadcell bin 5</i>
T7.DN	<i>Timer valve mixer masuk</i>
T8.DN	<i>Timer mixing</i>
T9.DN	<i>Timer valve mixer keluar</i>
C.1	<i>Counter</i>

Desain ladder diagram yang dirancang dapat dipecah menjadi 4 bagian, di antaranya adalah

### 1. *Startup*

Bagian *startup* ini adalah keadaan saat *plant* mulai dijalankan oleh operator dengan menekan tombol *on* pada *control room*. Bagian ini berfungsi sebagai waktu tunda untuk persiapan *plant*. Gambar 9 menunjukkan *state* startup pada *ladder diagram*.



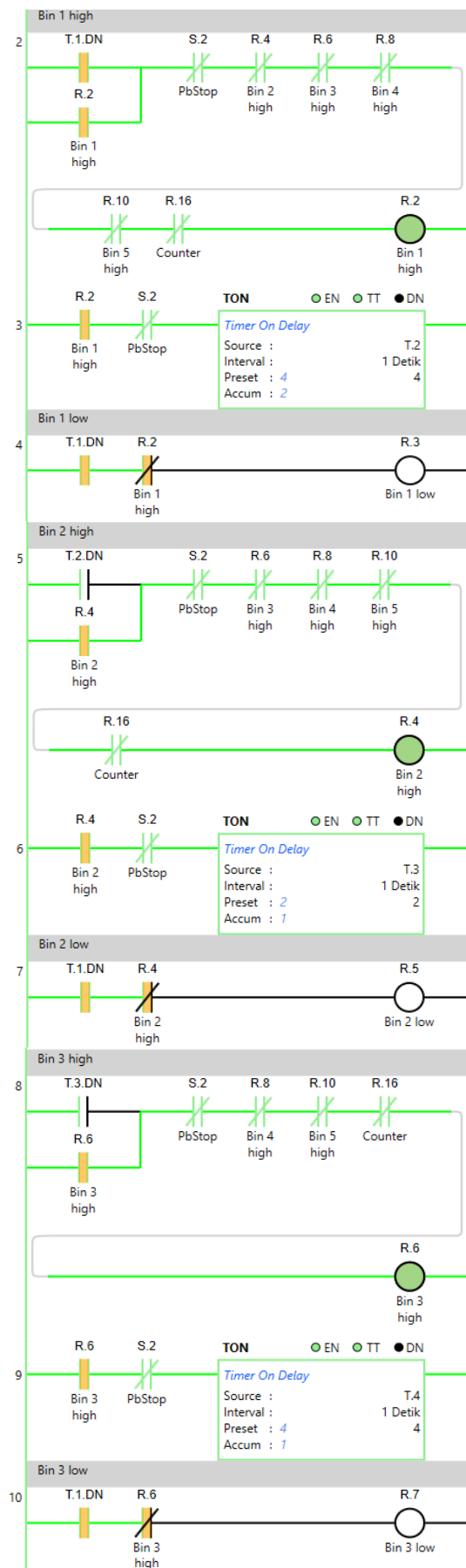
Gambar 9. *Input on* pada bagian *startup*

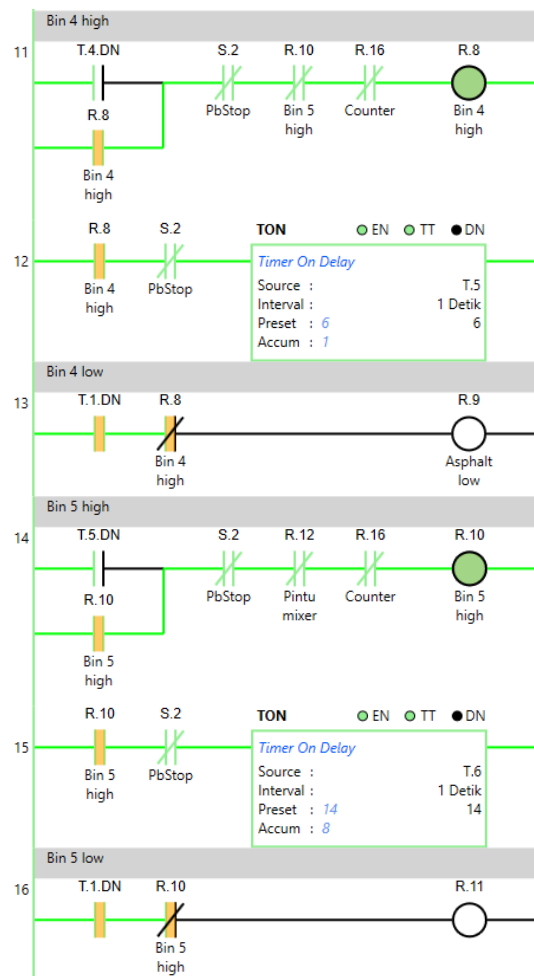
Pada bagian *startup* ini, masukan awal ada 3 gerbang *switch*. S.1 adalah tombol *start*, R.1 adalah *Relay* 1 dan R.16 adalah *Relay* 16. Operator dapat memberi *input* pada *timer* dengan memasukkan nilai *preset* pada *timer on delay* sebagai lama waktu *timer* yang ditentukan saat PbStart ditekan, maka akan menyalakan PLC. Ketika sudah mengaktifkan *Relay* 1, maka akan diumpanbalikkan ke *switch* R.1 sehingga terjadi *loop*. *Switch* R.1 juga akan mengaktifkan *timer* dengan akumulasi *timer* selama 5 detik. TON dalam gambar tersebut artinya *timer* akan bekerja saat mendapat *input*. EN adalah *enable* jadi akan mengaktifkan *timer* secara terus menerus saat mendapat *input on*. TT adalah *timing* yaitu akan bekerja saat *timer* mendapat *input* sampai waktu habis. DN adalah *done* yaitu akan bekerja saat waktu *timer* sudah habis. Dalam setiap *ladder* terdapat *switch* untuk tombol *stop*.

### 2. Pemasukan material ke *bin*

Bagian keadaan pengisian adalah proses pemasukan material yang berbeda seperti pada *bin* 1 material 1, pada *bin* 2 material 2, *bin* 3 material 3, *bin* 4 material 4, dan *bin* 5 material 5. Pengisian material ini nanti akan ditimbang sesuai kebutuhan. Gambar 10 menunjukkan *state* pengisian material *hot mix*.

Setiap bagian terdapat *switch not* untuk pemasukan material selanjutnya, sehingga saat material pertama sudah memenuhi beratnya, pintu akan tertutup dan dilanjutkan ke pemasukan material selanjutnya, begitu seterusnya. Operator dapat memberi *input timer* pada *timer on delay* dengan memasukkan nilai *preset* sebagai lama waktu *timer* yang ditentukan. Setiap bagian *ladder bin* terdapat *timer* dengan waktu 10 detik. Saat *timer* sebelumnya sudah habis maka *timer* DN akan menyala dan mengaktifkan *switch timer* DN *ladder* selanjutnya. Jika tidak ada *input high* maka otomatis motor konveyor akan mendapat *input low* sehingga motor konveyor akan bergerak secara lambat.

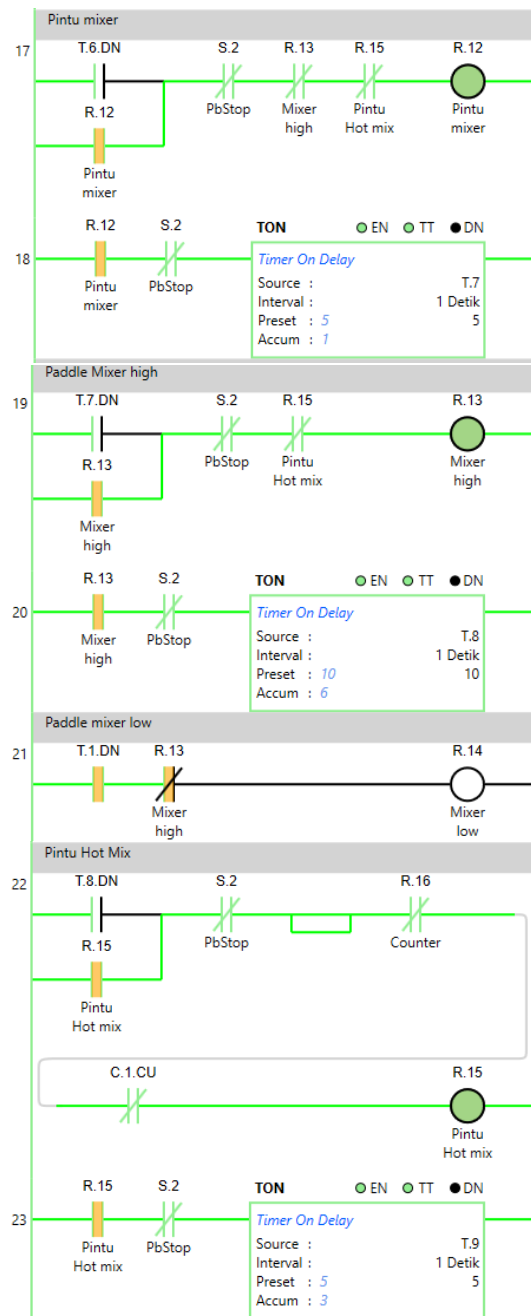
Gambar 10. *Input on* pada bagian pengisian material

Gambar 10. *Input on* pada bagian pengisian material (lanjutan)

### 3. Proses pencampuran

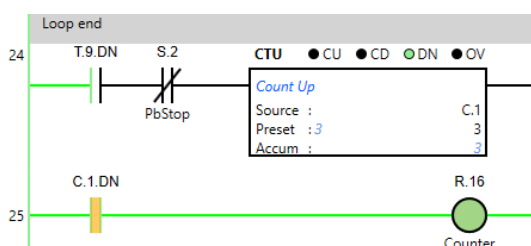
Pada bagian ini adalah proses pemasukan semua material ke *mixer*, pencampuran dan proses pengeluaran *hot mix* ke *dump truck*. Gambar 11 menunjukkan *state* alur proses pada *mixer*.

Hampir sama dengan proses pemasukan material ke tiap *bin* terdapat *normally-close switch* untuk proses selanjutnya. Operator dapat memberi *input timer* pada *timer on delay* dengan memasukkan nilai *preset* sebagai lama waktu *timer* yang ditentukan. Saat *timer* pemasukan ke pintu *mixer* sudah habis, akan mengaktifkan *switch* T.7 DN dan akan mengaktifkan *relay* R.15 yang akan mematikan *ladder* pemasukan pintu *mixer* dan berlaku untuk proses *ladder* selanjutnya. Motor *paddle* akan mendapat *input low* ketika tidak mendapatkan *input high*.

Gambar 11. *Input on* pada bagian *mixing*

#### 4. *Loop end*

Pada bagian ini adalah proses saat kondisi *batch* sudah terpenuhi dan menyebabkan proses kontrol PLC selesai. Gambar 12 menunjukkan *state loop end* pada *ladder diagram*.

Gambar 12. *Input on* pada bagian *loop end*

Operator dapat mengatur berapa *batch* proses pembuatan *asphalt hot mix* ini berjalan dengan memasukkan nilai *preset* pada *count up* dengan sesuai jumlah *batch* yang ditentukan. Saat *counter C.1* sudah habis maka akan mengaktifkan *switch C.1 DN* dan akan menghentikan proses. Proses juga dapat dihentikan dengan menekan tombol *stop S.2* sehingga tidak terjadi proses *loop*.

#### 4. Kesimpulan

Total waktu yang dibutuhkan AMP dalam proses pencampuran *asphalt hot mix* seberat 750 kg ini membutuhkan waktu selama 50 detik. Total waktu ini bergantung pada komposisi dalam pembuatan *asphalt hot mix* berdasarkan pada konstruksi jalan yang akan dibangun serta keadaan material seperti kadar airnya, sehingga diperlukan penyesuaian pembuatan program untuk konstruksi jalan yang berbeda. Mesin dan komponen yang digunakan dalam AMP sebagian besar selalu menyala terus dengan kecepatan yang disesuaikan kebutuhan agar menjaga keawetan mesin dan meminimalkan biaya dalam proses produksi.

#### Daftar Pustaka

- [1] Benešová, A., Hirman, M., Steiner, F., & Tupa, J. (2018, May). Analysis of education requirements for electronics manufacturing within concept industry 4.0. In *2018 41st International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE)* (pp. 1-5). IEEE.
- [2] Guo, L., & Pecan, R. (2009). Design projects in a programmable logic controller (PLC) course in electrical engineering technology. *The technology interface journal*, 10(1).
- [3] Cuoci, Alberto, et al. (2007). Experimental and Modeling Study of NO<sub>x</sub> Formation in a Turbulent Gasoil Burner. *XXX Meeting on Combustion: Italian Section of the Combustion Institute*.
- [4] Risfan, A., Priyambodo, S., & Firman, B. (2018). Pengendalian Motor DC sebagai Penggerak Konveyor Barang menggunakan PLC Modicon M221 TMCE24R & HMI Magelis GXU3512. *Jurnal Elektrikal*, 5(1), 26-36.
- [5] Tasu, Antonio Sorin. (2006). Programmable logic controller. *Romanian Journal of Physics* 51(1/2): 305.
- [6] L. Luo and B. Liu, (2010, November). Research on PLC-Based Control System for Mixing. *International Conference on E-Product E-Service and E-Entertainment (ICEEE)* (pp. 1-3), IEEE.
- [7] Rostiyanti, Susy Fatena. (2002). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta, Indonesia: Rineka Cipta
- [8] Fathurrozi, F., & Gorang, S. I. (2015). Pengendalian Mutu Agregat Kelas a Dan Kelas B Pada Pekerjaan Jalan Sungai Ulin-Mataraman. *Poros Teknik*, 7(1), 26-33.
- [9] Risfendra & Setyawan, H. (2020). *Otomasi Industri dengan Arduino Outseal PLC*. UNP Press.
- [10] Risfendra, R., Sukardi, S., & Setyawan, H. (2020). Uji Kelayakan Penerapan Trainer Programmable Logic Controller Berbasis Outseal PLC Shield Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 6(2), 48-53.