



PERANCANGAN PEMBUATAN DAN PENGUJIAN PROTOTIPE PEMINDAH BARANG DENGAN SISTEM PNEUMATIK YANG DIKONTROL MENGGUNAKAN MIKRO KONTROL ARDUINO MEGA

Alief Muharram¹, FX Sugeng Riyanto¹, Ahmad Bukhari Muslim¹, Tono Sukarnoto¹, Rangga Komara¹, M Sjahrul Annas¹, Supriyadi¹, Faisal Adinegoro¹, Muhammad Ihram Maulana¹, Larasati Rizky Putri¹, Linggar Candra Dewi¹, Muhammad Ali Rafi¹, Sentot Novianto^{1*}

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, Jakarta 11440, Indonesia

*Penulis koresponden: sentot.novianto@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Pneumatik Otomasi Industri biasanya terdiri atas 3 metode yaitu: pneumatik manual/murni, pneumatik elektro dan pneumatik PLC (*Programable Logic Controller*). Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat dan menguji prototipe alat pneumatik berbasis mikro kontroler Arduino Mega yang diterapkan untuk pemindah barang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggunaan mikro kontroler Arduino Mega untuk mengendalikan pergerakan pneumatik yang dirangkaikan dengan pemindah barang berupa konveyor, *roller*, motor, dan sensor-sensor pada sistem yang terintegrasi pada prototipe yang dibuat. Hasil dari penelitian/inovasi yang dibuat dalam bentuk prototipe ini adalah keberhasilan penggunaan mikro kontroler Arduino Mega yang dapat digunakan sebagai sistem kendali pneumatik otomasi dengan tekanan kerja 4 s/d 5 bar, kecepatan *conveyor belt* 6 cm/det, rata-rata massa benda kerja 55 gram dan sudut *gravity roller* 11,8 derajat dengan panjang 67 cm. Besar manfaat prototipe ini untuk pengembangan pendidikan, pelatihan kepada masyarakat atau industri dan juga penelitian yang berkelanjutan.

SEJARAH ARTIKEL

Diterima
Desember 2024
Revisi
Desember 2024
Disetujui
Januari 2025
Terbit online
Januari 2025

KATA KUNCI

- Pneumatik,
- Mikro kontrol,
- Pemindah Barang,

1. PENDAHULUAN

Praktikum pneumatik di perguruan tinggi biasanya terdiri atas 3 metode otomasi industri yaitu: praktikum pneumatik manual/murni, pneumatik elektro dan pneumatik PLC. Ilmu dan teknologi yang digunakan dalam praktikum pada perguruan tinggi khususnya praktikum pneumatik memperlihatkan celah ilmu/teknologi yang terlewat, yaitu pengendalian atau kontrol pneumatik dari metode pneumatik elektro langsung melompat ke pneumatik PLC. Padahal ilmu/teknologi yang digunakan sebelum ke pneumatik PLC adalah pengendalian atau kontrol pneumatik dengan menggunakan mikro kontrol dengan penggunaan bahasa pemrograman komputer tingkat tinggi.

Salah satu mikro kontrol yang dapat di program dengan menggunakan bahasa komputer adalah Arduino Mega. Dimana penggunaan waktu operasi, sensor, *relay* dan berbagai macam perangkat lainnya dapat diintegrasikan dengan mikro kontrol ini. Dengan demikian penggunaan mikro kontrol Arduino ini merupakan solusi untuk mengisi celah ilmu/teknologi pada metode operasi pneumatik dengan penggunaan bahasa pemrograman komputer.

Sistem pneumatik merupakan suatu sistem kerja yang menggunakan udara terkompresi sebagai media kontrol dan media kerja. Mengacu pada karakteristik alamiah udara, sistem pneumatik memiliki keunggulan diantaranya ketersediaan media yang tanpa batas, murah, bersih, ramah lingkungan, mudah disimpan, mudah ditransportasikan, mempunyai kecepatan yang relatif tinggi, tidak sensitif terhadap perubahan temperatur, dan aman terhadap beban lebih. Pneumatik sebagai sistem dibangun atas dua konsep utama yaitu konsep stuktur sistem dan konsep mekanisme komponen. Konsep struktur sistem menjelaskan bagaimana siklus fluida berproses dan membangkitkan sinyal sehingga membentuk sebuah sistem kerja. Konsep mekanisme komponen menjelaskan sifat-sifat komponen dalam sebuah sistem tersebut yang meliputi; prinsip kerja, metode aktuasi dan pengembaliannya, jumlah posisi kontak yang mungkin terjadi, jumlah saluran *input output* dan sebagainya. Penjelasan konsep-konsep tersebut direpresentasikan dalam simbol-simbol verbal yang terstandarisasi (DIN ISO 1219 dan DIN ISO 5599) (Dionisius et al, 2021).

Alat peraga kontrol elektro-pneumatik standar menawarkan kepada mahasiswa pengalaman pengajaran dan pemahaman tentang topik praktikum, serta presentasi instruktur dan penilaian keberhasilan mahasiswa melalui kegiatan laboratorium. Elektro-pneumatik umumnya digunakan di bidang lain otomatisasi pabrik. Perakitan, distribusi, dan pengiriman fasilitas di seluruh dunia.

Perangkat tersebut dioperasikan oleh sistem kontrol elektro-pneumatik. Untuk elektro-pneumatik, elemen pneumatik dioperasikan menggunakan listrik dan elektronik sirkuit. Kontrol elektronik dan elektromagnetik, elektronik saklar, dan komputer industri digunakan untuk menggantikannya kekuatan perangkat pneumatik manual (Pereyras et al, 2020).

Sistem elektro-pneumatik (EPS) sangat umum dijumpai dalam dunia industri, khususnya pada industri makanan dan minuman serta pada industri *furniture*. Penerapan EPS di industri meningkatkan produksi produktivitas dan menurunkan biaya. Dari segi teknis, EPS merupakan integrasi teknologi pneumatik dan listrik. Jadi, pada EPS aktuatornya adalah elemen pneumatik (silinder) sedangkan sensor dan sistem kendali (CS) bersifat elektrik. Interkoneksi teknologi ini dicapai pada katup pengatur arah utama setiap silinder. Katup kontrol arah mengarahkan aliran energi pneumatik operasi melalui aktuator. Di sisi lain, katup kontrol arah digerakkan oleh sinyal listrik sehingga sistem keseluruhannya bersifat elektro-pneumatik (Stoychitch et al, 2019).

Metodologi yang dikembangkan untuk menghubungkan simulink MATLAB dengan sistem pneumatik melalui mikrokontroler tanpa beban pemrograman telah dilakukan. Untuk memenuhi tujuan ini, *MATWORKS* telah merancang paket Arduino I/O, untuk berkomunikasi dengan pengontrol Arduino tanpa bahasa pemrograman apa pun. Sistem ini terdiri dari unit *relay*, mikrokontroler Arduino, perangkat lunak Arduino IDE, simulink MATLAB (Versi 2012 atau lebih tinggi) SMPS, Katup yang dioperasikan *solenoid* yang dikontrol arah, silinder pneumatik kerja ganda dan kabel USB. Singkatnya metodologi ini tidak hanya akan mengurangi beban pemrograman tetapi juga akan meningkatkan minat peserta didik terhadap mekatronik dan otomasi (Parikh et al, 2016).

Aktuator pneumatik mewakili operator kendali gaya utama dalam banyak aplikasi industri, di mana karakteristik statis dan dinamisnya memainkan peran penting dalam perilaku sistem kendali secara keseluruhan. Oleh karena itu, meningkatkan perilaku dinamis aktuator pneumatik adalah hal penting yang dilakukan oleh perancang sistem kendali. Secara khusus, inovasi dalam berbagai strategi kontrol yang diterapkan pada aktuator pneumatik bersama dengan teknik pemodelan, pengendalian dan simulasi yang dikembangkan untuk berbagai aplikasi aktuator pneumatik. Dengan demikian tinjauan aktuator pneumatik juga berkonsentrasi pada analisis, investigasi, kinerja, kendala praktis, nonlinier, ketidakpastian dan aplikasi baru dari aktuator pneumatik (Ali et al, 2009).

Sistem kontrol *Program Logic Control* (PLC) ini adalah sebuah perangkat yang dibuat untuk menggantikan sistem kontrol konvensional. Secara bahasa singkat PLC berarti pengontrol logika yang

bisa diprogram. Sistem PLC dibuat dengan gagasan untuk mensubstitusi penggunaan *relay-relay* dan mengimplementasikan rangkaian sistem kendali. PLC menyerupai komputer elektronik yang mudah digunakan (*user friendly*) yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam (Syahril et al, 2018).

Studi Pustaka Dalam Pengembangan Inovasi

Mikrokontrol Arduino Mega merupakan mikrokontrol sederhana yang banyak digunakan untuk pembuatan sistem pengukuran, sistem kendali/kontrol dan sistem dengan memanfaatkan jaringan internet (IoT). Namun penggunaan mikrokontrol Arduino Mega untuk sistem kontrol pada perangkat pneumatik belum banyak ditemukan secara signifikan. Berikut dituliskan beberapa kajian pustaka terkait penggunaan mikrokontrol Arduino Mega yang dapat dihubungkan dengan sistem pemindah barang menggunakan pneumatik.

Yusuf dan Syafiuddin membuat eksperimen untuk sistem keamanan menggunakan perangkat elektronik di rumah tangga dengan kontrol berbasis Arduino *relay*. Alat ini menggunakan mikrokontroler sebagai otaknya yang dilengkapi dengan teknologi *smartphone*. Salah satu kegunaan Arduino *relay* sebagai pengaman dan pengontrol perangkat listrik adalah menggunakan jarak dekat dan jarak jauh tergantung keinginan konsumen. Arduino merupakan kit elektronik *open source* yang dirancang khusus untuk memudahkan semua orang dalam mengembangkan perangkat elektronik yang dapat berinteraksi dengan berbagai sensor dan pengontrol. Arduino *Duemilanove* merupakan papan mikrokontroler ATmega 328. Papan mikrokontroler ini memiliki 14 pin *input/output* digital (6 di antaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, osilator kristal 16MHz, koneksi USB, dan *header* ICSP (Tjandi et al, 2019). Pengertian *relay* adalah suatu saklar listrik yang rangkaian terbuka atau tertutupnya bergantung pada rangkaian lain yang disebut rangkaian kendali. Sifat-sifat *relay* ini adalah 240V dan arus alternator 10 ampere, rangkaian *relay* mengandung transistor untuk mengaktifkan kumparan *relay* yang mengumpulkan dari sumber luar sifat-sifat *relay* yang mengkonsumsi 80 mA pada 5V, dan kontak 10 A pada arus alternator 250V atau arus searah 30 V. *Relay* juga berisi led untuk menunjukkan keadaan pengoperasian jika *ON* atau *OFF* (Hameed et al, 2020).

Daniya dan Riki membuat konveyor yang digerakan oleh motor dc, dimana mikrokontrol Arduino Mega digunakan untuk pengendalian jalannya konveyor penyortir kentang. Desain alat dijalankan

dengan menggunakan dua Arduino yaitu Arduino Mega dan Arduino Mega. Sistem penyortir kentang dirancang dan dibuat dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega dan Arduino Mega sebagai pengendali motornya. Perangkat terdiri atas *Software* Arduino 1.6.10, sensor HC-SRF04, sensor berat (*Loadcell*), HX711, motor DC, motor *servo*, L298N, *loadcell* dan komponen pendukung lainnya (Febriyan et al, 2021).

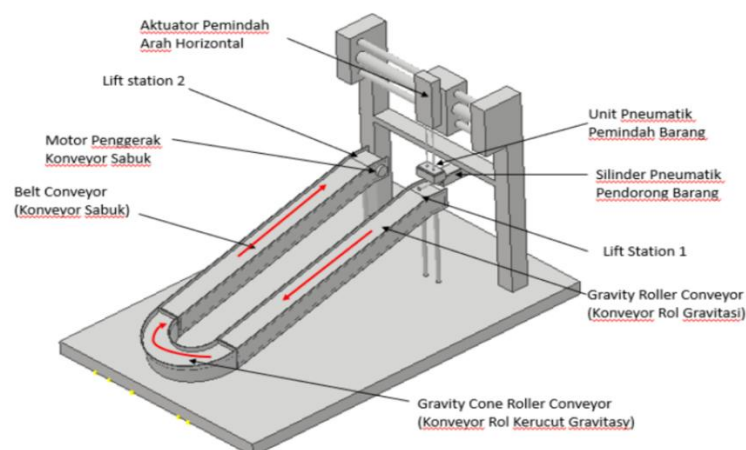
Moliza dkk merancang bangun sistem pengepressan kaleng minum menggunakan aktuatur pneumatik berbasis Arduino Mega. Sistem kerjanya yaitu jika sensor *proximity* mendeteksi kaleng maka piston akan aktif, kaleng yang telah dipres akan jatuh ke penampungan. Beberapa komponen pendukung digunakan seperti *relay*, *solenoid valve*, dan sensor *proximity*. *Solenoid valve* merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan/*solenoid*. *Solenoid valve* ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida, seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolik ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis. Contohnya pada sistem pneumatik, *solenoid valve* bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuatur pneumatik (*cylinder*). Sensor *proximity* merupakan sesuatu komponen yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Sensor *proximity* dapat mendeteksi keberadaan benda disekitarnya tanpa ada kontak fisik dengan benda tersebut. Cara kerja sensor *proximity* ini yaitu dengan memancarkan medan elektromagnetik dan mencari perubahan bentuk medan elektromagnetik. Jika benda telah terdeteksi maka sinyal *infrared* tersebut akan merubah bentuk sinyal dan mengirimkan sinyal kembali ke sensor dan memberitahukan bahwa di depan sensor terdapat benda (Moliza et al, 2019).

Penelitian yang diusulkan ini adalah perancangan, pembuatan dan pengujian prototipe pemindah barang dengan sistem pneumatik menggunakan mikro kontrol Arduino. Prototipe ini akan menjadi wujud sistem pneumatik di laboratorium Kontrol dan Otomasi Industri dengan metode kendali mikro kontrol.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Kontrol dan Otomasi Industri Teknik Mesin Universitas Trisakti. Di bawah ini disajikan gambar 1 skema alat pemindah barang. Alat terdiri dari pneumatik pemindah barang dengan sistem *vacuum*, silinder pneumatik pendorong, *roller conveyor* (berupa *roller*), *cone roller conveyor*, dan *belt conveyor* dimana *belt conveyor* digerakkan menggunakan

motor. Pergerakan barang dimulai pada bagian awal *lift station 1* ke *gravity cone roller conveyor* dimana sebelumnya barang didorong oleh piston dari pneumatik silinder dari posisi 1. Kemudian barang bergerak ke bawah sampai ke *belt conveyor*, dimana *belt conveyor* sudah bergerak sebelumnya saat sistem mulai dinyalakan. Pergerakan barang menggunakan *belt conveyor* mengarah ke atas dengan sudut 30 derajat. Ketika barang sudah sampai bagian akhir *belt conveyor (lift station 2)*, sensor *proximity* bekerja untuk mendeteksi adanya barang sehingga pneumatik *vacuum* bekerja untuk mengangkat barang tersebut hingga ketinggian 15 cm. Kemudian pneumatik geser bergerak menuju arah horizontal sejauh 25 cm yang di kontrol dengan sensor *limited switch*. Setelah sampai bagian akhir pneumatik geser, barang diturunkan ke tempat awal (*lift station 1*) dan pneumatik *vacuum* dalam keadaan *off*.



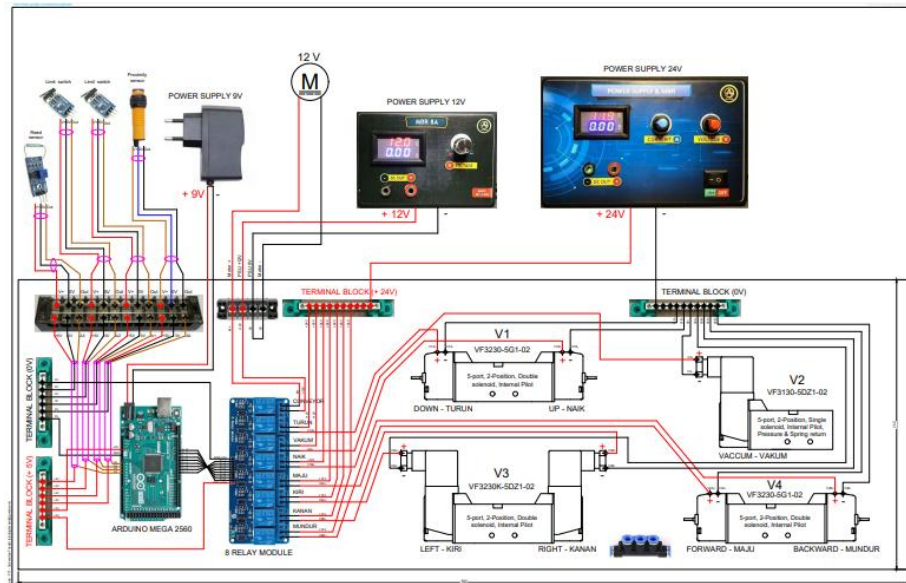
Gambar 1. Skema alat pemindah barang

3. HASIL DAN DISKUSI

Keberhasilan perancangan, pembuatan dan pengujian prototipe pemindah barang dengan Arduino dapat dilaporkan bahwa perancangan inovasi prototipe berhasil memodifikasi sistem pergerakan pneumatik menggunakan sensor bantu yaitu sensor *proximity* untuk mendeteksi keberadaan barang yang dipindahkan, selain itu menggunakan sensor *limited switch* untuk perancangan jarak tempuh pneumatic geser.

Pada gambar 2 dibawah ini memperlihatkan skema *wiring* mikrokontroller dengan beberapa sensor, *relay* dan juga *power suplay*. Mikrokontroller Arduino Mega merupakan pusat logika

pergerakan sistem pemindah barang diatas. Pemrograman menggunakan bahasa computer C++ yang di upload dari komputer ke mikrokontroller Arduino Mega.



Gambar 2. Skema wiring mikrokontroller Arduino Mega

Pengujian dilakukan untuk menverifikasi bahwa sistem dapat berjalan dengan baik. Disamping itu dari pengujian diperoleh hasil bahwa tekanan udara yang digunakan untuk menggerakkan sistem pneumatik sebesar 4 s/d 5 bar. Jika tekanan kurang dari 4 bar berakibat pneumatic vacuum tidak dapat bekerja dengan baik, dimana barang tidak dapat diangkat (dipindahkan). Jika tekanan lebih dari 5 bar berakibat pneumatic geser bergerak dengan kecepatan yang cukup tinggi, hal ini cukup membuat hentakan saat mencapai titik tujuan.

Pergerakan satu siklus pemindahan barang membutuhkan waktu sekian detik dengan jarak tempuh total 207 cm. Pergerakan total tersebut dapat dirincikan sebagai berikut: pergerakan dari *lift station 1* ke *gravity cone roller conveyor* bagian awal membutuh waktu 6 detik dengan jarak 67 cm. Pergerakan awal dari *cone roller conveyor* hingga akhir *belt conveyor (lift station 2)* membutuhkan waktu 12 detik dengan jarak 115 cm. Pergerakan angkat/turun barang 7 detik dengan ketinggian 7 cm, pergerakan pneumatic geser (*Lift Station 2 ke Lift Station 1*) selama 2 detik dengan jarak 20 cm.

Hasil pengujian diatas dapat lebih dikembangkan dengan melakukan penelitian selanjutnya untuk mengetahui kinerja alat pemindah barang tersebut. Pengembangan prototipe ini bisa diterapkan di dunia industri dengan beberapa penyesuaian seperti berat beban, tekanan kerja, laju conveyor, arah pergerakan dan lain-lainnya.

KESIMPULAN

Perancangan, pembuatan dan pengujian prototipe pemindah barang dengan sistem pneumatik telah dapat dilakukan dengan sukses. Sistem kontrol Arduino Mega yang digunakan cukup handal dalam pengoperasiannya. Model barang yang digunakan bermassa 55 gram dapat dipindahkan dengan menggunakan tekanan kerja 4 s/d 5 bar. Sistem *wiring* mikrokontroler Arduino Mega telah didesain dengan baik dan dapat diterapkan pada sistem. Pembuatan dan pengujian berjalan dengan baik dengan hasil pergerakan barang berjarak 209 cm dengan waktu tempuh 34,2 detik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan kepada Mendikbudristekdikti yang telah mendanai Hibah Kilab dengan No 09/KILab/E4/DT.04.03/2024. Dan kami juga mengapresiasi kepada LPPM Universitas Trisakti yang senantiasa membantu memberikan saran kepada Tim Kilab 2024.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ali, H. I., Noor, S. B. B. M., Bashi, S. M., & Marhaban, M. H. (2009). A review of pneumatic actuators (modeling and control). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(2), 440-454.
- Dionisius, F., Hermawan, R., & Faktasyamsa, G. G. (2021, November). Rancang Bangun Aplikasi Rangkaian Ragum Penjepit pada Alat Peraga/Trainer Sistem Pneumatik Sederhana. In *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)* (Vol. 7, No. 3, pp. 428-435).
- Febriyan, D. S., & Puriyanto, R. D. (2021). Implementation of DC motor PID control on conveyor for separating potato seeds by weight. *International Journal of Robotics and Control Systems*, 1(1), 15-26.
- Hameed, A. A., Sultan, A. J., & Booneya, M. F. (2020, July). Design and implementation a new real time overcurrent relay based on Arduino MEGA. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 881, No. 1, p. 012142). IOP Publishing.
- Moliza, M., Azhar, A., & Suprihardi, S. (2019). Rancang Bangun Sistem Pengepresan Kaleng Minuman Otomatis Menggunakan Aktuator Pneumatik Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Tektro*, 3(1).

- Parikh, P., Vasani, R., Sheth, S., & Gohil, J. (2016, December). Actuation of electro-pneumatic system using MATLAB simulink and arduino controller-A case of a mechatronics systems lab. In International Conference on Communication and Signal Processing 2016 (ICCASP 2016) (pp. 59-64). Atlantis Press.
- Pereyras, J. G. (2020). Acceptability of the basic electro-pneumatic control trainer. *International Journal*, 8(7).
- Stoychitch, M. Y., & Knezevic, B. Z. (2019, February). Design of remote electro-pneumatic control system using microcontroller. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 477, No. 1, p. 012034). IOP Publishing.
- Syahril, A., & Hidayat, M. F. (2018). Perancangan Ulang Peralatan Pneumatik Berbasis Programmable Logic Control (PLC) Untuk Kegiatan Praktikum. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 40-49.
- Tjandi, Y., & Kasim, S. (2019, June). Electric control equipment based on Arduino relay. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1244, No. 1, p. 012028). IOP Publishing.