

Rancang Bangun Sistem Control Otomatisasi dengan mengintegrasikan PLC

Lasro P. Sihite¹⁾

Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
lasro@poltek-gt.ac.id

Dharmanto²⁾

Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal
dharmanto@poltek-gt.ac.id

Lala³⁾

Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
lalawin306@gmail.com

ABSTRAK

Proses *mixing cyanide* di area *reagent* PT CBA sebelumnya dilakukan secara manual, yang tidak hanya kurang efisien, karena memerlukan waktu yang cukup lama untuk satu kali proses mixing dan juga meningkatkan resiko keselamatan kerja akibat paparan bahan kimia berbahaya. Penelitian ini bertujuan merancang bangun sistem otomatisasi menggunakan PLC *Allen-bradley* dan SCADA *Citect* untuk menggantikan proses manual tersebut. Sistem dikembangkan menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur level cairan, dengan logika kendali *ladder diagram* pada PLC untuk mengatur pengisian air, aktivasi agitator, serta pengoperasian *valve* secara otomatis. Integrasi antara PLC dan SCADA dilakukan melalui konversi protokol DH+ ke *Ethernet TCP/IP* untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses secara *real-time* dari antarmuka HMI. Pengujian dilakukan melalui verifikasi logika program serta wawancara dengan 6 operator.

Kata Kunci : *PLC Allend- bradley, Otomatisasi, Cyanide Mixing, SCADA, Ladder diagram*

ABSTRACT

The cyanide mixing process in the PT CBA reagent area was previously carried out manually, which was not only inefficient, but also required a long time for one mixing process and also increased occupational safety risks due to exposure to hazardous chemicals. This research aimed to design and build an automation system using an Allen-Bradley PLC and a Citect SCADA to replace this manual process. The system was developed using an ultrasonic sensor to measure liquid levels, with ladder diagram control logic on the PLC to regulate water filling, agitator activation, and valve operation automatically. Integration between the PLC and SCADA was carried out through the conversion of the DH+ protocol to Ethernet TCP/IP to enable real-time process monitoring and control from the HMI interface. Testing was carried out through program logic verification and interviews with 6 operators.

Keywords: *Allen-Bradley PLC, Automation, Cyanide Mixing, SCADA, Ladder Diagram*

I. PENDAHULUAN

Industri pertambangan memiliki peranan strategis dalam menunjang pertumbuhan ekonomi nasional karena menyuplai bahan baku penting sektor manufaktur, energi, dan infrastruktur. Sektor ini tergolong padat modal dan teknologi tinggi, serta memiliki tingkat risiko yang besar mulai dari tahap eksplorasi hingga produksi. Di antara berbagai komoditas tambang, emas (Au) dan perak (Ag) merupakan logam mulia yang bernilai tinggi, dengan pemanfaatan luas dalam perhiasan, alat tukar, serta sebagai konduktor panas pada perangkat elektronik. Indonesia dikenal memiliki cadangan emas dan perak yang tersebar di berbagai wilayah, seperti Sumatera, Jawa, Kalimantan, hingga Papua. Salah satu daerah dengan potensi yang menonjol adalah Provinsi Kalimantan Tengah. Berdasarkan kajian RAD-PPM tahun 2021, total produksi emas di provinsi ini mencapai 3.499,68 kg per tahun atau setara dengan 3.500 kg[1]. Potensi ini tidak hanya menjadi sumber daya ekonomi strategis, tetapi juga mendukung kesejahteraan masyarakat setempat [2]. Salah satu perusahaan yang memanfaatkan potensi tersebut adalah PT CBA, yang beroperasi di Gunung Muro, Kecamatan Tanah Siang Selatan, Kabupaten Murung Raya Provinsi Kalimantan Tengah. PT CBA bergerak di bidang pertambangan emas dan perak, dengan cakupan proses dari pengolahan bahan baku (*ore*) hingga menghasilkan *bullion*. Dalam proses pengolahan emas di PT CBA, terdapat tahapan penting yang dilakukan di area *reagent*, yaitu area yang berfungsi untuk menyiapkan dan mencampurkan berbagai bahan kimia yang digunakan dalam tahapan pengolahan bijih emas. Salah satu bahan kimia utama yang dikelola di area ini adalah larutan *cyanide*, yang berfungsi untuk melarutkan emas dari bijih melalui proses *leaching*, sehingga logam emas dapat dipisahkan dan diekstraksi secara efektif.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap proses *mixing cyanide tank*, diketahui bahwa tahapan pengisian air masih dilakukan secara manual. Operator menentukan level air di dalam tangki hanya berdasarkan perkiraan visual, sehingga harus melihat langsung ke dalam tangki untuk memastikan ketinggiannya. Selain itu, operator juga harus membuka dan menutup *valve* untuk mengatur aliran air, juga agitator dioperasikan secara manual yang tidak hanya memerlukan waktu lebih lama, tetapi juga dapat menimbulkan risiko terhadap keselamatan kerja. Selama proses berlangsung, operator wajib berada di sekitar tangki untuk memantau level air secara terus-menerus, yang dapat meningkatkan terpapar bahan kimia berbahaya. Oleh karena itu dibutuhkan sistem kendali otomatis, otomasi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional, dan meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan berbasis *Programmable Logic Controller (PLC)* [3]. Untuk mendukung kendali jarak jauh dan

pemantauan *real-time*, sistem ini dikombinasikan dengan *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)* yang dilengkapi *Human Machine Interface (HMI)* sebagai antarmuka *visual*. Sistem ini memberikan kemudahan bagi operator untuk melakukan pemantauan dan pengendalian proses secara akurat, interaktif, dan aman. Sejumlah penelitian sebelumnya telah membuktikan keberhasilan implementasi sistem control otomatis pada proses berbasis PLC mengembangkan sistem pengisian tangki berbasis PLC untuk meningkatkan efisiensi proses dan mengurangi keterlibatan manual [4]. Sebuah sistem pemantauan kinerja tangki air menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)* dan HMI, sistem yang akan dikembangkan mampu memonitor ketinggian air dalam tangki serta aliran air masuk dan keluar secara *real time*, memungkinkan deteksi dini terhadap kondisi abnormal seperti *overflow* dan *underfill* [5]. Sistem kendali suhu menggunakan PLC memungkinkan efisiensi proses melalui pengurangan keterlibatan manual serta peningkatan akurasi pengukuran[6].

Untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai durasi proses *mixing cyanide*, berikut disajikan data yang mencakup waktu yang dibutuhkan selama proses *mixing cyanide* pada Gambar 1.

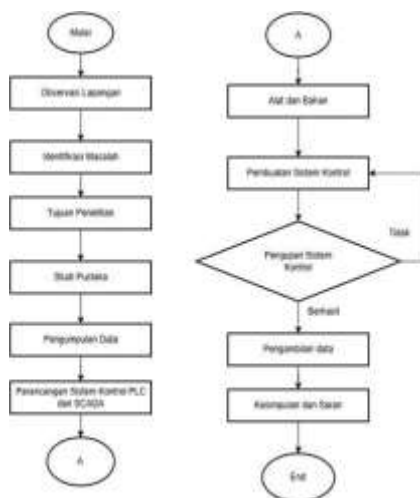


Gambar 1. Data Waktu pengisian air
(Sumber: Hasil Kajian Penulisan, 2025)

Berdasarkan dari gambar 1. Durasi waktu kerja operator pada saat melakukan cyanide mixing tank yaitu untuk pagi membutuhkan waktu sekitar 34,6 menit dan untuk cyanide mixing tank siang sekitar 56 menit.

Berdasarkan kondisi pada pengamatan proses *mixing cyanide*, perlu dilakukan perancangan sistem otomatisasi pada proses *mixing cyanide* di PT CBA dengan memanfaatkan teknologi PLC dan SCADA. Sistem ini diharapkan dapat mengoptimalkan pengisian air, pengoperasian *valve* serta mengaktifkan agitator sesuai dengan logika *ladder diagram* program PLC 5 *allen Bradley* serta meningkatkan efisiensi waktu dan keselamatan kerja operator akibat bahan kimia.

II. METODE PENELITIAN



2.1. Penjelasan Alur penelitian

2.1.1 Observasi lapangan

Pada tahap ini melakukan observasi lapangan yang dilakukan di perusahaan PT CBA khususnya *area processing plant* bagian *reagent*, dimana peneliti melakukan observasi terhadap proses pencampuran air pada *cyanide mixing tank* masih dilakukan secara manual.

2.2.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang didapat pada permasalahan yang didapat guna mencari solusi untuk menyelesaikan masalah tersebut. Identifikasi yang dilakukan dapat dengan cara membuat sistem kontrol otomatis berbasis PLC5 Allen Bradley, SCADA, pengumpulan data dan Analisa permasalahan, baik dari segi waktu pekerjaan dan potensi bahaya saat melakukan pekerjaan. Identifikasi ini juga dilakukan dengan berdiskusi dengan mentor dan bertanya langsung pada operator untuk mendapatkan informasi tambahan terkait permasalahan ini. Pada sub-bab ini diketahui bahwa permasalahan yang di dapat adalah tidak adanya sistem otomatis pada *Mixing cyanide tank*. Sistem yang yang digunakan sebelumnya masih bersifat manual yaitu dengan cara membuka atau menutup *valve* secara manual yang dilakukan oleh operator. Karena hal itu kerap terjadinya kekurangan komposisi hasil *mixing*.

2.2.3 Tujuan penelitian

Setelah didapatkan informasi dari permasalahan yang diteliti, maka tahap selanjutnya adalah penentuan tujuan dari penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat Sistem Kontrol Otomatis *Mixing Pada Tangki cyanide mixing* Berbasis PLC5 Allen Bradley dan SCADA guna meminimalisir waktu operator, mengubah sistem kerja yang sebelumnya masih manual.

2.2.4 Studi Pustaka

Tahapan ini peneliti melakukan atau mencari sumber literatur dari berbagai referensi yang terkait

dengan penelitian yang dapat mendasari atau memperkuat penelitian sebagai acuan penelitian baik berupa jurnal, buku, artikel dan sebagainya.

2.2.5 Pengumpulan Data

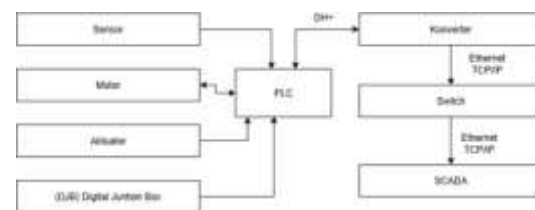
Pengumpulan data dilakukan sebelum implementasi Sistem Kontrol Otomatis *Mixing Pada Tangki cyanide* Berbasis PLC5 Allen Bradley. Data ini akan dibandingkan dengan data sesudah sistem kontrol otomatis pada *cyanide mixing tank* berbasis PLC5 Allen Bradley, guna mengetahui apakah implementasi yang dilakukan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil dari *mixing* pada Tangki *cyanide* tersebut.

2.2.6 Perencanaan Sistem Kontrol

Pada tahap ini peneliti akan melakukan perencanaan sistem kontrol otomatisasi program PLC dan SCADA yang akan digunakan bisa mengontrol sistem otomatisasi pada pencampuran *cyanide mixing tank*.

2.2.7 Blok Diagram Sistem Kontrol

Blok diagram adalah gambaran umum sistem kontrol otomatisasi yang di rancang Blok diagram ini menjelaskan cara kerja atau proses dari sistem yang akan dibuat.



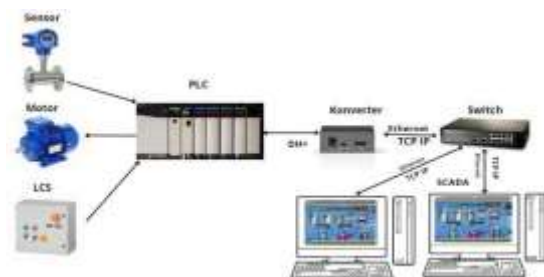
Gambar 3.2 Blok diagram

(Sumber: Hasil Kajian Pemulisan, 2025)

2.2.8 Perancangan Sistem kontrol PLC dan SCADA

Perancangan sistem kontrol PLC dan SCADA pada *cyanide mixing tank*, guna untuk mempermudah operator dalam proses pengoperasiannya dan juga mengefisiensi waktu kerja operator. Perancangan yang akan dilakukann sebagai berikut :

1. Mempelajari logika yang akan digunakan dalam pembuatan dari Sistem Kontrol Otomatis *cyanide mixing tank* berbasis PLC5 Allen Bradley.
2. Mempelajari PLC 5 Allen Bradley sebagai *Software* untuk membuat program sistem kontrol otomatis.



Gambar 3.3 Perancangan Sistem Kontrol

(Sumber: Hasil Kajian Penulis, 2025)

Pada Gambar 3.2 Prinsip kerja sistem, sensor mengirimkan *input* analog, motor sebagai *output* digital dan LCS sebagai *input* digital, motor sebagai *output* digital, semuanya terhubung ke PLC sebagai pusat kontrol. Sensor mengirimkan data analog seperti suhu atau tekanan ke PLC, sedangkan LCS mengirimkan sinyal digital berupa tombol atau saklar. PLC memproses semua *input* tersebut dan mengendalikan motor sebagai *output* digital hidup/mati. PLC terhubung ke konverter untuk mengubah sinyal DH+ menjadi *Ethernet* TCP/IP, yang diteruskan ke *Switch* dan selanjutnya ke SCADA. SCADA digunakan untuk memantau dan mengendalikan proses secara *real-time* melalui jaringan komputer.

2.2.9 Tracing dan Terminasi kabel

tracing kabel bertujuan untuk memastikan bahwa setiap kabel dari perangkat yang ada dilapangan menuju panel kontrol telah sesuai, dengan menggunakan continuity test dan multimeter. Serta memverifikasi ujung kabel berdasarkan kode label yang telah dipasang sebelumnya dan terminasi kabel ke *slot* modul input/output plc atau relay.

2.2.10 Pembuatan Sistem Kontrol

Pembuatan sistem kontrol adalah untuk membuat program sistem kontrol otomatisasi *cyanide mixing tank*. Program dirancang agar proses otomatisasi sesuai dengan logika yang dibuat, pembuatan sistem kontrol menggunakan PLC 5 *Allen- bradley* sebagai kendali utama untuk mengatur *input* dan *output*. Dimana logika kontrol dibuat berdasarkan yang terjadi dilapangan, mulai dari sensor membaca *cyanide mixing tank* level, membuka dan menutup *valve*, *Start Stop* agitator dan mematikan seluruh sistem berdasarkan *timer*.

2.2.11 Pengujian Sistem Kontrol

Pengujian sistem kontrol adalah melakukan pengujian terhadap sistem dan alat yang telah terpasang dapat berfungsi sesuai dengan yang dirancang. Pengujian dilakukan dengan simulasi kondisi aktual, seperti pembacaan sensor level *cyanide mixing tank*, *Open* dan *Close valve*, *agitator Running* berdasarkan level air juga adanya tambahan material, juga pengujian mencakup verifikasi logika program dan *input output* untuk memastikan bahwa program bekerja sesuai dengan rancang bangun sistem.

2.2.12 Kesimpulan Dan Saran

Tahapan ini merupakan tahap terakhir dari proses penelitian yang mana akan dilakukan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian untuk merangkum pencapaian penelitian yang telah dilakukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

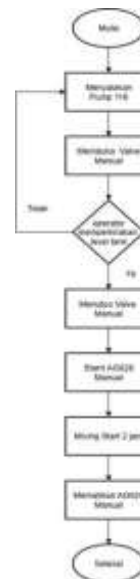
3.1 Perancangan sistem kontrol

Pada sistem ini PLC sebagai pengontrol utama dengan menerima sinyal *input* dan *output* dari berbagai perangkat, dimana komponen *input* terdiri dari sensor *ultrasonic* yang mendeteksi ketinggian

cairan dalam *Cyanide mixing tank* serta mengirim sinyal masukan yang nantinya akan di proses oleh PLC, dan level *Switch* sebagai *safety* sensor pada saat pembacaan sensor utama kurang akurat atau *error* maka level *Switch* sebagai backup sensor. Kemudian *output* berupa selenoid *valve* sebagai sistem kendali pneumatik untuk menggerakkan *actuator valve* dan motor sebagai penggerak agitator.

3.1.1 Cara Kerja Sistem Kontrol

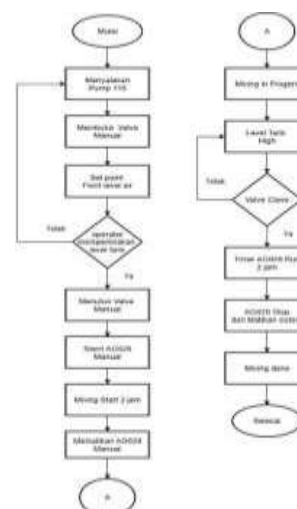
1. Cara kerja sistem kontrol sebelum otomatisasi



Gambar 3.1 Cara Kerja Sistem Sebelum Otomatisasi
(Sumber: Hasil Kajian Penulisan, 2025)

Cara kerja sistem sebelum otomatisasi mixing cyanide yaitu proses kerja yang masih manual dari menyalakan *pump* 116, membuka dan menutup *valve* secara manual, juga operator masih memperkirakan berapa level tank yang ada pada *mixing tank* sehingga metode kerja ini memerlukan pengawasan terus menerus, dan menyalakan dan mematikan agitator masih dilakukan secara manual.

2. Cara Kerja Sistem Kontrol Sesudah Otomatisasi



Gambar 3.2 Cara kerja Sistem sesudah otomatisasi
(Sumber: Hasil Kajian Penulisan, 2025)

Cara kerja sistem pada gambar 2.2 adalah untuk mengotomatisasi kontrol *valve* dan agitator yang ada pada *mixing cyanide*, agar mempermudah proses dalam proses *mixing cyanide* berikut proses perancangan sistem kontrol pada PLC dan SCADA. Dimana sensor *Ultrasonik* untuk membaca ketinggian air, dilanjutkan dengan dua *setpoint* dimana *setpoint* yang pertama untuk *setpoint* level air dan *setpoint* yang ke dua untuk *setpoint* agitator, dilanjutkan dengan cek level air dan cek ketinggian air pada agitator dimana *user* dapat mengatur berapa level air dan dapat mengatur pada ketinggian air berapa agitator *Running*, *valve Open cyanide mixing tank* dimasukan dan dilanjutkan ketahap selanjutnya yaitu *Start ing mixing* dimana pada tahap ini adalah proses pencampuran air dan *cyanide*, *valve air Close* dan pengaturan waktu *mixing agitator* selama dua jam, setelah dua jam proses *mixing* selesai agitator berhenti dan proses *mixing* selesai.

3.1.2 Tabel Input Output

Pada tabel 4.1 merupakan tabel *input/output* yang digunakan PLC dari perangkat lapangan yang sudah terpasang atau sudah di implementasikan.

Tabel 3.1 Input Output

No	Variabel	Alamat PLC	Perangkat
1.	Input	N70:59	Sensor <i>Ultrasonik</i>
2.	Input	I:033/12	Limit <i>Switch Low</i>
3.	Input	I:033/13	Limit <i>Switch High</i>

Tabel 3.1 Lanjutan

No.	Variabel	Alamat PLC	Perangkat
4	Input	I:033/14	Level <i>Switch Low</i>
5.	Input	I:033/15	Level <i>Switch High</i>
6.	Input	I:041/06	PB <i>Sequence Stop</i>
7.	Input	I:041/07	PB <i>Sequence Start</i>
8.	Input	I:005/11	AG028 <i>Healthy</i>
9.	Input	I:013/11	AG028 <i>Running</i>
10.	Input	I:027/11	PP116 <i>Healthy</i>

11.	Input	I:027/13	PP116 <i>Running</i>
12.	Output	O:036/13	VV_3507
13.	Output	O:015/13	AG028 <i>Start PLC</i>
14.	Output	O:015/14	AG028 <i>A/M Relay</i>
15.	Output	O:032/13	PP116 <i>Start PLC</i>
16.	Output	O:032/15	PP116 <i>A/M Relay</i>

3.1.3 Implementasi Tracing Dan Terminasi Kabel

Proses implementasi sistem otomatisasi dimulai dengan melakukan *tracing* dan terminasi kabel dari seluruh perangkat lapangan menuju panel kontrol.



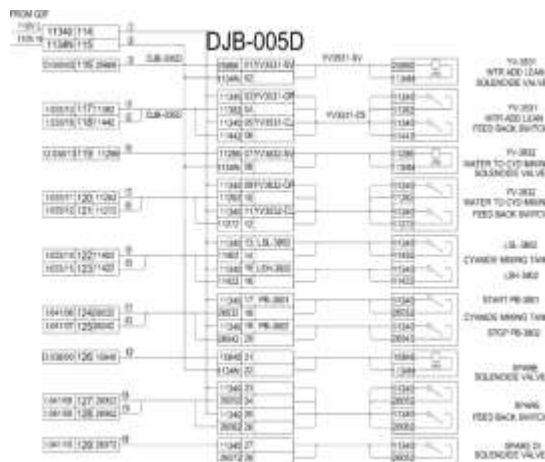
(Sumber: Hasil Kajian Penulisan, 2025)

Gambar 3.3 Slot PLC

Pada Gambar 3.1 yang menunjukkan kondisi aktual panel PLC setelah proses terminasi selesai. Kabel telah ditata rapi dan diberi label untuk memudahkan proses identifikasi dan troubleshooting. Modul input dan output telah terpasang lengkap, dengan koneksi yang sudah diverifikasi menggunakan multimeter untuk memastikan tidak terjadi short ataupun kesalahan sambungan.

3.1.4 Wiring diagram

Merupakan wiring diagram sistem otomatisasi, di mana kabel dari perangkat lapangan seperti *valve*, *limit switch*, dan *push button* diarahkan ke modul input atau output pada PLC. Tujuannya adalah untuk menghubungkan sinyal lapangan dengan sistem kontrol, sehingga PLC dapat mengatur dan menjalankan perangkat sesuai dengan logika program yang telah dirancang.



Gambar 3.4 Wiring Diagram

(Sumber: Hasil Kajian Penulisan, 2025)

Dapat dilihat dari Gambar 3.4 wiring diagram diatas, inputan PLC masuk ke terminal dan terhubung ke perangkat lapangan.

3.1.5 Ladder Diagram

Berikut *ladder diagram* yang telah dirancang menggunakan *Software PLC 5 Allen Bradley*. Program dirancang untuk mengontrol proses otomatisasi pada tangki pencampuran *cyanide*, mulai dari pembacaan sensor level, pengaturan buka-tutup valve, sehingga sebuah sistem memerlukan program untuk mengatur *input* dan *output* yang dibutuhkan agar sistem dapat berjalan dengan keinginan pengguna, membuat program rancang bangun otomatisasi *mixing cyanide* berbasis PLC dan SCADA Adapun beberapa *ladder diagram* yang di program untuk proses otomatisasi *Cyanide mixing tank*

1. Valve VV_3507

Fungsi dari *ladder PLC valve* adalah untuk membuka aliran air dari *tank raw water* secara otomatis.

2. Sensor Ultrasonic

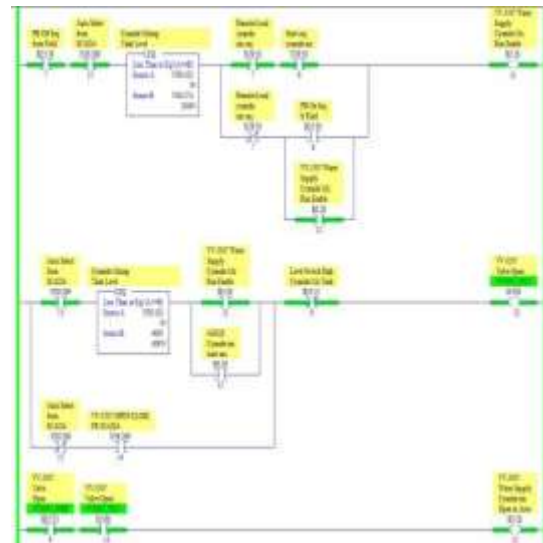
Fungsi dari *ladder PLC sensor ultrasonic* adalah untuk mendeteksi level *cyanide mixing tank* dengan menggunakan AI (Analog Input)

3. Motor Agitator

Fungsi dari *ladder PLC Motor Agitator* adalah untuk *Running* Otomatis berdasarkan ketinggian air 30% dan dan motor agitator akan mati otomatis ketika kondisi *cyanide mixing tank* keadaan *high*.

4. PP116 water supply reagent

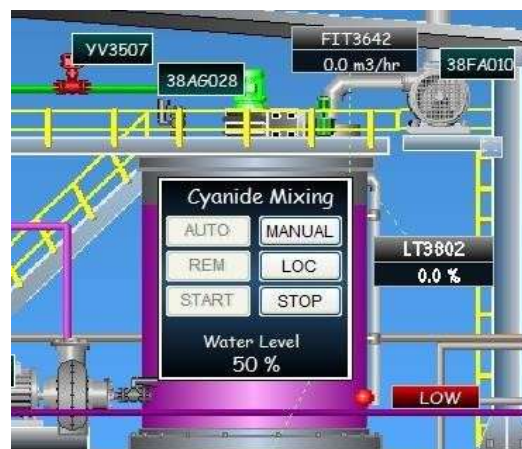
Fungsi dari *ladder PLC PP116 water supply reagent* adalah untuk *pump* air atau *water supply* secara otomatis berdasarkan indikasi valve VV_3507.



Gambar 3.3. Ladder Diagram

(Sumber: Hasil Kajian Penulisan, 2025)

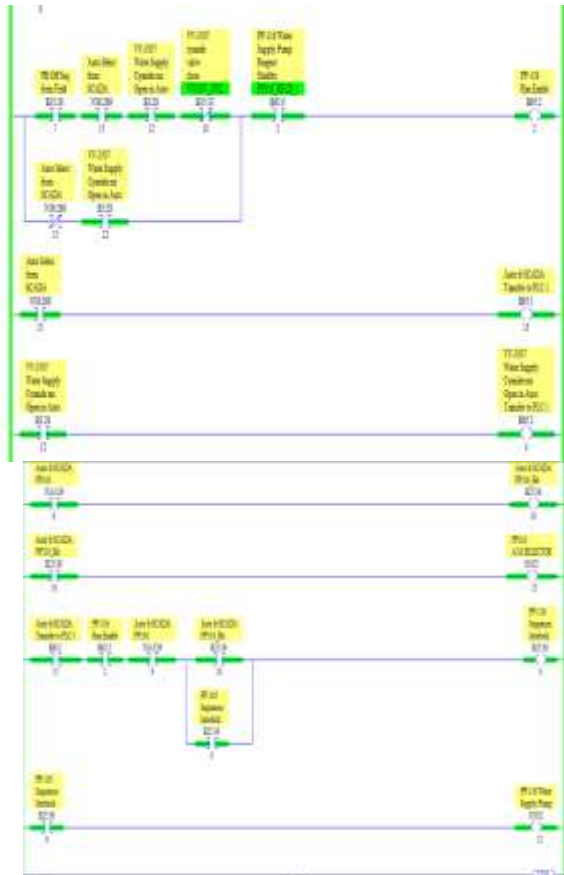
Pada gambar 3.3 program valve VV_3507 akan *true* ketika *permissive* pemilihan mode auto *Select from SCADA N38:269/15 true* atau ditekan dari tombol *page SCADA*, sensor *ultrasonic N38:102* membaca level *Cyanide mixing tank LEQ (Less than Or Equal)* nilai lebih kecil dari *setpoint N40:274* dari SCADA serta *permissive* tombol mode *Remote local cyanide mx seq true* dan *Start seq cyanide mx* dari *page SCADA*, kemudian untuk *Close* atau *Stop VV_507* ketika *permissive* Auto Select From SCADA N38:269/15 masih *true*, juga *Cyanide mixing tank* level tercapai 100% dan AG028 *Cyanide mx Start* aux masih *Running*.



Gambar 3.4. valve 3507

(Sumber: Hasil Kajian Penulisan, 2025)

Berdasarkan tampilan Gambar 3.4 valve 3507 *Open* ketika *permissive* program *true*, level tank lebih kecil dari set point.



Gambar 3.5 Ladder Diagram PP116

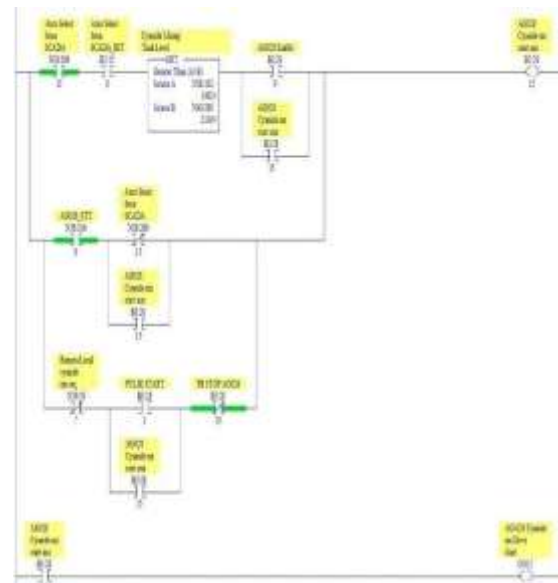
(Sumber: Hasil Kajian Penulisan, 2025)

PP116 adalah supply air ke *Cyanide mixing tank* dengan pemilihan mode auto atau manual. Permissive PP116 jika mode auto akan *running* ketika indikasi *valve 3507 Open* dan *start* tombol auto dari SCADA.



Gambar 3.6 Ladder Diagram

(Sumber: Hasil Kajian Penulisan, 2025)



Gambar 3.7 Ladder Diagram

(Sumber: Hasil Kajian Penulisan, 2025)

Pada gambar 3.6 Program *ladder* agitator, AG-028 *Cyanide mx Drive Start* O:015/13 akan menyala secara otomatis jika beberapa kondisi terpenuhi secara bersamaan. *Output* DO AG028 A/M *Select*or aktif atau *true*, ketika permissivenya mode *Auto Select from SCADA true*, *Cyanide mixing tank level true*, juga ketinggian *Cyanide mixing tank level* mencapai ketinggian di 50%, dan *Auto Select from SCADA mode manual* dalam keadaan *NC (Normally Closed)*, dan *Remote local cyanide mx* seq dalam keadaan *NC (Normally Closed)*.



Gambar 3.8 AG028

(Sumber: Hasil Kajian Penulisan, 2025)

3.2. Uji verifikasi dan validasi

3.2.1 Uji Verifikasi

Pada pengujian program dan sistem kontrol yang akan dilakukan meliputi pengujian program ladder PLC beserta komponen input dan output yang terhubung dengan PLC dan SCADA. Adapun verifikasi yang dilakukan yaitu, *tracing* kabel dari *field equipment* ke kontrol panel, terminasi kabel input output plc dan pelabelan atau marking kabel.

1. *Tracing* kabel dari *field equipment* ke kontrol panel

Tabel 3.2 *Tracing* kabel

No	Item Pengujian	Hasil Tracing	
		1	2
1	<i>Tracing</i> ujung kabel sensor <i>ultrasonic</i>	Sesuai	Sesuai
2	<i>Tracing</i> ujung kabel Level <i>Switch High</i>	Sesuai	Sesuai
3	<i>Tracing</i> ujung kabel Level <i>Switch Low</i>	Sesuai	Sesuai
4	<i>Tracing</i> ujung kabel Limit <i>Switch Open</i>	Sesuai	Sesuai
5	<i>Tracing</i> ujung kabel Limit <i>Switch Close</i>	Sesuai	Sesuai
6	<i>Tracing</i> ujung kabel <i>Push button Start</i>	Sesuai	Sesuai
7	<i>Tracing</i> ujung kabel <i>Push button Stop</i>	Sesuai	Sesuai

2. Terminasi kabel ke PLC dan marking

Tabel 3.3 Terminasi Kabel

No	Item Pengujian	Hasil Tracing	
		1	2
1	<i>Terminasi</i> Inputan kabel pada sensor <i>ultrasonic</i> dan marking kabel	Sesuai	Sesuai
2	<i>Terminasi</i> kabel Level <i>Switch High</i> dan marking kabel	Sesuai	Sesuai
3	<i>Terminasi</i> inputan kabel Level <i>Switch Low</i> dan marking kabel	Sesuai	Sesuai
4	<i>Terminasi</i> inputan kabel Limit <i>Switch Open</i> dan marking kabel	Sesuai	Sesuai

Tabel 3.3 Lanjutan

No	Pengujian	Hasil Terminasi	
		1	2
4	<i>Terminasi</i> inputan kabel Limit <i>Switch Open</i> dan marking kabel	Sesuai	Sesuai
5	<i>Terminasi</i> inputan kabel Limit <i>Switch Close</i> dan marking kabel	Sesuai	Sesuai
6	<i>Terminasi</i> inputan kabel Push button <i>start</i> dan marking kabel	Sesuai	Sesuai
7	<i>Terminasi</i> inputan kabel Push button <i>stop</i> dan marking kabel	Sesuai	Sesuai
8	<i>Terminasi</i> output kabel AG028 dan marking kabel	Sesuai	Sesuai
9	<i>Terminasi</i> output <i>Pump</i> 116 dan marking kabel	Sesuai	Sesuai

3.2.2 Pengujian Program

Tabel 3.4 Pengujian Program

No	Pengujian	Hasil Terminasi	
		1	2
1	Pengujian ladder PLC otomatis buka tutup valve	Sesuai	Sesuai
2	Pengujian ladder PLC agitator run otomatis	Sesuai	Sesuai
3	Pengujian ladder PLC PP116 run otomatis	Sesuai	Sesuai

3.3. Analisa Data Penelitian

3.3.1 Efisiensi waktu kerja operator

sistem otomatisasi berbasis PLC dan SCADA telah berhasil di implementasi dan dapat berjalan sesuai logika program. Namun, selama pelaksanaan

penelitian sistem belum dapat dijalankan secara penuh karena alasan operasional, perbandingan pengambilan waktu operator sebelum penerapan otomatisasi dilakukan sebelum *Stop* operasional yaitu dengan cara wawancara dengan operator lapangan dan juga dilakukan perhitungan waktu menggunakan *timer Stopwatch*, dan pengambilan data waktu kerja operator sesudah otomatisasi hanya dapat dilakukan wawancara langsung dengan enam operator aktif di lapangan, dan operator memberikan estimasi waktu kerja apabila sistem dijalankan otomatis sepenuhnya dan hanya membuka karung *cyanide*. Data waktu estimasi tersebut disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3.5 Waktu Kerja Sesudah Otomatisasi

No	Nama	Umur	Waktu Kerja
1	Samani	47 Tahun	13 menit
2	Margian	50 Tahun	15 menit
3	Barjo	43 Tahun	11 menit
4	Eko	30 Tahun	10 menit
5	Amir	49 Tahun	16 menit
6	Saipul	55 Tahun	16 menit

IV. KESIMPULAN

1. Rancang bangun sistem otomatisasi untuk proses *mixing cyanide* di PT CBA telah berhasil dibuat menggunakan PLC *Allen-Bradley*. Program dirancang dengan *ladder diagram* yang mengatur kerja *valve* dan agitator secara otomatis berdasarkan pembacaan level *cyanide mixing tank* dari sensor. Setelah diuji di lapangan hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja sesuai urutan logika yang dirancang, menggantikan proses kerja manual yang sebelumnya dilakukan oleh operator. Meskipun belum dilakukan pengukuran efisiensi waktu secara langsung hanya hasil dari wawancara dengan 6 orang operator memungkinkan sistem otomatisasi ini mengurangi aktivitas operator di area *cyanide mixing tank*.
2. Sistem SCADA berhasil diintegrasikan dengan PLC, ditunjukkan dari tampilan data *real-time* yang sesuai antara layar SCADA dan alat di lapangan. Integrasi antara PLC dan SCADA dilakukan melalui penggunaan konverter dari protokol DH+ ke *Ethernet TCP/IP*. Setelah koneksi berhasil dilakukan, *variabel tag* yang sudah dialias dari PLC dimasukkan ke variabel *tag* SCADA. Dengan koneksi ini, data dari PLC berhasil ditampilkan secara *real-time* ke dalam antarmuka HMI

SCADA *Citect*. Tampilan SCADA memungkinkan operator untuk memantau kondisi sistem dan menjalankan kendali jarak jauh tanpa harus berada langsung di area lapangan. Integrasi ini mendukung pemantauan yang lebih aman dan efisien, serta mempermudah operator dalam mengawasi proses secara keseluruhan dari ruang kontrol.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Lingkungan, D. A. N. S. Masyarakat, F. Murati, Y. Iashania, D. Ariyantho, and K. Wijaya, "P - ISSN : 2087 – 1058 Dampak Negatif Kegiatan Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti) (Negative Impacts Of Unlicensed Gold Mining Activities On The Environment And Socio-Economy Of Communities In Central Kalimantan," 2024.
- [2] M. Ridzuan, "Ekstraksi emas dan perak menggunakan tiourea," pp. 39–43.
- [3] I. Budi Sulistiawati, A. Soetedjo, R. Bahtiar Putra, and S. Priyanto, "Penggunaan PLC Outseal dan Haiwell Hmi Scada," pp. 230–236, 2023.
- [4] S. E. Cahyanto *et al.*, "Rancang Bangun Alat Peraga Sistem Otomasi Pengisian Tangki Berbasis PLC," *Mars J. Tek. Mesin, Ind. Elektro Dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 6, pp. 84–95, 2024, doi: 10.61132/mars.v2i6.501.
- [5] M. Wirandi, M. W. Lanny Pandjaitan, D. Saputra, and P. Industri Petrokimia Banten, "Sistem Pemantauan Level Tangki Air menggunakan PLC dan HMISecara Real-time dalam skala laboratorium dan industri," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Ind. XI*, pp. 169–174, 2024.
- [6] D. I. Habibie *et al.*, "Rancang Bangun Temperature Transmitter Pada Sistem Kontrol Tangki Menggunakan Plc Berbasis Scada Dan Iot," pp. 714–725, 2024.