

Restorasi, Perakitan, dan Instalasi Panel Daya-Kontrol Mesin AMP dengan Kendali Otomatis Modbus RTU

¹Kumala Mahda Habsari, S.Pd., M.T., ²Muhammad Alfarif Nur Ardiansyah,

³Ryan Wicaksono, S.ST., M.T., ⁴Ade Reza Febri Saputra, S.Tr.T., ⁵Ir. Budi Triyono, S.Pd., M.T., IPM.

^{1,2,3,5} D3 Teknik Listrik, Politeknik Negeri Madiun, Madiun

⁴ CV. Surya Buana Perkasa, Madiun

¹kumalamahda@pnm.ac.id, ²alfarim@gmail.com, ³ryanwicak@pnm.ac.id, ⁴adereza19@gmail.com, ⁵buditriyono@pnm.ac.id

Abstract - Asphalt Mixing Plant (AMP) is the main machine in hot mix asphalt concrete production. This research was motivated by the disruption of the AMP machine's operational function due to incomplete electrical components in the power panel and control panel, caused by indications of theft. This research aims to carry out the restoration, assembly, installation, and testing of the power panel and control panel system so that the AMP machine can return to operating optimally and automatically. The control system was designed using a Programmable Logic Controller (PLC) and Human-Machine Interface (HMI), integrated with RS-485 serial communication based on the Modbus RTU protocol to connect the PLC with a Variable Speed Drive (VSD), load cell controller, and temperature controller for the weighing and temperature monitoring processes. Quality control testing results showed that all wiring and components functioned according to the design. Power panel feasibility testing showed a stable inter-phase voltage (386–388V) and a balanced load current (0.8% difference), meeting the safe tolerance standard according to IEEE 141-1993. Modbus RTU communication testing was carried out successfully without errors, enabling the AMP machine to operate in both semi-auto and full-auto modes.

Keywords — *Asphalt Mixing Plant (AMP); Panel Restoration; Programmable Logic Controller (PLC); Human-Machine Interface (HMI); Modbus RTU*

Abstrak—*Asphalt Mixing Plant (AMP)* merupakan mesin utama dalam produksi aspal beton (*hot mix*). Penelitian ini dilatarbelakangi oleh terganggunya fungsi operasional mesin AMP akibat ketidaklengkapan komponen kelistrikan pada panel daya dan panel kontrol akibat indikasi pencurian. Penelitian ini bertujuan melakukan restorasi, perakitan, instalasi, dan pengujian sistem panel daya dan panel kontrol agar mesin AMP dapat kembali beroperasi secara optimal dan otomatis. Sistem kendali dirancang menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)* dan *Human-Machine Interface (HMI)*, dengan integrasi komunikasi serial RS-485 berprotokol Modbus RTU untuk menghubungkan PLC dengan *Variable Speed Drive (VSD)*, *load cell controller*, dan *temperature controller* pada proses penimbangan dan pemantauan suhu. Hasil pengujian *quality control* menunjukkan seluruh wiring dan komponen berfungsi sesuai rancangan. Pengujian kelayakan panel daya menunjukkan tegangan antar fasa yang stabil (386–388V) dan arus beban yang seimbang (selisih 0,8%), memenuhi standar toleransi aman menurut IEEE 141-1993. Pengujian komunikasi Modbus RTU berhasil dilakukan tanpa error, sehingga mesin AMP dapat beroperasi dalam mode semi-auto maupun full-auto.

Kata Kunci—*Asphalt Mixing Plant (AMP); Restorasi Panel; Programmable Logic Controller (PLC); Human-Machine Interface (HMI); Modbus RTU*

I. PENDAHULUAN

Bitumen adalah zat perekat material berwarna hitam atau gelap, berbentuk padat atau semi padat, yang dapat diperoleh di alam ataupun sebagai hasil produksi berupa aspal, *tar*, atau *pitch*, dengan bahan dasar hidrokarbon yang umumnya berasal dari hasil destilasi minyak bumi [1]. *Asphalt Mixing Plant (AMP)* merupakan mesin produksi aspal beton (*hot mix*) yang terdiri dari rangkaian peralatan elektronika dan mekanis untuk memproses material sesuai *job mix* dengan desain yang disesuaikan kebutuhan pekerjaan pengerasan jalan [2]. Mesin AMP menggabungkan *agregat* kasar, *agregat* halus, *filler*, dan bahan aspal melalui komponen utama seperti *silo agregat*, pengumpan bergetar, drum pengering, drum pencampur, serta sistem pengontrol suhu dan timbangan, sehingga mampu menghasilkan campuran aspal dalam jumlah besar dalam waktu relatif singkat untuk berbagai kebutuhan konstruksi jalan, landasan pacu bandara, hingga trotoar [3].

Kinerja mesin AMP sangat bergantung pada keandalan panel daya dan panel kontrolnya. Panel daya motor 3 *phase* atau MCC (*Motor Control Center*) adalah sistem yang dapat beroperasi secara manual maupun otomatis untuk mengendalikan beberapa motor industri dalam satu kotak panel, dengan komponen utama seperti MCCB, *busbar*, MPCB, dan kontaktor sebagai pengaman serta kendali motor listrik 3 *phase* [4]. Sementara itu, panel kontrol otomasi industri berfungsi sebagai unit pusat yang mengintegrasikan komponen elektrik dan elektronik untuk mengatur, mengendalikan, dan memantau jalannya proses produksi secara otomatis, yang pada mesin AMP terdiri atas PLC, HMI, *switch hub*, *relay*, *load cell controller*, *temperature controller*, dan *selector switch* [5]. Kelengkapan dan keandalan kedua panel ini menjadi syarat mutlak agar mesin AMP dapat beroperasi secara optimal.

Teknologi yang menunjang otomasi tersebut adalah PLC (*Programmable Logic Controller*) dan HMI (*Human Machine Interface*). PLC merupakan peralatan kendali industri yang mampu mengatur proses secara sekuensial dan diprogram menggunakan bahasa *ladder diagram* sebagai pengganti teknologi *relay* konvensional, sehingga memudahkan operator dalam pengaplikasiannya sebagai kontrol industri [6]. HMI berperan sebagai antarmuka komunikasi antara operator dan PLC, yang digunakan untuk menampilkan proses kendali sistem serta menyesuaikan *set point* agar hasil pencampuran sesuai dengan *jobmix* yang diinginkan [7]. Integrasi PLC dan HMI ini menjadi dasar bagi terciptanya sistem kendali otomatis pada mesin AMP.

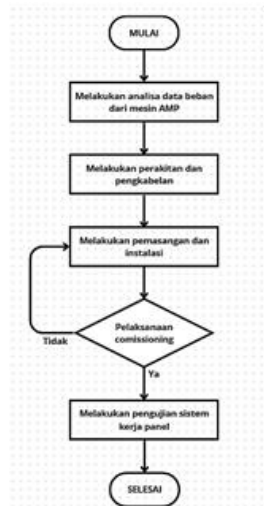
Agar PLC dapat berkomunikasi dengan berbagai perangkat lapangan seperti VSD, *load cell controller*, dan *temperature controller* secara terintegrasi, dibutuhkan protokol komunikasi data yang andal. Modbus menjadi salah satu protokol komunikasi industri yang paling luas digunakan karena kesederhanaan, keterbukaan, dan kompatibilitasnya lintas perangkat; protokol ini dikembangkan pertama kali oleh Modicon (kini Schneider Electric) pada tahun 1979 dan telah menjadi standar *de facto* untuk komunikasi data antara PLC, sensor, dan perangkat lapangan lainnya [8]. Modbus mendukung dua varian utama, yaitu Modbus RTU berbasis komunikasi serial RS-485 dan Modbus TCP berbasis jaringan Ethernet, yang memberikan fleksibilitas penerapan pada sistem industri berskala kecil hingga besar [9].

Penelitian terdahulu terkait panel dan sistem kendali otomatis pada umumnya membahas kedua aspek tersebut secara terpisah. Di satu sisi, penelitian mengenai perbaikan dan modifikasi panel kontrol, seperti pada sistem penyedia air dingin di zona radiasi menengah, masih berfokus pada aspek kelistrikan dan mekanis panel tanpa disertai integrasi sistem kendali otomatis berbasis komunikasi serial [11]. Penelitian mengenai komunikasi data pada sistem kendali motor induksi tiga *phase* juga baru menguji komunikasi pada skala pengendalian motor tunggal, belum mencakup integrasi multi-perangkat pada sistem produksi berskala industri [13]. Di sisi lain, penelitian penerapan PLC untuk pengendalian proses pembuatan *asphalt hot mix* pada AMP berfokus pada perancangan logika kendali produksi, tanpa membahas kondisi awal panel yang mengalami kerusakan maupun proses restorasi perangkat keras sebagai prasyarat sistem dapat beroperasi [12]. Berdasarkan hal tersebut, kebaruan dan kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi menyeluruh antara proses restorasi fisik panel daya dan panel kontrol pascakerusakan akibat kehilangan komponen, dengan implementasi sistem kendali otomatis berbasis PLC dan HMI yang terhubung melalui komunikasi serial Modbus RTU ke beberapa perangkat lapangan (VSD, *load cell controller*, dan *temperature controller*) secara bersamaan. Pendekatan ini tidak hanya memulihkan fungsi operasional mesin AMP, tetapi juga menghadirkan solusi praktis yang dapat direplikasi pada kasus kerusakan panel industri serupa di lapangan.

II. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Agar penelitian memperoleh hasil yang baik diperlukan metode penelitian atau pembuatan alat. Penelitian ini dilaksanakan melalui lima tahapan utama sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, yaitu analisis, perakitan panel, pemasangan dan instalasi, pelaksanaan *commissioning*, dan pengujian panel, metode yang akan digunakan.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Analisa

Analisa dilakukan untuk membantu dalam perencanaan dan instalasi panel mesin AMP, yaitu dilakukan pengumpulan data beban dari mesin AMP. Bertujuan untuk pengadaan komponen yang akan digunakan serta jumlah rating pada komponen dan bahan yang dibutuhkan.

2. Perakitan Panel

Melakukan perakitan dan pengkabelan pada panel daya dan panel kontrol mesin AMP.

3. Pemasangan dan Instalasi

Melakukan pemasangan dan instalasi panel daya dan panel kontrol mesin AMP (*Asphalt Mixing Plant*)

4. Pelaksanaan *Comissioning*

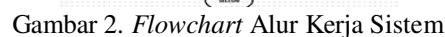
Melakukan *comissioning* atau pengecekan setelah dilakukan pemasangan dan instalasi panel daya dan panel kontrol. Apabila rangkaian sudah sesuai maka dilanjutkan tahap pengujian pada rangkaian daya dan rangkaian kontrol, jika belum sesuai maka kembali dilakukan instalasi pada panel daya dan kontrol. melakukan pengujian komunikasi pada sensor, VSD dengan PLC HMI.

5. Pengujian Panel

Melakukan pengujian panel apakah rangkaian daya dan kontrol berjalan sesuai keinginan, dan apakah komunikasi PLC, HMI dan sensor telah berjalan dengan baik tanpa adanya gangguan. Setelah melakukan analisa maka dapat melakukan penarikan kesimpulan sebagai hasil dari penelitian yang dilakukan

B. *Flowchart Alur Kerja Sistem*

Flowchart alur kerja sistem pada mesin AMP dibuat agar memudahkan memahami cara kerja sistem dari mesin AMP dengan sistem otomatis dari alur program PLC yang telah dibuat.



459

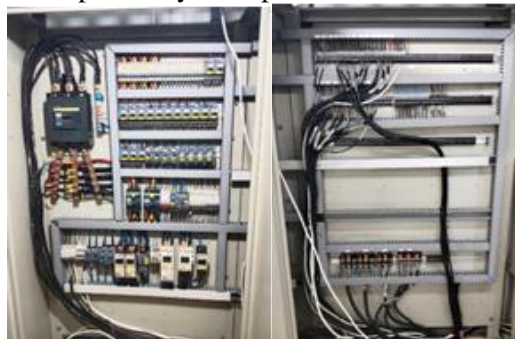
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memaparkan data dan hasil analisis teknis dari penerapan proyek pada mesin *Asphalt Mixing Plant* (AMP), dengan penekanan utama pada evaluasi efektivitas, keandalan, dan performa sistem secara keseluruhan setelah proses perakitan ulang, guna memastikan mesin dapat beroperasi kembali secara otomatis dan optimal.

Sebagai bagian dari proses restorasi, panel daya dirakit dengan mempertimbangkan kapasitas beban operasional yang besar, menggunakan MCCB 500 A sebagai pengaman utama yang didukung oleh sistem proteksi motor induksi berlapis, mencakup MCB, MPCB, kontaktor magnetik, dan *Thermal Overload Relay* (TOR). Sementara itu, kendali otomasi dikelola secara terpusat melalui *Programmable Logic Controller* (PLC) Modicon TM221CE16R yang bekerja bersama *Human Machine Interface* (HMI) ET6400, serta terhubung dengan *Variable Speed Drive* (VSD), *loadcell controller*, dan *temperature controller*. Kinerja sistem dievaluasi secara menyeluruh, meliputi pemeriksaan kelayakan fisik komponen melalui uji *Quality Control* (QC), analisis kestabilan distribusi listrik pada panel daya, hingga pengujian fungsional terhadap integrasi kendali digital. Pengujian ini juga mencakup keandalan komunikasi serial RS-485 berprotokol Modbus RTU, untuk memastikan presisi eksekusi siklus produksi aspal baik dalam mode semi-otomatis maupun *full-auto*.

A. Perakitan dan Instalasi Panel Mesin AMP

Perakitan panel adalah bagian dari pembuatan panel daya dan panel kontrol, meliputi penempatan komponen, *wiring* kabel, busbar dan label, pemasangan aksesoris, pengujian fungsi, dan hasil penyelesaian. Dan instalasi panel merupakan proses menyambungkan daya ke panel mesin AMP. Instalasi panel meliputi tahapan pemasangan daya masuk / *incoming* dari generator ke MCCB utama panel daya AMP, dan juga melakukan instalasi pada panel kontrol AMP. Berikut hasil perakitan dan instalasi panel daya dan panel kontrol mesin AMP (*Asphalt Mixing Plant*).



Gambar 1. Hasil Perakitan dan Instalasi Panel Daya Mesin AMP



Gambar 4. Perakitan dan Instalasi Panel kontrol Mesin AMP

B. Hasil Pengujian Panel Daya

Pengujian arus dan tegangan panel daya mesin *asphalt mixing plant* (AMP) dilakukan untuk menjamin stabilitas dan keamanan distribusi energi bagi komponen beban. Evaluasi difokuskan pada nilai tegangan antar fase, tegangan fase ke netral, serta arus beban guna mencegah ketidakseimbangan beban dan penurunan tegangan (*voltage drop*) yang berpotensi merusak instalasi. Seluruh parameter kelistrikan tersebut dipantau secara *real-time* menggunakan layar monitor digital pada unit genset.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Arus

Pengukuran Arus		
No	Parameter	Hasil
1	Fasa R	199 A
2	Fasa S	198 A
3	Fasa T	195 A

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan berdasarkan pembacaan arus pada layar monitor genset yaitu Fasa R: 199A, Fasa S: 198A, dan Fasa T: 195A. Analisa pengujian arus mengacu pada standar IEEE 141 – 1993.

Berikut adalah perhitungan analisa *Current Unbalance* menurut dokumentasi schneider berdasarkan standar NEMA MG-1:

Rata-rata arus pada sistem :

$$I_{avg} = \frac{199 + 198 + 195}{3} = 197,3 \text{ A}$$

Arus maksimal :

$$I_{max} = 199 \text{ A}$$

Presentase *unbalance* :

$$unbalance = \frac{(199 - 197,3)}{197,3} \times 100\% \approx 0,8\%$$

Dari hasil perhitungan tingkat unbalance arus yaitu sebesar 0,8% dapat disimpulkan bahwa arus setiap fasa telah sesuai dibawah batas aman (balanc) dan memenuhi standar dari batas toleransi aman sebesar 5% menurut standar.

Standar yang digunakan adalah standar IEEE 141-1993 dan mendekati batas maksimum 10% yang ditetapkan oleh NEMA MG-1.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tegangan

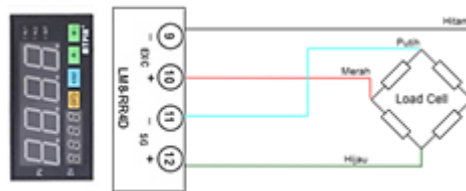
Pengukuran Tegangan			
No	Parameter	Hasil	Keterangan
1	R-N	224 V	Sesuai
2	S-N	222 V	Sesuai
3	T-N	225 V	Sesuai
4	R-S	386 V	Sesuai
5	S-T	388 V	Sesuai
6	T-R	388 V	Sesuai

Hasil pengukuran tegangan pada fasa to fasa dan fasa to netral menunjukkan kondisi yang stabil dan seimbang. Tegangan fasa ke netral (V_{LN}) terukur pada rentang 222 V hingga 225 V, sementara tegangan antar-fasa (V_{LL}) berada pada rentang 386 V hingga 388 V. Nilai-nilai tersebut berbanding lurus secara proporsional sesuai persamaan ideal $V_{LL} = V_{LN} \times \sqrt{3}$ dan seluruhnya masih berada di dalam batas toleransi standar kelistrikan. Dengan tingkat ketidakseimbangan tegangan (*voltage unbalance*) yang sangat rendah maksimal hanya 2V. Dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran tegangan pada panel telah sesuai dan aman untuk menyuplai daya ke panel kontrol maupun beban induktif secara optimal tanpa risiko *overheating* atau kesalahan pada sistem proteksi.

C. Hasil Pengujian Panel Kontrol

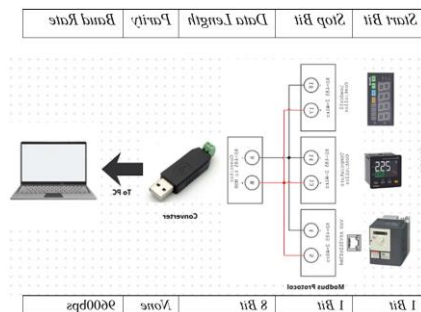
Pada sistem panel kontrol yaitu dilakukan kalibrasi *controller* dan pengujian pada sistem kontrol otomasi, yaitu meliputi pengujian komunikasi pada *loacell controller*, *temperature controller* dan VSD (*Variable Speed Drive*). Pada sistem kontrol otomasi AMP yaitu menggunakan protokol Modbus RTU. Pada sistem Modbus RTU yaitu digunakan untuk melakuka komunikasi antara *slave (device)* dengan *master* (perangkat). Apabila kedua perangkat telah berhasil melakukan komunikasi, data dari *device* akan diterima oleh master dan akan digunakan untuk monitoring dan juga digunakan untuk sistem kontrol pada mesin AMP.

Selanjutnya dilakukan pemasangan sensor *loadcell* pada *controller* MYPIN LM8-RR4D. Untuk detail fungsi pada setiap terminal *controller* dapat dilihat pada *manual book* yang telah disediakan. Dan *wiring* pada *controller* MYPIN LM8-RR4D dengan sensor *loadcell* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Wiring Sensor dengan Controller

Pada sistem protokol komunikasi Modbus RTU ada beberapa pengaturan yang meliputi *start bit*, *stop bit*, *data length*, *parity*, dan *baud rate*. Untuk format pengaturan pada komunikasi RS-485 dengan controller dan VSD dengan PC dan PLC sebagai berikut :



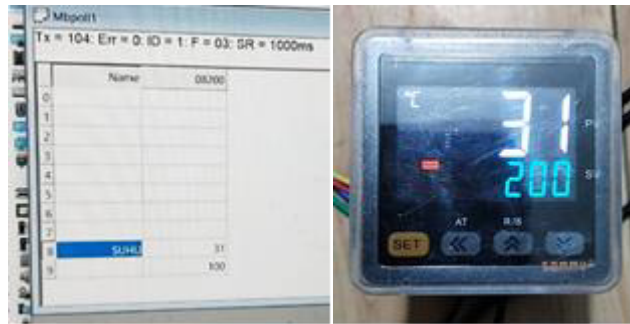
Gambar 6. Wiring Serial RS-485

Setelah melakukan *wiring serial* komunikasi RS-485, pada tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi alamat *slave* dan alamat *address* pada setiap *device*. Untuk menentukan alamat *address* dapat melihat *manual book* dari *device*. Berikut alamat *slave* dan *address* pada *device* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Daftar Slave dan Address

ID Slave	Parameter	Alamat Address
1	Suhu Elevator	8208 (Dec)
2	Suhu Hotbin	8208 (Dec)
3	Suhu Asphalt	8208 (Dec)
4	Suhu Oil Heater	8208 (Dec)
5	Suhu Exhaust Fan	8208 (Dec)
6	Timbangan Aggregate	62 (Hex)
7	Timbangan Filler	62 (Hex)
8	Timbangan Asphalt	62 (Hex)
9	VSD Coldbin 1	8501 (Dec)
10	VSD Coldbin 2	8501 (Dec)
11	VSD Coldbin 3	8501 (Dec)
12	VSD Coldbin 4	8501 (Dec)

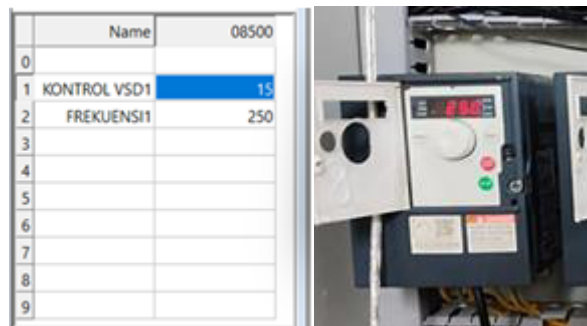
Pada tahap selanjutnya melakukan pengujian perangkat *slave* menggunakan Modbus RTU, dibutuhkan sebuah aplikasi bernama Modbus Poll. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa komunikasi berlangsung lancar tanpa adanya kesalahan, yang ditunjukkan dengan sinkronisasi data yang akurat antara perangkat. Pada pengujian kali ini perangkat *slave* berupa *load cell controller*, *temperature controller* dan VSD (*Variable Speed Drive*) yang akan dihubungkan dengan perangkat menggunakan aplikasi Modbus Poll.



Gambar 7. Hasil Komunikasi Temperature Controller



Gambar 8. Hasil Komunikasi Loadcell Controller



Gambar 9. Hasil Komunikasi VSD

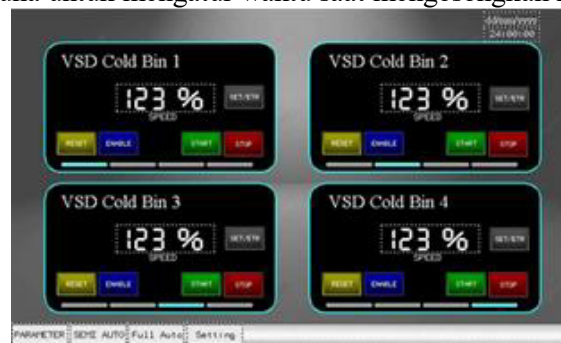
Dari hasil pengujian komunikasi Modbus pada *device* telah sesuai dan akurat. Dimana *loadcell* dan *temperature controller* mengirimkan data pembacaan melalui jaringan komunikasi serial RS-485, dan Master akan menerima hasil data pembacaan dari *loadcell* dan *temperature* yang nantinya akan diolah untuk sistem monitoring dan penimbangan secara otomatis. Pada *device* VSD juga menggunakan sistem Modbus dengan menggunakan jaringan komunikasi serial RS-485. Dari hasil pengujian VSD pada *software* Modbus Poll komunikasi telah berhasil dan berjalan dengan lancar, dan Master dapat memonitoring dan mengontrol VSD dari layar monitor HMI.

Pada sistem pengoperasian otomatisasi mesin AMP yaitu menggunakan layar monitor HMI. Berikut hasil desain HMI yang digunakan pada sistem kendali otomatisasi mesin AMP.



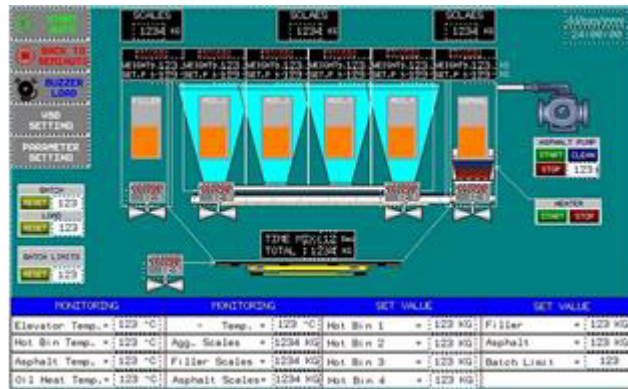
Gambar 10. Tampilan *Menu Set Point*

Tampilan "Menu Set Point" yang terlihat pada gambar 10 digunakan untuk memasukkan nilai set *value* material yang akan dipakai. Tampilan "Material Parameter" mencakup nilai set untuk set *point bin 1*, toleransi set *value bin 1*, set *point bin 2*, toleransi set *value bin 2*, set *point bin 3*, toleransi set *value bin 3*, set *point bin 4*, toleransi set *value bin 4*, set *point* untuk aspal, toleransi set *value* untuk aspal, set *point* untuk *filler*, serta toleransi set *value* untuk *filler*. Selanjutnya, tampilan "Open Time Parameter" digunakan untuk mengatur waktu pembukaan dari pintu tempat penyimpanan material seperti *Open Aggregate*/pintu timbangan, *Open Filler*/pintu untuk *filler*, *Open Asphalt*/pintu untuk aspal, *Open Mixer*/pintu untuk *mixer*, dan waktu nyala *mixer*. Adapun untuk Pompa Aspal terdapat tombol *START* yang berfungsi untuk menghidupkan pompa aspal, yang mengalirkan aspal dari tempat penampungan bawah menuju tempat penampungan aspal di timbangan. Tombol *STOP* digunakan untuk menghentikan pemompaan aspal, tombol *CLEAN* berfungsi untuk mengosongkan sisa aspal dari jalur pipa setelah pemakaian, dan ada pengaturan waktu pada Pompa Aspal yang berguna untuk mengatur waktu saat mengosongkan residu aspal pada jalur pipa aspal.



Gambar 11. Tampilan Setting VSD Cold Bin

Tampilan "Menu Setting VSD Cold Bin" yang terlihat pada gambar 11 berfungsi untuk mengatur penggunaan VSD. Dalam tampilan "VSD Cold Bin 1", terdapat set persentase yang digunakan untuk mengatur kecepatan VSD, tombol *SET/ETR* berfungsi untuk menyetujui pengaturan persentase kecepatan VSD, tombol *RESET* digunakan untuk mengembalikan tampilan VSD ke setelan awal, tombol *ENABLE* digunakan untuk mengonfirmasi penggunaan VSD, tombol *START* dipakai untuk menghidupkan VSD, dan tombol *STOP* berfungsi untuk mematikan VSD. Prosedur pengaturan VSD lainnya mengikuti ketentuan yang sama.



Gambar 12. Tampilan Sistem Kontrol Full Auto

Tampilan “Sistem Kontrol *Full Auto*” pada gambar 12 digunakan untuk *monitoring* sistem pada saat kondisi otomatis. Setelah melakukan pengaturan set “Material Parameter” dan “Open Time Parameter” kemudian menekan tombol *START AUTO* maka sistem akan bekerja secara otomatis sesuai dengan pengaturan “Menu Setting”. Terdapat tombol *START AUTO* untuk menyalakan sistem yang akan bekerja secara otomatis, tombol *BACK TO SEMIAUTO* untuk menghentikan sistem otomatis kemudian sistem akan bekerja secara semi otomatis, indikator *BATCH* merupakan indikator perhitungan banyaknya pintu *mixer* terbuka/selesainya proses *mixing asphalt*, tombol *RESET* pada *BATCH* digunakan untuk mengulang perhitungan *BATCH*, indikator *LOAD* merupakan indikator perhitungan kelipatan dari *BATCH*, apabila proses *mixer* selesai selama 8 kali = 1 kali *LOAD*, tombol *RESET* pada *LOAD* untuk mengulang perhitungan *LOAD*, indikator *BUZZER LOAD* merupakan indikator pada saat *LOAD* telah mencapai perhitungan akhir, indikator *BATCH LIMIT* digunakan untuk *set value BATCH*, tombol *RESET* pada *BATCH LIMIT* digunakan untuk mereset perhitungan dari *BATCH LIMIT*.

Kemudian terdapat tampilan keseluruhan data pembacaan sensor suhu seperti *Elevator Temperature*, *Hot Bin Temperature*, *Asphalt Temperature*, *Oil Heat Temperature*, dan *Exhaust Temperature*. Kemudian untuk data pembacaan sensor *Load Cell* seperti *Aggregate Scales*, *Filler Scales*, *Asphalt Scales*, merupakan indikator total berat keseluruhan dari jenis material, kemudian untuk indikator dari *SET VALUE* dari *Hot Bin 1*, *Hot Bin 2*, *Hot Bin 3*, *Hot Bin 4*, *Filler*, *Asphalt*, merupakan indikator berat dari tampungan masing-masing material.



Gambar 13. Tampilan Sistem Kontrol Semi Auto

Tampilan “Menu *Semi Auto*” pada gambar 13 digunakan untuk *memonitoring* sistem pada saat kondisi semi otomatis, dimana untuk pengaturan berat material dilakukan secara otomatis berdasarkan pengaturan pada “Menu Setting” namun untuk membuka pintu dari tampungan dilakukan secara manual dengan tombol yang tersedia pada tampilan “Menu *Semi Auto*”.

IV. KESIMPULAN

Pengujian pada panel daya atau MCC yang dilakukan telah berhasil. Dari pengujian tegangan R-N: 224V, S-N: 222V, T-N: 225V, dan R-S: 386V, S-T: 388V, T-R: 388V, dari pengukuran tersebut telah menunjukkan hasil sesuai

dengan standar. Terakhir hasil pengujian arus keseluruhan beban adalah R: 199A, S: 198A, T: 195A, dari hasil pengukuran tersebut dapat disimpulkan bahwa arus pada panel daya telah sesuai (*balance*) dengan hasil 0,8%. Batas toleransi aman sebesar 5% menurut IEEE141-1933, dan maksimal unbalance 10% menurut NEMA MG-1. Dari hasil pengujian diatas, panel daya dinyatakan layak untuk beroperasi.

Berdasarkan hasil pengujian sistem kontrol otomasi mesin AMP, komunikasi *serial* RS-485 menggunakan protokol Modbus RTU antara PLC dengan *controller load cell* dan *temperature*, telah dapat dihubungkan, sehingga *master* (perangkat) dapat mengambil data dari setiap *slave*. Data yang diambil dari *slave (device)* berupa nilai suhu pada *temperature controller*, yang akan digunakan untuk memonitoring suhu pada mesin AMP. Dan juga mengambil data berat timbangan dari *loadcell controller* yang akan diolah oleh PLC untuk mengontrol seluruh *solenoid* penimbangan yang ada pada mesin AMP. Sehingga operator dapat menimbang seluruh material secara otomatis, dan dapat dilakukan penimbangan secara bersamaan sesuai urutan dari program PLC yang telah dibuat. Penggunaan protokol Modbus RTU sangat bermanfaat dikarenakan dapat menghemat dalam penggunaan *ekspansi*. Dengan 1 *port* komunikasi pada PLC dapat dihubungkan dengan 32 unit *slave (device)*, dan komunikasi *serial* RS-485 *support* hingga jarak maksimal 1200 meter. Berdasarkan hasil pengujian komunikasi *serial* RS-485 menggunakan protokol Modbus RTU antara PLC dengan VSD (*Variable Speed Control*), telah berhasil dihubungkan, sehingga PLC dapat mengambil data parameter pengaturan kontrol yang ada pada *device* VSD. Program kontrol VSD yang telah dibuat akan di masukkan pada HMI, dan untuk perintah pengontrolan VSD dapat dikontrol dari HMI. Sistem pengontrolan ini sangat efektif dan memudahkan operator dalam mengontrol kecepatan motor pada *coldbin*.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akbar, A. A., Stefanie, A. & Wahyudi, N. Implementasi Human Machine Interface untuk Panel Motor Control Center Perusahaan Kelapa Sawit di PT. Solusi Indosistem Otomat. TEKTRIKA – Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi, Kendali, Komputer, Elektrik, dan Elektronika. VII (2): 42–49, 2022.
- [2] Hidayat, R., Anwar, C. & bin Amiruddin, I. P. Analisis Proses dan Biaya Produksi Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) pada Asphalt Mixing Plant (AMP) PT. Alhas Jaya Group. Jurnal Sipil Sains Terapan. V (02), 2022.
- [3] Pratama, R., Mahmuddin, M., Nurisra, N., Jamil, M. & Fachrurrazi, F. Kajian Identifikasi Risiko terhadap Perusahaan Asphalt Mixing Plant (AMP) yang Berada di Wilayah Banda Aceh dan Aceh Besar. Journal of The Civil Engineering Student. IV (2): 127–133, 2022.
- [4] Napitupulu, J. P. Rancang Bangun Panel Motor Control Centre untuk Pengendalian Dua Motor Induksi Tiga Fasa Berbasis PLC dan VSD. 2024. Disertasi. Tidak dipublikasikan. Bengkalis: Politeknik Negeri Bengkalis.
- [5] Azzuhri, M. A., Tholud, N. A., Lubis, U. S., Dwiyaniti, M. & Halimi, I. Penerapan PLC dan VSD untuk Mengontrol Kecepatan Motor Induksi dengan Pemantauan SCADA. Dalam Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro. Vol. 10 No. 1: 58–63, 2024.
- [6] Ahmad, R. I. & Khadafi, U. Rancang Bangun Sistem Alat Pemindah Barang Berbasis PLC dan HMI. Jurnal Kajian Teknik Elektro. V (2): 81–96, 2020.
- [7] Sadi, S. Implementasi Human Machine Interface pada Mesin Heel Lasting Chin Ei Berbasis Programmable Logic Controller. Jurnal Teknik. IX (1), 2020.
- [8] Thomas G, “Introduction to the Modbus Protocol,” vol. 9, no. 4, pp. 1–4, 2008, [Online]. Available: www.ccontrols.com.
- [9] S. O. Wilson, A. Chancosig, R. Gamboa, D. Tipon, and S. Elizabeth, “Control and Monitoring of Electrical Variables of a Level Process using Modbus RTU-TCP/IP Industrial Communication,” Indian J. Sci. Technol., vol. 11, no. 32, pp. 1–12, 2018, doi: 10.17485/ijst/2018/v11i32/131113.
- [10] Andreansyah, R. Perencanaan dan Pembuatan Rangkaian Daya Starting Motor 3 Fasa, 380 Volt, 50 Hz, 3 Hp dengan Metoda Bintang (Y)–Segitiga (Δ). Cyclotron, 2019.
- [11] Sihombing, P., Yuninda, N. H. & Subekti, M. Modifikasi Panel Kontrol Sistem Penyedia Air Dingin pada

Sistem Ventilasi Zona Radiasi Menengah. *Journal of Electrical Vocational Education and Technology*. II (1): 6–12, 2017

[12] Aziz, P. Pengendalian Pembuatan Asphalt Hot Mix pada Asphalt Mixing Plant Menggunakan PLC. *Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, Controls*. III (2): 117–130, 2021.

[13] Rifai, M., Suprajitno, A. & Nugroho, D. Implementasi Komunikasi Data pada Sistem Kendali Motor Induksi Tiga Phasa. Dalam *Prosiding Konstelasi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering*, 2019.

[14] IEEE, *IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants (IEEE Std 141-1993)*. New York: IEEE, 1993.

[15] NEMA, *Motors and Generators (NEMA MG 1)*. Rosslyn, VA: National Electrical Manufacturers Association, 2016.

[16] PLN, *Persyaratan Umum Instalasi Tenaga Listrik (SPLN 1;1995)*. Jakarta: Perusahaan Listrik Negara, 1995