

RANCANG BANGUN KENDALI ALAT PERAGA “MODULAR PRODUCTION SYSTEM UNTUK INSPECTION PROCESS” MENGGUNAKAN KONTROLLER ARDUINO NANO

**Oleh: Sihono¹, Kusno Utomo² Bangun Krishna³, Tulus Pramuji⁴, Adi Wisaksono⁵,
Achmad Fahrul Aji⁶**

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah
E-mail: sihono@polines.ac.id, pramuji_63@yahoo.com,

Abstrak

Modular Production System merupakan alat peraga praktikum otomatisasi proses produksi di sebuah industri yang terdapat di Laboratorium Mekatronika Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Semarang. Sebagai sistem kendali MPS digunakan Programmable Logic Controller (PLC), untuk menunjang praktikum mikrokontroler yang merupakan salah satu matakuliah di Prodi Elektronika Politeknik Negeri Semarang maka MPS dikembangkan pada sistem kendali menggunakan sistem Arduino Nano yang diajarkan di prodi elektronika Politeknik Negeri Semarang menggantikan sistem PLC yang sudah digunakan sebelumnya. Pada Inspection Process yaitu proses pengujian benda kerja berdasarkan ketebalannya digunakan potensiometer linear sebagai sensor, apabila ketebalan benda kerja tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan maka sistem MPS akan memisahkan benda kerja ke bagian benda rusak untuk tidak diteruskan ke proses produksi berikutnya. Proses mekanis pada MPS digunakan sistem Pneumatics yang dilengkapi dengan berbagai jenis sensor masukan yang berupa, sensor reed switch, proximity induktif, photoelectric, sensor tekanan, dan sensor fiber optic. Sedangkan untuk perangkat keluarannya diantaranya berupa motor dc, silinder aktuator, lampu indikator, tower light, dan buzzer. Untuk menjalankan kendali sistem Arduino maka perlu dibuat program dengan Bahasa pemrograman C.

Kata kunci : *MPS, Arduino Nano, PLC, Inspection process, Pneumatics.*

Abstract

The Modular Production System is a practicum tool for production process automation in an industry located in the Mechatronics Laboratory of the Electronics Engineering Study Program, Semarang State Polytechnic. As the MPS control system, a Programmable Logic Controller (PLC) is used, to support the microcontroller practicum which is one of the courses at the Electronics Study Program, Semarang State Polytechnic, so the MPS is developed on a control system using the Arduino Nano system which is taught in the electronics study program, Semarang State Polytechnic, replacing the existing PLC system. used before. In the Inspection Process, namely the process of testing the workpiece based on its thickness, a linear potentiometer is used as a sensor, if the thickness of the workpiece is not in accordance with the standards set, the MPS system will separate the workpiece into damaged parts so that it is not forwarded to the next production process. The mechanical process in MPS uses a Pneumatics system which is equipped with various types of input sensors in the form of reed switch sensors, inductive proximity, photoelectric, pressure sensors, and fiber optic sensors. As for the output devices, they include dc motors, actuator cylinders, indicator lights, tower lights, and buzzers. To control the Arduino system, it is necessary to create a program using the C programming language.

Keywords : *MPS, Arduino Nano, Inspection process, Pneumatics.*

1. Pendahuluan

Modular Production System (MPS) adalah sebuah perangkat proses produksi terintegrasi yang tersusun secara modular terdiri dari berbagai proses diantaranya berupa komponen pneumatik dan elektrik dengan pengendali *Programmable Logic Controller (PLC)*. MPS sendiri digunakan

sebagai media pembelajaran praktikum untuk mahasiswa yang berguna untuk mensimulasikan suatu proses produksi dalam dunia industri. Sehingga *Modular Production System (MPS)* ini penting untuk dipelajari dalam rangka memenuhi salah satu kompetensi bagi mahasiswa teknik

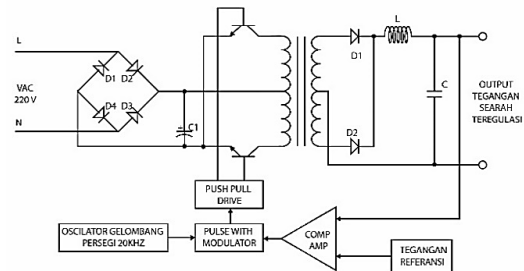
elektro untuk menghadapi dunia kerja terutama pada bidang industri.

Modular Production System yang berada di Laboraturium Mekatronika Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Semarang memiliki beberapa unit proses produksi industri diantaranya pada *inspection process* dan *assembly process*. Pada *inspection process* dilakukan penyeleksian benda kerja berdasarkan ketebalannya menggunakan sensor potensiometer linear untuk menyeleksi benda sesuai ukuran benda yang telah ditentukan sebelumnya. Sedangkan, untuk *assembly process* dilakukan proses pelobangan benda kerja menggunakan bor otomatis untuk melubangi benda. Kedua sistem otomatis ini akan bekerja secara kontinu, sehingga dihasilkan produksi yang sesuai target yang telah ditentukan dengan hasil yang tepat, sehingga proses produksi menjadi lebih optimal dan dapat memberikan solusi permasalahan dalam industri.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka dirancang sebuah “Alat Peraga *Modular Production System* untuk *Inspection Process* dan *Assembly Process* menggunakan Arduino Nano”. Pada alat peraga *Modular Production System* yang berada di Laboraturium Mekatronika sebelumnya menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai pengendalinya. Maka pada penelitian ini dilakukan pengembangan kendali alat peraga tersebut menggunakan mikrokontroler Arduino Nano pada unit *inspection process* dan *assembly process*. Arduino Nano digunakan karena disamping harganya yang relatif murah dan memiliki ukuran yang ringkas, Arduino Nano lebih mudah diprogram dan merupakan salah satu matakuliah yang ada pada laboratorium Mikrokontroler. Sistem kendali dapat digunakan secara bergantian antara Arduino Nano dan PLC sehingga tidak meniadakan sistem kendali yang sudah ada yaitu kendali PLC.

1.1 Tinjauan Pustaka

Catu daya atau *power supply* adalah sebuah perangkat yang memasok listrik energi untuk satu atau lebih beban listrik. Catu daya menjadi bagian yang penting dalam elektronika yang berfungsi sebagai sumber tenaga listrik^[1]. Pada tugas akhir ini menggunakan catu daya jenis SMPS (*Switch Modular Power Supply*) dengan tegangan keluaran sebesar 24VDC.



Gambar 1 Rangkaian Diagram Blok SMPS

Potensiometer adalah perangkat elektronika sejenis variable resistor yang dapat berubah-ubah nilai resistansinya ketika tuas pengaturnya berpindah secara linear maupun melingkar^[2]. Potensiometer yang digunakan memiliki tuas pengatur yang berpindah secara linear.



Gambar 2 Bentuk Potensiometer Linear

Sensor *photoelectric* adalah sensor yang berprinsip kerja berdasarkan pantulan karena perubahan posisi/jarak suatu sumber sinar (inframerah atau laser) ataupun target pemantulnya, yang terdiri dari pasangan sumber cahaya dan penerima^[3].



Gambar 3 Sensor Photoelectric NPN BPS3M-TDT



Gambar 4 Sensor Photoelectric BR100-DDT

Proximity sensor merupakan perangkat yang mendeteksi keberadaan dan kedekatan objek baik berupa logam maupun non logam. *Proximity* untuk logam biasanya disebut *proximity* induktif^[4]. Sensor *proximity* induktif merupakan sensor elektronik yang mampu mendeteksi objek (bahan logam) di sekitarnya tanpa adanya sentuhan fisik.



Gambar 5 Sensor *Proximity* Induktif

Reed switch atau sensor magnet adalah alat yang terpengaruh medan magnet dan memberikan perubahan kondisi pada keluaran^[5]. Cara kerja dari sensor ini adalah ketika ada medan magnet mengenai bagian depan sensor, maka sensor bekerja sehingga menghubungkan kontakannya.



Gambar 6 Simbol Sensor *Reed* Switch

Sensor tekanan memiliki transduser yang mengukur ketegangan kawat, dimana mengubah tegangan mekanis menjadi sinyal listrik^[6].



Gambar 7 Sensor Tekanan PSA-V01

Sensor *fiber optik* merupakan saluran transmisi terbuat dari kaca yang digunakan untuk mentransmisikan data melalui media berupa cahaya dari suatu tempat ke tempat lain dengan waktu yang sangat cepat dan data yang sangat besar.



Gambar 8 Sensor *Fiber Optic*

Step down ini berupa modul dengan menggunakan komponen utama IC LM2596, dimana IC LM2596 merupakan sirkuit terpadu yang berfungsi untuk penurun tegangan dengan arus 3A.



Gambar 9 Modul *Step Down* LM2596

Arduino Nano adalah board *microcontroller* yang berukuran kecil, lengkap, dan salah satu board yang menggunakan IC ATmega328P (Arduino Nano V3)^[7]. Arduino Nano memiliki 14 pin digital yang dapat digunakan sebagai masukan atau luaran. Pin D0 dan D1 berfungsi sebagai pin TX dan RX untuk komunikasi data serial. Pin D2 dan D3 berfungsi sebagai pin untuk interupsi eksternal. Pin D4, D5, D6, D9, D10 dan D11 dapat digunakan sebagai PWM (*Pulse Width Modulator*). Pin D10, D11, D12 dan D13 digunakan untuk komunikasi mode SPI. Pin D13 terhubung ke sebuah LED.

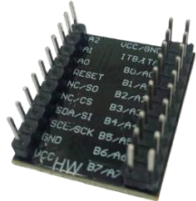
Arduino Nano juga dilengkapi dengan 8 pin analog, yaitu pin A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6 dan A7. Pin analog ini terhubung ke ADC (*analog to digital converter*) internal yang terdapat dalam mikrokontroler.

Sedangkan, pada pin A4 (SDA) dan A5 (SCL) berfungsi untuk komunikasi IIC.



Gambar 10 Arduino Nano

MCP23017 berupa modul yang dapat mengubah data paralel 16-bit menjadi data serial melalui komunikasi serial IIC atau *Inter-Integrated Circuit*. Pada tugas akhir ini, Modul MCP23017 berfungsi untuk memperbanyak pin I/O Arduino nano dengan memanfaatkan komunikasi IIC sehingga hanya menggunakan 2 pin pada Arduino (SCL dan SDA), dan untuk mengatur alamat IIC menggunakan A0-A2 pada modul MCP23017.



Gambar 11 MCP23017

Motor DC merupakan suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi gerak atau energi mekanik^[8]. Motor DC menghasilkan putaran per menit atau dikenal dengan istilah RPM (revolusi per menit).



Gambar 12 Motor DC

Tower light berfungsi sebagai indikator untuk mengetahui jalannya proses koneksi yang terjadi. Pada tugas akhir ini, *tower light* yang digunakan jenis PLDMF-302-RYG yang memiliki 3 warna yaitu merah, kuning, dan hijau.



Gambar 13 *Tower Light*

Prinsip kerja sistem pneumatik adalah merubah energi yang terdapat pada udara bertekanan menjadi energi gerak, baik gerak translasi melalui silinder pneumatik, maupun gerak rotasi pada motor pneumatik^[9]. Media penggerak yang digunakan pada sistem pneumatik adalah udara, semua gerakan yang dihasilkan dilakukan dengan mengontrol keluar masuknya udara dengan mengatur buka tutup aliran udara.

Kompresor berfungsi untuk membangkitkan atau menghasilkan udara bertekanan dengan cara menghisap dan memampatkan udara tersebut kemudian disimpan di dalam tangka udara kempa untuk disuplai kepada pemakai (sistem pneumatik). Kompresor dilengkapi dengan tabung untuk menyimpan udara bertekanan^[10].



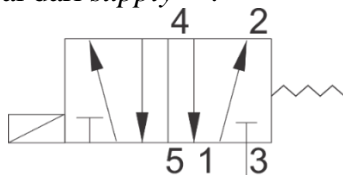
Gambar 14 Kompresor

FRL Unit atau unit pelayanan udara berfungsi untuk mencegah agar partikel asing seperti kotoran karat, dan partikel debu tidak memasuki ruang pemampatan.



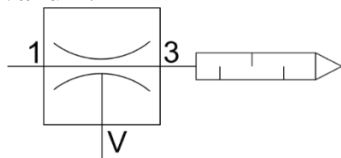
Gambar 15 FRL Unit

Solenoid valve merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik AC maupun DC melalui kumparan/ solenoida. Prinsip kerja *Solenoid valve* yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakannya dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan *plunger* pada bagian dalamnya. Ketika *plunger* berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari pneumatik *solenoid valve* keluar udara bertekanan yang berasal dari *supply*^[11].



Gambar 16 Single Solenoid Valve 5/2

Ejector digunakan untuk memindahkan udara atau gas yang tidak dapat dikondensasikan ditempat vakum. *Ejector* dapat merupakan jenis kompresor, dalam hal ini tekanan tinggi yang dialirkan melalui sebuah *nozzle* yang mengakibatkan pengembangan dan menyebabkan timbulnya vakum.



Gambar 17 Simbol Vacuum Ejector

Vacuum pad terbuat dari karet dan digunakan untuk mencekam atau menahan objek datar vertikal dan objek datar horizontal.



Gambar 18 Simbol Vacuum Pad

Silinder kerja tunggal mendapat suplai udara hanya dari satu sisi saja. Untuk mengembalikan ke posisi semula biasanya digunakan pegas. Silinder kerja tunggal hanya dapat memberikan tenaga pada satu sisi saja^[12].



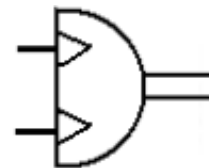
Gambar 19 Silinder Kerja Tunggal

Silinder kerja ganda mendapat suplai udara kempa dari dua sisi. Konstruksinya hamper sama dengan silinder kerja tunggal. Keuntungannya adalah silinder ini dapat memberikan tenaga kepada dua belah sisinya^[13].



Gambar 20 Silinder Kerja Ganda

Motor pneumatik berupa piston translasi kemudian dikonversi menjadi gerakan berputar/rotasi dimana udara bertekanan dialirkan melalui torak atau baling-baling yang terdapat pada porosnya^[14].



Gambar 21 Simbol Motor Pneumatik

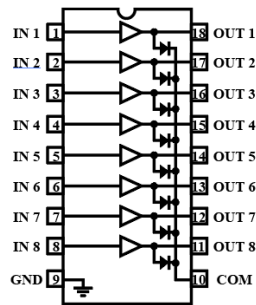
Relay merupakan saklar yang dioperasikan menggunakan listrik yang secara mekanis mengontrol perhubungan rangkaian listrik. *Relay* memiliki dua bagian utama yaitu elektromagnet (*coil*) dan kontak saklar.



Gambar 22 Simbol Relay HR710

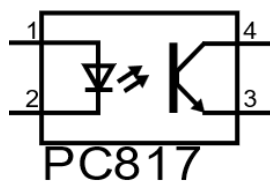
IC ULN2803 merupakan komponen dengan delapan NPN Transistor yang

dikemas di dalam satu komponen atau *integrated circuit* (IC) yang mempunyai 18 pin. Setiap pin keluaran IC ULN2803 adalah *open-collector* dan bersambung *free wheeling* dioda. IC ULN2803 pada tugas akhir ini digunakan untuk mengubah sinyal tingkat rendah dari mikrokontroler yaitu 3,3V-5V ke luaran yang aktif menggunakan sinyal tingkat lebih tinggi yaitu 24V.



Gambar 23 Konfigurasi Pin IC ULN2803

Optocoupler merupakan rangkaian *integrated circuit* yang memungkinkan untuk menghubungkan dua buah rangkaian elektrik yang berbeda tanpa koneksi listrik. Biasanya difungsikan sebagai *switch* listrik. Bagian dalam *optocoupler* terdiri atas dua bagian yaitu transmisi dan receiver; transmisi berupa LED sebagai pemancar cahaya, dan receiver berupa transistor atau triac sebagai pendeteksi cahaya^[15].



Gambar 24 Konfigurasi Pin *Optocoupler* PC817

RS-485 merupakan protokol komunikasi serial asinkron yang tidak membutuhkan pulsa *clock*. Komunikasi ini menggunakan metode sinyal diferensial untuk mentransfer data digital dari satu perangkat ke perangkat lainnya.



Gambar 25 Modul RS-485

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara.



Gambar 26 *Buzzer*

Push button merupakan saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock*.

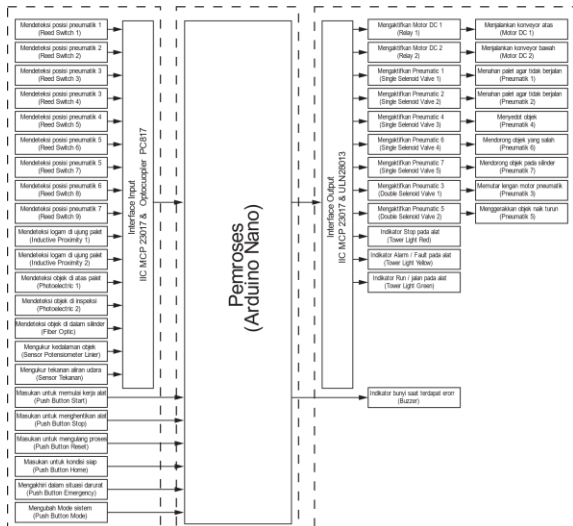


Gambar 27 *Push Button*

2. Isi

2.1. Metodologi Penelitian

Alat Peraga *Modular Production System* untuk *Inspection Process* dan *Assembly Process* Menggunakan Arduino Nano dirancang dengan sistem yang terdiri dari tiga bagian utama yaitu masukan, proses dan luaran. Komponen masukan yang digunakan pada alat ini yaitu *reed switch*, *photoelectric*, *proximity* induktif, fiber *optic*, potensiometer linear, *push button*, *interface input/output* MCP23017 dan *optocoupler* PC817. Kemudian pada bagian proses atau pengolah data menggunakan mikrokontroler berupa Arduino Nano. Untuk bagian luaran menggunakan relay untuk menggerakkan motor DC, *tower light* untuk indikator sistem, *solenoid valve* untuk menggerakkan pneumatik, dan *buzzer*.

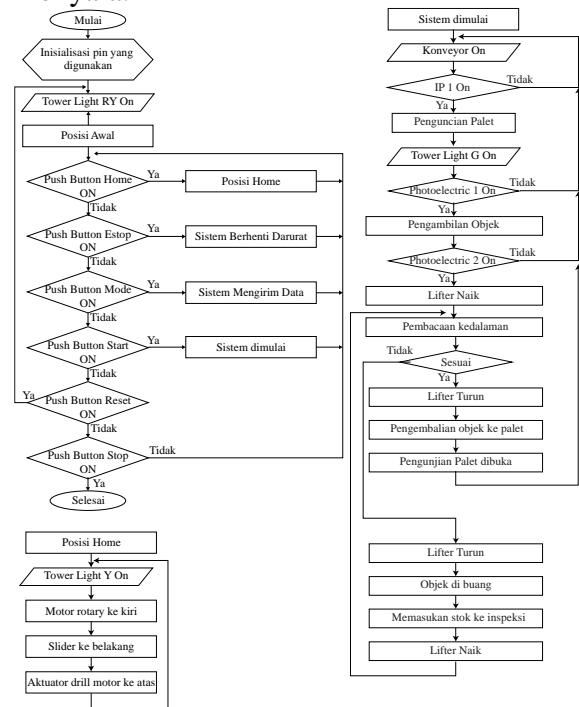


Gambar 28 Diagram Blok Inspection Process

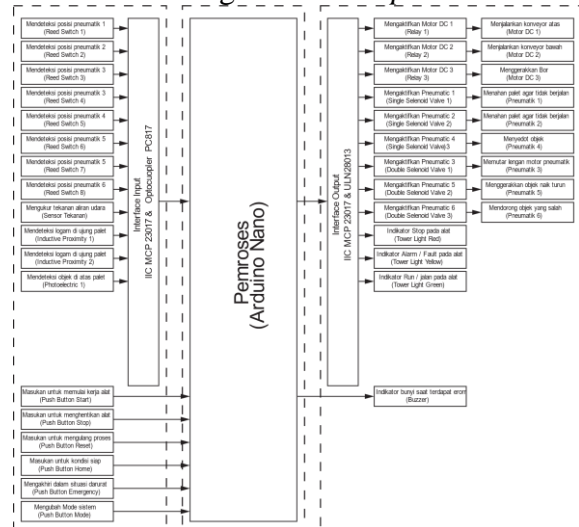
Untuk cara kerja pada *inspection process* sebagai berikut. Untuk menjalankan sistem putar saklar *power* pada kondisi ON. Ubah PB *mode* ke bagian *local* untuk dapat menjalankan alat. Untuk memastikan alat siap digunakan tekan PB *home*. Nyala *tower light* menunjukkan apakah alat siap digunakan atau belum. Tekan PB *start* untuk menjalankan alat. Konveyor atas dan bawah bergerak. Palet dari unit sebelumnya masuk ke bagian proses ini.

Palet berjalan, ketika sensor *proximity* induktif bagian depan mendeteksi palet, pneumatik mengunci palet. Sensor *photoelectric* juga mendeteksi adanya benda diatas palet, maka motor pneumatik memindahkan benda dari atas konveyor ke tempat *lifter* pengukuran. Setelah benda diletakkan di tempat *lifter* pengukuran, *photoelectric* mendeteksi adanya benda, kemudian pneumatik bergerak ke atas dan diukur dengan menggunakan sensor *potensiometer* linear. Setelah diukur bendanya, pneumatik *lifter* pengukuran turun. Perubahan posisi dideteksi oleh *reed switch* sensor. Apabila ukuran benda tidak sesuai, benda didorong ke samping menggunakan pneumatik. Kemudian ada benda yang didorong ke luar dari silinder oleh pneumatik. Perubahan posisi dideteksi *reed switch* dan dilakukan lagi pengukuran bendanya. Kemudian ketika ukuran benda sesuai, maka motor pneumatik kembali

memindahkan benda ke atas palet. Selanjutnya pneumatik pada konveyor kembali pada posisi semula sehingga palet meninggalkan unit ini menuju *assembly process*. Apabila terdapat kejadian yang mengharuskan menghentikan alat secara spontan, maka dapat menekan PB *emergency*. Alat berhenti dan *buzzer* menyala.



Gambar 29 Diagram Alir Inspection Process

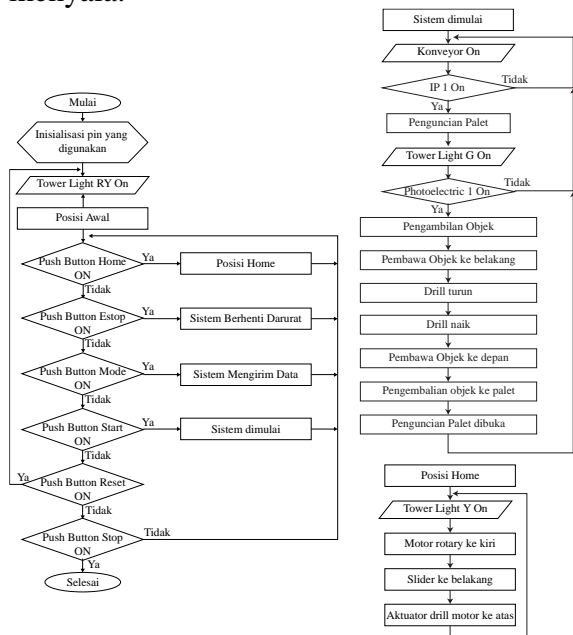


Gambar 30 Diagram Blok Assembly Process

Untuk menjalankan sistem putar saklar *power* pada kondisi ON. Ubah PB *mode* ke bagian *local* untuk dapat menjalankan alat. Untuk memastikan alat siap digunakan tekan PB *home*. Nyala *tower light*

menunjukkan apakah alat siap digunakan atau belum. Tekan PB *start* untuk menjalankan alat. Konveyor atas dan bawah bergerak. Palet dari unit sebelumnya masuk ke bagian proses ini.

Palet berjalan, ketika sensor *inductive proximity* bagian depan mendeteksi palet, pneumatik mengunci palet. Sensor *photoelectric* juga mendeteksi adanya benda diatas palet, maka motor pneumatik memindahkan benda dari atas konveyor ke dudukan depan bagian pengeboran. Setelah benda diletakkan di dudukan bagian depan, pneumatik menggeser tepat dibawah bor. Perubahan posisi dideteksi oleh sensor *reed switch*. Bor turun, dan motor dc menggerakkan bor untuk melakukan proses pengeboran. Setelah selesai, bor naik dan pneumatik menggerakkan kembali ke posisi semula. Perubahan posisi dideteksi sensor *reed switch*, motor pneumatik kembali memindahkan benda ke atas palet. Selanjutnya pneumatik pada konveyor kembali pada posisi semula sehingga palet meninggalkan unit ini. Apabila terdapat kejadian yang mengharuskan menghentikan alat secara spontan, maka dapat menekan PB *emergency*. Alat berhenti dan *buzzer* menyala.



Gambar 31 Diagram Alir Assembly Process

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada tahap akan ini diuraikan mengenai pengujian pada sensor potensiometer linear dan aktuator tentang ketepatan waktu pengerjaan pada setiap proses.

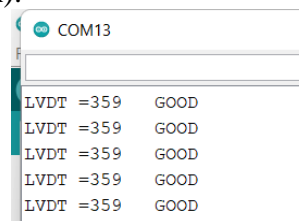
a) Pengujian Potensiometer Linier

Pengujian sensor potensiometer linear pada *inspection process* yang membantu menyeleksi benda berdasarkan pengukuran ketebalan dimensi benda.

Tabel 1 Hasil pengujian Kinerja Sensor Potensiometer Linear pada benda kerja

No	Jenis Benda	Tinggi (mm)	Pembacaan Sensor (Volt)	Pembacaan Sensor (ADC)	Keterangan
1.	Aluminium	250	3,5	359	GOOD
		270	3,7	373	NOT GOOD
2.	Warna Biru	250	3,5	359	GOOD
		270	3,7	373	NOT GOOD
3.	Warna Putih	250	3,5	359	GOOD
		270	3,7	376	NOT GOOD

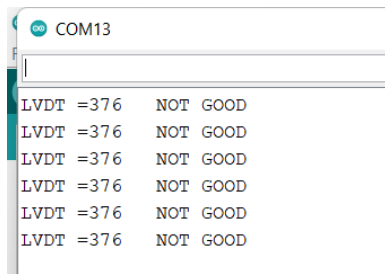
Pada kinerja sensor potensiometer linear yang terdapat bagian *inspection process* ini, berfungsi sebagai penyeleksi jenis benda bagus/tidak bagus berdasarkan tinggi dan kedalaman benda. Jenis benda yang diseleksi terdiri dari benda logam (aluminium) dan *non* logam (warna biru/putih).



Gambar 32 Serial Monitor Benda Bagus

Jenis benda yang termasuk benda bagus memiliki spesifikasi sebagai berikut.

1. Benda yang termasuk benda bagus memiliki tinggi sekitar 250 mm.
2. Benda yang termasuk benda bagus memiliki tegangan 3,5 volt ketika dibaca sensor potensiometer *linear*.
3. Benda yang termasuk benda bagus memiliki pembacaan ADC sekitar 350-360.



Gambar 33 Hasil data Serial Monitor Benda Tidak Bagus

Jenis benda yang termasuk benda tidak bagus memiliki spesifikasi sebagai berikut.

1. Benda yang termasuk benda tidak bagus memiliki tinggi sekitar 270 mm.
2. Benda yang termasuk benda tidak bagus memiliki tegangan 3,7 volt ketika dibaca sensor potensiometer *linear*.
3. Benda yang termasuk benda tidak bagus memiliki pembacaan ADC sekitar 360-380.

b) Pengujian Kinerja Aktuator

Pengujian kinerja actuator dilakukan untuk melihat kinerjanya sesuai atau tidak. Pada bagian ini pengujian dilakukan 2 kali yakni pada *inspection proses* dan *assembly process*.

Tabel 2 Hasil Kinerja Aktuator pada *Inspection Process*

No	Nama Aktuator	Tugas	Lama Kinerja
1.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>single solenoid valve</i> (1) (Bagian konveyor awal).	Bergerak naik ketika aktif dan turun ketika tidak aktif.	0,5s = naik 0,5s = turun

No	Nama Aktuator	Tugas	Lama Kinerja
2.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>single solenoid valve</i> (2) (Bagian konveyor akhir).	Bergerak turun ketika aktif dan naik ketika tidak aktif.	0,5s = turun 0,5s = naik
3.	<i>Rotary actuator, double solenoid valve</i> (3) (Ke arah konveyor).	Bergerak ke kanan saat aktif. Dan berhenti ketika telah sampai.	3s = ke arah kanan (konveyor)
4.	<i>Rotary actuator, double solenoid valve</i> (3) (Ke arah dudukan).	Bergerak ke kiri saat aktif. Dan berhenti ketika telah sampai.	3s = ke arah kiri (dudukan bagian depan)
5.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>single solenoid valve and suction vacuum</i> (4) (<i>vacuum</i>).	Bergerak menyedot ketika aktif dan melepas ketika tidak aktif.	3s = menyedot 3s = melepas (palet dan dudukan)
6.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>double solenoid valve</i> (5) (Bagian dudukan)	Bergerak dari bawah ke atas ketika aktif dan berhenti ketika sampai.	1s = ke arah atas (sensor potensiometer <i>linear</i>)
7.	Aktuator silinder	Bergerak dari atas	1s = ke arah

N o	Nama Aktuator	Tugas	Lama Kinerja
	kerja ganda, <i>double solenoid valve</i> (5) (Bagian dudukan)	ke bawah ketika aktif dan berhenti ketika sampai.	bawah
8.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>single solenoid valve</i> (6) (Bagian pendorong benda dalam tabung)	Bergerak dari belakang ke depan ketika aktif dan kembali ketika tidak aktif.	1s = ke arah depan 1s = ke arah belakang
9.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>single solenoid valve</i> (7) (Bagian pendorong benda salah/ <i>not good</i>)	Bergerak dari belakang ke depan ketika aktif dan kembali ketika tidak aktif.	1s = ke arah depan 1s = ke arah belakang

Tabel 3 Hasil Kinerja Aktuator pada *Assembly Process*

N o	Nama Aktuator	Tugas	Lama Kinerja
1.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>single solenoid valve</i> (1) (Bagian konveyor awal).	Bergerak naik ketika aktif dan turun ketika tidak aktif.	0,5s = naik 0,5s = turun
2.	Aktuator silinder	Bergerak turun	0,5s = turun

N o	Nama Aktuator	Tugas	Lama Kinerja
	kerja ganda, <i>single solenoid valve</i> (2) (Bagian konveyor akhir).	ketika aktif dan naik ketika tidak aktif.	0,5s = naik
3.	<i>Rotary actuator, double solenoid valve</i> (3) (Ke arah <i>conveyor</i>).	Bergerak ke kanan saat aktif. Dan berhenti ketika telah sampai.	3s = ke arah kanan (konveyor)
4.	<i>Rotary actuator, double solenoid valve</i> (3) (Ke arah dudukan).	Bergerak ke kiri saat aktif. Dan berhenti ketika telah sampai.	3s = ke arah kiri (dudukan bagian depan)
5.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>single solenoid valve and suction vacuum</i> (4) (<i>vacuum</i>).	Bergerak menyedot ketika aktif dan melepas ketika tidak aktif.	3s = menyedot 3s = melepas (palet dan dudukan depan)
6.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>double solenoid valve</i> (5) (Ke arah <i>vacuum</i>)	Bergeser dari belakang ke depan ketika aktif dan berhenti ketika sampai.	2s = ke arah kiri (<i>vaccum</i>)
7.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>double solenoid valve</i> (5)	Bergeser dari depan ke belakang ketika aktif dan berhenti	2s = ke arah kanan (motor DC drill)

No	Nama Aktuator	Tugas	Lama Kinerja
	(Ke arah motor DC drill)	ketika sampai.	
8.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>double solenoid valve</i> (6) (Bagian motor DC drill turun)	Bergerak turun ketika aktif dan berhenti ketika sampai.	1s = ke arah bawah (dudukan belakang)
9.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>double solenoid valve</i> (6) (Bagian motor DC drill naik)	Bergerak naik ketika aktif dan berhenti ketika sampai.	1s = ke arah atas (dudukan belakang)

4. Kesimpulan dan saran

4.1 Kesimpulan

Dari pelaksanaan penelitian “Alat Peraga Modular Production System untuk Inspection Process dan Assembly Process Menggunakan Arduino Nano”, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Pada penelitian ini untuk *inspection process* dan *assembly process* berhasil dibuat program dengan menggunakan perangkat lunak bernama Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C.
- b. Pada Arduino Nano dengan keterbatasan pin masukan/keluaran dapat diperbanyak menggunakan komunikasi serial IIC atau *Inter Integrated Circuit* menggunakan modul MCP23017.
- c. Modular Production System (MPS) pada unit *inspection process* dapat beroperasi untuk menginspeksi benda kerja berdasarkan ketebalannya menggunakan transduser potensiometer linear dan dengan sistem pneumatik. Pada unit *assembly process* yang berfungsi untuk

melubangi benda kerja dengan proses pengeboran menggunakan motor DC dilengkapi dengan sistem pneumatic dapat beroperasi dengan baik.

- d. Komunikasi antar Arduino Nano sebagai sistem kendali antara *inspection process* dan *assembly process* dilakukan dengan komunikasi serial UART atau *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka masih diperlukan pengembangan selanjutnya. Untuk itu perlu dilakukan beberapa pengembangan agar sistem dapat bekerja lebih maksimal dengan cara beberapa pengembangan berikut:

- 1. Diperlukan tambahan perangkat lunak seperti LabView untuk memvisualisasikan kinerja MPS sehingga dapat memonitoring dan mengontrol kinerja alat dari komputer, sehingga kinerja dapat lebih optimal lagi.
- 2. Dibutuhkan Arduino Nano tambahan yang digunakan sebagai *master* untuk memonitoring dan mengontrol pada setiap proses/*slave* yang sedang berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

Anggara Trisna Nugraha dan Rachma Prilian Eviningsih. *Penerapan Sistem Elektronika Daya: AC Regulator, DC Chopper, dan Inverter*, (Yogyakarta: DEEPUBLISH, 2022), Hal 93

Muhammad Rizal. *PENGUKURAN TEKNIK: Dasar dan Aplikasi*, (Banda Aceh: Syiah Kuala University Press, 2020), Hal. 41

Ekojono dkk, *Pemograman Spreadsheet untuk Pemodelan Kontrol Rangkaian Elektronika*, (Malang: POLINEMA PRESS, 2019) hal 19

Ibid hal 16

Abadi Jading dkk, *Buku Ajar Pengukuran dan Instrumentasi*, (Sleman: DEEPUBLISH, 2020) hal 106

Ekojono dkk, *Pemograman Spreadsheet untuk Pemodelan Kontrol Rangkaian*

- Elektronika*, (Malang: POLINEMA PRESS, 2019) hal 22
- I Gede Suputra Widharma dan Lalu Febrian Widharma, *MIKROKONTROLER DAN APLIKASI*, (Banyumas: Wawasan Ilmu, 2022) hal 46
- Ekojono dkk, *Pemograman Spreadsheet untuk Pemodelan Kontrol Rangkaian Elektronika*, (Malang: POLINEMA PRESS, 2019) hal 32-33
- Wirawan Sumbodo, *Pneumatik dan Hidrolik*, (Sleman: DEEPUBLISH, 2017) hal 1
- Ibid hal 9
- Ibid hal 30
- Ibid hal 37
- Ibid hal 38
- Ibid hal 39
- Yuwono Marta Dinata, *Arduino Itu Pintar*, (Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2016), Hal. 137