

## RANCANG BANGUN MESIN PENGISI BOTOL OTOMATIS BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 DENGAN INTERFACE NEXTION HMI

Reni Listiana<sup>1)</sup>, Yurika<sup>2)</sup>, Fattaahku Muhammad Rossi<sup>3)</sup>

Teknik Otomasi, Politeknik TEDC Bandung<sup>1),2) 3)</sup>

Email: renilistiana@yahoo.com<sup>1)</sup>, yurikasjahrul@gmail.com<sup>2)</sup>, mfattaah21@gmail.com<sup>3)</sup>

### Abstrak

Indonesia mengalami perkembangan yang pesat pada sektor industri, khususnya dalam industri minuman kemasan dan pengisian botol. Penelitian mengenai sistem pengisian botol otomatis berbasis mikrokontroler juga telah banyak berkembang. Pengurangan biaya pembuatan dan penyederhanaan suatu sistem kerja adalah tujuan dari suatu proses dalam industri, sehingga diperlukan perancangan pembuatan prototype untuk memaksimalkan sistem pengisian dengan program Arduino tanpa merusak ketepatan dalam pengisian. Dengan adanya prototype ini ketepatan volume cairan, respon waktu, dan sistem kerja akan diketahui sehingga dalam pembuatan prototype filling machine ini dilakukan beberapa tahapan meliputi konsultasi, studi literatur, perancangan, pembuatan dan pengujian sistem serta analisis terhadap hasil yang diperoleh dari pengujian prototype tersebut. Pada penelitian ini dilakukan pengujian volume dan pengujian total waktu keseluruhan sistem pada set point Arduino 250 ml dan set point Arduino 180 ml. Proses pengujian pengisian 2 botol dalam 1 kali proses mendapatkan hasil yaitu untuk set point 250 ml menghasilkan volume rata-rata 248 ml dan total waktu keseluruhan rata-rata 57,195 detik, sedangkan pada pengujian dengan set point 180 ml menghasilkan volume rata-rata 177 ml dengan total waktu keseluruhan rata-rata 47,638 detik. Sehingga dapat dinyatakan prototype ini mampu menghasilkan pengisian dengan hasil volume air yang relatif stabil. Prinsip dari sistem prototype ini sederhana, yaitu sistem berjalan secara terstruktur berdasarkan pemicu dari sensor dan interval waktu tertentu.

**Kata Kunci:** *Filling, Otomatis, Prototype, Arduino*

### Abstract

*Indonesia is experiencing rapid development in the industrial sector, especially in the packaging and bottle filling industry. Research on microcontroller-based automatic bottle filling systems has also developed a lot. Reducing manufacturing costs and simplifying a working system is the goal of a process in industry, so it is necessary to design a prototype to maximize the charging system with the Arduino program without destroying accuracy in charging. With this prototype, the accuracy of the liquid volume, response time, and working system will be known so that in making this filling machine prototype, several stages are carried out including consultation, literature study, design, creation and testing of the system as well as analysis of the results obtained from testing the prototype. In this research, volume testing and total time testing for the entire system were carried out at an Arduino set point of 250 ml and an Arduino set point of 180 ml. The test process for filling 2 bottles in 1 process produces results, namely for a set point of 250 ml, it produces an average volume of 248 ml and an average total time of 57.195 seconds, while the test with a set point of 180 ml produces an average volume of 177 ml with the total average time is 47.638 seconds. So it can be stated that this prototype is capable of producing filling with relatively stable water volume results. The principle of this prototype system is simple, namely the system runs in a structured manner based on triggers from sensors and certain time intervals.*

**Keywords:** *Filling, Automatic, Prototype, Arduino*

## I. PENDAHULUAN

Kinerja industri di Indonesia terus mengalami peningkatan. Peningkatan industri akan terikat dengan peralatan ataupun mesin-mesin produksi yang berkualitas. Tingkat kualitas mesin produksi ataupun alat akan sangat mempengaruhi hasil produksi, yaitu efektivitas dan efisiensi sumber daya yang digunakan. Peningkatan yang terjadi akan mempengaruhi cara hidup dan proses kerja manusia yang akan berdampak pada seluruh aspek, diantaranya keilmuan, ekonomi, sosial, dan pemerintah. Dimana hal ini merupakan persoalan yang harus dihadapi oleh manusia karena pada revolusi industri 5.0 peran manusia sebagai fokus utama dalam pemanfaatan teknologi dalam berbagai bidang. Artinya manusia dituntut untuk dapat bertindak cerdas dalam hidup berdampingan dengan kemajuan teknologi. Contohnya dalam penerapan

kehidupan sehari-hari manusia diharapkan mampu menjadi pengguna yang cerdas. Hal ini menjadi motivasi masyarakat dalam memanfaatkan peluang pada era industri 5.0, sehingga diperlukan adanya strategi untuk membentuk suatu sistem yang inovatif, jangka panjang, mudah dioperasikan, efektif, dan efisien.

Dalam menghadapi tantangan tersebut dibutuhkan jiwa dan raga yang kuat. Oleh karena itu kesehatan manusia merupakan hal vital yang harus diperhatikan. Kesehatan merupakan kondisi fisik, mental dan sosial yang sejahtera secara utuh, yang tidak hanya bebas dari penyakit atau kelemahan. Untuk terwujudnya kesehatan dibutuhkan asupan gizi yang sempurna. Gizi yang sempurna bisa didapat dari asupan yang masuk kedalam tubuh. Tubuh manusia sebagian besar terdiri dari cairan. Jumlah cairan total pada tubuh manusia dipengaruhi oleh umur, berat badan jenis kelamin, dan lemak tubuh.

Hampir 60% berat badan orang dewasa terdiri dari cairan. Pentingnya mengonsumsi air secara cukup bertujuan untuk meningkatkan fungsi hormon, memperbaiki kemampuan hati, memecah dan melepas lemak, serta mengurangi rasa lapar. Oleh karena itu kurangnya air yang tubuh manusia terima dapat menyebabkan konstipasi, infeksi saluran urin, terbentuknya batu ginjal, dan kelelahan. Dampak dari kurangnya air yang tubuh terima memang tidak berdampak langsung, inilah penyebab manusia seringkali mengabaikan hal ini, ini merupakan bagian dari Kesehatan dan keselamatan kerja. Kesehatan dan Keselamatan Kerja merupakan poin utama yang diperhatikan dalam dunia kerja. Salah satu bentuk upaya yang industri lakukan adalah memberi asupan kepada para pekerja. Asupan tersebut bisa berupa vitamin, minuman ataupun makanan ringan. Tujuan dari pemberian ini yaitu upaya untuk menjaga kestabilan daya tahan tubuh para pekerja.

Penggunaan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) menjadi pilihan masyarakat, selain karena ekonomis juga kemudahan dalam konsumsi air siap minum. Air minum dalam kemasan AMDK banyak mengalami perubahan. Faktor yang mempengaruhi perubahan itu adalah keragaman tanda pengenal (merek) yang digunakan oleh produsen. Variasi penggunaan merek bisa berdasarkan motivasi internal pihak produsen dalam menawarkan produk serta memenuhi permintaan sasaran pasar. Sehingga usaha dalam lingkup air siap minum dalam kemasan menarik masyarakat dalam memulai usaha. Perbedaan ataupun tolak ukur setiap merek tidak sekedar dalam kualitas air, tetapi juga dari cara sistem beroperasi. Proses pengisian AMDK pada depot air minum masih menggunakan tenaga manusia, artinya manusia harus melakukan tindakan manual dalam proses pengisian dan melakukan pengawasan terhadap volume air dalam kemasan. Proses pengisian secara manual membutuhkan tahapan yang panjang, sehingga membutuhkan waktu yang lama. Waktu yang lama dalam proses pengisian tidak akan efektif karena pengguna akan memiliki banyak peran kendali secara manual.

Berdasarkan penelitian Iskandar Muda dan Muhammad Agung pada tahun 2022, dengan judul Perancangan *Prototype* Mesin Pengisi Botol Otomatis Berbasis Arduino Mega dengan Interface LCD 20X4, maka penulis dalam penelitian ini melakukan pengembangan dengan judul penelitian yaitu "Rancang Bangun Mesin Pengisi Botol Otomatis Berbasis Arduino Mega dengan Interface HMI Nextion".

## II. LANDASAN TEORI

### A. *Prototype*

*Prototype* adalah wujud dasar suatu alat yang akan dijual di pasaran serta akan mengalami perkembangan. *prototype* akan dihadapkan oleh konsumen yang akan menyampaikan keinginan serta saran sarannya. *Prototype* akan ditindak dan dibentuk sesuai dengan permintaan konsumen. Ukuran dan bahan *prototype* akan serupa dengan

produk yang akan dibuat, tetapi tidak harus dirancang dengan proses sebenarnya. *Prototype* bertujuan hanya untuk pengujian dan kelayakan produk berkerja sesuai harapan. *Prototype* atau purwarupa merupakan suatu langkah awal dari pembuatan suatu produk yang dapat dikatakan perancangan yang terkonsep dengan bukti fisik dari suatu produk (Nugraha, 2018).

### B. Botol Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*)

Botol plastik PET adalah jenis botol yang penggunaannya hanya untuk satu kali. Di dalam Botol plastik PET terdapat zat beracun yang berpotensi dapat tercampur ke dalam makanan atau minuman jika digunakan berulang-ulang (Rahmawati, 2018). Terdapat tanda daur ulang dengan angka 1 di tengah serta keterangan PETE atau PET (*Polyethylene Terephthalate*) di bawah segitiga yang biasa digunakan untuk botol plastik, botol transparan, dan wadah makanan. Botol PET atau PETE dikhususkan untuk sekali pemakaian. Pemakaian botol jenis untuk menyimpan air panas akan berpotensi melelehnya lapisan polimer pada botol yang dapat menyebabkan kanker (Mukminin, 2018).

### C. *Liquid Filling Machine*

Terdapat berbaagai macam bentuk mesin *filling* yaitu *standing pouch*, *bottle*, atau jerigen. Pada dasarnya pengisian dilakukan secara manual, dan untuk mendapatkan ketelitian yang tinggi, waktu yang lebih cepat, dan kemudahan dalam pengoperasian diperlukan sistem yang otomatis (Hermawan, Notosudjono, & Waryani, 2020).

### D. *Water Pump DC*

Pompa merupakan peralatan mekanis atau mesin yang berfungsi untuk menaikkan fluida dari dataran rendah ke dataran tinggi. Pompa juga dapat dikatakan piranti untuk menaikkan tekanan fluida dari fluida bertekanan rendah ke fluida yang bertekanan tinggi, sehingga dengan pompa laju fluida akan diperkuat didalam suatu sistem jaringan perpindahan dengan cara membuat tekanan yang rendah pada sisi masuk, dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar pompa. Pompa berkerja berdasarkan konversi energi mekanik menjadi energi kinetik, yaitu pemindahan fluida dari titik satu ketitik lainnya. Energi mekanik yang diberikan alat tersebut digunakan untuk meningkatkan kecepatan, tekanan atau elevasi (ketinggian). Pada dasarnya pompa digerakkan oleh motor, mesin atau sejenisnya. Banyak faktor yang menyebabkan perbedaan jenis pompa, antara lain ialah spesifikasi, jumlah bahan cairan, tinggi dan jarak pengangkutan, serta tekanan yang diperlukan. Sehingga penggunaan pompa akan terikat dengan persamaan kontinuitas.

Dalam persamaan kontinuitas dinyatakan bahwa debit fluida yang memasuki pipa sama dengan debit fluida yang keluar dari pipa. Sehingga debit air yang mengalir di setiap titik sepanjang aliran selang adalah sama atau konstan.

#### E. Motor DC

Motor arus searah (motor DC) telah ada selama lebih dari satu abad. Keberadaan motor DC telah membawa perubahan besar sejak dikenalkan motor induksi, atau terkadang disebut AC Shunt Motor. Mesin listrik dapat berfungsi sebagai motor listrik apabila didalam motor listrik tersebut terjadi proses konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC itu membutuhkan catu daya tegangan searah pada kumparan medan dan kumparan jangkar untuk mendapatkan energi mekanik. Pada motor DC kumparan jangkar di sebut rotor (bagian yang berputar) dan kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar). Apabila terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam medan magnet maka akan menghasilkan tegangan (GGL) yang arahnya berubah-ubah setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Arah medan magnet rotor akan selalu berada pada posisi yang berlawanan arah dengan arah medan magnet stator. Hal ini merupakan sifat magnet yaitu magnet yang berbeda kutub didekatkan satu sama lain mereka akan saling tarik-menarik, sedangkan magnet yang memiliki kutub yang sama akan saling tolak-menolak.

Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet. Dengan demikian medan magnet merupakan tempat untuk menyimpan energi dan tempat berlangsungnya perubahan energi (Anthoinete P.Y. Waroh, 2014)

#### F. Gearbox Motor DC

*Gearbox* digunakan untuk mengubah torsi atau kecepatan motor dengan ditambahkan mekanik *gears*. Pada dasarnya, penambahan tersebut dilakukan untuk meningkatkan torsi dan mengurangi kecepatan (Ardhithamara, 2021).

#### G. Driver L298N (H-Bridge)

L298N *Module* adalah rangkaian elektronik yang berfungsi untuk mengendalikan arah putaran motor DC dan kecepatan putar motor DC. Satu buah L298N *module* dapat digunakan untuk mengendalikan dua buah motor DC. 1 kanal L298N *Module* memiliki kemampuan menggerakkan motor DC dengan arus maksimal 2A dengan tegangan maksimal 40 volt DC. Untuk pengendalian kecepatan putar motor DC dapat diatur melalui Pin *enable* A dan B dan untuk mengatur arah putaran dapat diatur melalui pin *input* 1 sampai. *Output* L298N tersusun dioda secara H-*bridge* sebelum dihubungkan ke Motor DC. Dalam pengaturan kecepatan motor digunakan teknik PWM (*pulse width modulation*) yang dimasukkan dari mikrokontroler melalui pin *Enable*. PWM untuk kecepatan rotasi yang bervariasi level highnya (Damayanti, 2020).

#### H. Konveyor

Menurut (Jumriady, Sirajuddin, & Naharuddin, 2019) *Belt* atau sabuk adalah elemen utama pada *belt conveyor* yang berfungsi sebagai media

pembawa material yang akan bergerak ke tempat lain. Sabuk atau belt terdiri dari tiga bagian utama yaitu lapisan atas (*top cover*), rangka kain (*carcass*) untuk *fabric belt* atau rangka *sling* baja untuk jenis *steel cord belt* dan lapisan bawah (*bottom cover*). Lapisan penguat sabuk (*carcass* atau *steel cord belt*) berfungsi untuk meneruskan tegangan pada sabuk saat *start* dan saat pemindahan material selain itu lapisan penguat juga dapat menyerap gaya impact beban akibat kecepatan pada sabuk sehingga bisa tetap stabil (Ayyubi, 2020).

#### I. Arduino IDE

IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan program yang digunakan untuk membuat program pada Arduino. Program yang ditulis dengan menggunakan *Software Arduino* (IDE) disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu *editor text* dan disimpan dalam *file* dengan ekstensi.ino.

Pada *Software Arduino* IDE, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan *Software Arduino* IDE, menunjukkan *board* yang terkonfigurasi beserta COM *Ports* yang digunakan. *Arduino* IDE memungkinkan penggunanya untuk menulis dan mengubah kode dan mengkonversikannya menjadi instruksi yang di mengerti oleh perangkat keras *Arduino*. *Arduino* IDE juga mengirimkan instruksi-instruksi tersebut ke *Arduino board*. Dalam prosesnya, pemrograman menggunakan *Arduino* IDE memungkinkan penggunanya menggunakan *library* yang sudah ada disediakan oleh pihak *Arduino* itu sendiri maupun pihak *third party*.

#### J. Arduino Mega

Arduino Mega 2560 adalah sebuah papan mikrokontroler berbasis Atmega 2560 (*datasheet*). Mempunyai 54 pin digital *input/output* (dimana 14 pin dapat digunakan sebagai keluaran PWM), 16 pin *input* analog, 2 UARTs (*Hardware serial ports*), sebuah *crystal oscillator* 16 MHz, sebuah penghubung USB, sebuah colokan listrik, ICSP header, dan tombol reset. Setiap isi dari *Arduino* Mega 2560 membutuhkan dukungan mikrokontroler, koneksi mudah antara *Arduino* mega 2560 ke komputer dengan sebuah kabel USB atau daya dengan AC to DC *Power Supply* atau dapat menggunakan baterai. *Arduino* Mega cocok sebagai rancangan pelindung untuk *Arduino Deumilanove* atau *Diecimila*.

#### K. Step Dwon DC to DC

Seringkali dalam pembuatan rangkaian elektronika atau modul-modul mikrokontroler terdapat perbedaan tegangan kerja antar modul sehingga memerlukan sebuah modul regulator untuk menyesuaikan tegangan. Modul *step down* atau penurun tegangan DC ini akan menyelesaikan

masalah perbedaan tegangan yang dibutuhkan dengan yang tersedia. Modul *step down* DC to DC ini membantu untuk merubah suatu nilai tegangan ke tegangan yang lebih rendah.

Modul regulator penurun tegangan ini menggunakan bahan *solid capacitor* dan PCB berkualitas untuk menjamin kualitas tegangan yang dibutuhkan. Untuk menyesuaikan tegangan cukup dengan memutar potensi yang ada pada *board*. Perhatikan pada tanda *input* dan *output*, serta polaritas positif dan negatif jangan sampai terbalik karena akan merusak modul. Gambar berikut ini memperlihatkan tampilan dari *Step Down* DC to DC.

#### L. *Power Supply*

*Power Supply* ini merupakan perangkat elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk perangkat lain. Secara umum istilah catu daya berarti suatu sistem penyearah atau *filter* yang mengubah AC menjadi DC murni. Pencatu daya listrik dibagi menjadi dua macam, yaitu pencatu daya tak distabilkan dan pencatu daya distabilkan. Pencatu daya tak distabilkan merupakan jenis pencatu daya yang paling sederhana. Pencatu daya jenis ini, tegangan maupun arus keluaran dari pencatu daya tidak distabilkan, sehingga berubah-ubah sesuai dengan tegangan masukan dan beban pada keluaran. Pencatu daya jenis ini biasanya digunakan pada peranti elektronika sederhana yang tidak *sensitive* akan perubahan tegangan. Pencatu daya jenis ini juga banyak digunakan pada penguat daya tinggi untuk mengkompensasi lonjakan tegangan keluaran pada penguat. Pencatu daya distabilkan pencatu jenis ini menggunakan suatu mekanisme lolos balik untuk menstabilkan tegangan keluarannya, bebas dari variasi tegangan masukan, beban keluaran, maupun dengung.

#### M. *Sensor Infrared E18-D80NK*

Sensor E18-D80NK adalah sensor jarak yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek. Sensor E18-D80NK dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan (ada atau tidak adanya objek), menghitung objek dan aplikasi penentuan posisi. Sensor digunakan sebagai pengganti saklar mekanis karena kemampuannya yang dapat beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi dari saklar mekanis biasa sehingga sensor ini lebih handal dan lebih kuat. Sensor *infrared* tipe E18-D80NK berkerja dengan ketentuan yaitu apabila objek berada di depan sensor dan dapat terjangkau oleh sensor maka *output* rangkaian sensor akan berlogika "1" atau "high" yang berarti objek terdeteksi".

#### N. *Human Machine Interface Nextion*

*Human Machine Interface* (HMI) adalah suatu sistem yang menghubungkan manusia dengan mesin melalui sebuah perangkat. Sistem ini berupa pengendalian dan visualisasi status mesin yang bersifat *realtime*. Umumnya HMI berbentuk monitor *touchscreen* dimana visualisasinya dapat diprogram. (Wibisono, G., & Priyanto, K. 2020).

Salah satu fungsi utama HMI untuk menghubungkan manusia dengan teknologi dan meningkatkan interaksi antara mesin dengan operator melalui tampilan layar. HMI sendiri berfungsi untuk menampilkan kesalahan mesin, proses sistem, status sistem yang sedang berjalan dan melakukan *maintenance* terhadap kinerja mesin. (Ardiansyah, T. A., & Risfendra, R. (2020).

#### O. *Module Relay 5V*

*Relay* adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakan oleh arus listrik. *Relay* memiliki sebuah kumparan tengah-rendah yang dililitkan pada sebuah inti, terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. *Relay* adalah saklar yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet dan mekanikal. *Relay* dipicu berdasarkan aliran listrik melalui *coil* atau gulungannya. *Relay* memiliki 2 bagian utama yaitu *coil* dan *contact*, *contact relay* terdiri dari *normally open*, *normally close*, dan *common*. Apabila *relay* mendapatkan tegangan pemicu pada *coil* nya maka *relay* akan berfungsi untuk menghubungkan tegangan yang lebih besar dengan pemicu tegangan yang lebih kecil.

#### P. *Solenoid Water Valve*

*Solenoid valve* adalah katup yang digerakan oleh energi listrik melalui solenoida, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. *Solenoid valve* digunakan dimanapun aliran fluida harus dikontrol secara otomatis. *Solenoid valve* digunakan untuk tingkat yang meningkat dalam berbagai jenis tanaman dan peralatan. Keragaman desain berbeda yang tersedia memungkinkan katup dipilih secara khusus sesuai dengan aplikasi yang digunakan. *Solenoid valve* merupakan katup yang dirancang menggunakan solenoida sebagai kontrol nya, katup ini aktif ketika diberikan tegangan *supply*. Katup ini hanya dapat berstatus digital yaitu *on* atau *off* (Ardiansyah, 2018).

#### Q. *Sistem Pneumatik*

Sistem *pneumatik* adalah Sistem yang menggunakan udara sebagai tenaga yang memiliki tekanan pada udara yang disimpan dan telah dimampatkan untuk menghasilkan kerja. Menurut Trikueni (2014) di dalam *web* nya yang membahas tentang desain sistem kontrol pada prinsip kerja sistem *pneumatik* menjelaskan, bahwa *pneumatik* adalah sebuah sistem penggerak yang menggunakan tekanan udara sebagai tenaga penggerak. Dalam pneumatik tekanan udara inilah yang berfungsi untuk menggerakkan sebuah *cylinder* kerja. *Cylinder* kerja inilah yang nantinya mengubah tenaga/tekanan udara tersebut menjadi tenaga mekanik (gerakan maju mundur pada *cylinder*).

R. Katup Kontrol Arah

*Solenoid valve pneumatic* adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan *plunger* yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. *Solenoid valve pneumatic* atau katup (*valve*) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan, lubang jebakan udara (*exhaust*) dan lubang *Inlet Main*. Lubang *Inlet Main*, berfungsi sebagai terminal/tempat udara bertekanan masuk atau *supply (service unit)*, lalu lubang keluaran (*Outlet Port*) yang berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke *pneumatic*, sedangkan lubang jebakan udara (*exhaust*), berfungsi untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat *plunger* bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve pneumatic* bekerja.

S. Silinder Pneumatik

*Pneumatics Cylinders* atau Silinder Pneumatik adalah sebuah alat yang biasanya berbentuk silinder dan digerakan oleh tekanan udara serta menghasilkan gerak linear. Tekanan udara yang digunakan biasanya 7. Silinder Pneumatik sering digunakan di berbagai industri, seperti *food*, kosmetik dan *automotive industry*. Kegunaannya bervariasi, sebagai contoh untuk mereject sebuah barang yang sedang berjalan di konveyor karena kualitasnya tidak sesuai *standard* (bisa karena tidak ada label kadaluarsa, pengisian produk yang kurang dari seharusnya) Secara sederhana, *single acting*, sesuai namanya "*single*", membutuhkan satu atau *single supply* udara untuk menggerakkan silindernya, sedangkan *double acting* membutuhkan dua atau *double supply* udara untuk menggerakkan silindernya. Sedangkan *double acting* apabila *supply* tekanan udara masuk dari sebelah kiri, maka piston akan bergerak ke sebelah kanan, namun saat tekanan udara dihilangkan, maka piston akan tetap pada posisinya, untuk menggerakkan ke sebelah kiri dibutuhkan *supply* tekanan udara dari sebelah kanan.

III. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Perancangan Sistem

Tahapan perancangan dilakukan dengan cara melakukan pengumpulan data dan perhitungan data. Data yang didapat akan terkait dengan pemilihan komponen yang akan digunakan dan spesifikasi komponen. Sehingga dengan memahami spesifikasi setiap komponen yang digunakan pembuatan alat akan semakin minim dari kemungkinan kegagalan. Oleh karena itu dalam tahapan perancangan diperlukan beberapa syarat untuk terciptanya karakteristik alat yang sesuai dengan keinginan, yaitu:

1. Ketersediaan komponen di pasaran, apabila terjadi kerusakan pada bagian fisik atau salah satu komponen, maka mudah untuk mencari komponen pengganti.
2. Aspek biaya lebih ekonomis.

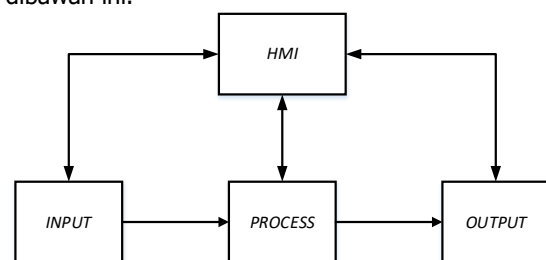
3. Aspek keselamatan, perangkat yang telah dibuat harus dalam keadaan aman (*safety*) pada saat pengoperasian, agar tidak membahayakan bagi pengguna.

4. Kemudahan untuk penggunaan alat dalam pengoperasian.

Tahapan perancangan dimulai dari perancangan mekanik dan dilanjutkan dengan perancangan rangkaian elektrik. Perancangan mekanik dan elektrik diharuskan berjalan seirama, artinya bagian-bagian pendukung mekanik dengan kontrol elektrik tidak diperkenankan terdapat jeda waktu yang lama dalam proses perancangannya. Dalam tahapan perancangan setiap tindakan yang telah dilakukan harus diamati, dianalisa, dan dievaluasi, karena setiap satu bentuk tindakan akan mempengaruhi segal aspek yang ada pada alat, baik itu bagian mekanik ataupun bagian elektrik. Oleh karena itu segala bentuk tindakan dalam tahap ini tercatat dalam satu draft. Dalam tahap perancangan, semakin besar nilai evaluasi maka akan semakin besar kesempurnaan alat. Tahapan perancangan akan tergambar dalam bentuk *flowchart*, yang akan tergambar segala bentuk tindakan yang harus dilakukan dalam proses pembuatan alat. Yang dimulai dari tahap perancangan, pembuatan, pengamatan, perbaikan, pengujian. Alat akan terus dievaluasi sampai alat terkonfirmasi telah sesuai dengan apa yang telah direncanakan hingga pengambilan data dapat dilakukan.

B. Blok Diagram *Filling Machine*

Blok diagram adalah diagram dari sebuah sistem, dimana bagian utama atau fungsi yang diwakili oleh blok dihubungkan dengan garis, yang menunjukkan hubungan dari blok. Blok diagram banyak digunakan dalam dunia rekayasa dalam desain *hardware*, desain elektronik, *software* desain, dan proses aliran diagram. Pada dasarnya blok diagram pada sistem mesin *filling* ini terdiri dari *input*, *process*, dan *output* yang dapat berkomunikasi dengan Nextion HMI, sehingga jika digambarkan akan seperti gambar dibawah ini.



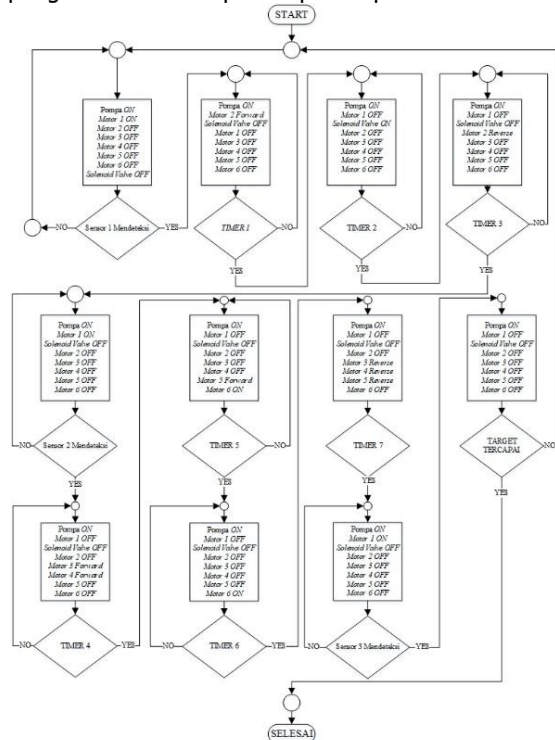
Gambar 1. Blok Diagram Mesin *Filling*

*Input* pada mesin *filling* ini terdiri dari 3 sensor *proximity*. Sensor 1 berfungsi sebagai pemicu sistem pengisian, sensor 2 sebagai pemicu sistem penutupan, dan sensor 3 berfungsi sebagai pemicu sistem pengemasan. *Process* pada sistem ini adalah *microcontroller Arduino Mega 2560* yang akan dituliskan kode atau program sesuai dengan kebutuhan. *Output* pada sistem ini keseluruhan pada

dasarnya adalah motor DC yang berjumlah 6 motor DC. Pada sistem ini terdapat *Human Machine Interface*, yaitu *Nextion HMI* yang dapat berkomunikasi dengan *input*, *process*, dan *output*; komunikasi tersebut bisa dalam bentuk memberi instruksi ataupun mengawasi.

C. *Flowchart* Sistem *Filling Machine*

Berikut ini adalah *flowchart* pada sistem *filling machine*, dimulai dari kondisi botol kosong, pengisian botol dan proses penutupan botol.



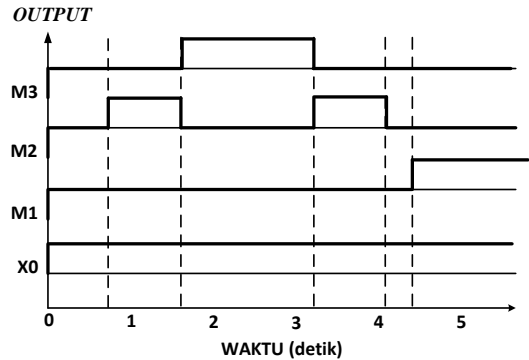
Gambar 2. *Flowchart* Sistem *Filling Machine*

Berdasarkan *flowchart* dapat dilihat bahwa setiap perubahan kondisi *actuator* di picu oleh sensor dan interval waktu tertentu.

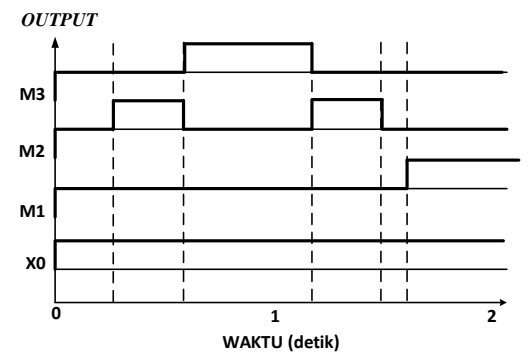
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Konsistensi Volume

Pengujian dilakukan pada saat sistem pengisian berlangsung, yaitu ketika sensor 1 mendeteksi botol kosong, sehingga sistem pengisian tidak akan berkerja apabila tidak ada botol yang terdeteksi. Pada saat melakukan percobaan pertama volume air > nilai set *point*. Sampai pada percobaan ke 5 volume air = set *point*. Dalam pengujian konsistensi volume ini dilakukan berdasarkan *timing* diagram yang dipicu oleh sensor 1. Keadaan atau status final *output* yang ada pada sistem pengisian yaitu motor *conveyor* (M1), motor *valve* (M2), *solenoid valve* (M3) dan *pump* (X0) akan terkontrol sesuai dengan *script* program. *Timing* diagram dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. *Timing* Diagram Sistem Pengisian Set *point* 250 ml



Gambar 4. *Timing* Diagram Sistem Pengisian Set *Point* 180 ml

Pada sistem pengisian terdiri dari 2 buah aktuator utama, yaitu motor *valve*, *solenoid valve* yang terintegrasi dengan motor *conveyor*. Selain dengan *timing* diagram, pengujian mengacu pada tabel kebenaran. Tabel kebenaran dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

Tabel 1. Tabel Kebenaran Sistem Pengisian

| No | Sensor 1 Status | PIN Arduino Mega 2560 |    |   |   |    |
|----|-----------------|-----------------------|----|---|---|----|
|    |                 | 35                    | 43 | 7 | 8 | 32 |
| 1  | 1               | 1                     | 0  | 0 | 0 | 0  |
| 2  | 0               | 0                     | 0  | 1 | 0 | 1  |

Pada mesin ini terdapat 2 parameter botol yang diisi, yaitu 330 ml dan 180 ml. Berikut ini data hasil uji coba konsistensi volume air yang disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 2. Data Hasil Uji Coba Konsistensi

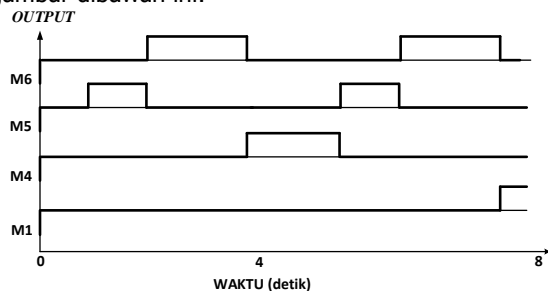
| NO | PERCOBAAN | VOLUME (ml) |        | WAKTU (detik) |        |
|----|-----------|-------------|--------|---------------|--------|
|    |           | SET POINT   |        | SET POINT     |        |
|    |           | 330 ml      | 180 ml | 330 ml        | 180 ml |
| 1  | 1         | 341         | 187    | 4,5           | 2,3    |
| 2  | 2         | 337         | 185    | 4,2           | 2      |
| 3  | 3         | 335         | 183    | 4             | 1,7    |
| 4  | 4         | 333         | 180    | 3,6           | 1,3    |
| 5  | 5         | 330         | 180    | 3,5           | 1,3    |
| 6  | 6         | 330         | 180    | 3,5           | 1,3    |
| 7  | 7         | 330         | 180    | 3,5           | 1,3    |

|    |    |     |     |     |     |
|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 8  | 8  | 330 | 180 | 3,5 | 1,3 |
| 9  | 9  | 330 | 180 | 3,5 | 1,3 |
| 10 | 10 | 330 | 180 | 3,5 | 1,3 |

Data pada tabel diatas diambil pada saat sistem pengisian berlangsung, yaitu ketika sensor 1 mendeteksi botol kosong, sehingga sistem pengisian tidak akan berkerja apabila tidak ada botol yang terdeteksi. Pada saat melakukan percobaan pertama, volume air > nilai set *point*. Sampai pada percobaan ke 5 volume air = set *point*.

**B. Uji Waktu Sistem Penutup Tutup Botol**

Pengujian dilakukan pada saat sistem penutup tutup berlangsung, yaitu ketika sensor 2 mendeteksi botol yang telah terisi air. Dalam pengujian sistem penutup tutup botol dilakukan berdasarkan timing diagram yang dipicu oleh sensor 2. Keadaan atau status final *output* yang ada pada sistem penutup tutup botol yaitu motor *conveyor* (M1), motor *main capping* (M4), motor *Up Down capping* (M5), dan motor *gripper* (M6) akan terkontrol sesuai dengan *script* program. *Timing* diagram dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 5.** *Timing* Diagram Sistem Penutup Tutup Botol

Pada sistem penutupan terdiri dari 3 buah aktuator utama, yaitu motor *main capping*, motor *gripper*, yang terintegrasi dengan motor *conveyor*. Selain dengan *timing* diagram, pengujian mengacu pada tabel kebenaran. Tabel kebenaran dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

**Tabel 3.** Tabel Kebenaran Sistem Pengisian

| No | Sensor 2 Status | PIN Arduino Mega 2560 |    |    |    |    |    |  |
|----|-----------------|-----------------------|----|----|----|----|----|--|
|    |                 | 35                    | 43 | 53 | 49 | 39 | 45 |  |
| 1  | 1               | 1                     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| 2  | 0               | 0                     | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  |  |

Diketahui bahwa pada mesin ini terdapat bagian penutup tutup botol, yang terdiri dari bagian pemegang dan bagian penutup. Bagian pemegang terdiri dari 2 motor DC dan bagian penutup terdiri dari 1 motor DC yang terintegrasi dengan motor *conveyor*.

Berikut ini data hasil uji coba respon waktu terhadap bagian penutup tutup botol, pengujian dilakukan mulai dari sensor 2 mendeteksi botol yang telah selesai diisi. Dan diakhiri pada saat motor *conveyor* berputar kembali. Berikut ini data hasil uji coba kinerja bagian penutupan yang disajikan dalam bentuk tabel.

**Tabel 4.** Data Pengujian Respon Waktu Sistem Penutupan

| No | Percobaan | Volume (ml) | Waktu Penutupan (detik) |      |
|----|-----------|-------------|-------------------------|------|
| 1  | 1         | 330 ml      | 12,5                    | 12,5 |
| 2  | 2         |             | 12,5                    | 12,5 |
| 3  | 3         |             | 12                      | 12   |
| 4  | 4         |             | 12                      | 12   |
| 5  | 5         |             | 11,7                    | 11,7 |
| 6  | 6         |             | 11,7                    | 11,7 |
| 7  | 7         |             | 11,7                    | 11,7 |
| 8  | 8         |             | 11                      | 11   |
| 9  | 9         |             | 10,7                    | 10,7 |
| 10 | 10        |             | 10                      | 10   |

**C. Uji Waktu Keseluruhan *Filling Machine***

Diketahui bahwa pada mesin ini terdapat 2 parameter botol yang diisi, yaitu 330 ml dan 180 ml. Berikut ini data hasil uji coba respon waktu terhadap kinerja dari *filling machine*. Pengujian dilakukan mulai dari sistem dijalankan, yaitu pada saat kondisi *conveyor* =1. Dan diakhiri pada saat sensor 3 mendeteksi botol yang telah diisi dan ditutup. Berikut ini data hasil uji coba kinerja *filling machine* yang disajikan dalam bentuk tabel.

**Tabel 5.** Data Pengujian Respon Waktu Keseluruhan

| No | Percobaan | Volume (ml) | Waktu Keseluruhan (detik) |      |
|----|-----------|-------------|---------------------------|------|
| 1  | 1         | 330 ml      | 66,8                      | 55,7 |
| 2  | 2         |             | 67,5                      | 55,5 |
| 3  | 3         |             | 67,7                      | 55,2 |
| 4  | 4         |             | 65,3                      | 52,3 |
| 5  | 5         |             | 65,5                      | 52   |
| 6  | 6         |             | 63,2                      | 51,5 |
| 7  | 7         |             | 63,1                      | 50   |
| 8  | 8         |             | 63                        | 50   |
| 9  | 9         |             | 63                        | 48   |
| 10 | 10        |             | 63                        | 48   |

**D. Pembahasan**

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dalam penelitian ini volume air yang ditetapkan adalah 330 ml dan 180 ml, Pada alat ini bagian aliran air dibuat dalam bentuk *close loop*. Sehingga akan terdapat sirkulasi air. Air dari sumber akan dialiri menuju sistem pengisian melalui *dc pump*. Selama *solenoid valve* tidak dalam keadaan terbuka maka air akan kembali menuju sumber air, dan botol tidak akan terisi. Sehingga *dc pump* akan terus berkerja selama sistem dijalankan. Pada bagian aliran air terdapat *safety manual valve*. *Valve* ini dapat digunakan pada saat *maintenance filling machine*.

Proses pengujian menghasilkan data waktu proses pengisian secara keseluruhan, yang meliputi sistem pengisian dan sistem penutup tutup botol yang dimulai dari motor *conveyor* berputar, sampai

dengan sensor 3 mendeteksi botol yang telah diisi dan ditutup. Kinerja sistem berdasarkan pemicu dari sensor yang terletak pada sistem pengisian dan sistem penutup tutup botol. Sensor 1 untuk sistem pengisian dan sensor 2 untuk penutup tutup botol, sedangkan sensor 3 sebagai pemicu yang mengindasikan botol telah selesai dan siap untuk dikemas. Dalam uji coba didapat data waktu keseluruhan, yaitu untuk set point 330 ml rata-rata adalah 63 detik sedangkan pada pengujian dengan set point 180 ml rata-rata adalah 49,6 detik. Hasil pengisian volume air yang masuk kedalam botol relatif konsisten. Dalam satu kali proses jumlah botol yang dapat diletakan di konveyor adalah 2. Ketiga botol tersebut akan diproses secara terstruktur berdasarkan *flow script*.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Setelah melalui tahapan perancangan, pembuatan, pengujian dan analisa dapat dinyatakan bahwa alat telah selesai dibuat. Hasil dari pembuatan alat akan mempengaruhi kualitas produk, produk dalam penelitian ini adalah Air Minum Dalam Kemasan dengan volume 330 ml dan 180 ml. Kualitas produk dalam penelitian ini telah diuji, pengujian dilakukan secara terstruktur, matematis, dan berkala. Dalam penelitian ini, yaitu penelitian dengan judul "Rancang Bangun Mesin Pengisian Air Otomatis Berbasis Arduino Mega Dengan *Interface HMI Nextion*" dapat dibuat kesimpulan. Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari selesainya pembuatan dan penelitian ini yaitu:

1. Alat ini dapat dioperasikan secara manual dan otomatis, pengoperasian dapat dilakukan melalui *HMI Nextion*. *HMI Nextion* berkomunikasi dengan sistem secara serial.
2. Aliran pengisian air dibangun secara *close loop*, air keluaran pompa akan kembali mengalir ke sumber air selama sistem pengisian tidak dijalankan. Konsistensi volume cairan yang diisi relatif konstan.
3. Dalam pengujian menghasilkan produk yang cukup efisien. Untuk *setpoint* 330 ml membutuhkan waktu tidak lebih dari 70 detik dan untuk *setpoint* 180 ml membutuhkan waktu tidak lebih dari 50 detik.

### B. Saran

Pada penulisan tugas akhir ini, penulis memberikan saran-saran yang dapat meningkatkan kinerja dan pengembangan dari sistem mesin pengisian otomatis Adapun saran-saran yang penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

1. Penambahan sistem penyimpanan tutup botol.
2. Penambahan fungsi *Internet of Things*.

Semoga apa yang penulis sampaikan dapat berguna bagi pembaca. Segala kritik, saran serta masukan yang bersifat membangun penulis harapkan untuk kesempurnaan proyek ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardhithamara, R. C. (2021). Perancangan Robot Pemotong Rumput Berbasis Android dengan Kontrol PWM dan Variasi Pisau Potong. Skripsi Universitas Muhammadiyah Ponorogo, 14.
- Ayyubi, M. K. (2020). Desain Perancangan Belt Conveyor Untuk Meningkatkan Keergonomian Proses Material Handling. Jurnal Manajemen Industri dan Manufaktur Industri, 2.
- Damayanti, P. (2020). Pintu Otomatis Dengan Perintah Suara Berbasis Fast Fourier Transform (FFT) menggunakan. Jurnal Universitas Muhammadiyah Malang, 16-17.
- Hermawan, P. C. (2020). Perancangan Miniatur Mesin Pengisian Air Otomatis Menggunakan Arduino Nano Berbasis Intenet of Things (IOT). Jurnal Universitas Pakuan, 2-8.
- Ilham Sakti Wibowo, M. I. (2019). Mesin Pengisian Botol Minuman Bir Pletok Secara Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT). Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro (pp. 379-381). Depok: Politeknik Negeri Jakarta.
- Mukminin, A. (2018). Perancangan Mesin Pencacah Sampah Plastik Dengan Kapasitas 202 KG/Jam. Skripsi.Universitas Muhammadiyah Malang, 6-7.
- Nugraha, I. P. (2018). Perancangan Prototype Mesin Plamir Otomatis dengan Ketinggian 2 Meter. Tugas Akhir Universitas Muhammadiyah Malang, 3.