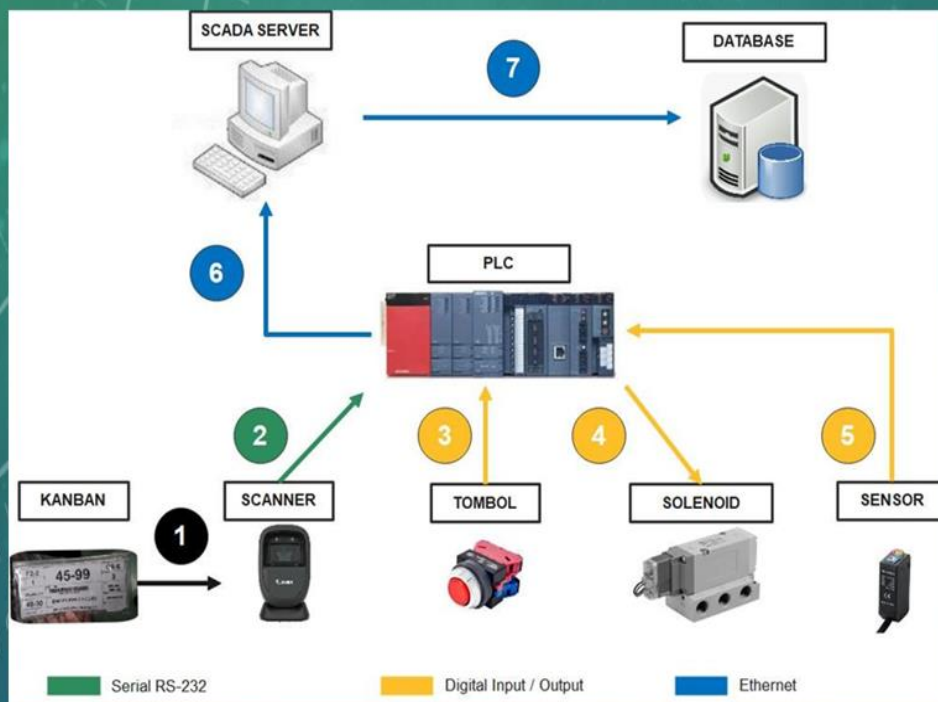


SISTEM SCADA UNTUK DIGITALISASI LAPORAN PRODUKSI PADA PROSES CAULKING DI INDUSTRI MANUFAKTUR



M HIDAYAT
ASHAR ZAMZAMI
SYAHRIL ARDI
HERU SUPRAPTO
AGUS PONCO

LP2M Politeknik Manufaktur Astra
Jakarta

Sistem SCADA untuk Digitalisasi Laporan Produksi pada Proses Caulking di Industri Manufaktur

M Hidayat
Ashar Zamzami
Syahril Ardi
Heru Suprpto
Agus Ponco

LP2M Politeknik Manufaktur Astra
Jakarta

Sistem SCADA untuk Digitalisasi Laporan Produksi pada Proses Caulking di Industri Manufaktur

Penyusun:

M Hidayat; Ashar Zamzami; Syahril Ardi; Heru Suprpto; Agus Ponco

ISBN: ---

Editor: Syahril Ardi

Penerbit:

LP2M Politeknik Manufaktur Astra

Jl. Gaya Motor Raya 8, Sunter II, Jakarta 14330

Telpon: (021) 6519555

Fax: (021) 6519821

Cetakan Pertama, November 2022

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin dari penerbit.

Kata Pengantar

Penelitian ini dilakukan di sebuah Perusahaan manufaktur yang memproduksi sistem pengereman pada mobil dan sepeda motor. Diantaranya adalah disc brake, caliper brake, drum brake, master rem dan disc pad. Pada proses produksi disc pad terdapat beberapa proses seperti penimbangan bahan, pencampuran bahan, preform, treatment, hot press, grinding, pengecatan, ping test, dan caulking. Operator mesin caulking akan mengingat-ingat jumlah produksi dan mencatat hasilnya dalam kertas untuk dilaporkan kepada ketua regu atau mandor. Karena menggunakan sistem kanban (sistem untuk mengendalikan proses produksi barang atau komponen dalam jumlah yang diperlukan dan pada waktu yang diperlukan sesuai permintaan dari pelanggan) sering terjadi pergantian tipe produksi, dan menyebabkan kesalahan perhitungan operator mesin caulking. Untuk itu dibutuhkan perbaikan agar data produksi dapat dipantau dan kesalahan perhitungan tidak terjadi di Mesin Caulking.

Perbaikan yang dilakukan adalah membuat sistem untuk menghitung jumlah barang yang telah diproduksi dengan metode scan kanban. Perbaikan ini menggunakan sensor optik Keyence PZ-M31, Barcode Scanner Zebra DS9308, PLC Mitsubishi Q03UDE, CIMON SCADA, dan basis data SQL Server. Komponen tersebut bekerja sama untuk mengambil data hasil pemindaian dan sensor dan dikirimkan ke SCADA dan basis data melalui PLC Mitsubishi. Hasil dari pengembangan ini adalah mengurangi kesalahan perhitungan operator dan data hasil produksi dapat disimpan dalam bentuk basis data.

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER DEPAN	ii
HALAMAN COVER	iii
HALAMAN JUDUL	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Digitalisasi	6
2.1.1 Transformasi Digital.....	6
2.2 Database	7
2.2.1 Definisi Database.....	7
2.2.2 Tabel Basis Data	8
2.2.3 ODBC (Open Database Connectivity).....	9
2.3 PLC (Programmable Logic Control).....	9
2.3.1 Definisi PLC.....	9
2.3.2 Komponen Penyusun PLC	10
2.3.3 Prinsip Kerja PLC	12
2.3.4 Pemrograman PLC.....	12
2.4 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)	13
2.4.1 Definisi SCADA.....	13
2.4.2 Perangkat keras SCADA.....	13

2.4.3 Perangkat lunak SCADA	15
2.4.4 OPC (OLE for Process Control)	16
2.5 Komunikasi Serial.....	17
2.5.1 Parameter Komunikasi Serial	17
2.5.3 RS-232	18
2.6 Komunikasi Ethernet.....	19
2.6.1 TCP/IP	20
2.6.2 Alamat IP	20
2.7 Instalasi Listrik.....	21
BAB III PENGUMPULAN DATA	23
3.1 Pengenalan Produk.....	23
3.1.1 Disc Pad	23
3.1.2 Mesin Caulking	25
3.2 Analisis Permasalahan	26
3.2.1 Analisis Kondisi yang Ada	26
3.2.2 Analisis Sebab Akibat.....	27
3.3 Rencana Perbaikan	29
3.4 Perangkat PLC yang Digunakan	30
3.4.1 Mitsubishi MELSEC-Q Series Q03UDE CPU	30
3.4.2 Serial Communication Module QJ71C24N-R2	32
3.4.3 CC-Link Master Module QJ61BT11N	34
3.4.4 Remote Input Module AJ65SBTB1-8D.....	35
3.4.5 Remote Output Module AJ65SBTB2N-8R	36
3.5 Perangkat Catu Daya.....	37
3.5.1 Power Supply Mitsubishi Q62P.....	37
3.5.2 Power Supply Keyence MS2-H50 2.1A	37
3.6 Perangkat Input/Output	38
3.6.1 Barcode Scanner	38
3.6.2 Sensor Detect Polybox PZ-M31	39
3.3.3 Push Button.....	40
3.3.4 Solenoid Valve.....	41
BAB IV PERANCANGAN.....	42

4.1 Perancangan Sistem	42
4.1.1 Kriteria Sistem	42
4.1.2 Topologi Jaringan	42
4.1.3 Perancangan Program PLC	43
4.1.4 Perancangan Database.....	46
4.1.5 Perancangan Program SCADA.....	48
BAB V PEMBUATAN, PENGUJIAN, DAN EVALUASI HASIL.....	51
5.1 Pembuatan.....	51
5.1.1 Pembuatan Program PLC	51
5.1.1.1 Koneksi antara PLC dengan Scanner Zebra Ds9308.....	53
5.1.1.2 Pengaturan CC-Link.....	55
5.1.1.3 Koneksi antara PLC dengan CIMON SCADA.....	57
5.1.2 Pembuatan Database	59
5.1.3 Pembuatan Program SCADA	62
5.1.3.1 Koneksi antara SCADA dengan PLC.....	62
5.1.3.2 Pembuatan ODBC	64
5.1.3.3 Pembuatan Tag CIMON SCADA	65
5.1.3.4 Pembuatan Sript CIMON SCADA.....	67
5.1.3.3 Pembuatan Query CIMON SCADA.....	67
5.2 Pengujian.....	69
5.2.1 Pengujian Koneksi	69
5.2.2 Pengujian Program.....	72
5.2.3 Pengujian Penyimpanan Data ke Database	73
5.2.4 Pengujian Efisiensi Sistem.....	74
5.3 Analisis Hasil	75
5.3.1 Net Quality Income.....	77
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN	80
6.1 Simpulan	80
6.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	xiii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 9 Contoh tabel basis data.....	8
Gambar 2. 1 Prinsip kerja PLC	10
Gambar 2. 2 Komponen penyusun PLC	11
Gambar 2. 3 Konsep <i>Scanning</i> PLC	12
Gambar 2. 4 Self Holding Ladder	13
Gambar 2. 11 Koneksi OPC pada sistem SCADA	17
Gambar 2. 12 Parameter komunikasi serial	18
Gambar 2. 13 <i>Pinout</i> konektor DB9 (a) Konektor <i>Male</i> (b) Konektor <i>Female</i>	19
Gambar 2. 14 <i>Typical wiring</i> RS232.....	19
Gambar 2. 15 Contoh alamat IP dalam biner dan desimal.....	20
Gambar 3. 1(a) Assembly disc pad (b) Letak disc brake pada mobil	23
Gambar 3. 2 Disc pad dengan clipnya	23
Gambar 3. 3 Pad clip pada disc pad	25
Gambar 3. 4 Mesin caulking di produksi 3	25
Gambar 3. 5 Analisis kondisi yang ada.....	26
Gambar 3. 6 <i>Checksheet</i> hasil pencapaian produksi operator caulking	26
Gambar 3. 7 Diagram <i>fishbone</i> analisis sebab-akibat	27
Gambar 3. 8 Diagram alur sistem <i>scan barcode</i>	29
Gambar 3. 9 Ilustrasi digitalisasi laporan pencapaian produksi.....	30
Gambar 3. 10 Mitsubishi MELSEC-Q Series Q03UDE CPU	30
Gambar 3. 11 <i>Rack</i> PLC Modular Mitsubishi Q-Series.....	32
Gambar 3. 12 Mitsubishi Serial Communication Module QJ71C24N-R2	32
Gambar 3. 13 Mitsubishi CC-Link Communication Module QJ61BT11N.....	34
Gambar 3. 14 Mitsubishi CC-Link Remote Input Module AJ65SBTB1-8D.....	35
Gambar 3. 15 Mitsubishi CC-Link Remote Output Module AJ65SBTB2N-8R ..	36
Gambar 3. 16 Q62P Power Supply Unit	37
Gambar 3. 17 Power Supply MS2-H50 2.1 A	38
Gambar 3. 18 Zebra Scanner DS9308.....	38
Gambar 3. 19 Sensor Optik PZ-M33 Keyence	39
Gambar 3. 20 Koneksi kabel sensor Optik PZ-M33 Keyence	40

Gambar 3. 21 Tombol ABS-111N-R	40
Gambar 3. 22 Solenoid SMC SYS 40-5LZD-02	41
Gambar 3. 23 Simbol katup 5/2	41
Gambar 4. 1 Alur proses penyimpanan data	42
Gambar 4. 2 Topologi jaringan sistem	43
Gambar 4. 3 Perangkat – perangkat yang terhubung dengan PLC	44
Gambar 4. 4 <i>Flowchart</i> program PLC	45
Gambar 4. 5 Alur data hasil pindai achivement counter	48
Gambar 4. 6 Alur sistem SCADA Achivement Counter	49
Gambar 5. 1 Tahapan pembuatan sistem	51
Gambar 5. 2 Program pembacaan data hasil pindai kanban	52
Gambar 5. 3 Program sensor untuk respons data ke SCADA.....	52
Gambar 5. 4 Akses data dari SCADA untuk membuka gerbang <i>chutter</i>	53
Gambar 5. 5 Koneksi PLC dengan Scanner menggunakan kabel serial DB9.....	54
Gambar 5. 6 Langkah 1 pengaturan modul serial QJ71C24N-R2	54
Gambar 5. 7 Langkah 2 pengaturan modul serial QJ71C24N-R2	55
Gambar 5. 8 Pemasangan kabel komunikasi CC-Link	55
Gambar 5. 9 Pengaturan parameter CC-Link tahap 1	56
Gambar 5. 10 Pengaturan parameter CC-Link tahap 2.....	56
Gambar 5. 11 Pengaturan koneksi PLC dengan CIMON SCADA tahap 1	57
Gambar 5. 12 Pengaturan koneksi PLC dengan CIMON SCADA tahap 2.....	58
Gambar 5. 13 Pengaturan koneksi PLC dengan CIMON SCADA tahap 3	58
Gambar 5. 14 Pengaturan koneksi PLC dengan CIMON SCADA tahap 4.....	59
Gambar 5. 15 Pembuatan <i>database</i> tahap 1	59
Gambar 5. 16 Pembuatan <i>database</i> tahap 2.....	60
Gambar 5. 17 Pembuatan tabel <i>database</i> tahap 2	60
Gambar 5. 18 Pembuatan tabel <i>database</i> tahap 1	60
Gambar 5. 19 Cuplikan tabel PT_act_status	61
Gambar 5. 20 Cuplikan tabel PT_act_transaction.....	61
Gambar 5. 21 Cuplikan tabel PT_kanban_transaction.....	61
Gambar 5. 22 Pembuatan stored procedure	61

Gambar 5. 23 Cuplikan program di dalam stored procedure	62
Gambar 5. 24 Pengaturan koneksi SCADA dan PLC tahap 1	62
Gambar 5. 25 Pengaturan koneksi SCADA dan PLC tahap 2	63
Gambar 5. 26 Pengaturan koneksi SCADA dan PLC tahap 3	63
Gambar 5. 27 Pembuatan ODBC tahap 1	64
Gambar 5. 28 Pembuatan ODBC tahap 3	64
Gambar 5. 29 Pembuatan ODBC tahap 2	64
Gambar 5. 30 Pengaturan ODBC pada CIMON SCADA	65
Gambar 5. 31 Pembuatan Tag CIMON SCADA tahap 1	65
Gambar 5. 32 Pembuatan Tag CIMON SCADA tahap 2	66
Gambar 5. 33 Pembuatan Tag CIMON SCADA tahap 3	66
Gambar 5. 34 Pembuatan Script CIMON SCADA tahap 2	67
Gambar 5. 35 Pembuatan Script CIMON SCADA tahap 1	67
Gambar 5. 36 Pembuatan Query CIMON SCADA tahap 1.....	67
Gambar 5. 37 Pembuatan Query CIMON SCADA tahap 2.....	68
Gambar 5. 38 Pembuatan Query CIMON SCADA tahap 3.....	68
Gambar 5. 39 Lampu indikator pada modul komunikasi serial	70
Gambar 5. 40 Diagnosis CC-Link pada aplikasi GX-Works2.....	70
Gambar 5. 41 Status normal koneksi PLC pada SCADA CIMON.....	71
Gambar 5. 42 Status eror koneksi PLC pada SCADA CIMON	71
Gambar 5. 43 Status normal pada log SCADA CIMON dengan <i>database</i>	71
Gambar 5. 44 Data memori hasil scan.	72
Gambar 5. 45 Perubahan nilai Tag CIMON SCADA	73
Gambar 5. 46 Hasil penyimpanan status sistem di tabel PT_act_status	73
Gambar 5. 47 Hasil penyimpanan hasil produksi pada tabel PT_act_transaction	74
Gambar 5. 48 Hasil penyimpanan transaksi kanban pada tabel PT_kanban_transaction	74
Gambar 5. 49 Grafik efisiensi siklus pengisian laporan.....	76
Gambar 5. 50 Tampilan monitor informasi pencapaian produksi mesin caulking	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kuat Hantar Arus	21
Tabel 3. 1 Tipe disc pad pada proses caulking.....	24
Tabel 3. 2 Spesifikasi Mitsubishi MELSEC-Q Series Q03UDE CPU	31
Tabel 3. 3 Spesifikasi Serial Communication Module QJ71C24N-R2.....	32
Tabel 3. 4 Spesifikasi CC-Link Communication Module QJ61BT11N	34
Tabel 3. 5 Spesifikasi CC-Link Remote Input Module AJ65SBTB1-8D	35
Tabel 3. 6 Spesifikasi CC-Link Remote Output Module AJ65SBTB2N-8R.....	36
Tabel 3. 7 Spesifikasi Q62P Power Supply Unit	37
Tabel 3. 8 Spesifikasi Power Supply MS2-H50 2.1 A.....	38
Tabel 3. 9 Spesifikasi Sanner Zebra DS9308.....	38
Tabel 3. 10 Spesifikasi Sensor Detect Polybox	39
Tabel 3. 11 Spesifikasi tombol ABS-111N-R.....	40
Tabel 3. 12 Spesifikasi Limit Switch Position	41
Tabel 4. 1 Perencanaan alamat PLC untuk Mesin Caulking 1.....	43
Tabel 4. 2 Perencanaan alamat PLC untuk Mesin Caulking 3.....	44
Tabel 4. 3 Desain tabel basis data transaksi aktual	46
Tabel 4. 4 Desain tabel basis data status aktual	46
Tabel 4. 5 Desain tabel basis data transaksi kanban	47
Tabel 5. 1 Pengujian koneksi	69
Tabel 5. 2 Pengujian program	72
Tabel 5. 3 Pengujian penyimpanan data ke database	73
Tabel 5. 4 Pengujian siklus kerja sistem	74
Tabel 5. 5 Perincian harga perangkat	77
Tabel 5. 6 Perincian harga jasa pembuatan.	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian ini dilakukan pada sebuah perusahaan manufaktur. Salah satu produknya adalah *disc pad*. Produk ini dibuat di area produksi dimulai dari proses penimbangan bahan, pencampuran bahan, *preform*, *hot press*, pengecatan, *grinding*, *ping test* hingga proses caulking pada beberapa tipe tertentu.

Proses *caulking* adalah proses penyatuan *disc pad* dan *disc pad clip* dengan cara ditekan dengan piston pneumatik maupun hidrolik menggunakan mesin *caulking*. Terdapat dua mesin *caulking* dengan jumlah target 2000 pcs setiap harinya. Dalam proses tersebut terdapat proses pencatatan data hasil produksi oleh operator mesin menggunakan buku laporan. Setelah dilakukan pencatatan data, data tersebut akan dikumpulkan kepada mandor pada jam-jam tertentu. Setelah itu data direkap dan dimasukkan melalui aplikasi portal laporan produksi harian di akhir jam kerja. Kegiatan ini dinilai kurang efisien, memakan waktu, dan produksi tidak dapat terekam dan terpantau secara *realtime*. Tipe *disc pad* yang di produksi dapat berganti hingga tujuh kali dalam sehari, hal ini juga memperbesar potensi kesalahan operator dalam mengisi laporan produksinya.

Untuk mengatasi permasalahan yang ada, maka dibuatlah digitalisasi pengambilan data produksi untuk menghitung hasil produksi secara otomatis memanfaatkan sensor optik, dengan metode *scan* kanban berbasis SCADA. Pencatatan hasil produksi yang masih manual akan digantikan oleh kerja sensor dan *scanner* yang mengirimkan data hasil produksi ke dalam basis data. Di mana data tersebut dapat ditarik untuk dijadikan aplikasi dasbor dan laporan hasil produksi secara digital. Dengan adanya sistem ini, diharapkan data produksi dapat dipantau setiap saat tanpa terjun langsung ke lapangan dan mengurangi kesalahan operator.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan berdasar latar belakang yang sudah penulis kemukakan, maka dapat diambil perumusan masalah untuk penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat sistem SCADA untuk digitalisasi pencatatan laporan pada proses caulking?
2. Bagaimana cara membuat program PLC Mitsubishi Q03UDE untuk digitalisasi pencatatan laporan pada proses caulking?
3. Bagaimana cara membuat basis data untuk digitalisasi pencatatan laporan

pada proses caulking?

4. Bagaimana cara membuat program SCADA dengan aplikasi CIMON SCADA untuk digitalisasi pencatatan laporan pada proses caulking?

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka pembatasan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membahas pembuatan program SCADA, PLC dan basis data untuk *achievement counter* mesin caulking .
2. Hanya membahas pembuatan basis data transaksi pemindaian kanban(papan perintah peoduksi) pada proses caulking.
3. Hanya membahas *wiring* antara PLC Mitsubishi Q03UDE dengan Barcode Scanner Zebra Ds9308 dan sensor Photoelectric Keyence PZ-M31.
4. Tidak membahas pembuatan aplikasi desktop untuk pemantauan hasil produksi proses caulking dan komunikasinya.
5. Tidak membahas pembuatan jaringan antara server SCADA denganserver basis data, dan antara SCADA *server* dengan PLC.
6. Tidak membahas pemilihan jenis piston untuk gerbang pneumatik chutter mesin caulking.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai penulis dalam penelitian ini adalah penghasilan produksi pada mesin caulking di area Produksi 3 dapat dilakukan secara digital dengan memanfaatkan metode *scan barcode* atau *QR code* yang menerapkan sistem SCADA.

1.4.2 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Meningkatkan efisiensi pembukuan laporan produksi dengan memasukkan data hasil produksi ke basis data.
2. Memudahkan kerja operator dengan menghilangkan laporan produksi secara manual digantikan dengan akuisisi data melalui SCADA.
3. Memudahkan pencarian riwayat produksi bila terjadi kesalahan pada proses produksi dengan adanya basis data hasil produksi.

4. Memudahkan pemantauan produksi dengan adanya antarmuka hasil produksi yang datanya diambil dari basis data pada proses produksi di mesin caulking.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka yaitu proses pengambilan dan pengumpulan dasar-dasar teori dari buku referensi seperti buku manual PLC ataupun sumber lain untuk bahan pendukung penelitian khususnya tentang PLC, SCADA CIMON, dan SQL Server.

2. Observasi Lapangan

Observasi lapangan yaitu proses pengambilan dan pengumpulan data dengan melakukan pengamatan di lapangan untuk mencari permasalahan dan dampaknya sekaligus mencari solusi untuk masalah tersebut. Selain itu, penulis juga mencari data melalui departemen IT.

3. Wawancara

Wawancara yaitu metode pengumpulan data dengan cara tanya jawab langsung ataupun diskusi dengan pihak-pihak yang bersangkutan dalam memberikan keterangan mengenai data yang diperlukan seperti operator, ketua regu dan mandor di lapangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Bentuk penulisan penelitian ini menggunakan sistematika dengan urutan bab pembahasan sebagai berikut :

1. BAB 1 Pendahuluan
2. BAB 2 Landasan Teori
3. BAB 3 Pengumpulan Data
4. BAB 4 Perencanaan
5. BAB 5 Pembuatan Pengujian dan Analisis Hasil
6. BAB 6 Kesimpulan dan Saran

BAB 1 Pendahuluan

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang permasalahan, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta penulisannya, metodologi penelitian serta sistematika penelitian.

BAB 2 Landasan Teori

Pada bab ini dijelaskan landasan teori yang digunakan untuk mendukung penelitian ini.

BAB 3 Pengumpulan Data

Pada bab ini akan dikumpulkan beberapa data yang bersangkutan dengan pembahasan penelitian ini. Dari observasi, daftar pustaka maupun langsung terjun ke lapangan mengenai data-data pada proses caulking.

BAB 4 Perancangan

Pada bab ini berisi tentang perancangan dan pembuatan digitalisasi laporan produksi proses caulking melalui metode *scan barcode* dengan menerapkan sistem SCADA.

BAB 5 Pembuatan Pengujian dan Analisis Hasil

Pada bab ini berisi tentang pengujian dan analisa digitalisasi laporan produksi proses caulking melalui metode *scan barcode* dengan menerapkan sistem SCADA.

BAB 6 Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Digitalisasi

Digitalisasi merupakan istilah dari penerapan digitisasi. Digitisasi memiliki arti yaitu mengubah teks, gambar, suara dan segala hal yang berupa besaran analog ke dalam bentuk digital yang diwakilkan dengan satu dan nol. Untuk mengubah sesuatu menjadi sebuah bentuk digital diperlukan alat seperti personal komputer, alat pemindai atau *scanner*, dan perangkat lunak pendukung. Dalam perkembangannya sistem digital memiliki beberapa keunggulan sebagai berikut:

1. Informasi dalam bentuk digital dinilai memiliki akses yang mudah dan cepat.
2. Tumbuhnya inovasi dalam berbagai bidang dalam penggunaan sistem digital untuk memudahkan pekerjaan.
3. Munculnya berbagai sumber media pembelajaran yang mudah dengan hanya mengunduh dokumen digital secara online.
4. Meningkatnya sumber daya manusia melalui pengembangan dan pemanfaatan teknologi digital.

2.1.1 Transformasi Digital

Sebuah perusahaan mungkin melakukan proyek digitalisasi, seperti proses otomatisasi mesin dan mengajarkan karyawan untuk menggunakan komputer dalam menulis segala laporannya. Sebaliknya, transformasi digital bukanlah sebuah sesuatu yang dapat diterapkan oleh perusahaan sebagai sebuah proyek. Transformasi digital adalah langkah perusahaan dalam menangani perubahan secara keseluruhan terhadap pelanggan dan pada dasarnya akan dijadikan kompetensi inti perusahaan. Pada akhirnya digitasi dan digitalisasi merupakan hal tentang teknologi. Sementara transformasi digital adalah tentang langkah perusahaan maupun organisasi untuk menjadi lebih baik dengan peran teknologi.

Salah satu penerapan digitalisasi dalam perusahaan ialah mengurangi penggunaan kertas atau yang biasa disebut *paperless*. Kini perusahaan tidak harus dengan mencetak foto maupun dokumen untuk saling bertukar informasi,

melainkan dengan menyimpan dokumen dan mengirimkannya menggunakan internet. Dengan begitu akan mengurangi konsumsi kertas dan tinta, ruang penyimpanan perusahaan juga tidak akan penuh dengan tumpukan kertas yang sulit ditata dan dicari kembali. Digitalisasi juga menambah efisiensi dan meningkatkan transparansi data yang akan mempercepat kerja sebuah perusahaan.

2.2 Database

2.2.1 Definisi Database

Database atau basis data adalah kumpulan informasi yang disimpan di dalam komputer secara sistematis di mana data tersebut dapat diambil dan diolah sewaktu-waktu untuk kepentingan penggunanya. Basis data dapat berupa *file*, tabel, atau arsip yang biasanya saling terhubung satu sama lain. Jadi secara konsep basis data atau basis data adalah kumpulan dari data-data yang membentuk suatu berkas (*file*) yang saling berhubungan (*relation*) dengan tata cara yang tertentu untuk membentuk data baru atau informasi.¹ *Database* dapat mengorganisir data, mengetahui data yang terduplikat, dan memberikan proteksi atau keamanan terhadap data di dalamnya.

Kumpulan data di dalam basis data dikelola oleh DBMS (*Database Management System*). DBMS adalah alat (*tool*) untuk membuat dan mengatur atau mengelola data secara efisien dan memungkinkan basis data bertahan dalam waktu yang sangat lama dengan aman. Beberapa fungsi dari DBMS adalah :

- Memungkinkan pengguna untuk membuat basis data baru dengan skema dan bahasa tertentu.
- Memungkinkan penggunaan secara bersama (*multiple user*) suatu basis data pada waktu yang sama.
- Memodifikasi data menggunakan bahasa pemrograman yang sesuai yang biasa disebut *query language* .

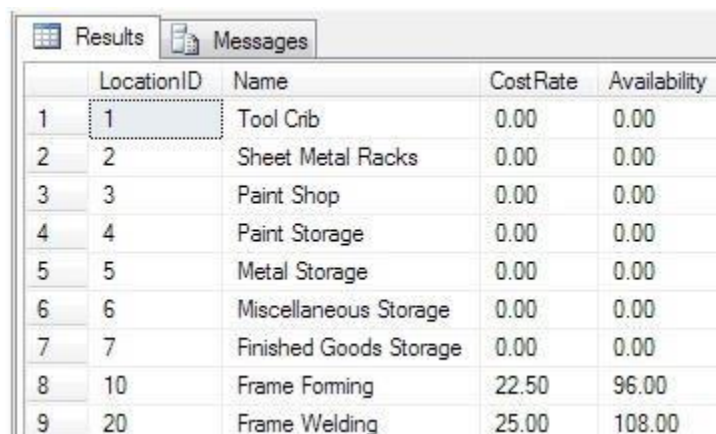
¹ Andry Andaru, *Pengertian Database Secara Umum*, (Fakultas Komputer UMITRA), 2018, hlm.2.

- Mendukung penyimpanan data yang sangat besar dan dalam jangka waktu yang lama.
- Memberikan ketahanan, ataupun perbaikan saat terjadi eror dan kegagalan.

Database menawarkan kecepatan, kemudahan, efisiensi ruang penyimpanan, akurasi data, kelengkapan data, dan keamanan.

2.2.2 Tabel Basis Data

Tabel basis data merupakan sekumpulan data terstruktur terdiri dari baris dan kolom yang disimpan pada suatu media penyimpanan di mana data tersebut dapat dimanipulasi (ditambah, diubah, diatur) dan dapat dilihat dengan teknik tertentu untuk menghasilkan teknik tertentu dan informasi yang lebih bermakna. Gambar berikut merupakan contoh tabel basis data.



	LocationID	Name	CostRate	Availability
1	1	Tool Crib	0.00	0.00
2	2	Sheet Metal Racks	0.00	0.00
3	3	Paint Shop	0.00	0.00
4	4	Paint Storage	0.00	0.00
5	5	Metal Storage	0.00	0.00
6	6	Miscellaneous Storage	0.00	0.00
7	7	Finished Goods Storage	0.00	0.00
8	10	Frame Forming	22.50	96.00
9	20	Frame Welding	25.00	108.00

Gambar 2. 1 Contoh tabel basis data

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam tabel ialah:

1. *Field*, merupakan nama kolom dan memiliki tipe data seperti integer, karakter, dan lain-lain.
2. *Constraint*, digunakan untuk menjaga dan menyaring data yang masuk.
3. *Primary key*, merupakan *field* utama yang dijadikan kunci untuk integrasi data. *Primary key* harus unik.

4. *Foreign key*, berguna untuk mendefinisikan *field* sekunder untuk mendefinisikan kolom tabel yang nilainya mengacu pada tabel lainnya.

2.2.3 ODBC (*Open Database Connectivity*)

ODBC adalah singkatan dari *Open Database Connectivity* dan merupakan seperangkat fungsi yang memungkinkan melakukan koneksi *database* secara lokal maupun jarak jauh.²

ODBC terdapat dalam komputer yang menggunakan sistem operasi windows. ODBC memiliki *Application Programming Interface* (API) yang merupakan penghubung dari aplikasi antar muka dengan *database*. Dengan menggunakan ODBC sebuah program aplikasi tidak terlalu berpengaruh walaupun *database* yang digunakan berbagai jenis.

Untuk melakukan koneksi dengan *database* terdapat 2 hal penting yang harus dimiliki ODBC :

1. *Database Driver*

Database driver merupakan *software driver* yang membuat koneksi ke *database* yang digunakan. Pengguna dapat membuat koneksi *database* lebih dari satu melalui *database driver*. Misalnya membuat koneksi dengan SQL Server dan MS Acces sekaligus.

2. *Data Source Name* (DSN)

DSN merupakan nama/alias dari *database* yang digunakan oleh program dengan koneksi melalui ODBC.

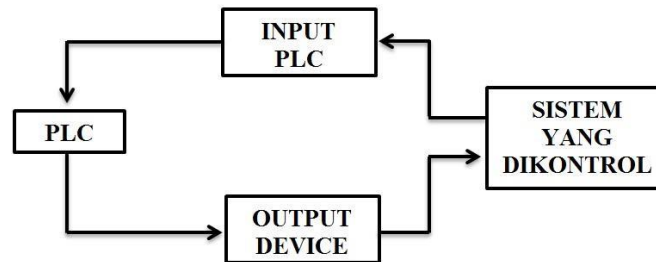
2.3 PLC (**Programmable Logic Control**)

2.3.1 Definisi PLC

PLC (*Programmable Logic Control*) merupakan sebuah *microprosesor based controller*, yang di dalam perangkat tersebut terdapat memori yang

² Liza Yulianti, Prahasti, dan Venny Novita Sari, *Aplikasi Sarana Prasarana Pendidikan Pada SMKN 4 Kota Bengkulu Menggunakan Pemrograman Visual Basic*, (Jurnal Media Infotama), 2020, hlm.2

dapat diprogram dan menyimpan instruksi untuk diimplementasikan dalam fungsi tertentu seperti program logika (*logic*), urutan (*sequence*), pewaktu (*timing*), pencacahan (*counting*), dan perhitungan aritmetika yang bertujuan untuk mengontrol proses mesin.³ PLC didesain agar *engineer* yang minim pengetahuan tentang pemrograman komputer dapat mengoperasikannya.



Gambar 2. 2 Prinsip kerja PLC

(sumber: <https://egsean.com/prinsip-kerja-plc/>)

Menurut desain komponen penyusun PLC pada umumnya dibagi menjadi dua jenis yaitu PLC *single box (compact)* dan PLC *modular/rack*. PLC *compact* dipakai untuk kebutuhan kontrol yang tidak terlalu besar. Di dalam perangkat PLC *compact* sudah dibekali catu daya, prosesor, memori, dan unit *input/output*. Untuk kebutuhan kontrol yang besar dibutuhkan PLC dengan jenis *modular/rack*. Komponen penyusun PLC modular terpisah satu sama lain. Pengguna PLC ini dapat memilih komponen atau modul PLC yang dibutuhkan seperti *power supply*, prosesor, *input/output*, modul serial maupun ethernet.

2.3.2 Komponen Penyusun PLC

Berikut merupakan komponen penting penyusun PLC:

1. Prozessor

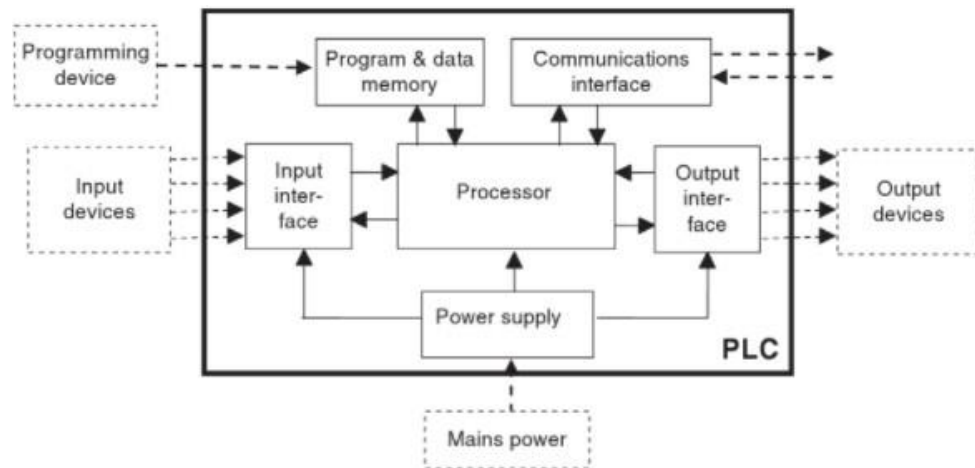
Merupakan bagian yang di dalamnya terdapat mikroprosesor. Prozessor akan memproses masukan yang masuk sesuai dengan program yang disimpan

³ William Bolton, *Programmable Logic Controllers 6th Edition*, (Library of Congress Cataloging in Publication Data), 2015, hlm.5.

dalam memori, mengkomunikasikan sinyal, maupun meneruskan sinyal untuk dikeluarkan ke output atau keluaran.

2. *Power supply*

Merupakan bagian untuk suplai energi yang dibutuhkan setiap komponen. *Power supply* akan mengonversi arus AC menjadi DC yang dibutuhkan untuk kinerja PLC.



Gambar 2. 3 Komponen penyusun PLC

(sumber: <https://books.google.co.id/books+william+bolton>)

3. Memori

Merupakan tempat tersimpannya program yang akan dijalankan oleh prosesor dan tempat tersimpannya data -data dari input maupun output.

4. Input/output

Merupakan bagian penerima dan penyaluran informasi dari perangkat eksternal yang akan di tentukan oleh prosesor dan program. Contoh dari perangkat luar yang dapat diterima oleh input ialah saklar, tombol, sensor optik, sensor suhu dan lain-lain. Contoh dari keluaran bisa berupa relai, lampu, katup solenoid , dan lain-lain. Sinyal input/output dapat dibagi menjadi dua klasifikasi yaitu sinyal digital dan sinyal analog.

5. *Communication Interface*

Merupakan tempat untuk mengirimkan dan menerima sinyal komunikasi dari atau ke PLC maupun perangkat lain yang dihubungkan dengan protokol komunikasi tertentu

2.3.3 Prinsip Kerja PLC

Prinsip kerja dari PLC menerima sinyal dari masukan. Sinyal tersebut akan diproses setelah di-*scan* oleh prosesor. Prosesor akan melakukan *update* terhadap sinyal tersebut dan akan menentukan langkah selanjutnya seperti mengeluarkan sinyal keluaran tergantung program yang dijalankan.



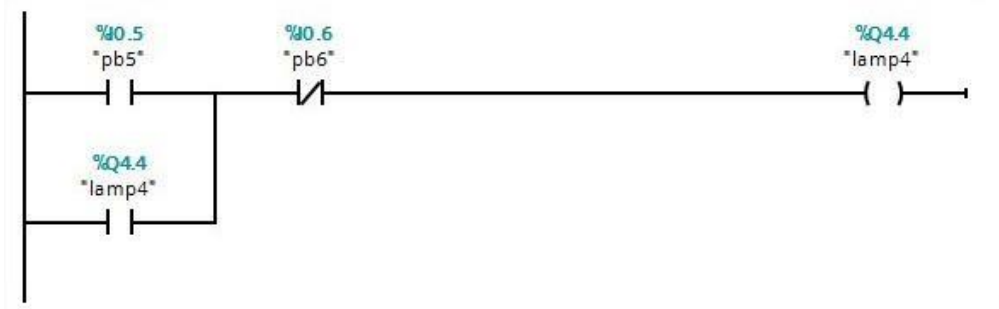
Gambar 2. 4 Konsep *Scanning* PLC

(sumber: <https://ndoware.com/proses-scanning-program-pada-plc.html>)

2.3.4 Pemrograman PLC

Berdasar IEC 61131 tahun 2013 beberapa jenis dasar pemrograman PLC adalah sebagai berikut yaitu bahasa pemrograman Ladder, Instruction List, Structure Text, Function Block Diagram (FBD), Sequential Function Chart (SFC). Namun, pada kesempatan ini penulis hanya akan menggunakan bahasa pemrograman yang digunakan yaitu Ladder Diagram.

Bahasa pemrogramman ladder diagram bersifat grafis yang menggunakan simbol simbol sebagai penyusun programnya. Program berbentuk rak atau tangga bersimbol *relay* yang dapat dilihat hubungan koneksinya.



Gambar 2. 5 Self Holding Ladder

(sumber: <https://hobicoret.wordpress.com/2015/11/04/pelajaran-3-instruksi-dasar-ladder-diagram>)

2.4 SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*)

2.4.1 Definisi SCADA

SCADA merupakan akronim dari *Supervisory Control and Data Acquisition* yang dapat diartikan sebagai sistem pengendalian, pemantauan, dan mendapatkan data secara *real-time*. Seperti namanya sistem ini bukan merupakan sistem kontrol penuh, melainkan berfokus pada *supervisory* (pengawasan) saja. SCADA merupakan sebuah paket perangkat lunak murni yang ditempatkan di atas perangkat keras yang dihubungkan, biasanya berupa PLC (*Programmable Logic Control*) atau modul perangkat keras lainnya.⁴

Sistem SCADA modern tidak hanya digunakan di dalam industri dan manufaktur bahkan fasilitas eksperimen nuklir serta fasilitas penting lainnya. Fasilitas-fasilitas tersebut tidak hanya membutuhkan akuisisi data namun juga pengukuran jarak jauh. SCADA merupakan kombinasi dari pengukuran jarak jauh dan akuisisi data. Penggunaan SCADA meliputi pengumpulan data informasi, mengirimkan data ke pusat, menampilkan data hasil analisis pada layar monitor di lapangan, dan melakukan kontrol di lapangan.

2.4.2 Perangkat keras SCADA

Perangkat keras penyusun sistem SCADA pada umumnya terdiri dari 5 bagian sebagai berikut:

⁴ A. Daneels and W.Salter, *What Is Scada?*, (Italy: International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, 1999), hlm.1.

1. Perangkat *instrumentasi* lapangan (sensor dan penggerak)

Sensor adalah sebuah perangkat, modul, atau mesin yang bertugas untuk mendeteksi adanya perubahan pada lingkungan dan akan memberikan informasi menggunakan sinyal elektrik ke perangkat lain.

Aktuator atau penggerak adalah peralatan mekanis yang bertujuan untuk menggerakkan dan mengontrol suatu mekanisme atau sistem. Dalam sistem SCADA, penggerak yang digunakan akan mengonversi energi listrik menjadi energi mekanis. Sensor dan penggerak inilah yang diawasi oleh SCADA. Merupakan pendeteksi dan menyampaikan informasi yang diolah pada *Master Station*.

2. *Remote Terminal Unit*

Remote Terminal Unit (RTU) adalah sebuah perangkat *standalone* data akuisisi dan kontrol yang biasanya merupakan sebuah perangkat *microprocessor based*. Yang akan mengontrol dan memonitor peralatan pada lokasi tertentu.

Sebuah RTU bisa berkomunikasi dengan stasiun pusat. RTU juga dapat berkomunikasi dengan RTU lainnya. RTU akan menerjemahkan sinyal yang diterima dari sensor untuk disampaikan datanya ke stasiun utama. RTU juga bertanggung jawab untuk meneruskan perintah stasiun utama jika ingin menyalakan suatu penggerak.

3. *Master Station*

Merupakan perangkat untuk mengumpulkan data yang telah diambil dari masing-masing perangkat di lapangan dan biasanya menyediakan tampilan informasi dan kontrol tempat yang diawasi. Perangkat ini akan melayani komunikasi antar PLC, HMI, dan perangkat lain yang terhubung.

4. *Sistem Komunikasi*

Pada dasarnya sistem komunikasi SCADA adalah bagaimana perangkat lunak SCADA dapat berinteraksi dengan perangkat kontrol yang ada di lapangan seperti PLC.

Sistem komunikasi juga menyediakan jalur komunikasi antar *master station* dan RTU (*Remote Terminal Unit*). Sistem komunikasi SCADA dapat berupa kabel, fiber optik, jaringan telepon, gelombang radio, bahkan satelit. Agar sistem komunikasi efisien dan optimal digunakan protokol komunikasi yang di dalamnya terdapat deteksi data eror. Contoh protokol yang sering digunakan ialah Modbus TCP/IP.

5. *Human Machine Interface*

Merupakan perangkat grafis yang akan menampilkan data dari *Master Station*. HMI merupakan penghubung antara operator dan mesin. Data yang diterima pada HMI akan di ubah menjadi grafik, animasi, ataupun bentuk yang akan memudahkan operator memahaminya.

2.4.3 Perangkat lunak SCADA

Sistem perangkat lunak SCADA mengacu pada kinerja PLC di lapangan. Perangkat lunak di komputer akan menampilkan simulasi dan tombol–tombol kontrol di lapangan secara *real-time*. Jadi komputer akan difungsikan sebagai perangkat kontrol dan pemantauan produksi. Perangkat lunak SCADA juga di bekali dengan fitur-fitur untuk menampilkan proses dari sistem dengan *data acquisition*. Sedangkan untuk menghubungkan perangkat lunak SCADA di PC dan perangkat kontrol seperti PLC perlu melalui metode komunikasi tertentu seperti serial atau menggunakan OPC(*OLE for Process Control*).

Perangkat lunak SCADA memiliki fitur-fitur kunci sebagai pendukungnya, beberapa fitur tersebut adalah sebagai berikut:

1. HMI (*Human Machine Interface*)

Merupakan tampilan untuk memudahkan manusia atau operator untuk memahami bahkan mengendalikan kerja mesin.

2. Alarm

Alarm berfungsi untuk memberikan peringatan kepada operator jika terjadi keadaan abnormal. Berikut merupakan gambar contoh alarm pada sistem SCADA .

3. *Trends*

Trends adalah sebuah grafik garis yang menggambarkan kondisi atau status pada *device* . berikut merupakan gambar contoh *trends* pada sistem SCADA.

4. *Scalability / Expandability*

Program dapat diperluas tanpa mengganggu program lama yang telah dibuat sebelumnya.

5. *Access to data*

Program memiliki akses pada data tertentu yang diinginkan.

6. *Database*

Data dapat disimpan ke dalam *database*.

7. *Toleransi kesalahan dan redundancy.*

Program memiliki toleransi tertentu terhadap kesalahan yang ada. Sistem SCADA juga dibekali dengan fitur *redundant*. Dimana saat MTU mengalami permasalahan MTU cadangan akan menggantikannya. Hal ini untuk menghindari kehilangan data saat MTU utama bermasalah.

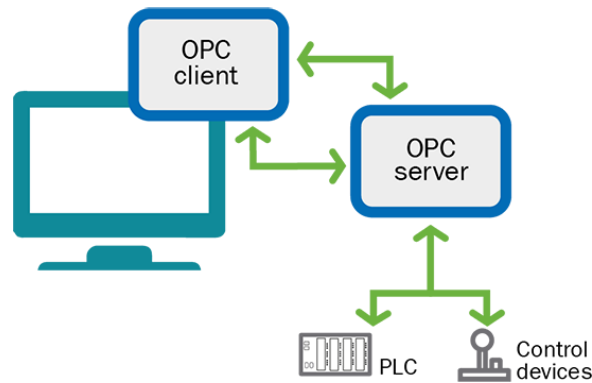
8. *Client/server distributed processing*

Pemrosesan data dapat dibagi sesuai yang diinginkan, baik server maupun *client* memiliki bagian pemrosesan sendiri.

2.4.4 OPC (*OLE for Process Control*)

OPC adalah standar *interoperability* untuk keamanan dan keandalan pertukaran data pada otomatisasi industri maupun industri lainnya.⁵ OPC Foundation merupakan yayasan yang bertanggungjawab untuk pengembangan dan spesifikasi OPC. Dalam perkembangannya OPC (*OLE for Process Control*) berubah nama menjadi *Open Connection Database*.

⁵ OPC Foundation, *What is OPC?*, diakses dari <https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/> pada tanggal 28 Mei, pukul 22.00.



Gambar 2. 6 Koneksi OPC pada sistem SCADA

(sumber: <https://www.novotek.com/uk/solutions/kepware-communication-platform/opc-and-opc-ua-explained>)

OPC merupakan aplikasi berbasis *Client/Server*. Hal ini berarti OPC server akan menunggu permintaan dari OPC *client* untuk mengirimkan data. Setelah permintaan dipenuhi oleh OPC server ia akan masuk dalam keadaan menunggu (*wait*). Atau *client* menentukan seberapa sering server akan mengirimkan data.

2.5 Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah komunikasi yang menggunakan kabel untuk meneruskan data single-bit.⁶ Pada komputer serial biasanya digunakan pada standar komunikasi RS-232 yang menghubungkan perangkat eksternal modern seperti modem dengan komputer. Spesifikasi komunikasi serial secara umum dikelompokkan menjadi komunikasi parameter, protokol komunikasi, dan kontrol aliran.

2.5.1 Parameter Komunikasi Serial

Parameter yang terdapat pada komunikasi serial adalah *Number of data bits*, bit paritas, *stop bit*, dan *baud rate*.

⁶ Rostislav (Reuven) Dobkin, Arkadiy Morgenshtein, Avinoam Kolodny, Ran Ginosar, *Parallel vs. Serial On-Chip Communication*, (VLSI Systems Research Center), 2007, hlm.2



Gambar 2. 7 Parameter komunikasi serial

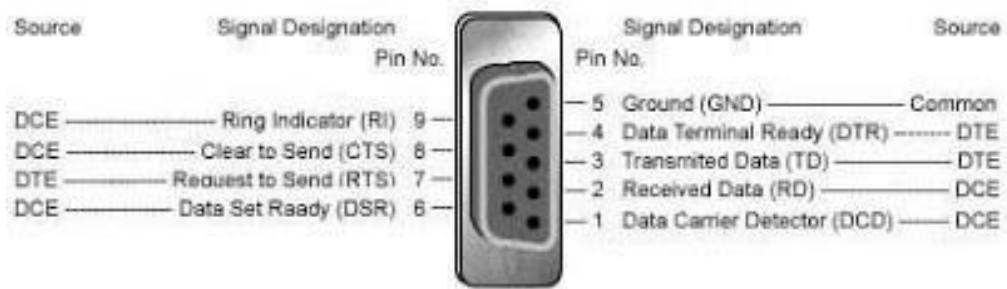
(sumber: https://www.mitsubishielectric.com/fa/assist/e-learning/pdf/ind/1-Serial_Communication_fod_ind.pdf)

Berikut merupakan penjelasan dari parameter tersebut..

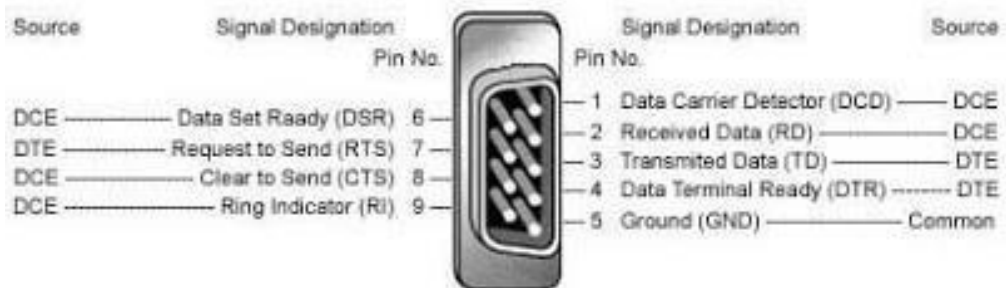
- *Number of data bits*, adalah jumlah data yang akan dikirimkan.
- Bit Paritas, berfungsi untuk mendeteksi kerusakan data dengan cara menghitung jumlah data “1” yang dikirimkan. Terdapat tiga setingan bit paritas yaitu berbentuk *odd* (ganjil), *even* (genap), dan tanpa memakai paritas (*no parity*).
- Stop bit, menandakan akhir dari data yang dikirimkan.
- Baud rate, merupakan kecepatan transmisi yang dilakukan oleh transmiter untuk disampaikan ke penerima (*receiver*). Nilai kecepatan *baud rate* dapat diatur sesuai standar yang disediakan misalnya 1.200, 2.400, 4.800, 9.600 hingga 115.200 bps(*bit per second*).

2.5.3 RS-232

RS-232 adalah standar komunikasi serial antara DTE(*Data Terminal Equipment*) dan DCE (*Data Communications Equipment*). DTE dan DCE merupakan istilah untuk menunjukkan pin-out untuk konektor pada perangkat dan arah sinyal dari pin tersebut. Sebagai contoh DTE adalah “personal computer” dan DCE “remote device”. Dalam penggunaan komunikasi serial RS-232 konektor yang paling umum digunakan adalah jenis DB9.



(a)

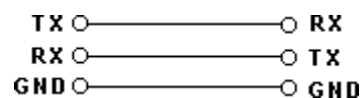


(b)

Gambar 2. 8 Pinout konektor DB9 (a) Konektor *Male* (b) Konektor *Female*

(Sumber: <http://polinesstudent13mkhariswk.blogspot.com/2019/09/port-serial-db9-apa-iturs-232-dan.html>)

Komunikasi serial RS-232 hanya terbatas pada jaringan *peer to peer* (P2P) saja dan mempunyai panjang maksimal 15 meter saja dengan baud *rate* 9600. Beberapa sistem yang sederhana hanya membutuhkan 3 kabel untuk menjalankan komunikasi dua kabel (pin 2 dan 3) untuk sinyal dan satu kabel ground untuk referensi bersama.



Gambar 2. 9 Typical wiring RS232

(sumber: <https://www.omega.co.uk/techref/das/rs-232-422-485.html>)

2.6 Komunikasi Ethernet

Ethernet adalah metode media akses yang memperbolehkan semua *host* terkoneksi di dalam jaringan berbagi *bandwith* dalam suatu *link*. Jaringan ethernet

mengirimkan data melalui kabel. Ethernet adalah implementasi metode CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*) yang dikembangkan tahun 1960 pada proyek *wireless* ALOHA di Hawaii University. Standarisasi sistem ethernet dilakukan sejak tahun 1978 oleh IEEE.

2.6.1 TCP/IP

TCP/IP (*Transmission Control Protokol/Internet Protokol*) merupakan standar komunikasi data yang digunakan dalam proses tukar-menukar data dari satu komputer ke komputer lain.⁷

Protokol ini menggunakan skema alamat yang disebut sebagai alamat IP (*IP address*) yang mengizinkan banyak komputer saling berhubungan dengan koneksi internet. TCP/IP merupakan protokol standar karena dalam pengembangannya TCP/IP bersifat terbuka dan tidak tergantung pada sistem operasi atau perangkat lunak apa saja.

2.6.2 Alamat IP

IP Address merupakan memiliki panjang bilangan 32 bit dan terdiri dari 4 oktet untuk IPv4. Setiap oktet memiliki panjang 8 bit. Batas minimum dan maksimum IP yang bisa digunakan mulai dari 00000000. 00000000 .00000000. 00000000 sampai dengan 11111111. 11111111. 11111111. 11111111. Atau jika direpresentasikan menjadi desimal ialah 0.0.0.0 sampai 255.255.255.255.

Binary : 11000000.10101000.000000001.00001000 and 11000000.10101000.00000001.00001001 Decimal : 192.168.1.8 and 192.168.1.9
--

Gambar 2. 10 Contoh alamat IP dalam biner dan desimal

(sumber: <https://jurnal.polinela.ac.id/index.php/ESAI/article/view/1359/938>)

Sedangkan model IPv6 merupakan IP Address yang terdiri sampai 128 bit untuk mengatasi permasalahan permintaan IP Address yang meningkat.

⁷ Nurul Hidayati dan Suwadi, *Analisis Kinerja TCP/IP untuk Jaringan Nirkabel Bergerak 3G di Surabaya*, (Jurnal Teknik ITS), 2016, hlm.2

2.7 Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah jaringan perlengkapan rangkaian listrik sedemikian rupa sesuai dengan peraturan standar yang berlaku untuk menghubungkan perangkat satu dan yang lainnya dengan tujuan untuk membangkitkan, mengubah, memakai, menumpulkan atau membagikan tenaga listrik. Berdasarkan pemakaian arus tegangannya instalasi listrik dibedakan menjadi beberapa jenis.

1. Instalasi arus searah

Instalasi arus searah biasanya digunakan dalam perangkat elektronika dan beberapa perangkat kontrol khusus. Alat penghasil arus searah ialah *power supply*.

2. Instalasi arus bolak-balik

Instalasi arus bolak-balik pada umumnya digunakan dalam perangkat perumahan, industri, komersial, penerangan jalan, dan lain-lain. Alat untuk membangkitkan listrik arus bolak-balik adalah generator.

Media penghantar arus listrik merupakan kabel. Dalam penggunaan, kabel memiliki Kuat Hantar Arus (KHA) sesuai dengan diameter. Berikut merupakan tabel kuat hantar arus dan diameter yang dimiliki.

Tabel 2. 1 Kuat Hantar Arus

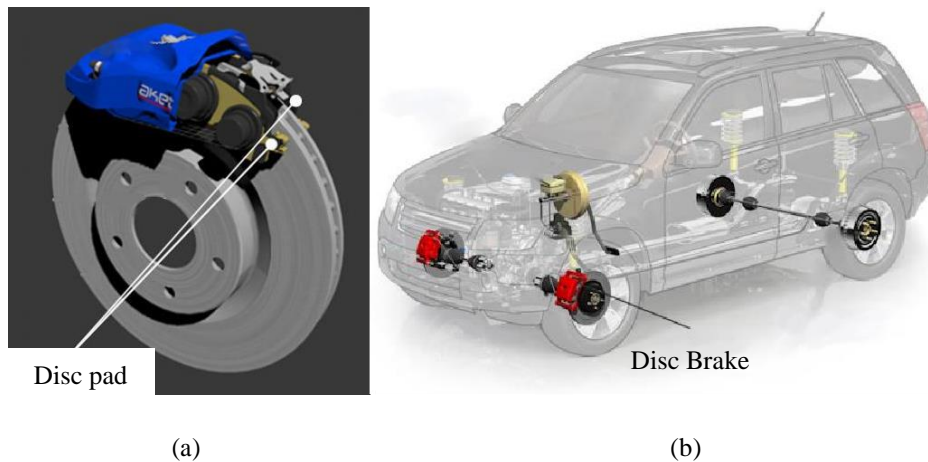
NO	Penampang Kabel (mm ²)	Kuat Hantar Arus (Ampere)
1	0.75	12
2	1	15
3	1.5	18
4	2.5	18
5	4	34
6	6	44
7	10	61
8	16	82

9	25	108
10	35	135
11	50	268
12	70	207
13	95	150
14	120	292

BAB III PENGUMPULAN DATA

3.1 Pengenalan Produk

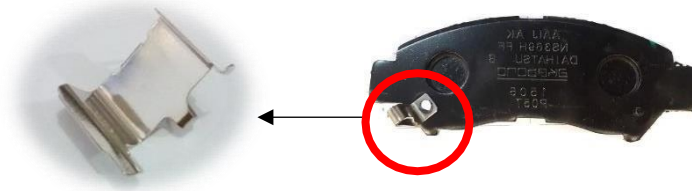
3.1.1 Disc Pad



Gambar 3. 1(a) Assembly disc pad (b) Letak disc brake pada mobil

Disc pad atau bisa juga disebut *brake pad* merupakan lempengan logam yang salah satu sisinya terdapat material gesek. Material gesek pada *disc pad* tergantung pada jenis kendaraan dan ukuran rem.

Pengendara mobil mengoperasikan rem dengan cara menekan pedal rem yang akan menyebabkan piston pada master rem mengalirkan cairan. Aliran cairan tersebut akan menyebabkan piston pada *caliper* rem bekerja untuk mendorong sepasang *disc pad* menjepit *brake disc*. Energi gerak pada ban mobil akan dikonversi menjadi energi panas dengan gesekan rem. Hal ini akan menghentikan atau memperlambat laju mobil.



Gambar 3. 2 Disc pad dengan clipnya

Pada komponen *disc pad* juga terdapat *pad clip*. *Pad clip* berfungsi untuk menghilangkan suara bising akibat gesekan *dari disc pad* dan *brake disc*.

Salah satu tahap pembuatan *disc pad* adalah proses caulking. Proses caulking merupakan proses penyatuan *disc pad* dan *pad disc*. Proses ini merupakan proses terakhir setelah *disc pad* dilakukan pengecekan secara visual dan tes ketuk (*ping test*). Berikut merupakan beberapa tipe *disc pad* yang melewati proses caulking.

Tabel 3. 1 Tipe disc pad pada proses caulking

<i>Item Name</i>	<i>SNP</i>	<i>Item Name</i>	<i>SNP</i>
TBR 54 LH	10	AN-549WKI INN LH	10
TBR 54 RH	10	AN-549WKI INN RH	10
D20 Inn LH	10	AN-809WKI OES	10
D20 Inn RH	10	AN-496WKI OES	10
D30 Inn LH	12	AN 4006 WK	20
D30 Inn RH	12	X11M Inner LH	12
D 80 12" Outer	24	X11M Inner RH	12
D 80 13" Outer	24	X11Q Inner LH	10
D 80 12" Outer OES	24	X11Q Inner RH	10
D 80 12" Inner OES	24	X11Q Outer	10
D 80 13" Outer OES	24	800A Ft	10
D 80 13" Inner OES	24	800A Rr	10
2nd D80 12" OUT DHT	24	640A LH	10
2nd D80 13" OUT DHT	24	640A RH	10
2nd D80 12" OUT TYT	24	650A	10
2nd D80 13" OUT TYT	24	650A	10
D55L INN LH	10	I160 LH	10
D55L INN RH	10	I160 RH	10
D14N OES	10	230B BLACK	10
IMV 14" Inner LH	10	230B GREEN	10
IMV 14" Inner RH	10	Y4L Inn LH	10
IMV 15" Inner LH	10	Y4L Inn RH	10
IMV 15" Inner RH	10	SMPV OES	10
K2 Outer	24	YL8	20
K2 OES	10	YL8 OES	10

3.1.2 Mesin Caulking

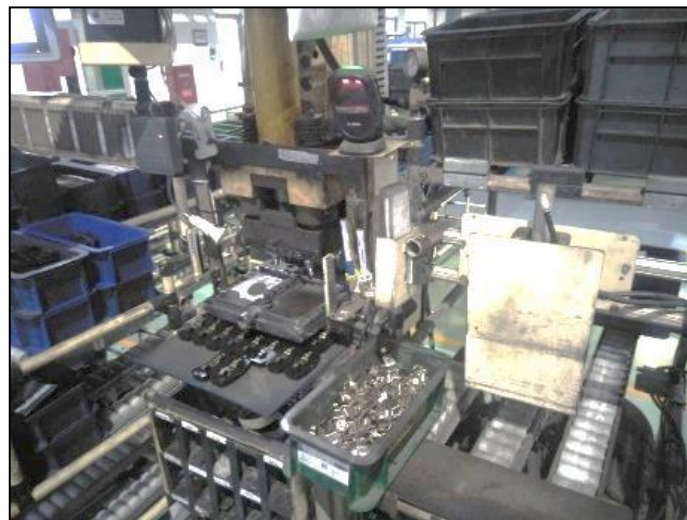
Mesin Caulking adalah mesin yang digunakan untuk proses penyatuan antara *pad clip* dengan *disc pad* dengan cara menekan logam *disc pad* agar menahan *pad clip*.



Gambar 3. 3 Pad clip pada disc pad

Mesin Caulking menggunakan tenaga pneumatik untuk menekan logam yang dibengkokkan. Kontrol kelistrikan pada mesin ini juga sederhana. Hanya membutuhkan kontaktor, timer dan solenoid untuk menggerakkan silinder pneumatik setelah operator menekan tombol.

Terdapat dua mesin caulking yang berada di bagian produksi. Gambar 3.4 memperlihatkan mesin caulking.

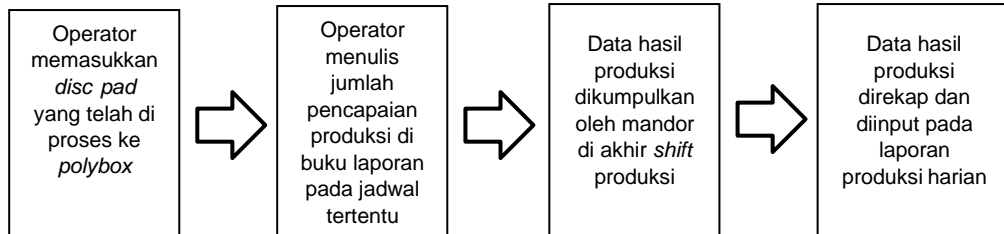


Gambar 3. 4 Mesin caulking di produksi 3

3.2 Analisis Permasalahan

3.2.1 Analisis Kondisi yang Ada

Dalam melakukan analisis kondisi yang ada, penulis akan menyampaikan analisis kondisi pada proses pengambilan data *counter* hasil produksi yang dilakukan oleh operator mesin caulking.



Gambar 3. 5 Analisis kondisi yang ada

Setelah *disc pad* dinyatakan lolos dari proses cek visual dan *ping test* (tes ketuk material) beberapa tipe akan dialihkan ke proses caulking sebelum pengemasan maupun *assembly*. Operator caulking akan memberi *kanban* (papan nomor) sebagai identitas untuk mengetahui tipe *disc pad* yang di dalam *polybox*. Terdapat dua mesin caulking yang ada di produksi 3 yang memiliki target produksi sekitar 2000 pcs setiap *shift*-nya. Dalam proses caulking ini terdapat sebuah kegiatan pencatatan data pencapaian produksi secara manual menggunakan *checksheet* oleh operator.

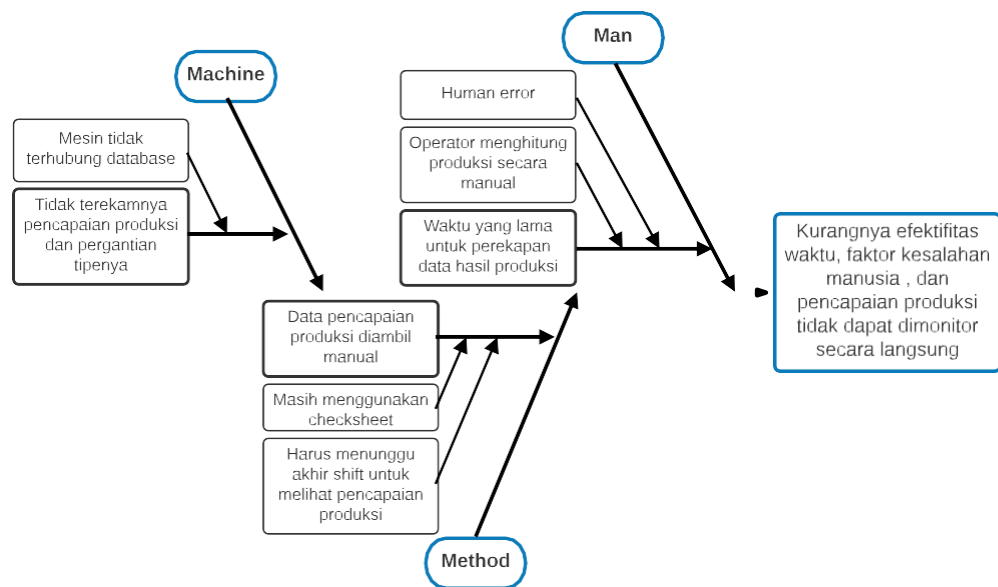
Gambar 3. 6 *Checksheet* hasil pencapaian produksi operator caulking

Setelah dilakukan pencatatan data, yaitu pada jam yang sudah ditentukan (8 kali per *shift*) data tersebut dikumpulkan oleh mandor atau supervisor pada akhir jam kerja. Setelah itu data tersebut direkap dan di masukkan ke dalam

data Laporan Produksi Harian (LPH) oleh mandor pada akhir jam kerja. Tujuan dilakukan perekapan data yaitu untuk mengetahui apakah jumlah produksi sesuai dengan perencanaan, serta untuk mengontrol kebutuhan jumlah produk yang harus diproduksi apakah sesuai target atau tidak. Pencatatan secara manual mempunyai beberapa kekurangan yaitu data yang dicatat manual pada *checksheet* kurang valid, karena masih mengandalkan tenaga operator yang bisa menyebabkan kesalahan atau *human error*. Produksi juga tidak bisa dilihat secara *real-time* karena untuk mengetahui pencapaian produksi masih mengandalkan rekapan data di akhir jam kerja.

3.2.2 Analisis Sebab Akibat

Berdasar analisis kondisi yang ada, penulis menyimpulkan beberapa masalah yang ditemukan. Untuk mendapat akar permasalahan penulis menggunakan metode diagram *fishbone*. Dengan metode ini diharapkan dapat mendapatkan akar masalah untuk menentukan solusi yang tepat dan hasil yang diinginkan. Gambar 3.7 merupakan diagram *fishbone* yang sudah penulis buat.



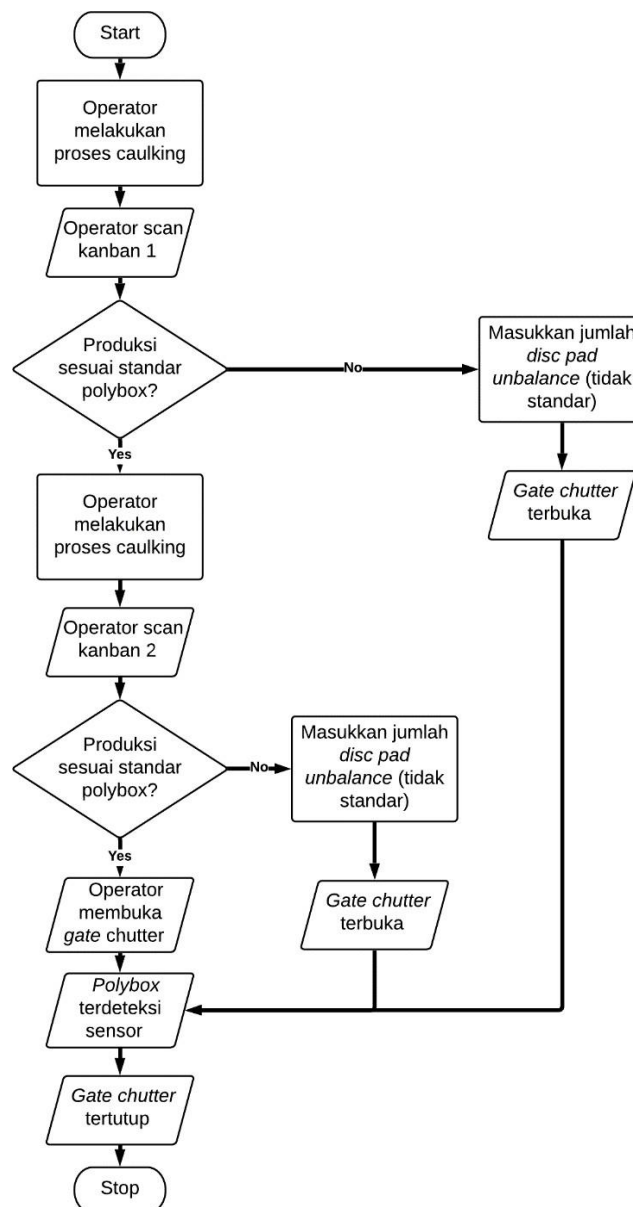
Gambar 3. 7 Diagram *fishbone* analisis sebab-akibat

Berdasar fishbone yang telah dibuat penulis di atas dapat dilihat bahwa permasalahan yang ada ialah kurangnya efektifitas waktu, hal ini dikarenakan

operator masih melakukan pencatatan pencapaian produksi pada *checksheet* secara manual setiap beberapa waktu tertentu. Setelah itu data akan dikumpulkan oleh mandor pada akhir *shift*, dan direkap ke laporan produksi harian. Tidak tersedianya tampilan *counter* produksi mesin juga mengakibatkan operator kesulitan untuk mengetahui pencapaian produksi. Hal ini dapat menyebabkan kesalahan perhitungan operator. Pemantauan hasil produksi juga hanya bisa dilihat saat mandor mengumpulkan data rekapan produksi di akhir *shift*.

3.3 Rencana Perbaikan

Berdasarkan analisis permasalahan di atas, maka dapat diambil penyelesaian masalah tersebut dengan menjadikan digitalisasi perekapan pencapaian produksi pada mesin caulking. Metode yang digunakan ialah dengan memindai (*scanning*) *kanban barcode* maupun *qr code (quick respond code)* dengan pengaplikasian sistem SCADA. Berikut adalah *flowchart* perbaikan proses pemindaian *kanban* oleh operator



Gambar 3. 8 Diagram alur sistem *scan barcode*

Dengan penerapan sistem tersebut maka akan menggantikan proses pencatatan pencapaian produksi secara manual oleh operator. Metode *counter* akan menggunakan pemindai *barcode*. Sekaligus memasukkan data *counter* ke dalam basis data agar dapat ditampilkan melalui aplikasi antarmuka. Targetnya adalah untuk menggantikan metode pengumpulan data counter secara manual, mengurangi resiko kesalahan operator maupun mandor pada saat pengumpulan data dan meningkatkan efektifitas waktu, serta menyimpan data *counter* ke dalam basis data agar dapat ditampilkan ke aplikasi antarmuka.



Gambar 3. 9 Ilustrasi digitalisasi laporan pencapaian produksi

Tidak hanya mengganti proses konvensional menjadi digital, namun diharapkan perbaikan ini akan mengurangi waktu perekapan data oleh operator maupun mandor.

3.4 Perangkat PLC yang Digunakan

Perangkat PLC digunakan sebagai kontrol masukan dan keluaran yang ada di lapangan. Berikut beberapa perangkat PLC yang akan digunakan dalam sistem ini.

3.4.1 Mitsubishi MELSEC-Q Series Q03UDE CPU

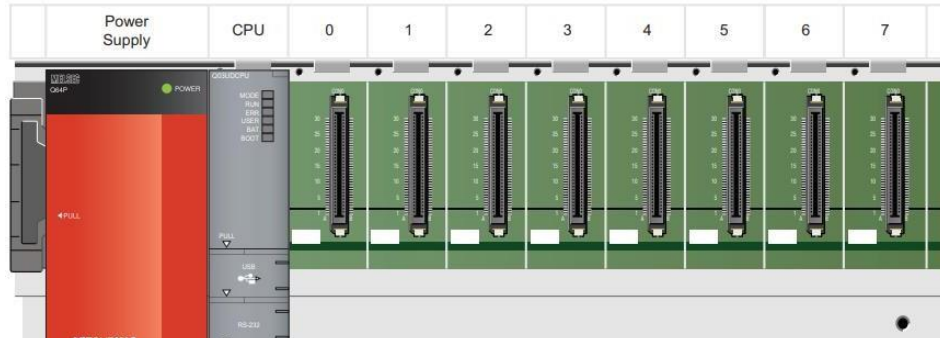


Gambar 3. 10 Mitsubishi MELSEC-Q Series Q03UDE CPU

Tabel 3. 2 Spesifikasi Mitsubishi MELSEC-Q Series Q03UDE CPU

<i>Items</i>		<i>Specification</i>	
Model		Q03UDE CPU	
Processing Speed (Sequence Instruction)	LD X0	20ns	
	MOV D0 D1	40ns	
Program Capacity		30k steps	
Memory Capacity	Program Memory (Drive 0)	120 kB	
	Standard RAM (Drive 3)	192 kB	
	Standard ROM (Drive 4)	1024 kB	
Max. No of Files Stored	Program Memory	124	
	Standard RAM	4 files	
	Standard ROM	256	
No. of Device Points		Set in PLC parameters	
Specs. of Built-In Ethernet Port CPU Module	Data Transmission Speed	100/10Mbps	
	Communication Mode	Full-duplex / Half duplex	
	Ethernet Functions	Program upload/download, remote monitor/maintenance, HMI connection, FTP server, Sntp	
	Max. Distance Between Hub and Node	100m (328.08 feet)	
	Max. No. of Connectable Nodes	10BASE-T	Cascade connection: Four stages maximum
		100BASE-TX	Cascade connection: Two stages maximum
Number of Connections		16 for MELSOFT connection and MC protocol, 1 for FTP	
Communication Ports		USB (Mini-B), RS-232 / Ethernet	
5VDC Internal Current Consumption		0.46 A	

CPU PLC Q03UDE adalah CPU yang berjenis modular. Dengan kata lain modul ini harus dipasangkan dengan rak atau *base unit* yang berfungsi sebagai penghubung dan jalur komunikasi antara modul satu dengan yang lain dan sumber listrik.



Gambar 3. 11 Rack PLC Modular Mitsubishi Q-Series

Untuk menggunakan PLC modular Mitsubishi Q-Series minimal komponen yang harus digunakan ialah Power Supply, Base Unit, dan CPU. Namun untuk kontrol masukan dan keluaran harus menggunakan modul tambahan yang akan dipasangkan di sebelah kanan CPU. Penggunaan PLC jenis modular ini akan memudahkan variasi perangkat yang dibutuhkan.

3.4.2 Serial Communication Module QJ71C24N-R2



Gambar 3. 12 Mitsubishi Serial Communication Module QJ71C24N-R2

Tabel 3. 3 Spesifikasi Serial Communication Module QJ71C24N-R2

<i>Items</i>		<i>Specification</i>
Interface	CH 1	RS-232-compliance (D-sub 9P)
	CH 2	
Transmission speed		50, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200, 230400 (bps)

		<ul style="list-style-type: none"> • Transmission speed 230400 bps is available for only CH1. (Not available for CH2) • Total transmission speed of two interfaces is available up to 230400 bps. • Total transmission speed of two interfaces is available up to 115200 bps when the communication data monitoring function is used.
Data format	Start bit	1
	Data bit	7 or 8
	Parity bit	1(vertical parity) or none
	Stop bit	1 to 2
Error detection	Parity check	For all protocol, select odd/even by the parameter when there is an error.
	Sum check Code	Select by the parameter for MC protocol/Bidirectional protocol. Select by the user entry frame for non-procedure protocol
Number of occupied I/O points		32 points per slot (I/O assignment: Intelli: 32 points)
Applicable connector for external wiring		9 pin D-sub (male) screw type
5V DC internal current consumption		0.26A

Mitsubishi Serial Communication Module QJ71C24N-R2 merupakan modul serial RS-232 untuk PLC Mitsubishi. Modul serial ini digunakan untuk menghubungkan PLC dengan Pemindai Zebra DS908. Modul ini dipilih karena cocok dengan CPU Master PLC.

3.4.3 CC-Link Master Module QJ61BT11N



Gambar 3. 13 Mitsubishi CC-Link Communication Module QJ61BT11N

Tabel 3. 4 Spesifikasi CC-Link Communication Module QJ61BT11N

<i>Items</i>	<i>Specification</i>
Transmission rate	Select from 156kbps/ 625kbps/ 2.5Mbps/ 5Mbps/ 10Mbps
Maximum overall cable distance (Maximum transmission distance)	Up to 2000m with GI type fiber optic cable and AJ65SBT-RPG repeater.
Maximum connected modules (for master station)	64 modules
Communication method	Polling method
Synchronization method	Flag synchronous system
Coding method	NRZI method
Transmission path	Bus (RS-485)
Transmission format	HDLC compliant
Error control system	CRC (X16+X12+X5 +1)
Connection cable	CC-Link dedicated cable/CC-Link dedicated high-performance cable
RAS functions	<ul style="list-style-type: none"> • Automatic return function • Slave station cutoff function • Error detection with link special relay/register
I/O occupied points	32 points (I/O assignment: 32 intelligent points)
5VDC internal current consumption (A)	0.46

CC-Link merupakan sistem yang dapat mendistribusikan modul seperti I/O modul dan *intelligent function module* yang terkoneksi menggunakan

sambungan kabel CC-Link serta memungkinkan modul CPU untuk mengontrol modul -modul tersebut. Modul ini dipilih sebagai komunikasi dengan modul I/O AJ65SBTB1-8D dan AJ65SBTB2N-8R yang terpisah dari rak CPU PLC.

3.4.4 Remote Input Module AJ65SBTB1-8D



Gambar 3. 14 Mitsubishi CC-Link Remote Input Module AJ65SBTB1-8D

Tabel 3. 5 Spesifikasi CC-Link Remote Input Module AJ65SBTB1-8D

<i>Items</i>	<i>Specification</i>
Number of input points	8 points
Isolation method	Photocouple
Rated input voltage	24VDC
Rated input current	Approx. 7mA
Operating voltage range	19.2 to 26.4VDC
Max. number of simultaneous input points	100%
ON voltage/ON current	14VDC or higher/3.5mA or higher
OFF voltage/OFF current	6VDC or lower/1.7mA or lower
Input resistance	Approx. 3.3k Ω
Response time	1.5ms or less (at 24VDC)
Wiring method for common	8 points/common (2 points) (1-wire, terminal block type)
Input type	Positive/negative common shared type (sink/source shared type)
Module power supply	20.4 to 26.4VDC, 30mA or lowe

Remote Input Module AJ65SBTB1-8D merupakan modul masukan 8 titik. Menggunakan protokol CC-Link sebagai komunikasi dengan CPU PLC. Modul ini dipilih karna memiliki terminal blok yang mudah digunakan, selain itu memudahkan tata letak modul pada panel kelistrikan karena menggunakan

sambungan CC-Link. Modul ini akan digunakan untuk menerima sinyal masukan dari sensor deteksi *polybox* dan tombol *push button*.

3.4.5 Remote Output Module AJ65SBTB2N-8R



Gambar 3. 15 Mitsubishi CC-Link Remote Output Module AJ65SBTB2N-8R

Tabel 3. 6 Spesifikasi CC-Link Remote Output Module AJ65SBTB2N-8R

<i>Items</i>	<i>Specification</i>
Number of output points	8 points
Insulation method	Relay
Rated load voltage-current	24 V DC (resistive load), 240 V AC ($\cos\phi = 1$)/ 2 A/point 4 A/common
Min. switching load	5 V DC 1 mA
Max. switching voltage	264 V AC 125 V DC
Max. switching frequency	3600 times/hour
Lifetime	20 million times (mechanically) 10 million times (electrically)
Power supply	20.4 to 26.4 V DC, 85 mA or lower

Remote Output Module AJ65SBTB2N-8R merupakan modul yang memiliki 8 keluaran (*Output*). Modul ini menggunakan protokol CC-Link sebagai komunikasi dengan CPU PLC. Modul ini dipilih karena memiliki terminal blok yang mudah digunakan, selain itu memudahkan tata letak modul pada panel kelistrikan karena menggunakan sambungan CC-Link. Modul ini menggunakan relay sebagai kontak pada outputnya, oleh karena itu beban yang dapat ditanggung hingga 264 V AC dan 125 V DC pada tegangan searah. Modul ini akan digunakan untuk mengaktifkan solenoid yang akan menggerakkan gerbang *chutter*.

3.5 Perangkat Catu Daya

3.5.1 Power Supply Mitsubishi Q62P

Power Supply Mitsubishi Q62P digunakan sebagai penyedia tegangan sumber CPU yang dibutuhkan. Q62P merupakan unit penyedia sumber tegangan yang kompatibel dengan Base Unit Q-Series. Gambar di bawah merupakan unit Power Supply Q62P.



Gambar 3. 16 Q62P Power Supply Unit

Tabel 3. 7 Spesifikasi Q62P Power Supply Unit

<i>Items</i>	<i>Specification</i>
Input Supply	100 to 240V AC input
Output Supply	5V DC, 3A output 24V DC, 0.6A outpu

Karena keluaran 24V DC dari unit suplai ini hanya 0.6 A saja, maka unit ini hanya akan melayani sumber PLC.

3.5.2 Power Supply Keyence MS2-H50 2.1A

Catu daya ini memiliki tegangan keluaran sebesar 24VDC yang nantinya akan digunakan sebagai sumber dua sensor deteksi *polybox*, katup solenoid, dan tombol.



Gambar 3. 17 Power Supply MS2-H50 2.1 A

Tabel 3. 8 Spesifikasi Power Supply MS2-H50 2.1 A

<i>Items</i>	<i>Specification</i>
Model	MS2-H50
Power Input	100V-240VAC 50/60 Hz
Output Power	24VDC 2.1A
Operating Temperature	-10.0°C to +55.0°C no freezing
Humidity	25% to 85% RH, non-condensing

3.6 Perangkat Input/Output

3.6.1 Barcode Scanner



Gambar 3. 18 Zebra Scanner DS9308

Tabel 3. 9 Spesifikasi Sanner Zebra DS9308

<i>Items</i>	<i>Specification</i>
Power Supply	4.5 to 5.5 VDC external power
Operating Current	335 mA to 350 mA
Pitch	+/-60°
Skew	+/-60°

Roll	360°
Operating Temperature	0.0°C to 50.0°C
Humidity	5% to 95% RH, non-condensing
Minimum Print Contrast	15%
Inteface	RS-232, USB
Swipe Speed	Up to 120 in./305 cm. per second

Pemindai barcode Zebra DS908 dapat digunakan untuk keperluan industri. Selain itu memiliki sambungan koneksi RS-232 yang akan memudahkan komunikasi dengan PLC. Temperatur operasionalnya memiliki batas maksimal 50 derajat celsius yang cocok digunakan di industri.

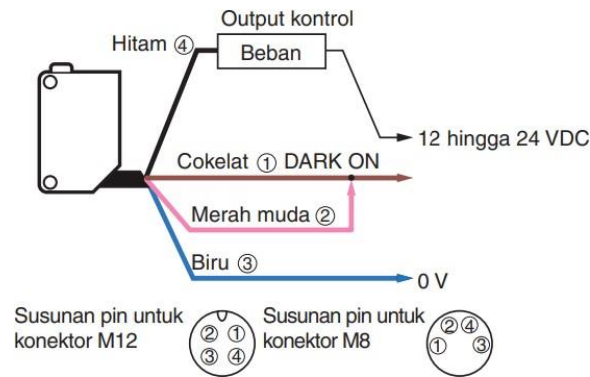
3.6.2 Sensor Detect Polybox PZ-M31



Gambar 3. 19 Sensor Optik PZ-M33 Keyence

Tabel 3. 10 Spesifikasi Sensor Detect Polybox

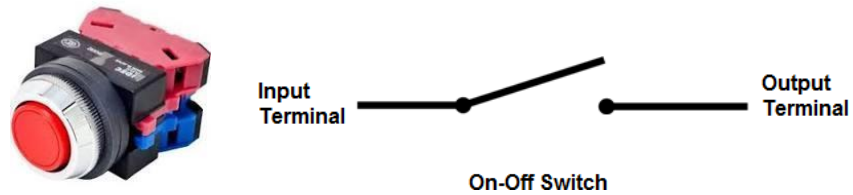
<i>Items</i>	<i>Specification</i>
Type	PZ-31P
Merk	Keyence
Jenis Sensor	Reflektif
Power Supply	12 to 24 VDC
Power Consumption	30 mA max.
Output	PNP
Sensitivity	5 – 300 mm
Operational Temperature	-20 to +55 °C no freezing
Humidity	35 to 85% RH, non-condensing



Gambar 3. 20 Koneksi kabel sensor Optik PZ-M33 Keyence

Sensor untuk mendeteksi *polybox* menggunakan sensor optik yang menggunakan elemen peka cahaya untuk mendeteksi obyek. Sensor optik terdiri dari sumber cahaya yang disebut emitor dan penerima cahaya yang disebut receiver. Sensor ini digunakan untuk memicu gerbang *chutter* kembali ke posisi awal dan memicu data *counter* disimpan ke dalam basis data.

3.3.3 Push Button



Gambar 3. 21 Tombol ABS-111N-R

Tabel 3. 11 Spesifikasi tombol ABS-111N-R

<i>Items</i>		<i>Specification</i>		
Type		ABS-111N-R		
Merk		IDEC		
Pole Throw Configuration		Single Pole Single Throw		
Insulation Voltage		250V		
Thermal Current		10A		
Operational Voltage		24V	110V	220V
Operational Current	AC 50/60 Hz	6A	3A	3A
	DC	6A	2A	1A

Push button merupakan tombol tipe *normally open* (NO) berfungsi untuk menyambungkan kontak ketika tombol tersebut ditekan. Tombol ini akan digunakan sebagai reset data dan pemicu gerbang *chutter* untuk terbuka.

3.3.4 Solenoid Valve

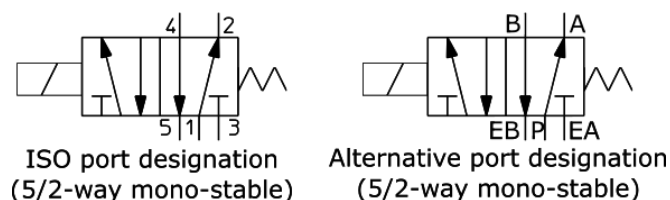


Gambar 3. 22 Solenoid SMC SYS 40-5LZD-02

Tabel 3. 12 Spesifikasi Limit Switch Position

<i>Items</i>	<i>Specification</i>
Type	SYS 40-5LZD-02
Merk	SMC
Actuation type	2 position single solenoid
Rated voltage	24VDC
Electrical entry	L type plug connector with lead wire
Manual override	Push-turn locking slotted type
Port size	Ø8 One-touch fitting

Solenoid merupakan sebuah katup pneumatik yang digerakkan oleh gaya medan elektro magnetik dari sebuah koil listrik AC (bolak-balik) maupun DC (searah). Solenoid mempunyai lubang keluaran, masukan, dan *exhaust* serta dua buah kabel sebagai sumber listrik koil. Solenoid jenis SY dengan katup arah 5/2 memiliki 2 kuaran, 1 masukan, dan 2 buah saluran pembuangan . katup ini akan difungsikan sebagai kontrol silinder pneumatik gerbang *chutter*.



Gambar 3. 23 Simbol katup 5/2

BAB IV PERANCANGAN

4.1 Perancangan Sistem

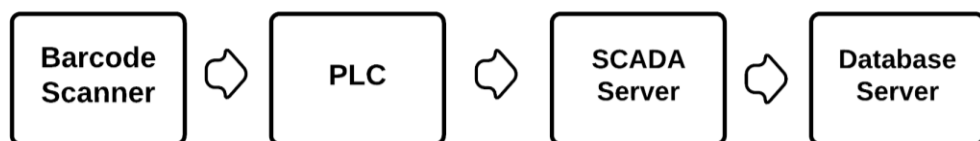
4.1.1 Kriteria Sistem

Berdasarkan permasalahan yang sudah dipaparkan, berikut adalah kriteria sistem yang dibutuhkan untuk mengurangi permasalahan yang ada:

1. Dapat merekam data *kanban* berupa *barcode* maupun *QR code*.
2. Dapat memastikan panjang data *kanban* sesuai standar yaitu lebih dari 4 karakter.
3. Dapat menyimpan data ke dalam basis data SQL Server.
4. Proses dapat menggantikan penulisan laporan secara manual oleh operator.
5. Dapat mengurangi siklus waktu perekapan data secara manual dan menggantinya dengan sistem pindai kode *kanban*.

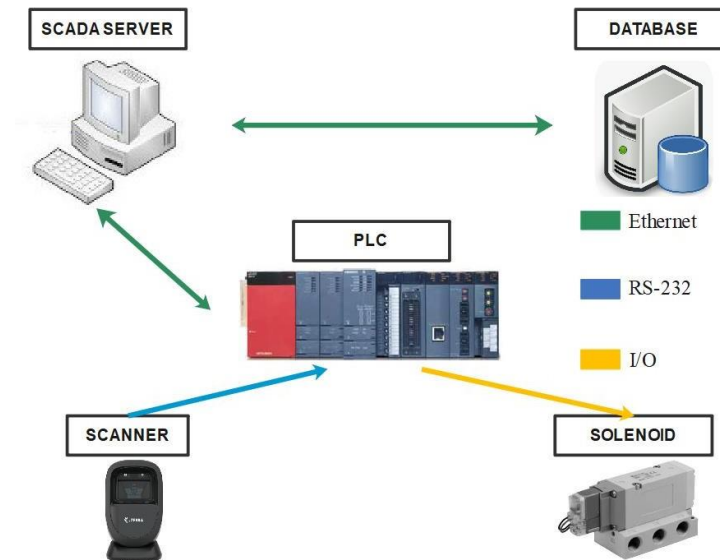
4.1.2 Topologi Jaringan

Sistem SCADA digitalisasi laporan produksi proses caulking mengandalkan basis data sebagai tempat penyimpanan segala transaksi pemindaian *barcode* yang telah dilakukan. Berikut merupakan gambar alur data saat terjadi proses penyimpanan ke dalam *database*.



Gambar 4. 1 Alur proses penyimpanan data

Data pemindaian *barcode* akan dikirimkan ke PLC. Bila data tersebut memenuhi syarat maka data *barcode* akan dikirimkan ke basis data server melalui SCADA. Jaringan sistem yang lebih lengkap bisa dilihat pada gambar 4.2 berikut.



Gambar 4. 2 Topologi jaringan sistem

PLC Mitsubishi Q03UDECPU, SCADA *server*, dan server basis data saling terhubung melalui jaringan LAN dengan protokol komunikasi Ethernet. Sedangkan *barcode scanner* menggunakan komunikasi serial RS-232. Dan antara PLC dengan solenoid untuk menggerakkan gerbang *chutter* (sejenis ban berjalan untuk memindahkan benda) menggunakan I/O (*input/output*) modul.

4.1.3 Perancangan Program PLC

PLC yang digunakan adalah PLC Mitsubishi Q03UDECPU, perangkat lunak pemrograman PLC tersebut ialah GX Works2. Tabel 4.1 merupakan tabel perencanaan alamat masukan, keluaran dan memori data pada PLC untuk Mesin Caulking 1.

Tabel 4. 1 Perencanaan alamat PLC untuk Mesin Caulking 1

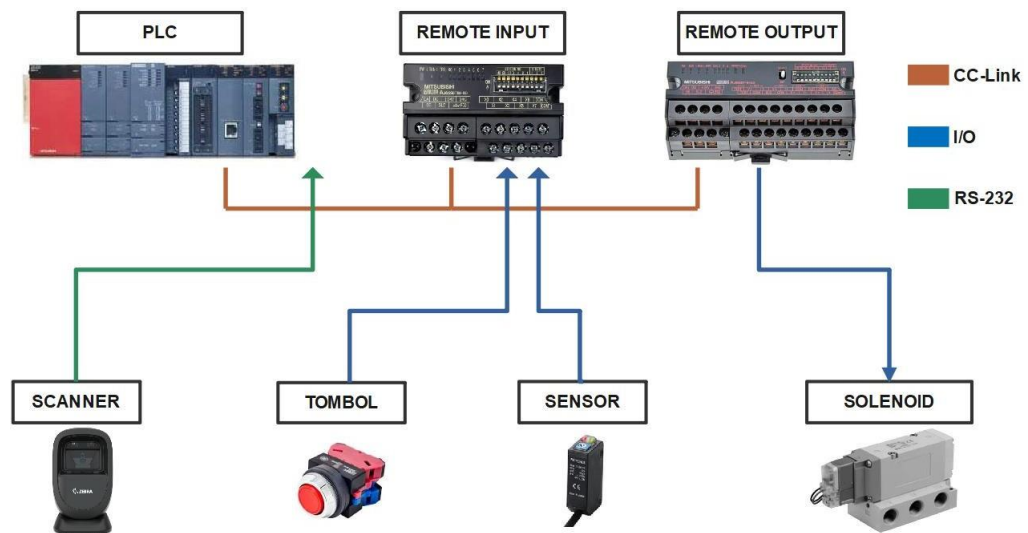
<i>Input / Output</i>	<i>Address</i>	<i>Module</i>
Data barcode	D330	
Sensor 1	X102	AJ65SBTB1-8D
Sensor 2	X103	AJ65SBTB1-8D
Solenoid	Y111	AJ65SBTB2N-8R

Tabel 4.2 di bawah merupakan perencanaan alamat masukan, keluaran dan memori data pada PLC untuk Mesin Caulking 3.

Tabel 4. 2 Perencanaan alamat PLC untuk Mesin Caulking 3

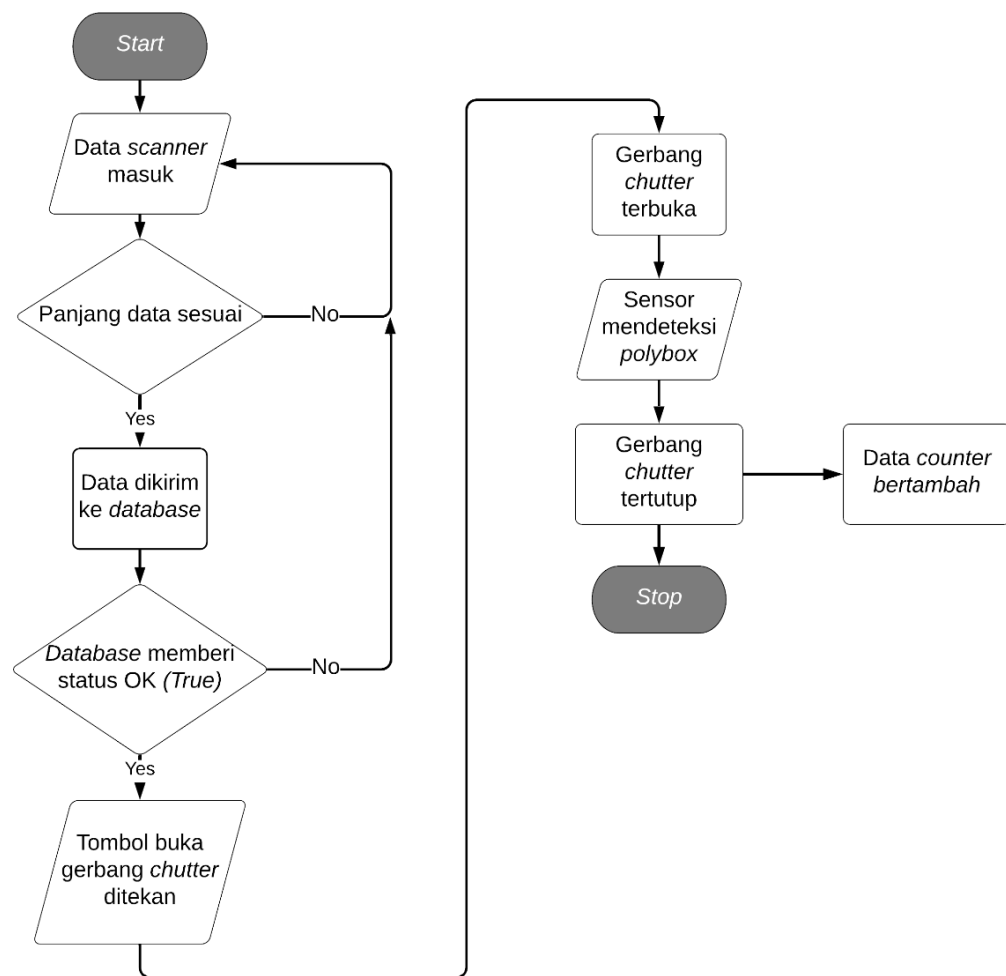
<i>Input / Output</i>	<i>Address</i>	<i>Module</i>
Data barcode	D130	
Sensor 1	X100	AJ65SBTB1-8D
Sensor 2	X101	AJ65SBTB1-8D
Solenoid	Y110	AJ65SBTB2N-8R

Gambar 4.3 di bawah merupakan perencanaan perangkat – perangkat yang terhubung serta jenis komunikasi yang digunakan di sistem ini.



Gambar 4. 3 Perangkat – perangkat yang terhubung dengan PLC

PLC akan terhubung dengan *barcode scanner* dengan modul komunikasi serial RS-232.



Gambar 4. 4 Flowchart program PLC

PLC ditugaskan untuk menerima sinyal masukan sensor, tombol, dan *barcode scanner*. Seperti gambar 4.4 PLC akan mengirimkan data *scanning kanban* yang telah lolos dari panjang minimal data *barcode* ke database untuk dicocokkan datanya dengan data pada *database* melalui SCADA.

PLC akan menunggu menunggu *database* untuk memberikan perintah buka gerbang *chutter*. Setelah gerbang terbuka dan *polybox* melewati sensor barulah data *barcode* akan masuk dalam *database counter* penghasilan produksi.

4.1.4 Perancangan Database

Dalam pembuatan digitalisasi laporan produksi proses caulking, *database* akan digunakan sebagai tempat penyimpanan data pencacah hasil produksi dan penyimpanan riwayat pemindaian *barcode* (transaksi *kanban*) serta basis data aktual status.

Perangkat lunak pengolah basis data atau yang biasa disebut DBMS (*Database Management System*) yang digunakan ialah Microsoft SQL Server. Perangkat lunak tersebut digunakan karena mudah digunakan, memiliki fitur *recovery*, dapat membuat *clustering* data, ada fitur *backup* dan *restore* data. Selain itu SCADA Cimon juga mendukung penggunaan *database* SQL Server. Berikut desain tabel yang akan digunakan:

Tabel 4. 3 Desain tabel basis data transaksi aktual

<i>Column Name</i>	<i>Data Type</i>	<i>Allow nulls</i>
id	bigint	
line_id	varchar(50)	✓
prod_date	datetime	✓
unique_code	varchar(50)	✓
part_nbr	varchar(50)	✓
type	varchar(50)	✓
snp	int	✓
pulling_date	datetime	✓
op_id	varchar(50)	✓
<i>kanban_status</i>	bit	✓

Database transaksi aktual adalah database yang berfungsi sebagai penyimpanan data counter aktual. Data aktual yang dimaksud adalah data merupakan data counter penghasilan produksi *discpad* mesin *caulking* yang akan dijadikan LPH (Laporan Produksi Harian).

Tabel 4. 4 Desain tabel basis data status aktual

<i>Column Name</i>	<i>Data Type</i>	<i>Allow nulls</i>
unique_code2	varchar(50)	✓

part_nbr1	varchar(50)	✓
part_nbr2	varchar(50)	✓
type1	varchar(50)	✓
type2	varchar(50)	✓
snp	int	✓
part_nbr1_access	bit	✓
part_nbr2_access	bit	✓
snp2	int	✓
unbalance	bit	✓
unbalance_qty	int	✓
unbalance_take	bit	✓

Database status aktual adalah basis data yang berfungsi sebagai penyimpanan data hasil pemindaian yang dilakukan operator. Basis data ini bukan difungsikan sebagai riwayat pemindaian yang dilakukan operator melainkan untuk memberi sinyal kepada SCADA apakah data hasil pemindaian *kanban* yang dilakukan oleh operator merupakan data *kanban* yang benar atau bukan. Jika data *kanban* sudah dinyatakan benar maka kolom *part_nbr1_access* atau *part_nbr2_access* akan memberikan sinyal 1 (*true*) yang nantinya akan dialah lebih lanjut di dalam SCADA Cimon.

Tabel 4. 5 Desain tabel basis data transaksi kanban

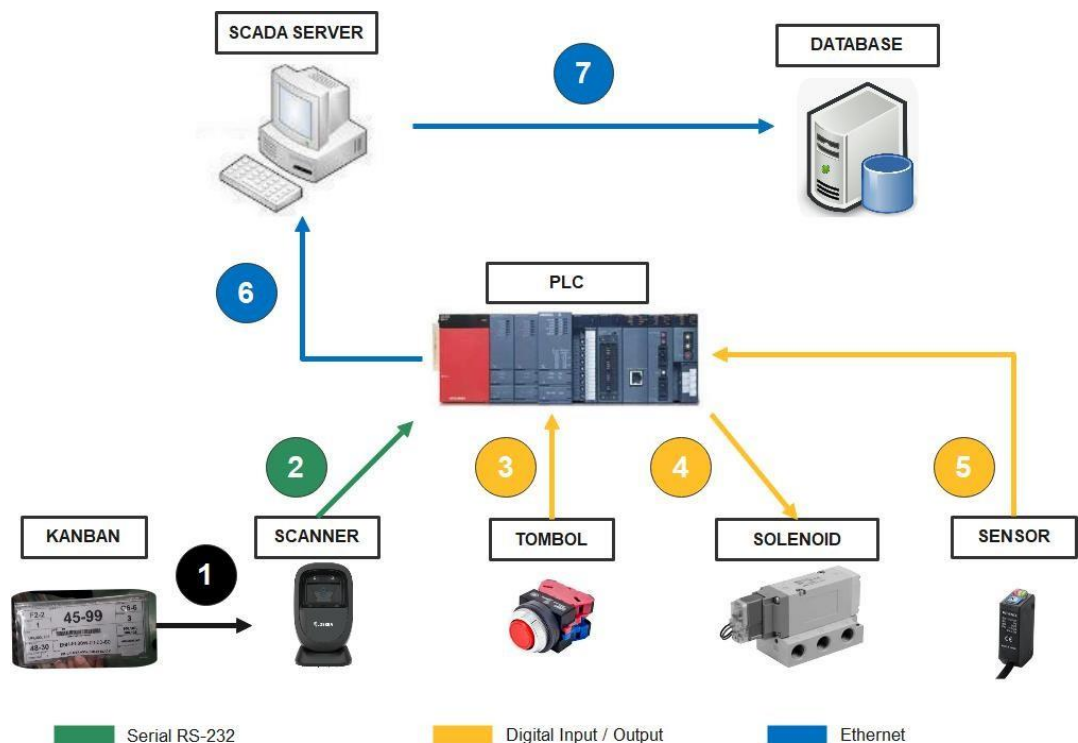
<i>Column Name</i>	<i>Data Type</i>	<i>Allow nulls</i>
id	bigint	
line_id	varchar(50)	✓
prod_date	datetime	✓
<i>kanban_no</i>	int	✓
unique_code	varchar(50)	✓
part_nbr	varchar(50)	✓
type	varchar(50)	✓
part_nbr_access	bit	✓

Basis data transaksi *kanban* adalah database yang berfungsi sebagai penyimpanan data hasil pemindaian *kanban* yang dilakukan operator. Data ini tidak akan masuk dalam LPH (Laporan Hasil Produksi) melainkan hanya

sebagai riwayat pemindaian *kanban* saja. Semua data pemindaian yang dilakukan operator akan tersimpan di dalam basis data ini, baik data yang benar maupun salah. Hal ini akan memudahkan pengguna jika ada *kanban* yang belum terdaftar atau salah tempat.

4.1.5 Perancangan Program SCADA

Dalam proses digitalisasi laporan produksi proses caulking, SCADA memiliki peran dalam melakukan akuisisi data PLC Mitsubishi Q03UDECPU dan basis data. Perjalanan data dan proses pengumpulan data yang akan dijalankan SCADA adalah sebagai berikut:

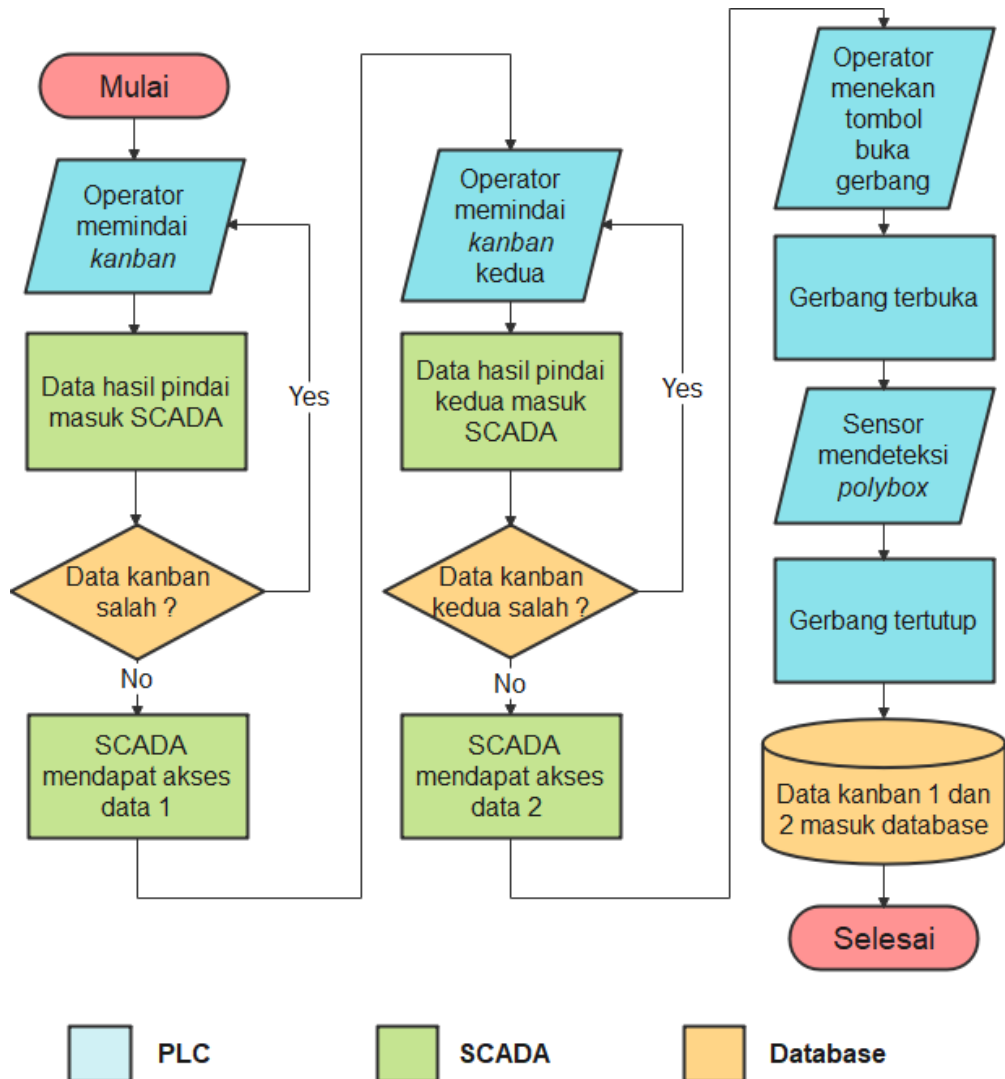


Gambar 4. 5 Alur data hasil pindai achivement counter

Keterangan gambar:

1. Operator memindai *barcode*.
2. Scanner mengirimkan data ke PLC.
3. Setelah data disetujui oleh PLC dan SCADA operator menekan tombol untuk membuka gerbang.

4. Solenoid menyala untuk membuka gerbang.
5. Sensor menyala saat *polybox* melintas.
6. PLC akan mengirimkan data hasil pemindaian ke server SCADA.
7. SCADA akan meneruskan data hasil pemindaian ke server basis data (*database*).



Gambar 4. 6 Alur sistem SCADA Achivement Counter

Program SCADA akan mengirimkan data hasil pemindai. Data tersebut akan dibandingkan di dalam *database*. Database akan mengirimkan sinyal berupa status apakah data *barcode* yang dikirimkan SCADA ada. Hal ini

bertujuan agar *kanban* tidak tertukar dengan *kanban* proses lain. Data *counter* baru akan dikirimkan ke basis data setelah *polybox* yang berisi *disc pad* dengan jumlah standar tertentu (SNP) melewati gerbang dan sensor pada *chutter*.

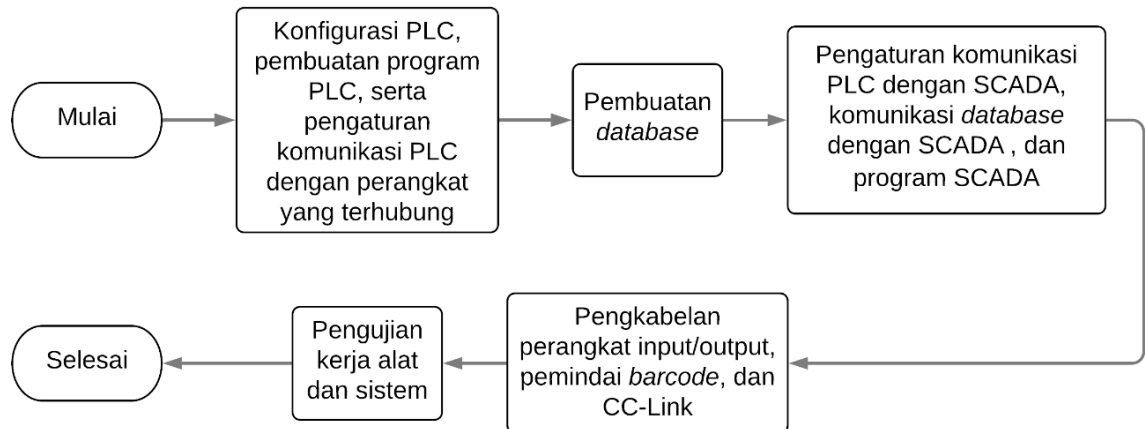
Perangkat lunak SCADA yang digunakan yaitu Cimon SCADA yang merupakan perangkat lunak SCADA berbasis Microsoft Windows untuk otomatisasi industri. CIMON-SCADA terdiri dari CimonD yang merupakan sistem pengembangan SCADA, dan CimonX yang merupakan sistem *runtime* dari sistem yang telah dibuat di CimonD. Cimon SCADA telah dibekali perangkat lunak OPC Server, yang di dalamnya terdapat *driver* untuk PLC Mitsubishi. Hal ini menjadi kelebihan Cimon SCADA dibanding dengan perangkat lunak SCADA yang lain.

BAB V

PEMBUATAN, PENGUJIAN, DAN EVALUASI HASIL

5.1 Pembuatan

Tahap pembuatan dilakukan sesuai skema yang telah dibuat oleh penulis sebagai berikut:

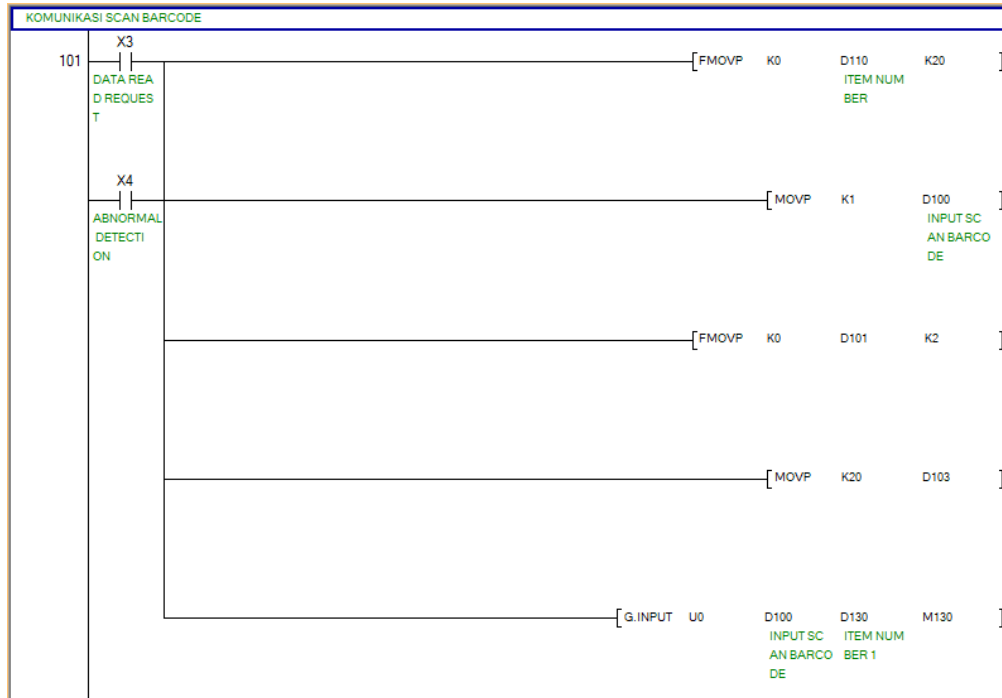


Gambar 5. 1 Tahapan pembuatan sistem

PLC akan diprogram menggunakan perangkat lunak GX Works2. Basis data akan dibuat menggunakan perangkat lunak Microsoft SQL Server Management Studio 2018. Setelah basis data dan alamat memori PLC yang berkaitan dengan sistem SCADA dibuat langkah selanjutnya adalah pengaturan komunikasi dan koneksi pada perangkat lunak CIMON SCADA. Setelah itu barulah dilakukan pemasangan kabel terhadap perangkat yang dipakai. Langkah terakhir adalah dilakukan pengujian.

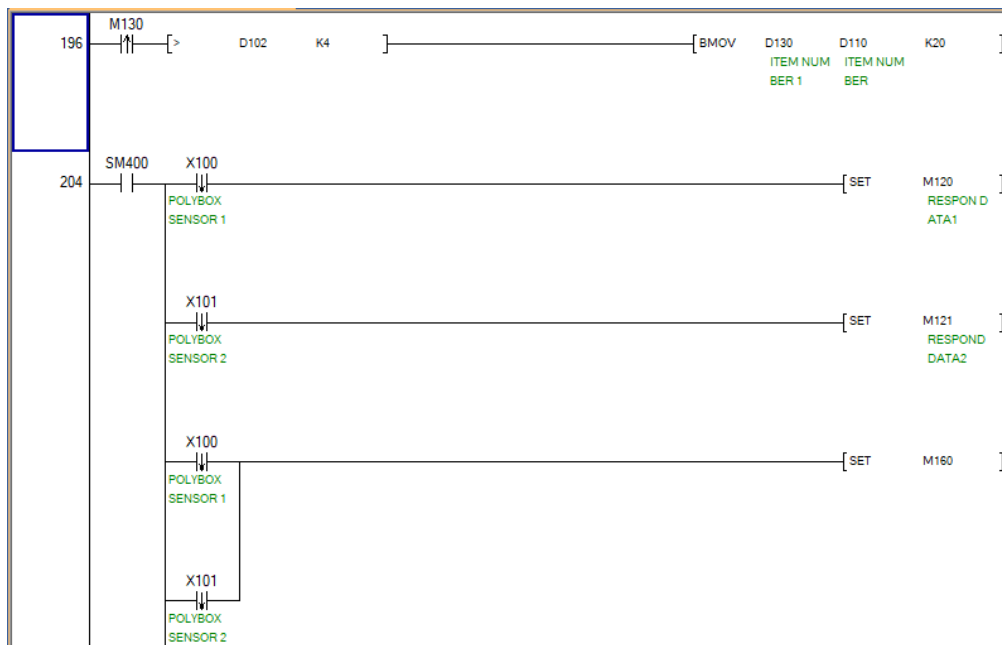
5.1.1 Pembuatan Program PLC

Program dibuat dengan aplikasi GX Works2 dengan versi 1.560J. Langkah pertama adalah melakukan pengaturan parameter pada menu PLC Parameter, pengaturan tersebut akan dijelaskan dalam lampiran. Program pertama yang dibuat adalah komunikasi PLC dengan *scanner*. Berikut merupakan program komunikasi PLC dengan *scanner*.



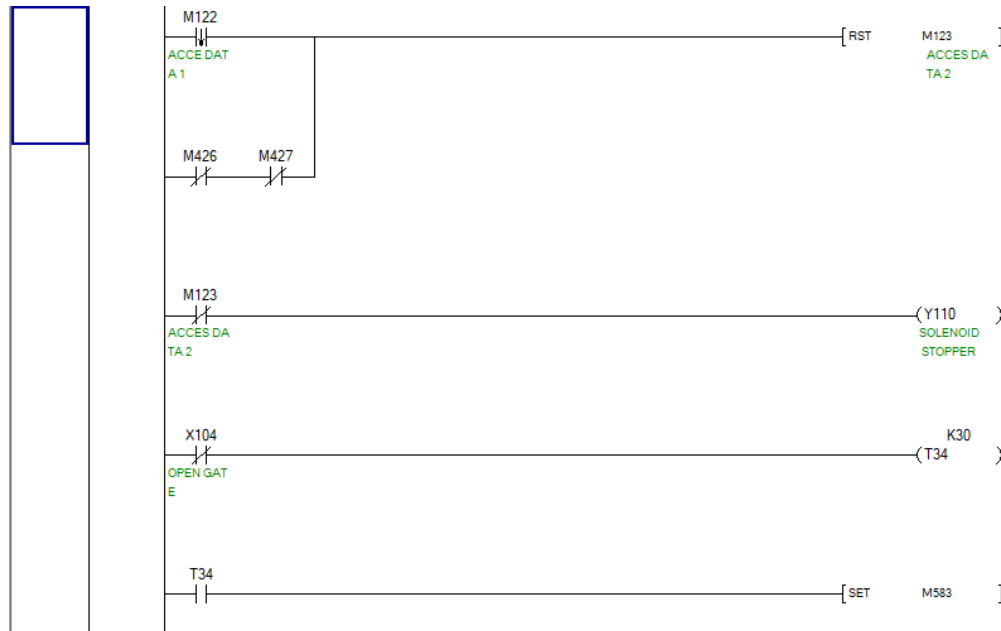
Gambar 5. 2 Program pembacaan data hasil pindai kanban

Penjelasan gambar 5.2 adalah ketika operator melakukan proses pemindaian *kanban* yang berisi *barcode* maupun *QR code*, secara otomatis data hasil pemindaian akan disimpan pada alamat D130.



Gambar 5. 3 Program sensor untuk respons data ke SCADA

Gambar 5.3 menerangkan bahwa sensor akan mengirimkan sinyal untuk SCADA melalui alamat M120 untuk sensor *polybox* bawah dan M121 untuk sensor *polybox* atas. Sensor inilah yang nantinya akan menentukan masuknya data produksi ke dalam basis data dan menutup gerbang *chutter* kembali.

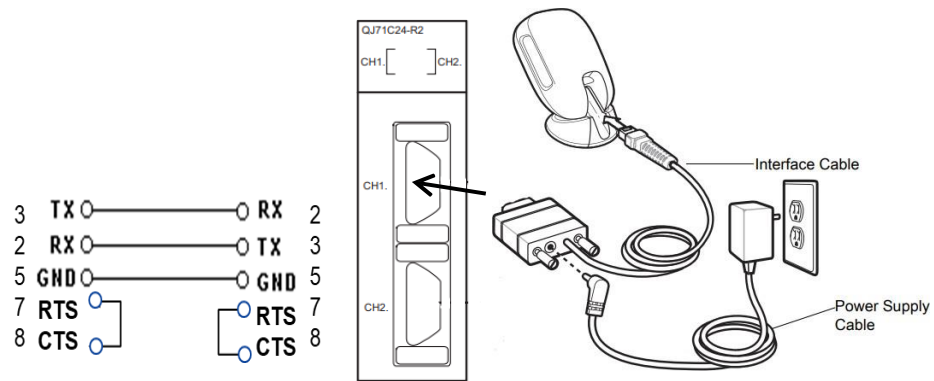


Gambar 5. 4 Akses data dari SCADA untuk membuka gerbang *chutter*.

Gambar 5.4 menerangkan bahwa M123 yang merupakan alamat memori untuk akses membuka gerbang *chutter*. Keputusan akses memori tersebut diolah di SCADA berdasarkan basis data. Sementara itu, untuk membuka gerbang *chutter* yang dikendalikan oleh alamat Y110 (*output*) membutuhkan konfirmasi dari operator dengan menekan tombol buka gerbang X104 (*input*).

5.1.1.1 Koneksi antara PLC dengan Scanner Zebra Ds9308

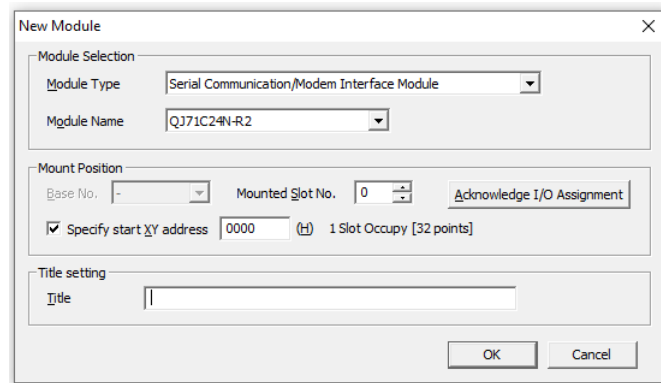
Komunikasi antara PLC Q03UDE dengan Scanner Zebra Ds9308 memerlukan modul komunikasi serial QJ71C24N-R2. Berikut merupakan koneksi kabel PLC dengan *Scanner*.



Gambar 5. 5 Koneksi PLC dengan Scanner menggunakan kabel serial DB9

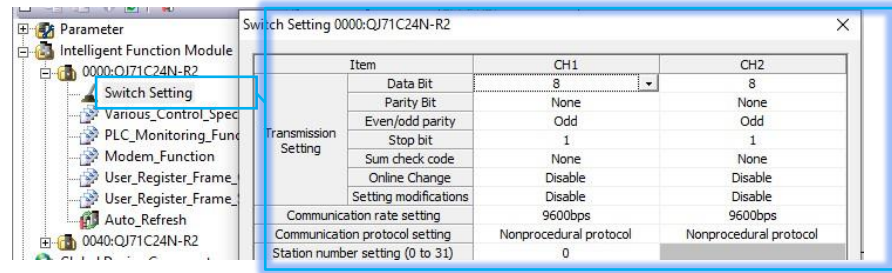
Komunikasi antara PLC Q03UDE dengan *Scanner* Zebra Ds9308 memerlukan modul komunikasi serial QJ71C24N-R2. Berikut merupakan koneksi kabel PLC dengan *Scanner*. Penambahan modul komunikasi serial pada PLC membutuhkan pengaturan melalui aplikasi GX Work2. Berikut merupakan tahapan pengaturannya.

1. Pasang modul komunikasi serial QJ71C24N-R2 pada *slot*. Pada aplikasi GX-Works2 klik kanan pada menu “*Intelligent Function Module*” lalu pilih *New Module*. Pada kotak teks atur seperti gambar dibawah ini.



Gambar 5. 6 Langkah 1 pengaturan modul serial QJ71C24N-R2

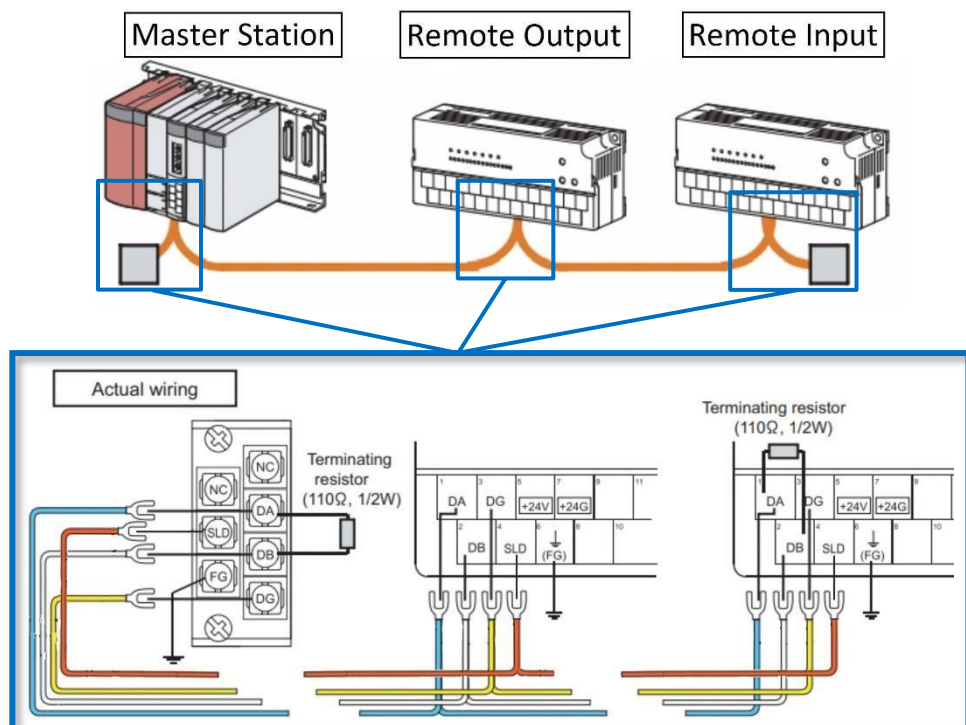
2. Pada menu “*Switch Setting*” lakukan pengaturan sebagai berikut.



Gambar 5. 7 Langkah 2 pengaturan modul serial QJ71C24N-R2

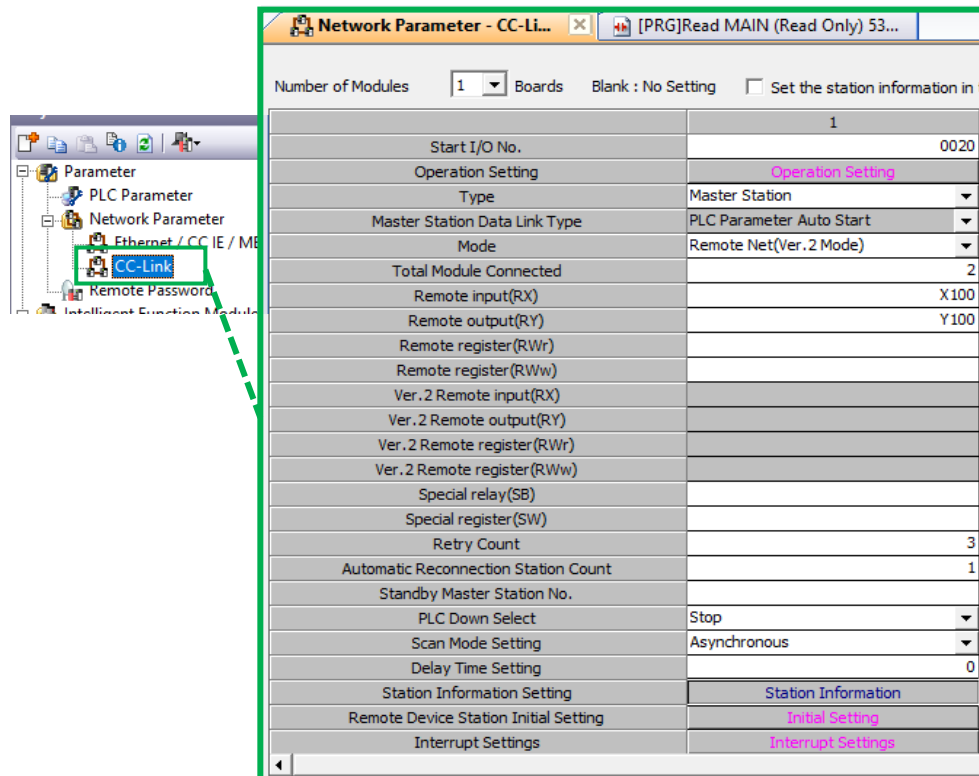
5.1.1.2 Pengaturan CC-Link

Modul masukan dan keluaran (*input* dan *output*) menggunakan model *remote* yang membutuhkan master CC-Link sebagai kendali komunikasinya. Modul masukan menggunakan tipe AJ65SBTB1-8D, memiliki 8 titik jalur masukan. Modul keluaran menggunakan tipe AJ65SBTB2N-8R, memiliki 8 titik keluaran dengan metode hantaran *relay*. Dengan adanya CC-Link master QJ61BT11N, maka dibutuhkan pengaturan modul CC-Link melalui aplikasi GX Works2. Sebelum melakukan pengaturan pada aplikasi, perlu dilakukan pemasangan kabel CC-Link sebagai berikut.



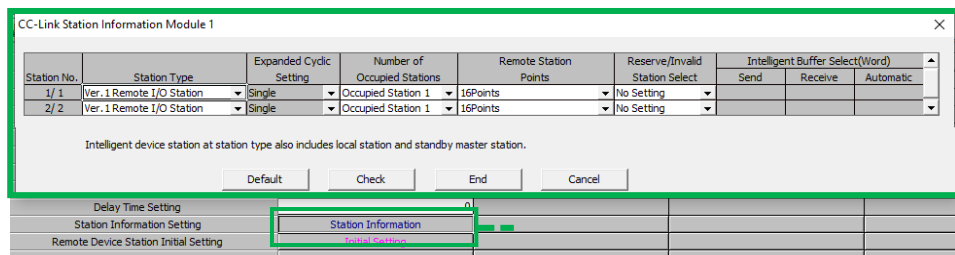
Gambar 5. 8 Pemasangan kabel komunikasi CC-Link

1. Setelah modul CC-Link master QJ61BT11N dipasang pada *slot* PLC dan sudah terkoneksi dengan modul *remote* yang lain, buka aplikasi GX Works2.
2. Buka menu “Network Parameter” dengan cara klik jendela Project ⇒ Parameter ⇒ Network Parameter ⇒ CC-Link lalu atur parameternya seperti ini.



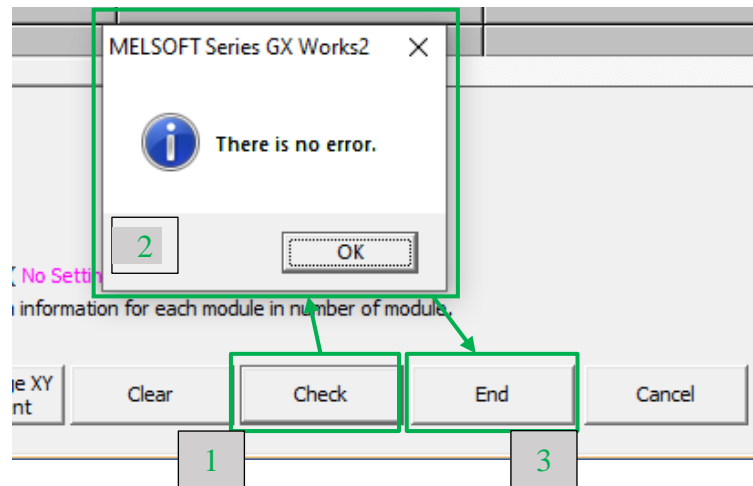
Gambar 5. 9 Pengaturan parameter CC-Link tahap 1

3. Klik kiri menu “Station Information” lalu isi pengaturan seperti gambar 5.9 di bawah ini. Tekan tombol “Chek”, jika tidak ada eror tekan tombol “End”.



Gambar 5. 10 Pengaturan parameter CC-Link tahap 2

4. Kemudian tekan tombol “Check”(1) pada jendela Network Parameter – CC-Link. Jika tidak ada eror klik “OK”(2) lalu klik “End”(3).



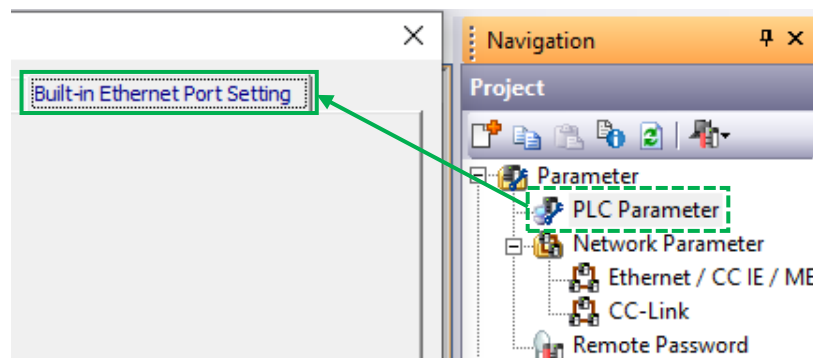
Gambar 5.1 Pengaturan parameter CC-Link tahap 3

Setelah pengaturan parameter CC-Link selesai, *Write* program ke PLC. Kemudian reset ulang PLC dengan menekan tombol reset pada CPU PLC Q03UDE.

5.1.1.3 Koneksi antara PLC dengan CIMON SCADA

Berikut merupakan tahapan pengaturan sambungan koneksi Ethernet PLC dengan SCADA.

1. Buka menu Parameter pada jendela Navigasi. Kemudian pilih “PLC Parameter”.



Gambar 5. 11 Pengaturan koneksi PLC dengan CIMON SCADA tahap 1

2. Atur koneksi seperti gambar di bawah ini.

PLC Name | PLC System | PLC File | PLC RAS | Boot File | Program | SFC | Device | I/O Assignment | Multi

IP Address Setting

Input Format: DEC

IP Address: 192 | 168 | 56 | 98

Subnet Mask Pattern: 255 | 255 | 255 | 0

Default Router IP Address: 192 | 168 | 56 | 1

Communication Data Code

Binary Code

ASCII Code

Enable online change (FTP, MC Protocol)

Disable direct connection to MELSOFT

Do not respond to search for CPU (Built-in Ethernet port) on network

IP packet transfer setting

IP packet transfer setting

Open Setting

FTP Setting

Time Setting

Gambar 5. 12 Pengaturan koneksi PLC dengan CIMON SCADA tahap 2

3. Pilih menu “Open Setting” lalu masukkan pengaturan protokol komunikasi sebagai berikut.

IP Address Setting

Open Setting

Built-in Ethernet Port Open Setting

IP Address/Port No. Input Format: DEC

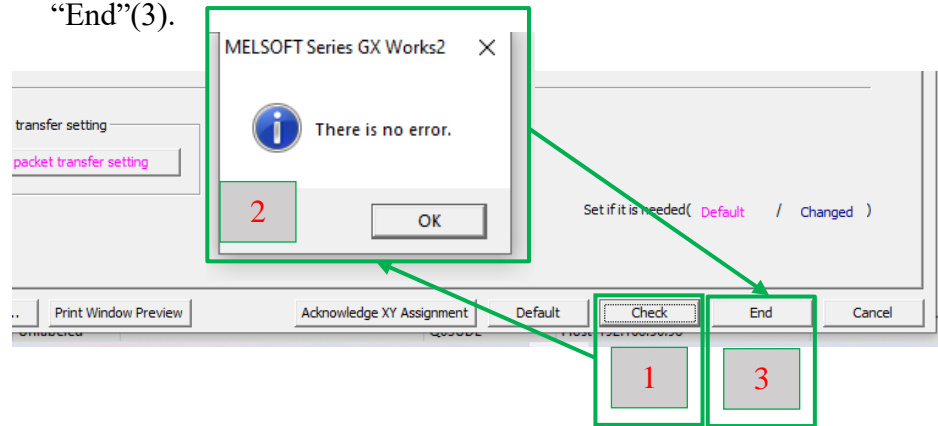
	Protocol	Open System	TCP Connection	Host Station Port No.	Destination IP Address	Destination Port No.	Start Device to Store Predefined Protocol Operation Status
1	UDP	MC Protocol		5020			
2	TCP	MELSOFT Connection					
3	TCP	MELSOFT Connection					

(*) IP Address and Port No. will be displayed by the selected format.
Please enter the value according to the selected number.

End Cancel

Gambar 5. 13 Pengaturan koneksi PLC dengan CIMON SCADA tahap 3

4. Kemudian tekan tombol “Check”(1) pada jendela Network Parameter – CC-Link. Jika tidak ada eror klik “OK”(2) lalu klik “End”(3).



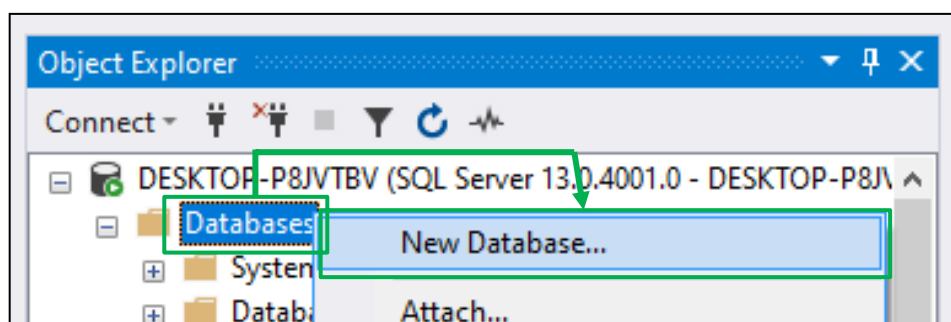
Gambar 5. 14 Pengaturan koneksi PLC dengan CIMON SCADA tahap 4

5.1.2 Pembuatan Database

Database yang digunakan adalah SQL Server dengan aplikasi Microsoft SQL Server Management Studio 2018. Database akan digunakan sebagai tempat penyimpanan segala transaksi *scan kanban* dan *counter* jumlah produksi. Berikut merupakan tahapan dalam pembuatan database.

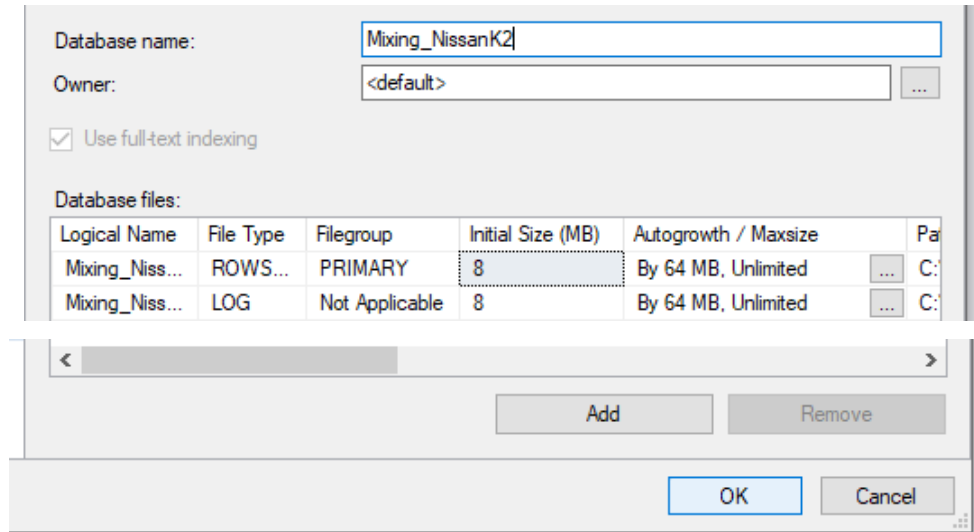
1. Pembuatan basis data

Buka aplikasi Microsoft SQL Server Management Studio 2018, klik kanan folder “Databases” kemudian klik “New Database”.



Gambar 5. 15 Pembuatan database tahap 1

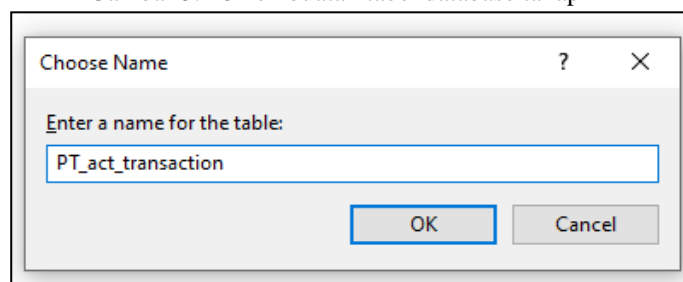
Kemudian pada “Database Name” ketik nama basis data yaitu “Mixing_NissanK2” kemudian klik “OK”.

Gambar 5. 16 Pembuatan *database* tahap 2

2. Pembuatan tabel

Di bawah basis data Mixing_NissanK2 klik kanan “Tabel” ⇒ Klik “New” ⇒ “Table” ⇒ Buat desain tabel (contoh seperti gambar 5. 17) ⇒ klik ikon “Save” ⇒ ini nama tabel (contoh seperti gambar 5. 18).

Column Name	Data Type	Allow Nulls
id	bigint	<input type="checkbox"/>
line_id	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
prod_date	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Gambar 5. 18 Pembuatan tabel *database* tahap 1Gambar 5. 17 Pembuatan tabel *database* tahap 2

Pembuatan desain tabel seperti yang telah didasarkan pada bab perancangan database yaitu sub bab 4.1.4. Berikut adalah cuplikan dari tabel yang dibuat berdasarkan perancangan.

id	line_id	last_update	last_update2	unique_code1
8	CAULKING_01	2021-05-25 17:29:23.217	2021-05-25 17:23:05.077	10430000015
9	CAULKING_03	2021-05-25 15:28:28.960	2021-05-25 15:53:13.170	10480000013

Gambar 5. 19 Cuplikan tabel PT_act_status

id	line_id	prod_date	unique_code	part_nbr
364759	CAULKING_03	2021-05-25 15:53:30.667	10480000013	51-C6004-57401-A
364760	CAULKING_03	2021-05-25 15:53:30.667	10480000007	51-C6004-57401-A
364747	CAULKING_03	2021-05-25 15:27:50.180	10480000005	51-C6004-57401-A

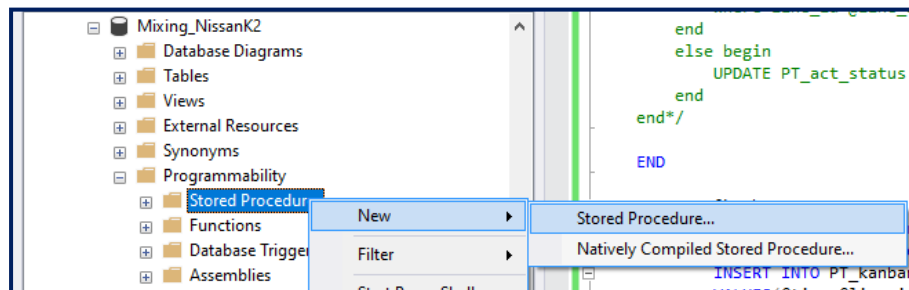
Gambar 5. 20 Cuplikan tabel PT_act_transaction

id	line_id	prod_date	kanban_no	unique_code
435965	PINGTEST_01	2021-05-25 17:38:42.123	1	8600000110
435964	PINGTEST_04	2021-05-25 17:38:19.000	2	12840000020
435963	PINGTEST_04	2021-05-25 17:38:15.320	1	12840000023

Gambar 5. 21 Cuplikan tabel PT_kanban_transaction

Daftar tabel basis data secara lengkap dapat dilihat pada sub bab 4.1.4.

3. Pembuatan *Storage Procedure*



Gambar 5. 22 Pembuatan stored procedure

Buka *database* *Mixing_NissanK2* kemudian klik “Programmability” ⇒ Klik kanan “Stored Procedures” ⇒ “New” ⇒ klik “Stored Procedures...” kemudian buat program (contoh program seperti gambar 5. 23) ⇒ klik ikon “Execute”. Program akan tersimpan di dalam *Programmability*. Gambar 5.24 merupakan cuplikan program *Stored Procedure*. Program lengkap bisa dilihat dalam lampiran 15.

```

IF @line_id='CAULKING_01' or @line_id='CAULKING_03' BEGIN
select @unique_code_cnt_1=unique_code1, @part_nbr_cnt_1=part_nbr1, @type_cnt_1=type1, @snp_cnt_1=snp,
select @unique_code_cnt_2=unique_code2, @part_nbr_cnt_2=part_nbr2, @type_cnt_2=type2, @snp_cnt_2=snp2,
declare @backno2_c1 varchar(20), @pn2_c1 varchar(20), @pn2_c1_desc varchar(20)
IF @access_1=1 BEGIN
INSERT INTO [dbo].[pt_act_transaction] ([line_id],[prod_date],[unique_code],[part_nbr],[type],[snp

```

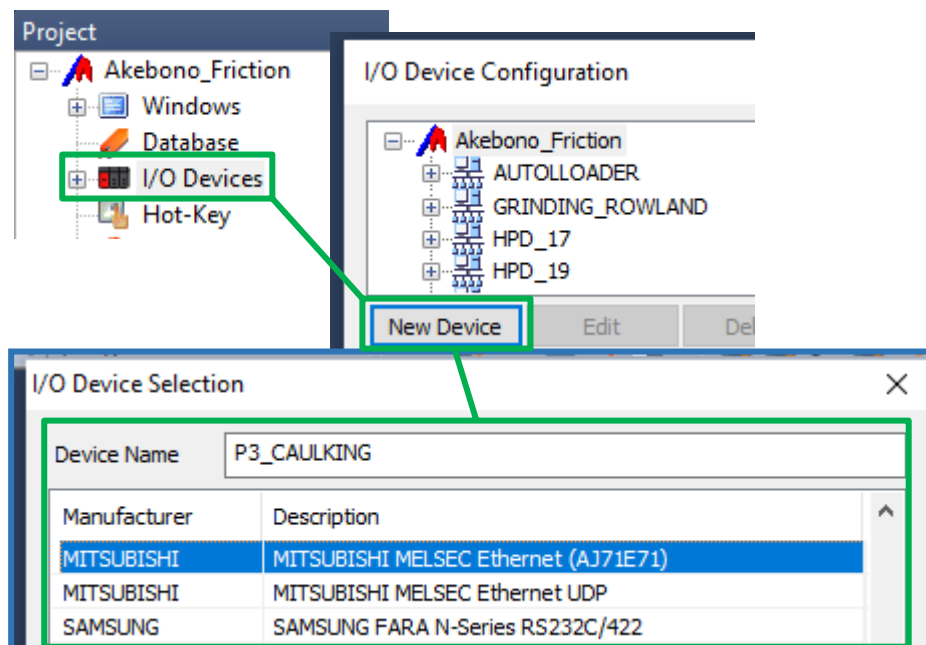
Gambar 5. 23 Cuplikan program di dalam stored procedure

5.1.3 Pembuatan Program SCADA

5.1.3.1 Koneksi antara SCADA dengan PLC

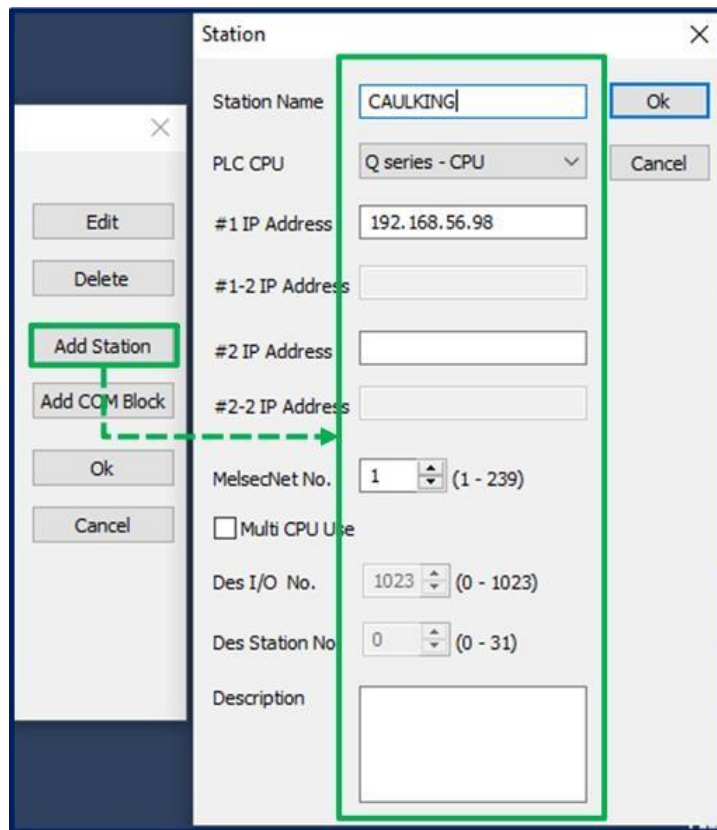
Perangkat lunak SCADA yang digunakan dalam sistem ini ialah CIMON SCADA. Pada umumnya komunikasi antara SCADA dan PLC memerlukan OPC (*Ole for Process Control*), tetapi CIMON SCADA telah menanamkan OPC di dalamnya. Sebelum melakukan pemrograman SCADA perlu dilakukan pengaturan OPC untuk menghubungkan CIMON SCADA dengan PLC Mitsubishi Q03UDE, berikut merupakan pengaturan tersebut.

1. Buka aplikasi Cimond ⇒ double klik 'I/O Device' ⇒ klik 'New Device' ⇒ Atur nama pada 'Device Name' ⇒ pilih MITSUBISHI MELSEC Ethernet (AJ71E71) ⇒ klik 'Ok'.



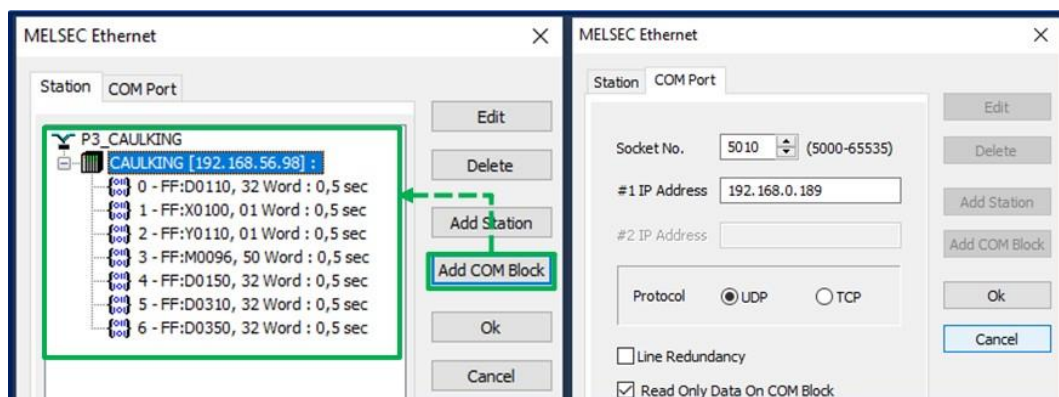
Gambar 5. 24 Pengaturan koneksi SCADA dan PLC tahap 1

2. Klik 'Add Station' ⇒ Atur pengaturan seperti berikut ⇒ klik 'Ok'.



Gambar 5. 25 Pengaturan koneksi SCADA dan PLC tahap 2

3. Klik 'Add COM Block' ⇒ Buat COM Block seperti gambar 5.26 berikut. Pengaturan COM Block didasarkan pada *Block I/O* yang akan digunakan untuk pertukaran data SCADA dan PLC. Kemudian pada 'COM Port' buat pengaturan seperti berikut. Kolom IP Address diisi dengan IP dari *Server SCADA* ⇒ klik 'Ok'.

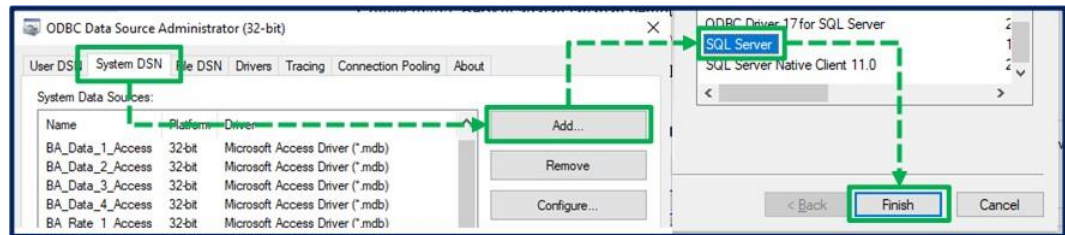


Gambar 5. 26 Pengaturan koneksi SCADA dan PLC tahap 3

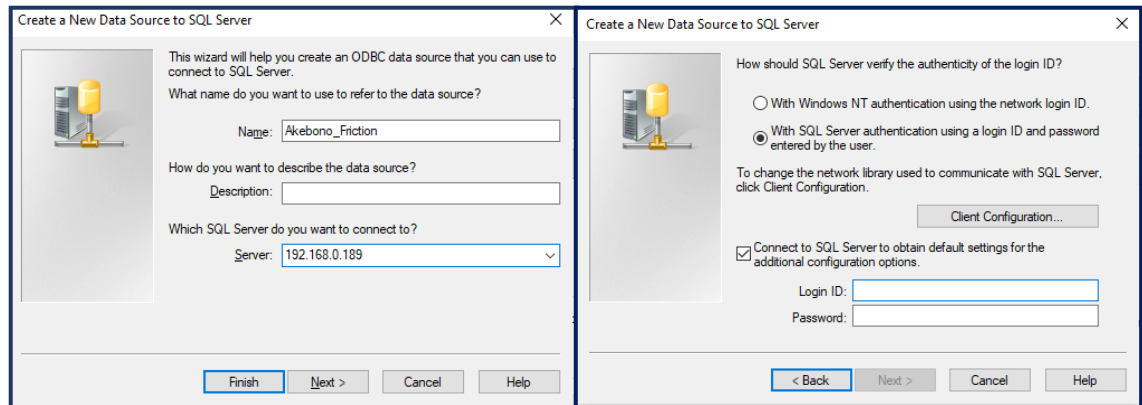
5.1.3.2 Pembuatan ODBC

Komunikasi antara CIMON SCADA dengan Database SQL Server memerlukan ODBC (*Open Database Connectivity*) sebagai perantara. Berikut cara pembuatan ODBC.

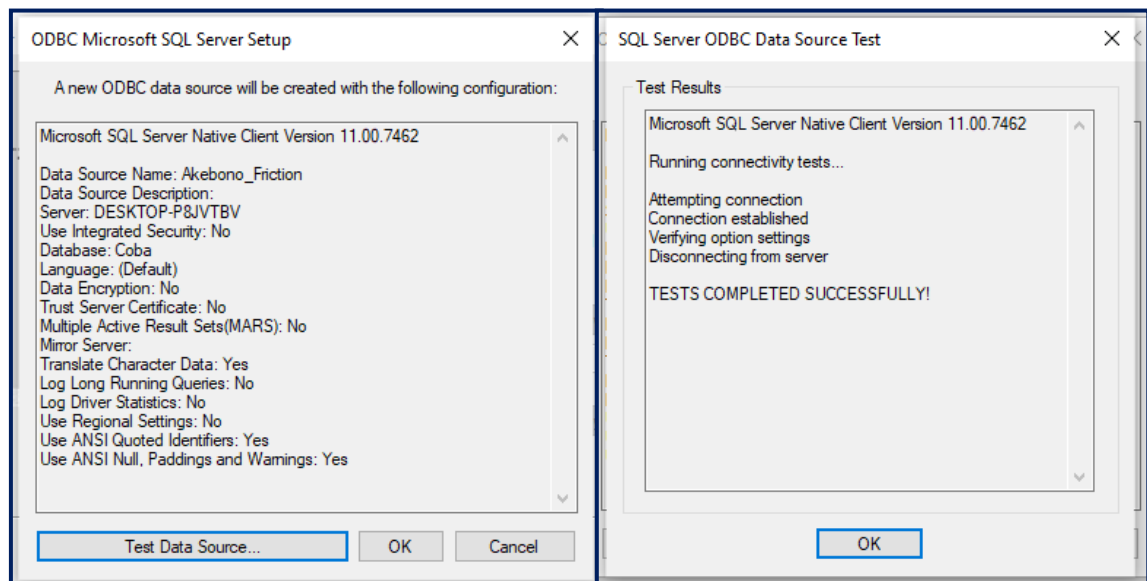
1. Buka ODBC (%systemdrive%\Windows\SysWow64\Odbcad32.exe) pada kolom pencarian taksbar ⇒ Pada 'System DSN', klik 'Add' ⇒ Pilih 'SQL Server' ⇒ tekan tombol 'Finish' lalu atur sebagai berikut.



Gambar 5. 27 Pembuatan ODBC tahap 1

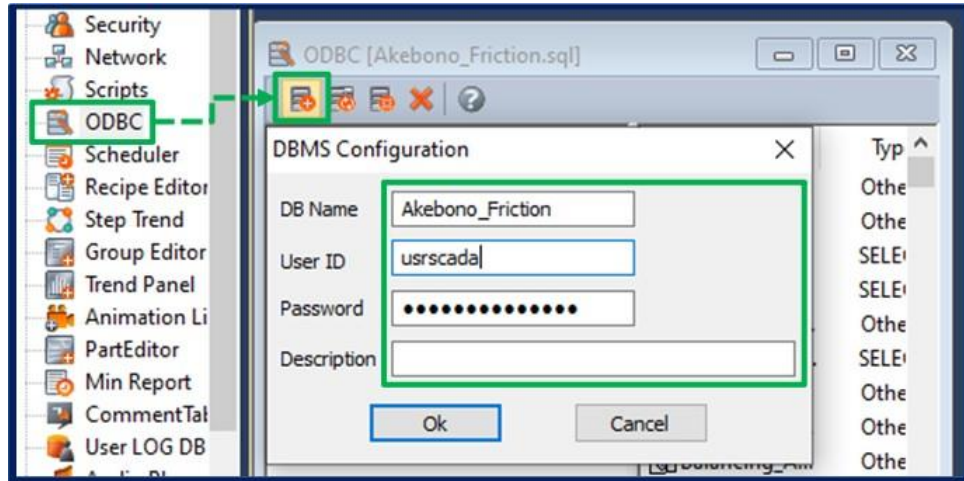


Gambar 5. 29 Pembuatan ODBC tahap 2



Gambar 5. 28 Pembuatan ODBC tahap 3

2. Pengaturan selanjutnya dilanjut pada aplikasi CimonD. Buka Aplikasi CimonD ⇒ Klik 'ODBC' ⇒ klik icon 'New DBMS' ⇒ isi pengaturan sesuai dengan ODBC yang telah dibuat sebelumnya.

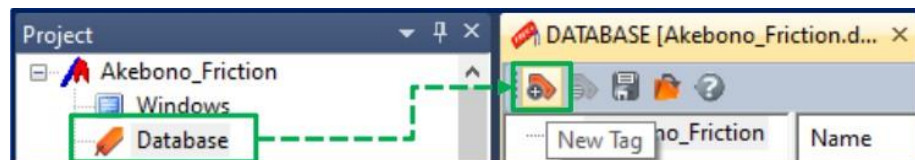


Gambar 5. 30 Pengaturan ODBC pada CIMON SCADA

5.1.3.3 Pembuatan Tag CIMON SCADA

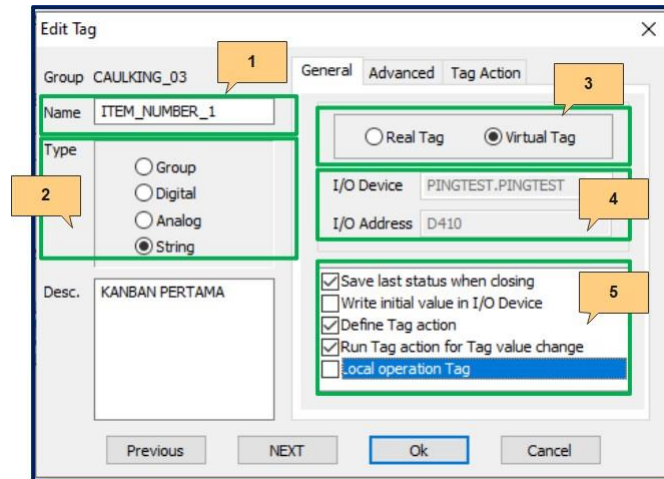
Setelah pengaturan komunikasi SCADA dengan PLC dan Database dilakukan. Pemrograman diawali dengan membuat *Tag* yang berisi alamat PLC, pembuatan *Script*, dan pembuatan *Query*. Berikut merupakan langkah – langkah membuat *Tag* SCADA CIMON.

Buka CimonD lalu klik 'Database' ⇒ klik 'New Tag'.



Gambar 5. 31 Pembuatan Tag CIMON SCADA tahap 1

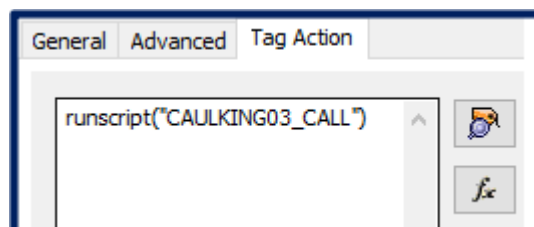
Kemudian akan muncul jendela 'Edit Tak'. Pengaturan *Tag* ini didasarkan pada kebutuhan program, dan beberapa pengaturan koneksi yang bisa dilihat pada sub bab 4.1.3.1 untuk *I/O Device* dan *I/OAddress*. Gambar berikut merupakan contoh pengaturan *Tag* CIMON SCADA.



Gambar 5. 32 Pembuatan Tag CIMON SCADA tahap 2

Berikut merupakan penjelasan gambar 5.33.

1. Nama *Tag* yang akan digunakan.
2. Jenis data *Tag* yang akan digunakan. *Digital* untuk data berupa boolean, *analog* untuk data word dan *String* untuk data yang berisi karakter.
3. Jenis *Real* untuk *Tag* yang alamatnya terhubung dengan PLC, jenis *virtual* untuk *Tag* yang tidak terhubung PLC.
4. I/O Device dan I/O Address diisi bila *Tag* berjenis *Real*.
5. '*Save last status*' digunakan untuk menyimpan nilai terakhir data *Tag* walaupun *runtime* SCADA dimatikan. '*Write initial value*' digunakan untuk mengisi nilai *Tag* ketika *runtime* SCADA dimulai. '*Define Tag Action*' dan '*Run Tag Action for Tag Value Change*' digunakan untuk menjalankan *script* ketika nilai *Tag* berubah. Daftar *Tag* yang digunakan dapat dilihat pada lampiran. Berikut merupakan contoh penggunaannya.

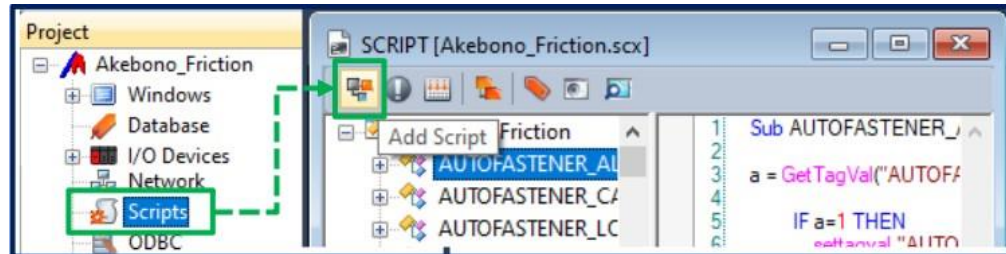


Gambar 5. 33 Pembuatan Tag CIMON SCADA tahap 3

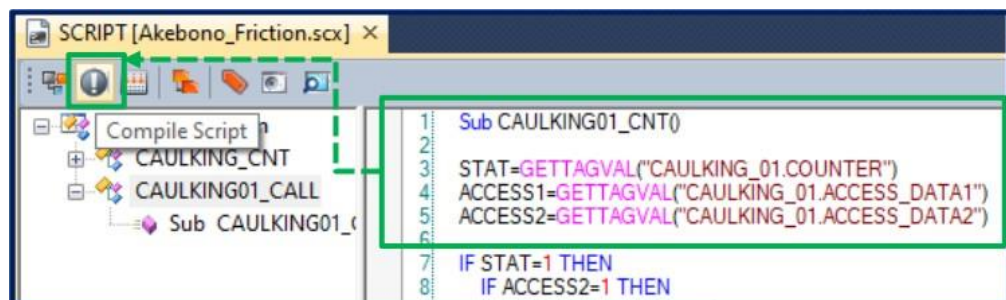
5.1.3.4 Pembuatan Sript CIMON SCADA

Berikut merupakan tahapan dalam pembuatan *Script*.

Klik 'Script' ⇒ klik menu 'Add Script'.



Gambar 5. 35 Pembuatan Sript CIMON SCADA tahap 1



Gambar 5. 34 Pembuatan Sript CIMON SCADA tahap 2

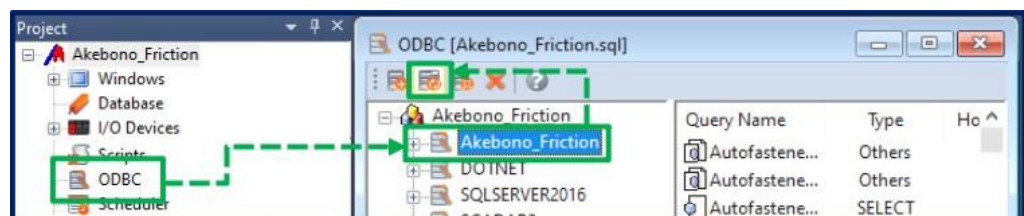
Langkah selanjutnya ialah menulis program. Pada baris paling atas sesuaikan nama *Script* dengan *Tag action* yang telah dibuat pada bab 4.1.3.3. Kemudian klik menu 'Compile'.

Program *Script* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

5.1.3.3 Pembuatan Query CIMON SCADA

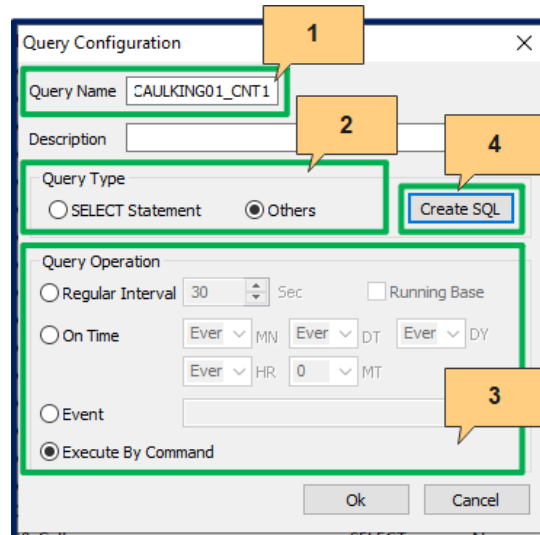
Berikut merupakan tahapan dalam pembuaran *Query* CIMON SCADA.

Klik 'ODBC' ⇒ klik 'Akebono_Friction' ⇒ klik 'New Query'.



Gambar 5. 36 Pembuatan Query CIMON SCADA tahap 1

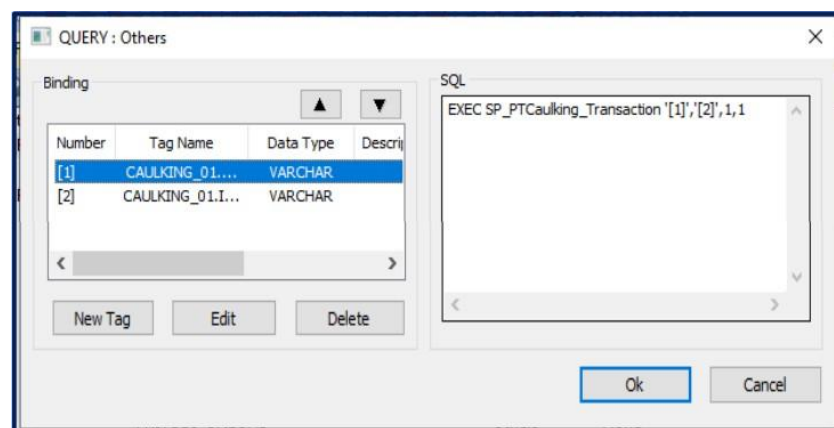
Kemudian akan muncul jendela baru seperti gambar 5.38 berikut. Pengaturan akan disesuaikan sesuai kebutuhan dengan keterangan sebagai berikut.



Gambar 5. 37 Pembuatan Query CIMON SCADA tahap 2

Keterangan gambar :

1. Nama *Query*.
2. Jenis *Query*, pilihan 'SELECT Statement' khusus untuk query select, sedangkan pilihan 'Others' untuk *query* seperti *Insert*, *Update*, *Exec* dan lain-lain.
3. Pilihan syarat untuk *query* dapat beroperasi.
4. Menu 'Create SQL' untuk membuat program SQL (*Structured Query Language*).



Gambar 5. 38 Pembuatan Query CIMON SCADA tahap 3

Query selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

5.2 Pengujian

Pengujian pada sistem ini dilakukan setelah pembuatan program PLC, SCADA, dan *database* serta pemasangan koneksi telah dilakukan. Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui apakah sistem yang telah dirancang dan dibuat sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian akan dibagi menjadi beberapa tahap yaitu pengujian koneksi, pengujian program, dan pengujian penyimpanan data ke *database*. Berikut merupakan penjelasan dari setiap pengujian.

5.2.1 Pengujian Koneksi

Pengujian koneksi dilakukan untuk memastikan perangkat yang terhubung seperti, PLC, SCADA, Scanner, dan Modul CC-Link terhubung dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara melihat secara visual lampu indikator pada perangkat maupun melalui aplikasi pada perangkat. Berikut merupakan hasil pengujian koneksi yang telah dilakukan.

Tabel 5. 1 Pengujian koneksi

No.	Ketentuan	Hasil
		OK
1	PLC terhubung dengan Scanner Zebra DS9308	√
2	Modul input AJ65SBTB1-8D terhubung dengan Master CC-Link QJ61BT11N	√
3	Modul ouput AJ65SBTB2N-8R dapat terhubung dengan Master CC-Link QJ61BT11N	√
4	SCADA <i>Server</i> (CIMON SCADA) terhubung dengan PLC	√
5	SCADA <i>Server</i> (CIMON SCADA) terhubung dengan <i>database</i> SQL <i>Server</i>	√

Keterangan :

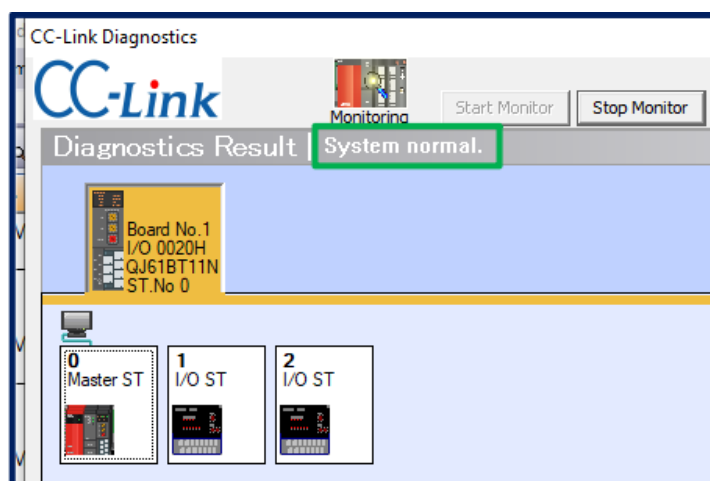
OK = Ketentuan keberhasilan terpenuhi

Ketentuan 1 yaitu PLC terhubung dengan Scanner Zebra DS9308 dapat dilihat dengan cara melihat indikator lampu pada modul komunikasi serial. Menyalanya lampu 'run' dan tidak menyalanya lampu 'error' menghindikasikan tidak ada kesalahan dalam koneksinya. Berikut merupakan gambarnya.



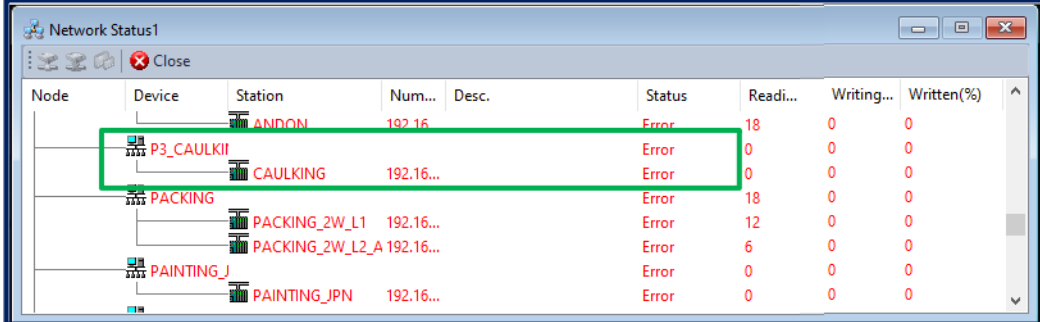
Gambar 5. 39 Lampu indikator pada modul komunikasi serial

Ketentuan 2 dan 3 yaitu modul input AJ65SBTB1-8D terhubung dengan modul master CC-Link QJ61BT11N dan modul ouput AJ65SBTB2N-8R dapat terhubung dengan Master CC-Link QJ61BT11N dapat dilihat dengan cara mendiagnosis sambungan CC-Link melalui aplikasi GX-Works2. Indikasi keberhasilan sambungan CC-Link dapat dilihat dari hasil diagnosa terdapat tulisan 'System normal' dan modul yang terlihat digambar sama dengan perangkat yang terpasang sepeti gambar berikut.



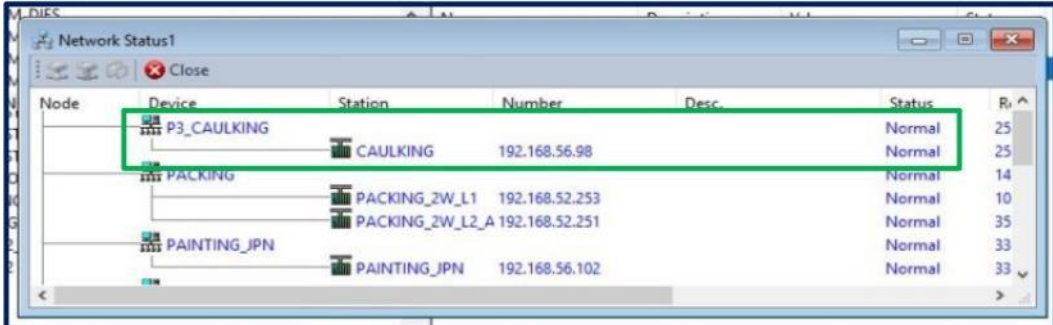
Gambar 5. 40 Diagnosis CC-Link pada aplikasi GX-Works2

Ketentuan 4 dapat dilihat dengan cara dengan tidak adanya eror pada *Network CIMON SCADA*. Gambar 5.42 menunjukkan adanya eror pada koneksi PLC. Gambar 5.43 menunjukkan tidak adanya eror pada koneksi PLC dengan SCADA CIMON.



Node	Device	Station	Num...	Desc.	Status	Readi...	Writing...	Written(%)
		ANDON	192.16...		Error	18	0	0
	P3_CAULKII	CAULKING	192.16...		Error	0	0	0
	PACKING				Error	18	0	0
		PACKING_2W_L1	192.16...		Error	12	0	0
		PACKING_2W_L2_A	192.16...		Error	6	0	0
	PAINTING_J				Error	0	0	0
		PAINTING_JPN	192.16...		Error	0	0	0

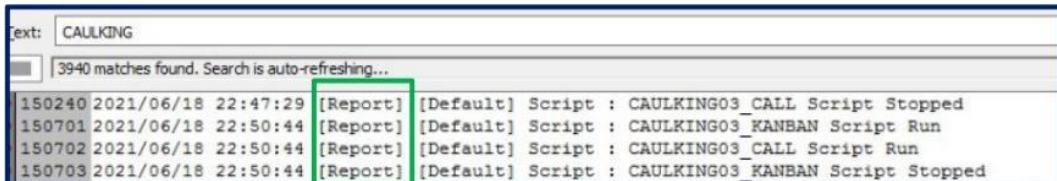
Gambar 5. 42 Status eror koneksi PLC pada SCADA CIMON



Node	Device	Station	Number	Desc.	Status	R...
	P3_CAULKING	CAULKING	192.168.56.98		Normal	25
	PACKING				Normal	25
		PACKING_2W_L1	192.168.52.253		Normal	14
		PACKING_2W_L2_A	192.168.52.251		Normal	10
	PAINTING_JPN				Normal	35
		PAINTING_JPN	192.168.56.102		Normal	33

Gambar 5. 41 Status normal koneksi PLC pada SCADA CIMON

Ketentuan 5 dapat diuji dengan cara melihat log SCADA CIMON setelah *query* dijalankan. Terdapat status yang akan bertuliskan 'Report' apabila *query* berhasil dijalankan dan 'Warning' apabila *query* tidak terkirim. Berikut merupakan log yang menandakan server SCADA dapat terhubung dengan basis data.



```

Text: CAULKING
3940 matches found. Search is auto-refreshing...
150240 2021/06/18 22:47:29 [Report] [Default] Script : CAULKING03_CALL Script Stopped
150701 2021/06/18 22:50:44 [Report] [Default] Script : CAULKING03_KANBAN Script Run
150702 2021/06/18 22:50:44 [Report] [Default] Script : CAULKING03_CALL Script Run
150703 2021/06/18 22:50:44 [Report] [Default] Script : CAULKING03_KANBAN Script Stopped

```

Gambar 5. 43 Status normal pada log SCADA CIMON dengan *database*.

5.2.2 Pengujian Program

Pengujian program dilakukan untuk memastikan program PLC dan SCADA dapat berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara memonitor jalanya data pada aplikasi perangkat. Berikut merupakan tabel ketentuan dan pengujian program yang telah dilakukan.

Tabel 5. 2 Pengujian program

No.	Ketentuan	Hasil
		OK
1	PLC dapat membaca hasil pindai Scanner Zebra DS9308	√
2	Program PLC dapat menyortir program sesuai panjang yang ditentukan yaitu lebih dari empat karakter	√
3	Program dapat mengirim data ke SCADA CIMON	√
4	Program PLC dapat membuka dan menutup gerbang <i>chutter</i> .	√
5	Program dapat SCADA dapat mengirim data ke <i>database</i> .	√

Pengujian pembacaan data hasil pindai dapat dilakukan dengan cara melihat memori PLC pada alamat D330 seperti yang penulis rencanakan pada bab 4.1.3. Berikut merupakan gambar memori pada alamat tersebut.

D330	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	10
D331	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	45
D332	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	00
D333	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	00
D334	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	05
D335	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1.

Gambar 5. 44 Data memori hasil scan.

Indikasi masuknya program PLC ke SCADA CIMON ialah dengan berubahnya Tag sesuai dengan data dari PLC. Berikut merupakan contoh perubahan Tag pada CIMON SCADA.

Name	Description	Value	Stat	Name	Description	Value	Stat
UNBALANCE	UNBALANCE	0		UNBALANCE	UNBALANCE	0	
UNBALANCE_DANDORI		0		UNBALANCE_DANDORI		0	
RESET		0		RESET		0	
SELENOID_STOPPER	SELENOID GATE	0		SELENOID_STOPPER	SELENOID GATE	0	
COUNTER	SELENOID GATE	0		COUNTER	SELENOID GATE	0	
ACCESS_DATA2	VALUE AKSES GA...	0		ACCESS_DATA2	VALUE AKSES GA...	0	
ACCESS_DATA1	VALUE AKSES GA...	0		ACCESS_DATA1	VALUE AKSES GA...	1	
KABAN_NUMBER	1=kanban1, 2 = k...	1		KABAN_NUMBER	1=kanban1, 2 = k...	2	
TYPE2	TYPE 2			TYPE2	TYPE 2		
TYPE1	TYPE 1			TYPE1	TYPE 1	51-C5402-57400-A	
OPERATOR_ID				OPERATOR_ID			
LINE_ID	CAULKING_03			LINE_ID	CAULKING_03		
ITEM_NUMBER_2	KANBAN KEDUA			ITEM_NUMBER_2	KANBAN KEDUA		
ITEM_NUMBER_1	KANBAN PERTA...			ITEM_NUMBER_1	KANBAN PERTA...	10470000034	
ITEM_NUMBER	DARI BARCODE P...			ITEM_NUMBER	DARI BARCODE P...	10470000034	

Gambar 5. 45 Perubahan nilai Tag CIMON SCADA

5.2.3 Pengujian Penyimpanan Data ke Database

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah sistem yang telah dibuat dan dijalankan dapat menyimpan data ke dalam *database* atau tidak. Pengujian dilakukan dengan cara melihat tabel *database* ketika sistem telah dijalankan. Berikut beberapa ketentuan dan hasil pengujian penyimpanan data ke *database* sesuai dengan tabel yang telah direncanakan pada bab 4.1.4.

Tabel 5. 3 Pengujian penyimpanan data ke database.

No.	Ketentuan	Hasil
		OK
1	Dapat menyimpan semua transaksi pemindaian <i>kanban</i> pada tabel PT_kanban_transaction	√
2	Dapat menyimpan status sistem pada tabel PT_act_status	√
3	Dapat menyimpan data hasil produksi pada tabel PT_act_transaction	√

Berikut merupakan gambar *database* hasil dari penyimpanan data pada ketiga tabel tersebut.

id	line_id	last_update	last_update2	unique_code1	unique_code2	part_nbr1	part_nbr2	type1	type2	snp
8	CAULKING_01	2021-06-28 15:0...	2021-06-28 15:1...	104200000034	104200000015	51-A5449-16560	51-A5449-16560	CAULKING, D30...	CAULKING, D30...	12
9	CAULKING_03	2021-06-28 15:5...	2021-06-28 15:2...	104900000027	104800000037	P1-50257-67400...	51-C6004-5740...	CAULKING, 650...	CAULKING, 640...	10
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Gambar 5. 46 Hasil penyimpanan status sistem di tabel PT_act_status

id	line_id	prod_date	kanban_no	unique_code	part_nbr	type	part_nbr_access
505208	CAULKING_01	2021-06-28 16:1...	2	10440000013	51-A5452-16560	CAULKING, Y4L...	True
505198	CAULKING_01	2021-06-28 16:0...	1	10440000019	51-A5452-16560	CAULKING, Y4L...	True
505194	CAULKING_01	2021-06-28 16:0...	2	10420000015	51-A5449-16560	CAULKING, D30...	True
505192	CAULKING_01	2021-06-28 16:0...	1	10420000026	51-A5449-16560	CAULKING, D30...	True
505182	CAULKING_03	2021-06-28 16:0...	1		NULL	NULL	False
505180	CAULKING_03	2021-06-28 16:0...	2	10490000003	P1-50257-67400...	CAULKING, 650...	True
505170	CAULKING_03	2021-06-28 15:5...	1	10490000027	P1-50257-67400...	CAULKING, 650...	True
505146	CAULKING_03	2021-06-28 15:2...	2	10480000037	51-C6004-5740...	CAULKING, 640...	True
505143	CAULKING_03	2021-06-28 15:2...	1	10480000006	51-C6004-5740...	CAULKING, 640...	True
505118	CAULKING_03	2021-06-28 15:1...	2	10480000013	51-C6004-5740...	CAULKING, 640...	True
505115	CAULKING_01	2021-06-28 15:1...	2	10420000015	51-A5449-16560	CAULKING, D30...	True

Gambar 5. 48 Hasil penyimpanan transaksi kanban pada tabel PT_kanban_transaction

id	line_id	prod_date	unique_code	part_nbr	type	snp	pullinq_date	op_id	kanban_status
421029	CAULKING_01	2021-06-28 16:1...	10440000019	51-A5452-16560	CAULKING, Y4L...	10	NULL	NULL	True
421030	CAULKING_01	2021-06-28 16:1...	10440000013	51-A5452-16560	CAULKING, Y4L...	10	NULL	NULL	True
421017	CAULKING_01	2021-06-28 16:0...	10420000026	51-A5449-16560	CAULKING, D30...	12	NULL	NULL	True
421018	CAULKING_01	2021-06-28 16:0...	10420000015	51-A5449-16560	CAULKING, D30...	12	NULL	NULL	True
421005	CAULKING_03	2021-06-28 16:0...	10490000027	P1-50257-67400...	CAULKING, 650...	10	NULL	NULL	True
421006	CAULKING_03	2021-06-28 16:0...	10490000003	P1-50257-67400...	CAULKING, 650...	10	NULL	NULL	True
420977	CAULKING_03	2021-06-28 15:2...	10480000006	51-C6004-5740...	CAULKING, 640...	10	NULL	NULL	True
420978	CAULKING_03	2021-06-28 15:2...	10480000037	51-C6004-5740...	CAULKING, 640...	10	NULL	NULL	True
420955	CAULKING_03	2021-06-28 15:1...	10480000041	51-C6004-5740...	CAULKING, 640...	10	NULL	NULL	True
420956	CAULKING_03	2021-06-28 15:1...	10480000013	51-C6004-5740...	CAULKING, 640...	10	NULL	NULL	True
420951	CAULKING_01	2021-06-28 15:1...	10420000034	51-A5449-16560	CAULKING, D30...	12	NULL	NULL	True

Gambar 5. 47 Hasil penyimpanan hasil produksi pada tabel PT_act_transaction

5.2.4 Pengujian Efisiensi Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah sistem yang telah dibuat dan dijalankan dapat meningkatkan efisiensi pengumpulan data produksi mesin caulking. Pengujian dilakukan dengan cara menghitung siklus proses pemindaian oleh operator dan dibandingkan dengan metode penulisan manual oleh operator. Berikut tabel hasil perhitungan siklus pemindaian.

Tabel 5. 4 Pengujian siklus kerja sistem

No.	Proses	Waktu	Keterangan
		(Detik)	
1	Pemindaian kanban pertama	2	Operator
2	Pemindaian kanban kedua	2	Operator
3	Membuka gerbang gerbang chutter	3	Operator
4	Akses data 1	4	Program
5	Akses data 2	4	Program

6	Menyimpan data satu dan dua kedalam database PT_act_transaction	5	Program
---	---	---	---------

Sementara itu, waktu penulisan laporan secara manual oleh operator yaitu 8 kali. Setiap kali menulis laporan atau *check sheet* membutuhkan waktu 5 menit. Maka diperoleh waktu penulisan laporan sebagai berikut.

$$\text{Waktu penulisan laporan} = 8 \times 5 = 40 \text{ menit} \times 2 \text{ shift}$$

$$= 40 \text{ menit} \times 2$$

$$= 80 \text{ menit}$$

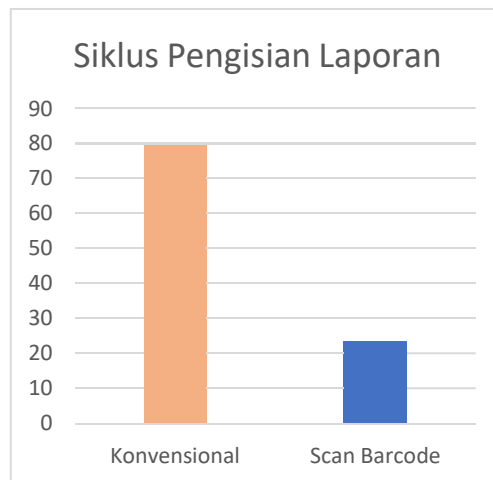
Dari penjelasan di atas didapat penurunan waktu kerja operator mesin caulking dalam melakukan perekapan data. Metode konvensional membutuhkan waktu perekapan data selama 80 menit setiap hari. Berbeda dengan metode pemindaian *kanban* operator hanya membutuhkan waktu 7 detik setiap transaksi, di mana transaksi rata-rata dua *shift* kerja adalah 200 transaksi. Maka dengan metode pemindaian *kanban* operator membutuhkan waktu 23,4 menit saja.

5.3 Analisis Hasil

Setelah dilakukan pengujian, didapat kesimpulan bahwa sistem yang telah dibuat telah memenuhi kriteria sistem seperti yang telah dijelaskan pada bab 4.1.1. berikut merupakan hasil yang telah didapat penulis.

1. Dapat merekam *kanban* dengan *barcode* maupun kode QR .
2. Dapat menyortir data *kanban* yang tidak sesuai dengan panjang standar kode.
3. Dapat menyimpan data kedalam database SQL Server.
4. Proses perekapan data manual diganti dengan metode pindai *kanban* oleh operator.
5. Proses pindai *kanban* dapat mengurangi siklus kerja operator dalam menulis laporan, dari 80 menit menjadi 23,4 menit hal ini juga meningkatkan produktivitas dari 200 buah produk per jam menjadi 210 buah per jam.

Pengurangan siklus kerja pengisian laporan dan peningkatan produktivitas dapat dilihat pada grafik berikut ini.

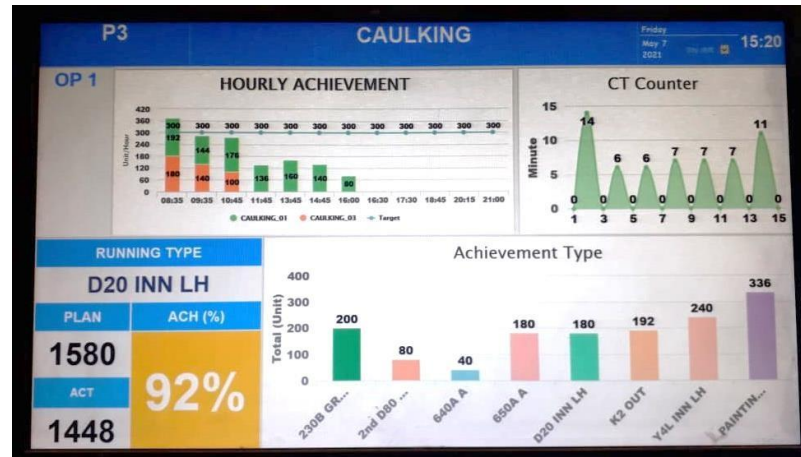


Gambar 5. 49 Grafik efisiensi siklus pengisian laporan

Pada grafik di atas dapat dilihat adanya efisiensi waktu operator dalam merekap hasil produksi dengan detail perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Saving Lead Time} &= \frac{\text{Selisih Lead Time}}{\text{Lead Time Awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{80 - 23.4}{80} \times 100\% \\
 &= \frac{56.6}{80} \times 100\% \\
 &= 0.7075 \times 100\% \\
 &= 70.75\%
 \end{aligned}$$

Penerapan sistem digital ini selain meningkatkan efisiensi penulisan laporan, juga berdampak pada peningkatan produktivitas operator. Rata-rata produksi meningkat dari yang awalnya 200 buah per jam menjadi 210 buah per jam. Selain itu perekapan data laporan oleh mandor maupun ketua grup juga dihilangkan, sebab dengan metode pemindaian *kanban* data hasil produksi akan langsung dikumpulkan di dalam basis data.



Gambar 5. 50 Tampilan monitor informasi pencapaian produksi mesin caulking
Data yang sudah dikumpulkan di dalam basis data dapat diubah menjadi sebuah informasi untuk memonitor produksi.

5.3.1 Net Quality Income

NQI (*Net Quality Income*) merupakan keuntungan bersih perusahaan dari sebuah pengembangan atau *improvement*. Rumus untuk menghitung NQI adalah :

$$\text{NQI} = \text{Keuntungan} - \text{Biaya perbaikan}$$

Hasil NQI dapat menunjukkan seberapa besar efek dan keuntungan dari sebuah *improvement*. Berikut merupakan rincian biaya pembuatan *achievement counter* pada mesin Caulking.

1. Biaya Pembuatan

Berikut merupakan rincian harga alat yang digunakan untuk membuat *achievement counter* pada mesin caulking.

Tabel 5. 5 Perincian harga perangkat

No	Perangkat	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	Mitsubishi MELSEC-Q Series Q03UDE CPU	1 pcs	Rp 6.500.000,00	Rp 6.500.000,00
2	Mitsubishi Q35db Base Plate	1 pcs	Rp 2.000.000,00	Rp 2.000.000,00

3	Mitsubishi Q62P Power Supply	1 pcs	Rp1.500.000,00	Rp1.500.000,00
4	Module Serial Communication QJ71C24N-R2	1 pcs	Rp2.500.000,00	Rp2.500.000,00
5	CC-Link Master QJ61BT11N	1 pcs	Rp 2.000.000,00	Rp 2.000.000,00
6	Remote Input AJ65SBTB1-8D	1 pcs	Rp1.500.000,00	Rp1.500.000,00
7	Remote Output AJ65SBTB2N-8R	1 pcs	Rp1.600.000,00	Rp1.600.000,00
8	Power Supply Keyence MS2-H50 2.1A	1 pcs	Rp1.850.000,00	Rp1.850.000,00
9	Zebra Scanner DS9308	1 pcs	Rp2.500.000,00	Rp2.500.000,00
10	Sensor Optik PZ- 31P Keyence	2 pcs	Rp1.850.000,00	Rp3.700.000,00
11	Solenoid SMC SYS 40-5LZD-02	2 pcs	Rp1.200.000,00	Rp1.200.000,00
12	Pengkabelan	1 pcs	Rp 300.000,00	Rp 300.000,00
Total :				Rp 25.300.000,00

Berikut merupakan biaya jasa pembuatan sistem *achievement counter* mesin caulking.

Tabel 5. 6 Perincian harga jasa pembuatan.

No	Investasi	Harga	Keterangan
1	<i>Engineering fee</i> dan biaya <i>man power</i>	Rp 1000.0000,00	Didapat dari gaji mahasiswa magang : Rp 2.000.000,00 per bulan dengan waktu pengerjaan 2 bulan
Total :		Rp 2.000.000,00	

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa biaya keseluruhan pembuatan sistem achievement counter pada mesin caulking yang didapat dari harga material dan harga jasa adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Total biaya perbaikan} &= \text{harga material pembuatan} + \text{harga jasa pembuatan} \\ &= \text{Rp } 25.300.000,00 + \text{Rp } 1.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 28.300.000,00 \end{aligned}$$

2. *Cost Reduction* dan *Benefit*

Setelah dibuat penerapan sistem ini terjadi penghematan biaya *man hours* 54,7 menit setiap harinya, produksi juga meningkat dari 200 pcs per jam menjadi 210 pcs per jam. Hal ini membuat terjadinya *cost reduction* dan *benefit*, yang akan dirincikan seperti di bawah ini :

$$\text{Cost reduction penurunan man hours per tahun} = \text{Rp } 24.615.000,00$$

$$\text{Cost reduction peningkatan produksi per tahun} = \text{Rp } 420.000.000,00$$

Dari perhitungan di atas, maka nilai NQI (*Net Quality Income*) yang didapat adalah:

$$\begin{aligned} \text{NQI} &= \text{Total Keuntungan} - \text{Total biaya pembuatan sistem} \\ &= \text{Rp } 24.615.000,00 + \text{Rp } 420.000.000,00 - \text{Rp } 26.300.000,00 \\ &= \text{Rp } 418.315.000 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Dari pengerjaan yang telah dicapai penulis dalam pembuatan *achievement counter* pada Mesin Caulking berbasis SCADA CIMON di Perusahaan Manufaktur menghasilkan beberapa simpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Sistem digitalisasi laporan produksi pada proses Caulking dilakukan dengan metode pindai *barcode* maupun QR Code pada *kanban* yang dilakukan oleh operator setiap menyelesaikan dua *polybox* produk. Data hasil pindai tersebut masuk ke dalam basis data SQL Server. Sistem ini juga menghemat waktu perekapan data sebesar 70,75% dan meningkatkan produktivitas sebesar 5%.
2. Pemrograman PLC dimulai dengan merencanakan alamat masukan dan keluaran dan mempertimbangkan alamat memori yang akan digunakan di dalam SCADA. Setelah itu dilakukan pemrograman dengan Bahasa Ladder dengan aplikasi GXWorks2.
3. Pembuatan basis data dibuat dengan menentukan tabel, kolom, dan tipe data yang akan digunakan. Pembuatan basis data dilakukan dengan aplikasi Microsoft SQL Server Management Studio.
4. Program SCADA dibuat dengan cara menentukan terlebih dahulu alamat memori yang berkaitan dengan PLC, kemudian diawali dengan pembuatan data *Tag*, program *Script*, dan *Query* untuk menyimpan data ke dalam basis data.

6.2 Saran

Berikut ini merupakan saran dari penulis sebagai bentuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini :

1. Menambahkan indikator lampu status *kanban* 1 dan 2 serta status gerbang *chutter* siap dibuka.
2. Menambahkan *interlock* pada Mesin Caulking sebagai antisipasi produksi tidak sesuai perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andaru, A. (2018). Pengertian Database Secara Umum. Lampung: Fakultas Komputer UMITRA.
- Bailey, D., & Wright, E. (2003). Practical SCADA for Industry. Burlington: Newnes.
- Bolton, W. (2015). Programmable Logic Controllers 6th Edition. Washington: Newnes.
- Boyer, Stuart A. (2010). SCADA Supervisory Control and Data Acquisition. USA: ISA - International Society of Automation.
- Daneels, A., & W.Salter. (1999). WHAT IS SCADA? International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, 339.
- OPC Foundation. (2021). What is OPC? Diakses dari OPC Foundation: <https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/> diakses 28 Mei.
- Yulianti, L., Prahasti, & Sari, V. N. (2020). Aplikasi Sarana Prasarana Pendidikan Pada SMKN 4 Kota Bengkulu Menggunakan Pemrograman Visual Basic. Bengkulu: Jurnal Media Infotama.