

SCADA Sistem Pengisian dan Pengepakan Kemasan *Multigrain Rice* Berisi 2-3 Macam Biji-bijian

Theresia Prima Ari Setiyani*¹, Adrian Kristoforus², Yashinta Maretyana³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia

e-mail: *¹ariprima@usd.ac.id, ²adriankristoforus7517@gmail.com,

³maretyana@student.usd.ac.id

Abstrak

Proses pengepakan produk makanan secara manual memunculkan banyak permasalahan antara lain inefisiensi, kualitas kebersihan yang tidak terjamin, lamban dalam proses mengubah komposisi sesuai permintaan pasar, pengawasan dan perubahan komposisi sulit dilakukan secara jarak jauh secara realtime. Penelitian ini membangun SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) untuk pengisian dan pengepakan kemasan Multi grain rice berisi 2-3 macam biji-bijian.

Pengguna menentukan komposisi bijian yang akan diisikan dalam kemasan melalui HMI (Human Machine Interface). Konveyor bergerak membawa kantung kemasan dan berhenti di setiap wadah bijian. Rotary vane feeder wadah akan berputar sehingga kantung kemasan akan terisi bijian sesuai komposisi kemudian direkatkan. HMI menampilkan animasi kondisi aktual komponen sistem. Posisi kantung kemasan dideteksi dengan 3 pasang sensor foto. Pengendalian aktuator menggunakan PLC M221 Schneider yang memiliki port ethernet. Sistem komunikasi antara piranti I/O dengan PLC menggunakan kabel, sedangkan komunikasi antara PLC dengan HMI melalui jaringan internet.

Sistem mampu melakukan pengisian material sesuai dengan komposisi yang diinginkan dan melakukan penyegelan kemasan serta pengepakan sesuai dengan jumlah kemasan yang diinginkan. HMI memberi masukan komposisi pada sistem, menampilkan animasi dengan benar, dan memunculkan alarm saat material pada bak hampir habis serta mampu mencatat produksi sebagai laporan harian.

Kata kunci— SCADA, pengepakan, biji-bijian, PLC M221, internet

Abstract

The process of packing food products manually raises many problems, including inefficiency, quality of hygiene, changing the composition according to market demand, and monitoring, that are difficult to do remotely in real-time. This research builds SCADA for filling and packing Multi-grain rice packages containing 2-3 kinds of grains.

The composition of the grain be filled in the package through the HMI. The conveyor moves to carry the packing bags and stops at each grain container. The rotary vane feeder of the container will rotate so that the packaging bag will be filled with grains and then glued together. The position of the packaging bag is detected by 3 pairs of photosensors. The actuator control uses a Schneider M221 PLC via ethernet port. The communication system between the I/O devices and the PLC uses a cable, while the communication between the PLC and the HMI is via the internet network.

The system is capable of filling the material according to the desired composition, sealing, and packing to the number of packages. HMI feeds composition input to the system, displays animations correctly, raises an alarm when the material in the tub is running low, and record production as a daily report.

Keywords—SCADA, packing, seeds, PLC M221, internet

1. PENDAHULUAN

Beras adalah makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia. Namun hasil penelitian Sun dkk. Menunjukkan bahwa semakin banyak seseorang mengkonsumsi beras semakin tinggi resiko mengidap diabetes tipe 2[1]. Di sisi lain penelitian Sanjay dkk. menyimpulkan bahwa diet multigrain berefek positif terhadap menurunnya kadar gula darah penyebab diabetes[2]. Oleh karena itu banyak orang yang mulai beralih dari beras putih ke beras merah atau mencampur berbagai macam beras dengan polong-polongan, biji-bijian, kacang-kacangan, gandum-gandum atau disebut *multi grain rice*. *Multi grain rice* tersebut bisa bervariasi, mulai dari hanya beras putih dan kacang polong; gabungan beras coklat, kacang polong, kacang merah, kacang kedelai hitam, jali, beras ketan hitam, jelai (barley), dan sorghum; atau ditambah dengan beras putih, beras merah, beras hitam, kacang hijau, beras ketan, jagung, wijen, dan millet.

Beberapa pelaku industri kecil dan menengah telah mulai menangkap peluang untuk membuat *multi grain rice* dalam kemasan dengan beberapa variasi komposisi biji-bijian. Permasalahannya adalah selama ini pengepakan produk kemasan *multi grain rice* masih dilakukan secara manual sehingga terjadi inefisiensi, kualitas kebersihan yang tidak terjamin, lamban dalam proses mengubah komposisi sesuai permintaan pasar, tidak bisa dilakukan pengawasan dan pengubahan komposisi secara jarak jauh dan jumlah produksi tidak bisa diketahui secara *realtime*. Dengan demikian otomasi pada sistem pengisian dan pengepakan produk *multi grain rice* merupakan hal yang sangat dibutuhkan. Apalagi di era industri 4.0 yang membawa peluang luar biasa menuju terwujudnya negara yang berdaya saing tinggi. Untuk mewujudkan potensi pertumbuhan ini, industri pengepakan produk *multi grain rice* harus dapat memanfaatkan teknologi otomasi yang terkoneksi dengan jaringan internet yang sudah tersedia sampai ke pelosok desa di era industri 4.0. Otomasi tersebut berguna untuk menghasilkan produk *multi grain rice* yang terjamin ketepatan komposisi bahannya, lebih awet, kualitas kebersihannya meningkat dan lebih efisien. [3]

Otomasi mekanis di bidang pengemasan makanan dari empat aspek: bentuk kontrol otomatis mesin pengemas makanan, pengontrol otomatis mesin pengemas makanan, penerapan teknologi penggerak dan sensor, dan penerapan teknologi identifikasi otomatis. Untuk lebih meningkatkan tingkat teknologi otomasi mesin pengemasan makanan dan memberikan efisiensi pengemasan makanan yang lebih baik, pengenalan sistem pemantauan yang lengkap adalah baik untuk mencapai pengawasan yang efektif terhadap pengoperasian berbagai mesin pengemasan dan peralatan akhir menggunakan teknologi cerdas sehingga beberapa tautan perantara dapat disimpan dan efisiensi kerja ditingkatkan [4][5].

SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) merupakan sistem otomasi yang dapat melakukan pengawasan, pengendalian dan akuisisi data terhadap sebuah *plant*. Akuisisi data merupakan pengambilan sinyal elektrik (data) dari transduser (sensor) dan peralatan pengukuran ke prosesor untuk diproses sehingga menghasilkan aksi sesuai program yang diinginkan. SCADA banyak diaplikasikan untuk industri yang menerapkan konsep otomasi dan pengontrol jarak jauh yang dapat di akses secara *Real-Time*. Dengan SCADA operator/pengguna dapat memantau dan mengontrol suatu alat industri dari jarak jauh menggunakan software dan transfer data secara *Real-Time*. [6][7]

SCADA terdiri dari Sensor dan aktuator yang berada di lapangan (*Field Devices*), RTU (*Remote Terminal Unit*) atau PLC (*Programable Logic Controller*), Sistem Komunikasi, MTU (*Master Terminal Unit*) dan HMI (*Human Machine Interface*). Penggunaan PLC sebagai RTU memiliki beberapa kelebihan dibanding sistem kontrol konvensional yaitu sistem pengkabelan lebih sederhana, pemrograman ulang relatif cepat, adanya *record* data dan *interface* yang memudahkan pengguna, pengecekan kerusakan sistem mudah dilakukan, biaya yang lebih murah.[8]

Pertumbuhan Internet of Things (IoT) dalam industri makanan menawarkan banyak perubahan paradigma baru, terutama terkait manajemen otomatisasi peralatan dan pengawasan proses produksi. IoT memungkinkan sistem menjadi terpusat dalam mengontrol, mengelola big data, dan memonitor semua proses produksi dari jarak jauh. Kondisi ini menjawab kebutuhan

perusahaan untuk memantau perkembangannya secara real time melalui internet. Di era teknologi IoT, data SCADA dapat disalurkan melalui jaringan Ethernet atau TCP / IP, sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh [9] [10]

Penelitian SCADA untuk industri manufaktur telah banyak dilakukan. Simanjuntak [11] membuat SCADA untuk sistem pengisian botol dengan kapsul berbasis PLC. HMI untuk monitoring system dilakukan oleh monitor laptop melalui komunikasi *ethernet*. Botol kapsul diletakkan di atas *rotary table* yang digerakkan motor DC. Hasil menunjukkan bahwa system mampu melakukan pendeteksian dan pengisian botol dengan ketepatan jumlah kapsul 90% dan system dapat ditampilkan dengan animasi secara *riil time*. Prasanna dkk [12] membuat SCADA untuk otomatisasi pengisian cairan ke dalam botol beserta penutupannya menggunakan PLC dan IoT. Sistem ini mampu mengurangi konsumsi energi, biaya operasi dan perawatan serta mengurangi cairan yg tumpah.

Subyarti, dkk mengembangkan Prototipe Sistem Pengisian Butir (*Granule*) Menggunakan Sensor Berat Berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*)[13]. Sistem tersebut telah berhasil melakukan pengisian sesuai dengan *set point* yang ditentukan, namun proses kerja dari penelitian tersebut belum menggunakan animasi *real time* untuk proses monitoring serta pengisian hanya untuk butiran sejenis dan belum terdapat pilihan dari campuran jenis butir. Penelitian tersebut juga belum memiliki fitur untuk memasukkan jumlah produk yang diinginkan dan pengaturan jumlah komposisi bahan *multi grain rice* yang akan dicampur. HMI pada penelitian tersebut belum bisa melihat proses produksi secara *real-time*.

Berdasarkan latar belakang tersebut telah diteliti tentang bagaimana membuat sistem SCADA untuk prototipe sistem pengisian dan pengepakan kemasan *Multigrain* berisi 2-3 macam biji-bijian. Sistem ini dirancang agar dapat melakukan pengawasan atau monitoring, pengendalian dan akuisisi data terhadap piranti input output (I/O) sistem tersebut yang meliputi sensor posisi kantung kemasan, sensor masih tidaknya bijian dalam wadah, sensor posisi box kardus, motor penggerak konveyor pembawa kantung kemasan dan konveyor pembawa box kardus, penggerak *rotary vane feeder* – semacam sendok takar – untuk pengisi bijian, dan beberapa lampu indikator yang diperlukan. Sistem dilengkapi dengan HMI untuk memantau plant melalui internet secara *real time* berupa animasi informasi kondisi I/O, fitur bagi *user* untuk memberikan input berupa jenis komposisi *multi grain rice* yang akan dicampur serta jumlah produk kemasan. Campuran komposisi terdiri dari 3 bahan, yaitu kedelai, jagung pecah, dan kacang hijau. Sistem dilengkapi dengan HMI agar *user* mampu melakukan penentuan komposisi dan pengemasan produk, melakukan pengawasan secara *real time* proses kerja sistem, melihat jumlah produk serta mengawasi kondisi piranti-piranti sensor dan aktuator di lapangan secara *real time* menggunakan komunikasi berbasis internet.

Manfaat dari penelitian ini adalah (1) Membantu implementasi ke mesin yang digunakan oleh masyarakat/industri menengah. Dengan adanya prototipe ini, maka akan lebih mudah diimplementasikan ke mesin yang digunakan oleh masyarakat atau industri menengah. SCADA akan memungkinkan pengendalian dan pemantauan sistem secara efisien, sehingga memudahkan penggunaan dan pengoperasian mesin-mesin tersebut. (2) Meningkatkan produktivitas. Dengan adanya prototipe ini, proses pengisian dan pengepakan makanan dapat dilakukan secara lebih cepat dan efektif. Hal ini akan meningkatkan produktivitas di dalam proses produksi, karena dapat mengurangi waktu yang diperlukan untuk pengisian dan pengepakan produk. (3) Mengurangi biaya pengepakan produk. Dengan adanya prototipe ini maka akan mengurangi biaya pengepakan produk *multi grain rice*. Penggunaan SCADA memungkinkan pemantauan yang lebih baik terhadap jumlah dan kualitas biji-bijian yang diisi ke dalam kemasan, sehingga mengurangi risiko kesalahan atau kebocoran yang dapat menyebabkan kerugian finansial. Selain itu, penggunaan SCADA juga dapat mengoptimalkan penggunaan bahan kemasan dan mengurangi limbah, yang pada akhirnya dapat mengurangi biaya produksi secara keseluruhan.

Dengan demikian, penelitian ini memiliki manfaat yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan mengurangi biaya dalam proses pengisian dan pengepakan kemasan *multi grain rice*. Ini akan membantu industri yang bergerak di bidang pengisian dan pengepakan makanan secara umum, terutama dalam hal produksi *multi grain rice*.

2. METODE PENELITIAN

Sistem SCADA untuk pengisian dan pengepakan kemasan *multigrain rice* berbasis PLC mempunyai proses kerja berupa pengisian bahan biji-bijian, penyegelan (*clamping*) kemasan, dan pengepakan (*packing*) ke dalam kardus.

Proses pengisian berupa pengisian biji-bijian dari tiga bak/wadah (A, B dan C) ke dalam kantong kemasan kosong yang telah diletakkan secara berderet pada konveyor. Masing-masing bak pada bagian bawahnya dilengkapi dengan *rotary vane feeder* yang dapat diputar untuk mengisi kemasan. Kemasan kosong diangkut oleh konveyor menuju masing-masing bak bijian. Saat kemasan berada di bawah setiap bak konveyor akan berhenti dan kemasan akan diisi bijian sesuai komposisi yang telah ditentukan pengguna.

Jika kemasan telah terisi dengan 2-3 macam bijian maka dilakukan proses penyegelan kemasan (*clamping*). Proses *clamping* juga menggunakan motor sebagai penggerak untuk melakukan pelekatan kemasan.

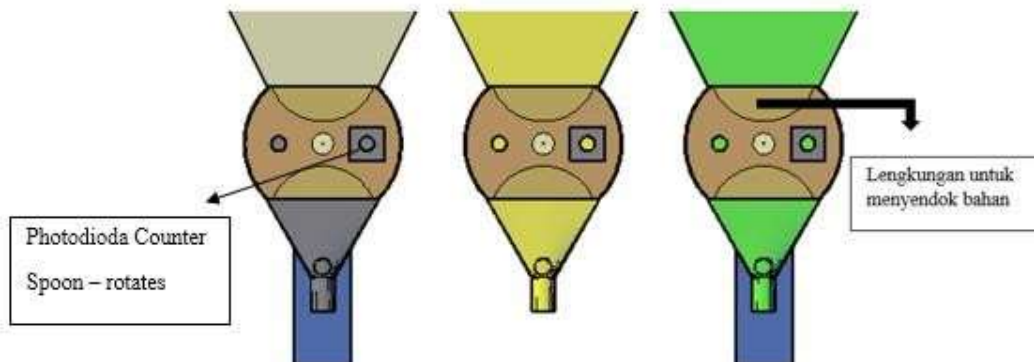
Kemasan yang telah di-*clamp* akan masuk ke dalam kardus yang berada di konveyor kedua dan dihitung jumlahnya. Jika jumlah kemasan dalam kardus telah sesuai dengan yang diinginkan *user*, maka konveyor kedua akan bergerak sehingga kardus kosong siap diisi hasil produk berikutnya. Proses selanjutnya akan berulang dengan komposisi bahan dan jumlah kemasan yang diproduksi dapat berubah dengan ketentuan pilihan melalui HMI.

Berdasarkan proses kerja yang diinginkan tersebut, maka metode penelitian yang akan digunakan adalah: (1) Mekanisme penentuan berat bahan bijian penyusun *multi grain* dan jenis produk *multi grain*. (2). Perancangan sistem. (3). Perancangan prototype sistem pengisian dan pengepakan kemasan. (4) Pembuatan program untuk controller dan tampilan HMI. (5).

2.1. Mekanisme penentuan berat bahan bijian penyusun *multigrain* dan jenis produk *multi grain*

Penentuan berat pada bahan yang akan masuk kapasitasnya sudah ditentukan. Kemasan plastic yang digunakan berukuran 14 cm × 22 cm yang mampu menampung bijian sekitar 300 gram. Sistem untuk mekanisme pengisian dibuat seperti pada Gambar 1 yang dinamai *rotary vane feeder* sebagai *spoon rotates*, semacam sendok takar berbentuk lingkaran. Lingkaran pada sisi atas dan bawah dilubangi untuk menyendok bahan dari bak dan menuang bahan ke dalam kemasan. Lengkungan yang akan menyendok bahan memiliki ukuran diameter 5 cm dengan lebar 3,5 cm. Satu sendok pada bak A setara dengan 51 gram kedelai, 1 sendok pada bak B setara dengan 47 gram jagung dan 1 sendok pada bak C setara dengan 50 gram kacang hijau.

Setiap *rotary vane feeder* akan diputar oleh sebuah motor DC. Untuk menghitung jumlah putaran *rotary vane feeder* digunakan Photodiode



Gambar 1 Rotary vane feeder sebagai Spoon rotates

Berdasarkan kapasitas penyendokan bahan *multigrain* dan ukuran plastic kemasan, maka ditentukan jenis produk *multigrain* seperti Tabel 1.

Tabel 1 Jenis Produk Multi Grain

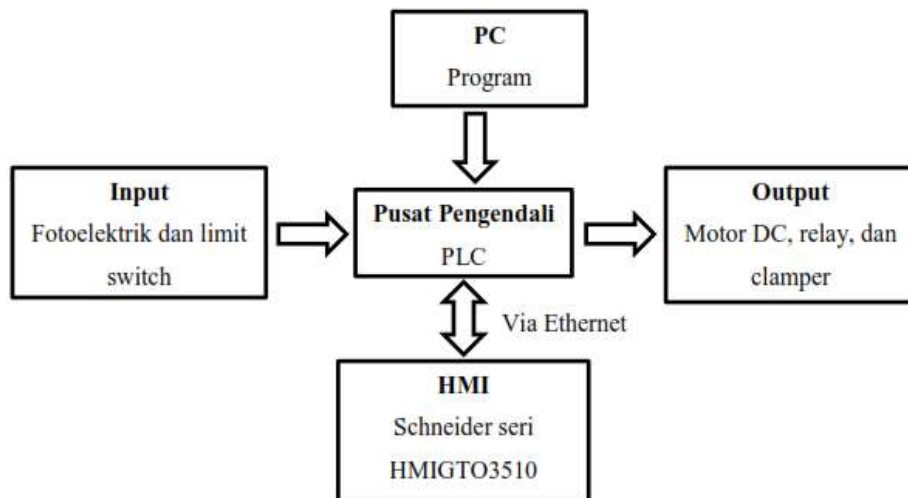
No	Nama Produk	Komposisi (sendok)		
		Jagung	Kacang Hijau	Kedelai
1	Multi Grain Yellow	3	1	1
2	Multi Grain Original	2	2	1
3	Multi Grain Mix	Kelipatan 1	Kelipatan 1	Kelipatan 1

Pilihan 3 – Produk Multi Grain Mix memungkinkan pengguna untuk menentukan komposisi lain selain 2 produk yang telah tersedia dengan batasan berat maksimal adalah 300 gram. Dengan komposisi demikian maka berat *multigrain* yang akan masuk ke dalam sebuah kemasan berkapasitas antara 150 gram sampai dengan 300 gram.

2.2. Perancangan Sistem

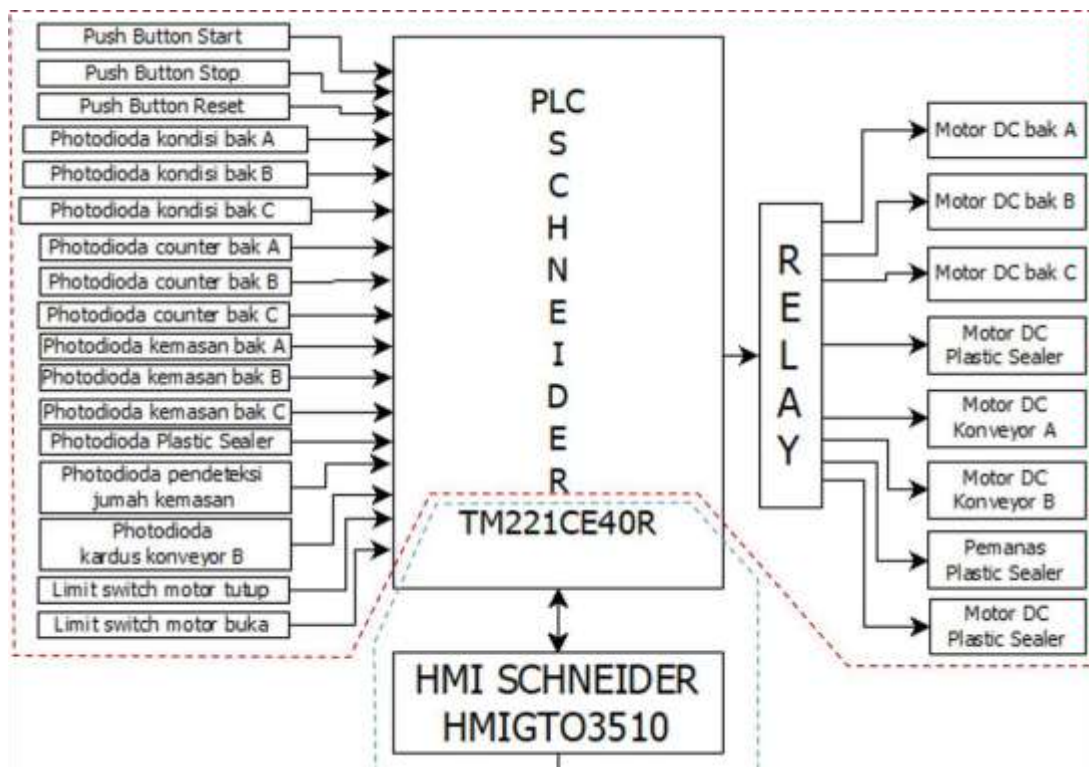
Sistem terdiri dari 5 bagian yaitu : PC (*Personal Computer*), bagian input, output, pusat kendali, dan HMI seperti terlihat pada diagram blok Gambar 2. Diagram blok detail dapat dilihat pada Gambar 3. Bagian input terdiri dari Photodiode, tombol *push button* untuk **Start – Stop** dan limit switch. Photodiode digunakan untuk mensensing kosong tidaknya bijian dalam bak, mensensing posisi kemasan – apakah sedang berada di bawah bak A, B, C atau *plastic sealer*, mensensing posisi *rotary vane feeder*, mensensing jumlah kemasan serta mensensing posisi box kardus pengepakan.

Limit switch digunakan untuk mensensing posisi *plastic sealer*, yaitu dalam kondisi tertutup (sedang *clamp*) atau terbuka. Unit keluaran berupa relay penggerak modul motor DC untuk penggerak konveyor, penggerak *rotary vane feeder* pada bak bahan isian *multi grain*, dan penggerak *clamper* untuk menjepit plastic kemasan yang telah selesai diisi, serta pemanas *plastic sealer*. Sistem dirancang mempunyai 2 konveyor. Konveyor A yang bergerak dari kiri ke kanan digunakan untuk membawa kemasan dan konveyor B yang bergerak dari belakang ke depan untuk membawa box kardus. Unit PLC digunakan sebagai kontroling piranti output berdasarkan masukan piranti input dan melakukan komunikasi data dengan HMI melalui ethernet.



Gambar 2 Blok Diagram Sistem SCADA untuk pengisian dan pengepakan kemasan *multigrain rice* berisi 2-3 macam biji-bijian berbasis PLC

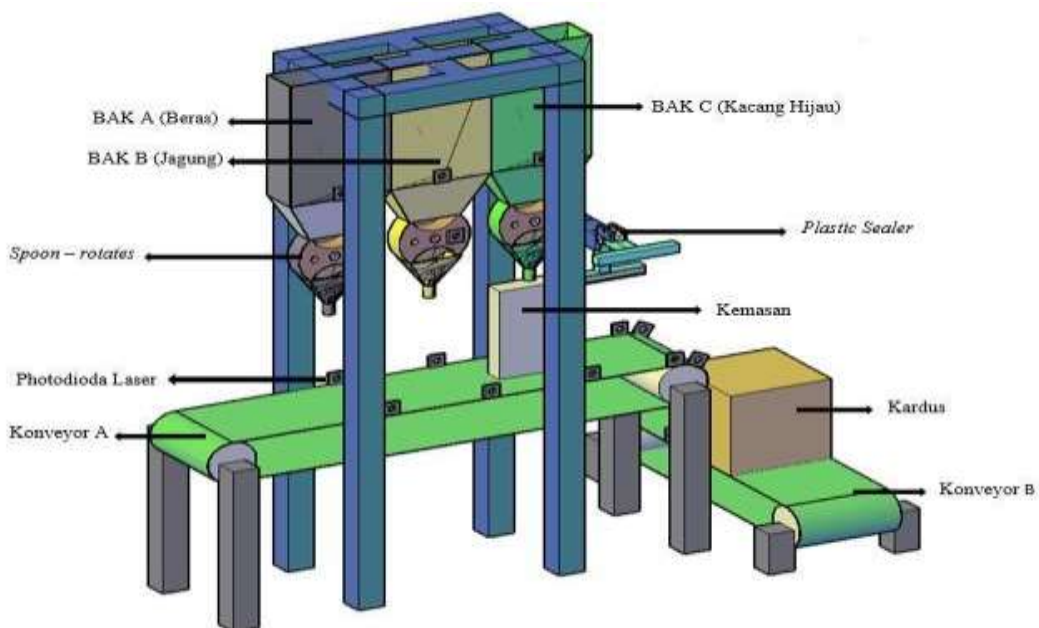
HMI digunakan untuk menampilkan pengaturan mode komposisi isian *multigrain*, memonitor kondisi *plant*, menampilkan *report* jumlah produksi per hari, membangkitkan alarm dan informasi lain secara *real time*.



Gambar 3 Blok diagram detail sistem pengisian dan pengepakan kemasan

2.3. Perancangan Prototype sistem pengisian dan pengepakan kemasan

Perancangan prototipe merupakan proses untuk merancang bentuk alat yang akan dibuat, yaitu bak penampung bijian, alat *plastic sealer* (penyegel plastik), dan dua konveyor seperti dapat dilihat pada Gambar 4.

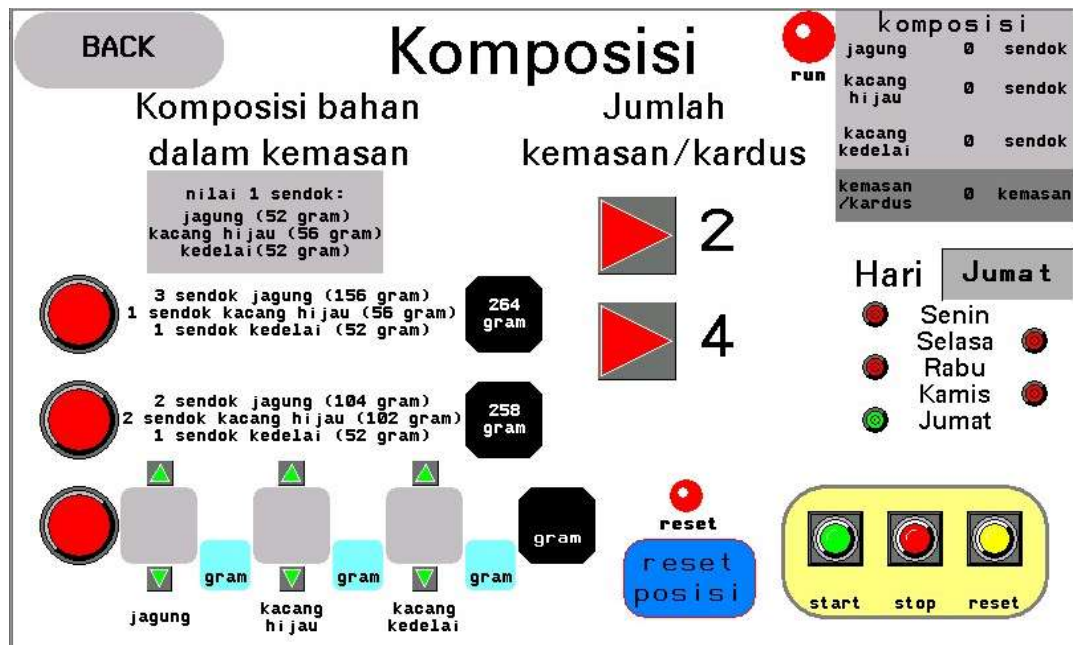


Gambar 4 Prototype sistem pengisian dan pengepakan kemasan *Multi grain rice* berisi 2-3 macam biji-bijian berbasis PLC

2.4 Pembuatan program untuk controller dan tampilan HMI

Program ladder di PLC disusun sedemikian rupa untuk mengendalikan piranti output berdasarkan kondisi piranti input, serta program ladder untuk tampilan HMI. Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat program ladder adalah *SoMachine Basic*. Program ladder antara lain berupa program start/stop, pengendali konveyor, pengendali *feeder*, pengendali *plastic sealer*, penghitung jumlah putaran *feeder*, dan penghitung jumlah kemasan.

Prototipe mulai bekerja ketika operator sudah memberi input melalui HMI berupa jenis komposisi dan jumlah pak / kardus. Desain Komposisi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Desain Komposisi di HMI untuk penentuan komposisi bahan.

Sistem akan bekerja terus menerus berdasarkan tahapan yang sudah diatur oleh program. HMI akan menampilkan output berupa animasi secara *real-time*, frame khusus untuk Report, Alarm serta Current Trend tiap frame animasi *real-time*. Pemrograman HMI menggunakan perangkat lunak Wonderware InTouch.

Komunikasi data antara PLC dengan HMI dilakukan via internet. Untuk kebutuhan ini akan digunakan protocol Modbus dengan *MODBUS Ethernet I/O Server* (MBENET).

2.5 Pengambilan Data dan Analisis Data

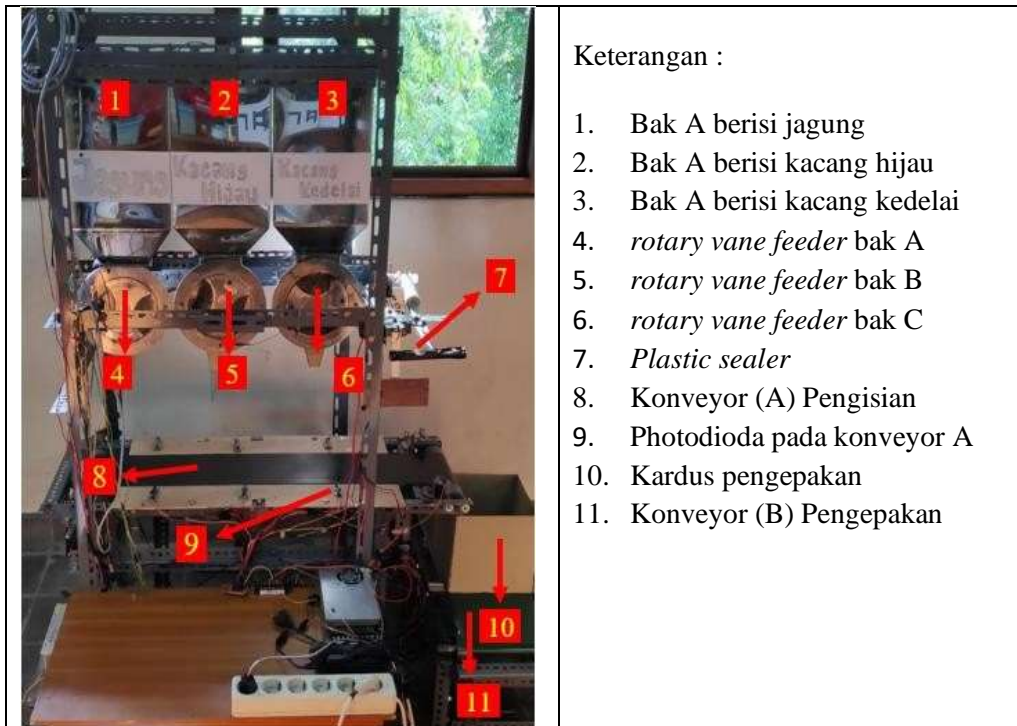
Data-data yang diambil berupa data respon sistem pada proses pengisian, proses *clamping* oleh *plastic sealer* dan proses pengepakan dalam kardus. Data diambil dengan cara mengamati kondisi perangkat keras sistem mulai dari proses pengisian, proses *clamping* dan pengepakan makanan.

Analisis data dilakukan dengan mengamati keberhasilan sistem mengisi biji-bijian sesuai komposisi yang telah ditentukan *user*, serta keberhasilan HMI menampilkan animasi kondisi *realtime* proses, informasi kondisi I/O, alarm dan *report* produksi harian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil implementasi prototype system dan pembahasannya

Hasil implementasi prototype system pengisian pada produk *multi grain* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Hasil implementasi prototype system pengisian pada produk *multi grain*

Telah dilakukan percobaan untuk mengamati proses pengisian 3 macam produk dengan isian box kemasan 2 dan 4 kemasan box. Namun pada ada tulisan ini hanya akan ditampilkan hasil dan analisis keberhasilan unjuk kerja system untuk proses pengisian produk *multi grain* saja dari hasil pengamatan proses pengisian produk *multi grain*. Berikut data pengamatan untuk pilihan produk *multi grain* yellow yang didasarkan pada informasi yang diberikan oleh sensor photodiode dan sensor limit switch serta data waktu terjadinya kondisi sensor dan komponen secara realtime. Sesuai Tabel 1, kemasan produk *multi grain* yellow berisi 3 sendok jagung, 1 sendok kedelai dan 1 sendok kacang hijau, dan dipilih setiap box akan diisi 2 kemasan.

Pengamatan kinerja system dilakukan dengan melihat respon P1 = Photodiode counter bak A, P2 = Photodiode counter bak B, P3 = Photodiode counter bak C, P4 = Photodiode kemasan bak A, P5 = Photodiode kemasan bak B, dan P6 = Photodiode kemasan bak C, P7 = Photodiode plastic sealer, P8 = Photodiode deteksi jumlah kemasan, P9 = Photodiode konveyor B, LA = Limit Switch Buka, LB = Limit Switch Tutup. Kondisi 0 = tidak mensensing, kondisi 1 = mensensing. Tanda 1* artinya *rotary vane feeder* berputar. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan data pengamatan Tabel 2. dapat dilihat bahwa proses pengisian untuk produk *multi grain* yellow dengan isi 2 kemasan per kardus sesuai dengan perancangan. Proses pertama (Step 1) yaitu konveyor B aktif. Konveyor B menggerakkan box kardus pengepakan. Konveyor B akan berhenti saat sensor photodiode telah mendeteksi kardus dan mengaktifkan konveyor A (Step 2). Konveyor A akan menggerakkan kemasan sampai terdeteksi pada masing-masing photodiode yang terdapat di konveyor A untuk melakukan 3 proses pengisian. Pengisian oleh Bak A dilakukan pada step 3 – 6 untuk 2 kemasan, dilanjutkan pengisian oleh Bak B dan C pada step 7 – 14. Step 15 – 18 merupakan proses perekatan dan terakhir Step 19 adalah proses selesai pengepakan 2 kemasan ke dalam box sehingga konveyor B akan bergerak.

Sistem ini merupakan sistem kontinu dan paralel, sehingga konveyor A hanya akan berjalan saat proses pengisian kemasan pada setiap bak sudah selesai dilakukan.

Proses pengisian produk *multi grain* yellow bisa mengisi tiap kemasan dengan tepat sesuai komposisi yang diinginkan, bisa melakukan proses perekatan kemasan dengan benar serta bisa

melakukan pengepakan 2 kemasan/kotak kardus. Proses keseluruhan membutuhkan waktu sebanyak 1 menit 55 detik untuk jarak antar kemasan sekitar 15 cm.

Tabel 2 Hasil pengamatan proses pengisian pada produk *multi grain yellow* dengan isi 2 kemasan per box kardus

Step	Waktu	Kondisi											Komponen ON	Kondisi
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	LA	LB		
1	00.02	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	Konveyor B	Benar
2	00.03	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	Konveyor A	Benar
3	00.08	1*	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	Rotary vane feeder Bak	Benar
4	00.24	1	1	1		0	0	0	0	1	1	0	Konveyor A	Benar
5	00.27	1*	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	Rotary vane feeder Bak	Benar
6	00.43	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	Konveyor A	Benar
7	00.44	1	1*	1	0	1	0	0	0	1	1	0	Rotary vane feeder Bak	Benar
8	00.52	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	Konveyor A	Benar
9	00.57	1	1*	1	0	1	0	0	0	1	1	0	Rotary vane feeder Bak	Benar
10	01.04	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	Konveyor A	Benar
11	01.05	1	1	1*	0	0	1	0	0	1	1	0	Rotary vane feeder Bak	Benar
12	01.12	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	Konveyor A	Benar
13	01.15	1	1	1*	0	0	1	0	0	1	1	0	Rotary vane feeder Bak	Benar
14	01.20	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	Konveyor A	Benar
15	01.24	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	PS.Tutup	Benar
16	01.37	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	PS.Buka, Konveyor A	Benar
17	01.40	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	PS.Tutup	Benar
18	01.51	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	PS.Buka, Konveyor A	Benar
19	01.55	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	Konveyor B	Benar

Dengan cara yang sama telah diamati data piranti input dan output system untuk proses pengisian pada produk Multi Grain Original dan Multi Grain Mix. Semua proses bisa berjalan dengan benar sesuai yang diinginkan. Rangkuman waktu yang dibutuhkan untuk keseluruhan Proses pengisian, pelekatan dan pengepakan produk dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Rerata waktu keseluruhan Proses pengisian, pelekatan dan pengepakan produk

No	Nama Produk	Jumlah kemasan/box	Rerata Waktu Proses
1	Multi Grain Yellow	2	1 menit 55 detik.
		4	2 menit 49 detik.
2	Multi Grain Original	2	2 menit 18 detik
		4	3 menit 34 detik.
3	Multi Grain Mix	2	1 menit 50 detik
		4	2 menit 43 detik.

Data hasil produksi harian berhasil disimpan pada sebuah SD Card. Data yang tersimpan memiliki tipe data .csv. Tampilan data yang sudah disimpan terpisah berdasarkan hari produksi ditunjukkan pada Gambar 7.

Name	Type
PRODUKSI_JUMAT	File folder
PRODUKSI_KAMIS	File folder
PRODUKSI_RABU	File folder
PRODUKSI_SELASA	File folder
PRODUKSI_SENIN	File folder

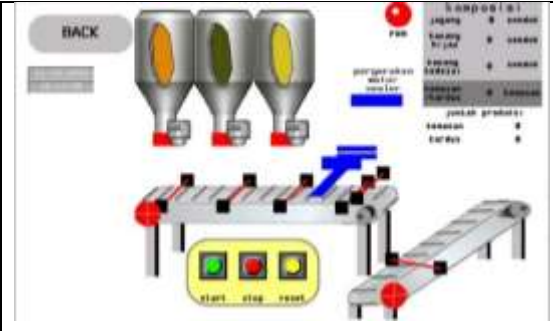
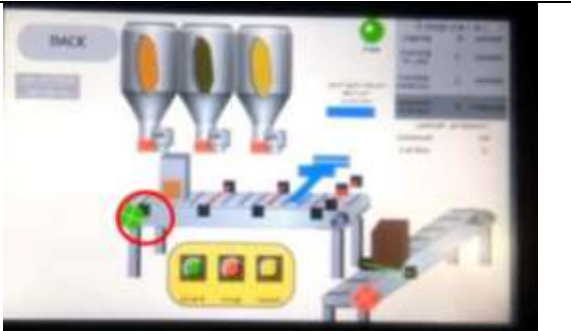


Gambar 7 File produksi harian

Setiap file produksi harian terdapat data .csv berisi data hasil produksi harian berdasarkan tanggal. Pada kasus ini proses pengambilan data dimulai pada hari Senin dengan jangka waktu 5 hari hingga hari Jumat.

3.2 Hasil Animasi pada tampilan HMI dan pembahasannya

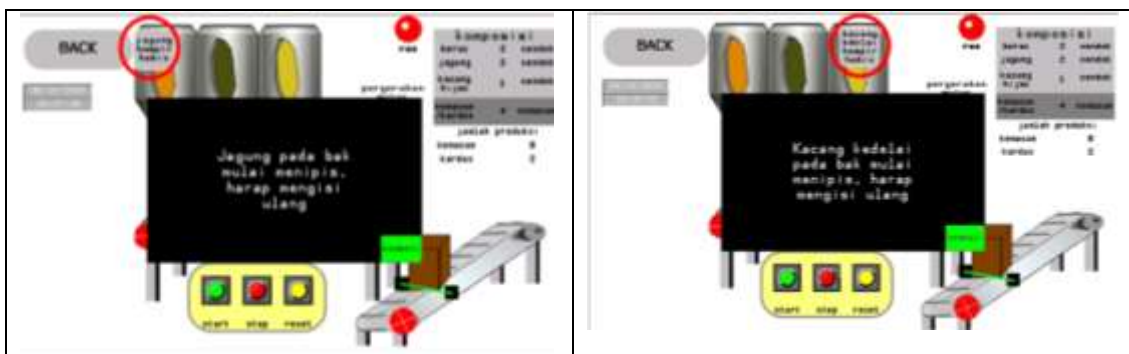
Untuk mempermudah operator mengawasi proses yang terjadi di dalam prototype system, maka dirancang agar tampilan HMI bisa menampilkan proses yang terjadi secara *real time*. Tampilan animasi proses secara realtime sudah berhasil dibuat. Namun karena tampilan HMI secara kontinuu sangat banyak, maka untuk pengambilan data tampilan HMI dan analisisnya hanya akan diambil beberapa data pengamatan tampilan HMI seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Data pengamatan tampilan HMI proses pengisian

	
<p>Tampilan kondisi awal system Konveyor A dan B masih berhenti, <i>rotary vane feeder</i> tidak berputar – diketahui dari indicator konveyor dan <i>rotary vane feeder</i> berwarna merah. Belum muncul gambar kardus,</p>	<p>Tampilan setelah 3 detik dari penuangan terakhir, konveyor A aktif – indicator konveyor A berwarna hijau dan berputar - dan membawa kemasan pada bak isian berikutnya. Tampak gambar kemasan yang sudah terisi sebagian bergerak menuju Bak B. Gambar box kardus sudah muncul dan berada di bawah ujung konveyor A.</p>
	
<p>Tampilan saat Bak B melakukan penuangan satu sendok yang di deteksi oleh photodiode counter <i>rotary vane feeder</i>. Animasi jagung dalam kemasan bertambah satu baris. Saat proses penuangan, <i>rotary vane feeder</i> indikator berwarna hijau. Konveyor A berhenti - indicator konveyor A berwarna merah.</p>	<p>Tampilan saat sistem mendeteksi kemasan pertama pada photodiode di proses <i>plastic sealer</i>. Indikator Photodiode <i>plastic sealer</i> berwarna hijau. Animasi konveyor A berubah menjadi merah dan tidak berputar. Animasi <i>plastic sealer</i> akan bergerak menutup sesaat, kemudian membuka kembali.</p>

Selain informasi proses yang terjadi, system juga dilengkapi dengan alarm untuk mengingatkan apa yang harus dilakukan oleh operator. Misalnya jika jagung pada bak mulai

menipis, maka system akan mengeluarkan alarm seperti Gambar 8, supaya operator segera mengisi ulang bahan pada bak yang dimaksud.



Gambar 8 Tampilan Alarm yang muncul pada HMI saat jagung dan kacang kedelai pada bak mulai menipis.

Dari hasil pengamatan tampilan pada Gambar 8, kemudian dibandingkan dengan pengamatan proses yang terjadi pada prototype, dapat dilihat bahwa saat isi bak jagung ataupun kacang kedelai mulai menipis maka akan muncul tampilan HMI bisa menampilkan Alarm dengan benar dan dengan waktu yang sama atau realtime. Dengan demikian operator bisa melakukan pengisian bahan yang mulai menipis tepat waktu.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengamatan dan analisis prototipe SCADA untuk prototipe sistem pengisian dan pengepakan makanan kemasan dengan 2-3 macam bijian menggunakan PLC schneider TM221CE40R yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Sistem mampu melakukan pengisian material sesuai dengan komposisi yang diinginkan dan melakukan pengepakan sesuai dengan jumlah kemasan yang diinginkan. Komunikasi antara PLC dengan HMI melalui ethernet dapat berjalan dengan baik sehingga HMI dapat memberi masukan komposisi pada sistem, menampilkan animasi sesuai kondisi *real-time*, dapat memunculkan alarm saat material pada bak hampir habis serta mampu mencatat produksi laporan harian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada LPPM Universitas Sanata Dharma yang telah memberi dana penelitian melalui Hibah Penelitian terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Q. Sun, D. Spiegelman, dan R. M. van Dam, R. M., Holmes, M. D., Malik, V. S., Willett, W. C., & Hu, F. B. ,2010. White rice, brown rice, and risk of type 2 diabetes in US men and women. *Archives of internal medicine*, 170(11), 961–969. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2010.109>
- [2] Karn, S. S., Vasant, R. A., Tripathi, R. B., & Narasimhacharya, A. V. R. L., 2016, Antidiabetic and Antioxidant Effects Of A Multigrain Diet. *Internat. J. Pharma Sci. & Res*, 7(6), 284-289.
- [3] M. H. Pulungan, I. A. Dewi, N. L. Rahmah, C. G. Perdani, K. Wardina, dan D. Pujiana., 2018, *Teknologi pengemasan dan penyimpanan*. Malang :: UB Press, Malang

- [4] T. Dong, 2020, *Research on the application of mechanical automation in the field of food packaging* Proc. - 2020 5th Int. Conf. Mech. Control Comput. Eng. ICMCCE 2020, pp. 763–766, doi: 10.1109/ICMCCE51767.2020.00168.
- [5] Dodero, Andrea, Andrea Escher, Simone Bertucci, Maila Castellano, and Paola Lova. 2021. "Intelligent Packaging for Real-Time Monitoring of Food-Quality: Current and Future Developments" *Applied Sciences* 11, no. 8: 3532. <https://doi.org/10.3390/app11083532>
- [6] K. S. Manoj, 2019, *Industrial Automation with SCADA : Concepts, Communications and Security*, Kindle Edition, Notion Press
- [7] Handy Wicaksono, 1980-. (2012.). *Scada software dengan Wonderware InTouch : dasar-dasar pemrograman / Handy Wicaksono*. Yogyakarta :: Graha Ilmu
- [8] David B and Edwin W, 2003, *Practical SCADA for Industry (IDC Technology, (Paperback) 1st Edition, Kindle Edition, Newnes*
- [9] N. N. Misra, Y. Dixit, A. Al-Mallahi, M. S. Bhullar, R. Upadhyay, and A. Martynenko, 2022, *IoT, Big Data, and Artificial Intelligence in Agriculture and Food Industry*, IEEE Internet Things J., vol. 9, no. 9, pp. 6305–6324, doi: 10.1109/IJOT.2020.2998584.
- [10] S. K. Panda, A. Blome, L. Wisniewski, and A. Meyer, 2019, *IoT Retrofitting Approach for the Food Industry*, IEEE Int. Conf. Emerg. Technol. Fact. Autom. ETFA, vol. 2019-September, pp. 1639–1642, doi: 10.1109/ETFA.2019.8869093.
- [11] A.D. Simanjuntak, 2019, *SCADA untuk Pengisian Botol Kapsul Berbasis PLC*, Skripsi, repository.usd.ac.id
- [12] B. L. Prasanna, G. MadhusudhanaRao, S. Kaushaley, S. Nakka and P. K. Jena, "Automatic Bottle Filling and Capping Machine using SCADA with the Internet of Things," *2022 OPJU International Technology Conference on Emerging Technologies for Sustainable Development (OTCON)*, Raigarh, Chhattisgarh, India, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/OTCON56053.2023.10114011.
- [13] S. Subyarti, S.F.T. Yoga, dan S. Syufrijal, *Prototype Sistem Pengisian Butir (Granule) Menggunakan Sensor Berat Berbasis PLC (Programmable Logic Controller)*, [Online]. Jurnal Autocracy, Vol.4, No.1, Juni 2017, 10-19