

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Batik

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), batik diartikan sebagai kain bergambar yang dibuat secara khusus dengan menuliskan atau melukiskan malam (lilin) pada kain dan mengolahnya dengan cara tertentu atau disebut juga dengan kain batik. Batik secara umum didefinisikan sebagai kain yang dibuat khusus dengan motif yang khas, dan batik merupakan kain dengan corak yang dihasilkan oleh bahan malam (*wax*) dan diaplikasikan ke atas kain sehingga bisa menahan masuknya bahan pewarna (*dye*)[8]. Batik merupakan jenis kain yang diproduksi secara tradisional, sering pula digunakan dalam warisan budaya tradisional, ragam motif batik dibuat menggunakan teknik celup rintang dengan “malam” atau lilin batik sebagai bahan perintang warna[9]. Berdasarkan terminologinya, batik merupakan gambar dari hasil alat canting atau sejenisnya dengan bahan lilin sebagai penahan masuknya warna.

Batik masuk ke dalam daftar warisan budaya dunia tak benda oleh *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) pada tahun 2003, diikuti dengan Keputusan Presiden yang menetapkan bahwa tanggal 2 Oktober 2009 sebagai Hari Batik Nasional. Keputusan tersebut menunjukkan apresiasi dan penghargaan dari pemerintah Indonesia terhadap batik sebagai warisan budaya asli Indonesia yang tercipta dari kebudayaan masyarakat. Setelah ditetapkan sebagai warisan budaya dunia, reputasi batik semakin meningkat di kalangan masyarakat dalam negeri maupun luar negeri.

Motif batik tercipta dari cerminan kebudayaan masyarakat Indonesia. Pembuatan batik sendiri pada mulanya dibuat secara tradisional dengan menggunakan canting dan malam yang disebut dengan batik tulis. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi dan tingginya permintaan terhadap batik, proses pembuatan batik tersebut kini berevolusi dan menghasilkan jenis batik baru seperti batik cap, batik *printing*, batik celup, dan lainnya. Proses pembuatan dengan berbagai jenis batik tersebut tetap akan melalui proses desain, pewarnaan, dan juga pengeringan sebelum akhirnya siap digunakan dan didistribusikan. Untuk

merancang otomatisasi pengangkat lembaran kain batik untuk proses printing diperlukan berbagai perangkat instrumen antara lain, Mikrokontrolr, sensor, aktuator dan lain-lain.

2.2 Batik Printing

Batik berdasarkan teknik pembuatannya dibagi menjadi tiga, yaitu: batik tulis, batik cap, dan batik printing. Batik tulis adalah batik yang dibuat dengan menggunakan canting dengan lama proses pembuatan sekitar dua sampai tiga bulan. Batik cap adalah corak batik yang dibentuk dengan cap/stempel dengan lama proses pembuatan sekitar dua atau tiga hari. Batik tulis dan batik cap menggunakan malam (lilin yang dipanaskan). Batik printing adalah batik yang proses pembuatannya dicetak melalui proses sablon dengan lama proses pembuatan sekitar kurang lebih lima menit, batik printing juga tidak menggunakan lilin/malam [1].

Batik printing banyak beredar di pasaran dibandingkan batik tulis dan batik cap dengan alasan sebagai berikut: yang pertama corak batik printing cenderung sempurna dibandingkan batik tulis dan batik cap, selanjutnya pengerjaan lebih cepat, dan juga secara umum harga lebih murah. Fenomena ini yang menjadi daya tarik bagi konsumen untuk memilih batik printing dibandingkan batik tulis dan batik cap. Batik printing bukan hanya sebagai produk yang dijual ke pasar, tetapi juga sebagai hasil dari pemanfaatan teknologi. Teknologi yang terkait dalam produksi batik printing adalah alat cetak dan pewarna sintetis. Batik printing unggul dalam kecepatan proses, maka pewarna yang digunakan adalah pewarna sintetis. Pewarna alami menghasilkan warna yang tidak terlalu terang dan membutuhkan waktu lama (dimulai dari pengumpulan bahan pewarna yang makin sulit, sampai membuat ekstrak warna). Warna sintetis tidak bersahabat pada alam, sebab limbah yang dihasilkan bersifat merusak dan tidak mudah diurai oleh alam.

2.3 Pengangkatan Batik untuk Proses Penjemuran

Dalam industri tekstil modern, batik printing atau batik sablon menjadi salah satu metode produksi batik yang banyak digunakan karena prosesnya yang lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan batik tulis atau cap. Setelah melalui tahap pencetakan motif menggunakan teknik sablon atau mesin printing, kain batik perlu dikeringkan agar tinta atau pewarna yang digunakan dapat menempel dengan baik

pada serat kain. Proses pengangkatan kain dari mesin cetak atau setelah proses dikeringkan dengan suhu yang tinggi, dilakukan pengangkatan kain agar kain bisa kering secara maksimal. Biasanya, kain batik yang masih setengah kering dibentangkan menggunakan bambu, tali jemuran, atau rak khusus agar tetap dalam posisi rapi saat dikeringkan.

Penjemuran kain batik printing sebaiknya dilakukan di tempat yang tidak terkena sinar matahari langsung untuk menghindari pemudaran warna akibat paparan sinar UV yang berlebihan [2]. Selain itu, penggunaan alat bantu seperti bambu atau rak jemuran memungkinkan kain mengering secara merata tanpa menyebabkan lipatan yang dapat mengganggu tampilan akhir kain. Dalam beberapa industri, pengeringan juga dapat dilakukan dengan bantuan mesin pemanas agar proses lebih cepat dan hasil cetakan lebih optimal. Dengan metode pengangkatan dan penjemuran yang tepat, batik printing dapat mempertahankan warna dan motifnya dengan baik, sehingga siap untuk tahap finishing seperti penyetrikaan dan pemotongan sebelum dipasarkan.

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah chip mikrokomputer yang berbentuk sebuah IC (*Integrated Circuit*). Didalam mikrokontroler terdiri dari beberapa bagian utama, diantaranya CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random-Access Memory*), ROM (*Read-Only Memory*), dan port I/O (*Input/Output*). Selain bagian-bagian utama yang terdapat pada mikrokontroler, mikrokontroler tertentu memiliki ADC (*Analog-To-Digital Converter*), *USB Controller*, CAN (*Controller Area Network*) dll[10].

Mikrokontroler biasanya bekerja berdasarkan program yang ditanamkan didalamnya, dan program tersebut diprogram sesuai dengan apa yang diinginkan. Program pada mikrokontroler merupakan instruksi-instruksi dalam bentuk kode yang dibuat dengan bahasa pemrograman. Selain itu, mikrokontroler memiliki port input dan port *output* yang memungkinkan mikrokontroler dapat digunakan untuk pembacaan data, pengontrolan serta penyajian informasi. Port input pada mikrokontroler digunakan untuk memasukkan informasi atau data dari luar ke

mikrokontroler, sedangkan port output digunakan untuk mengeluarkan data atau informasi dari mikrokontroler, sebagai contohnya port *output* ini dapat mengendalikan perangkat seperti LED, motor, relay, dll[10].

Pada perencanaan tugas akhir ini mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega 2560. Arduino adalah sebuah *prototyping platform* yang bersifat *open-source*, menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak. Arduino memiliki hardware yang berbentuk papan dimana didalamnya terdapat mikrokontroler AVR buatan Atmel. Sedangkan, mikrokontroler arduino merupakan sebuah board mikrokontroler *open-source* yang dirancang untuk dapat memudahkan pengembangan *prototype* elektronik dan sistem kontrol otomatis. Mikrokontroler arduino memiliki beberapa bagian komponen yang penting, diantaranya mikrokontroler, konektor USB, power jack, pin I/O, dan LED. Board pada arduino dapat diprogram dengan menggunakan sebuah aplikasi yang bernama Arduino IDE, yang merupakan sebuah alat untuk membuat dan mengedit kode program yang akan digunakan[11].

Arduino Mega 2560 merupakan sebuah papan mikrokontroler yang berbasis prosesor ATmega2560. Papan ini mempunyai 54 pin I/O digital, yang mana 15 pin di antaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM (*Pulse Width Modulation*). Selain itu, papan ini juga mempunyai 16 pin untuk input analog dan 4 pin UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*)[5], [12].

Papan Arduino Mega 2560 membutuhkan sumber daya untuk mengoperasikannya, sumber daya ini berasal dari *eksternal* yang diperoleh dari catu daya *eksternal*, dengan rentang tegangan 7-12 volt. Jika tegangan yang digunakan melebihi 12 volt dapat mengakibatkan PCB (*Printed Circuit Board*) mengalami peningkatan suhu yang dapat merusak komponen pada PCB. Sebaliknya, jika penggunaan tegangan kurang dari 7 volt, tegangan yang diperoleh tidak akan stabil[5]. Gambar dari mikrokontroller Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. Arduino Mega 2560

Pada gambar 2.1 berisi tentang gambar dari mikrokontroller Arduino Mega 2560, dan berisi tentang pin I/O yang tersedia pada *board*, *board* ini memiliki berbagai komponen utama yang mendukung fungsinya, seperti port USB yang berfungsi sebagai komunikasi serial, dan penghubung dengan komputer. Selain itu, terdapat *jack power* sebagai suplai daya eksternal antara 7-12V. Mikrokontroller ini memiliki 54 pin digital I/O, di mana 15 pin untuk PWM sebagai kontrol sinyal *output*, dan 16 pin analog *input* sebagai pembaca sinyal analog. Penggunaan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 ini digunakan karena memiliki pin PWM yang banyak, sehingga dapat melakukan banyak pengoperasian motor yang akan digunakan pada alat ini. Spesifikasi untuk mikrokontroller Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Tabel 2.1

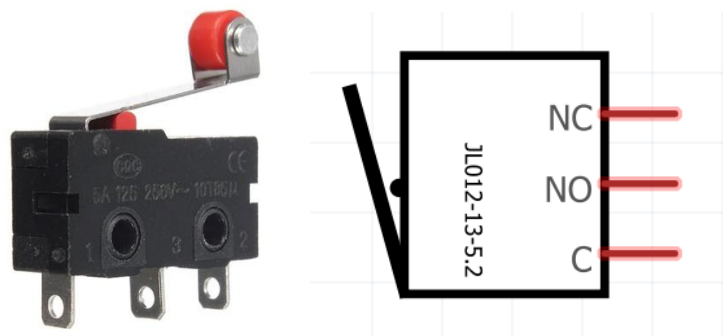
Tabel 2.1. Spesifikasi Arduino Mega 2560

Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Mega 2560	
Mikrokontroler	Atmega 2560
Tegangan operasi	5V
Tegangan input	7-12V
Pin digital I/O	54 (15 PWM)
Pin analog input	16
Arus pin I/O	40 mA
Arus pin 3.3V	50 mA

2.5 Sensor

Sensor merupakan komponen yang berperan penting dalam sebuah sistem pengaturan otomatis. Sensor berfungsi sebagai pendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya[13]. Sensor berfungsi sebagai konverter dari efek fisika dan kimia menjadi sinyal listrik. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya. Ukuran sensor yang dibuat sangat kecil dapat memudahkan pemakaian dan menghemat energi. Sensor merupakan bagian dari transducer yang berfungsi untuk melakukan *sensing* atau “merasakan dan menangkap” adanya perubahan energi eksternal yang akan masuk ke bagian input dari transducer, sehingga perubahan kapasitas energi yang ditangkap segera dikirim kepada bagian konverter dari transducer untuk diubah menjadi energi listrik.

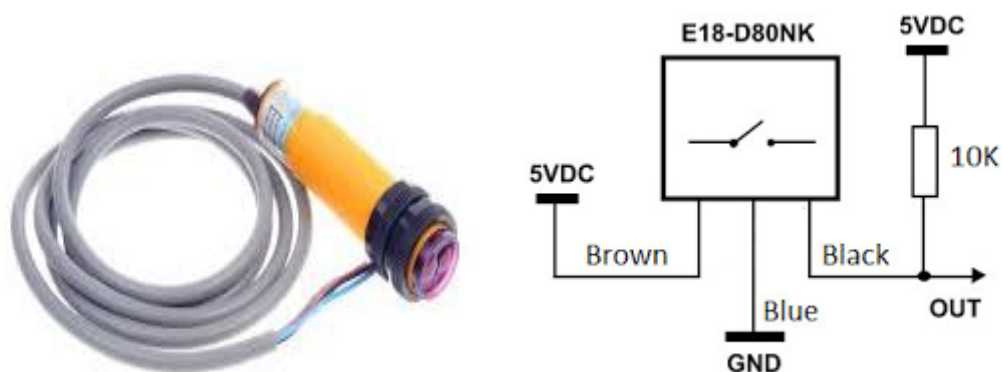
Dalam penyusunan tugas akhir ini akan digunakan 2 sensor, yaitu sensor *limit switch* dan sensor proximity. Sensor *Limit switch* adalah sebuah alat untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik pada suatu rangkaian berdasarkan struktur mekaniknya. *Limit switch* memiliki tiga buah terminal, yaitu: *central terminal*, *normally close (NC)*, *normally open (NO)* terminal, yang mana terminal ini berfungsi sebagai pemutusan aliran listrik pada suatu rangkaian. Sensor ini digunakan untuk membatasi kerja dari suatu alat yang sedang beroperasi[6]. Gambar untuk *limit switch* dan *schematic*-nya dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2. *Limit Switch* dan *Schematic* Cara Kerja Sensor

Pada gambar 2.2 berisi tentang gambar *limit switch* di bagian kiri serta *schematic* di bagian kanan, *limit switch* memiliki tiga terminal utama, yaitu *Common (C)*, *Normally Closed (NC)*, *Normally Open (NO)*. Terminal C berfungsi sebagai jalur utama untuk arus listrik, yang mana ketika sakelar ditekan arus mengalir melalui NC, yang berarti koneksi antara C dan NC dalam kondisi tertutup. Begitu juga sebaliknya, ketika terminal NO dalam keadaan terbuka dan tidak mengalirkan arus listrik. Namun, ketika sakelar ditekan oleh suatu objek, koneksi antara C dan NC terbuka, sementara C dan NO akan tertutup sehingga arus mengalir melalui jalur NO. Penggunaan sensor ini pada pembuatan tugas akhir, untuk mendeteksi pengangkat kain telah sampai diatas dan melanjutkan sistem selanjutnya untuk menjalankan motor *servo*.

Sensor *proximity* merupakan sebuah sensor yang bisa mendeteksi objek yang mendekat dalam jangkauan deteksi sensornya. Sensor *proximity* ini terdapat dua jenis yaitu *inductive proximity* dan *capacitive proximity*. *Inductive proximity* adalah sensor *proximity* yang hanya bisa mendeteksi benda jenis logam, sedangkan *capacitive proximity* yaitu sensor yang dapat mendeteksi benda jenis logam dan non-logam tanpa menyentuhnya[7], [14], gambar untuk sensor *proximity* dan *schematic* dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3. *Sensor Proximity dan Schematic Cara Kerja Sensor*

Pada gambar 2.3 ini berisi tentang gambar dari sensor *proximity* E18-D80NK dan *schematic* cara kerja sensor. Sensor ini merupakan sensor optik yang menggunakan *infrared* untuk mendeteksi keberadaan objek tanpa menyentuhnya. Sensor ini bekerja dengan cara memancarkan cahaya *infrared*, yang kemudian

dipantulkan oleh objek dan diterima kembali oleh sensor. Sensor *proximity* ini memiliki tiga kabel utama, yaitu kabel biru (Blue) yang terhubung ke *ground* (GND), kabel coklat (Brown) terhubung ke 5 VDC yang berfungsi untuk sumber daya sensor, dan kabel hitam (Black) sebagai *output* sinyal dari sensor. Pada diagram *schematic* cara kerja sensor, *output* dari sensor dihubungkan ke sebuah resistor 10K Ω *pull-up* ke 5 VDC untuk memastikan *output* berada pada tegangan HIGH saat sensor mendeteksi objek, dan turun ke LOW saat objek terdeteksi. Sedangkan, pada pembuatan alat ini digunakan sensor *proximity capacitive Type* E18-D50NK yang merupakan sensor jarak dengan menggunakan *infrared*, yang digunakan untuk mendeteksi objek kain.

2.6 Aktuator

Aktuator merupakan peralatan mekanis yang digunakan untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah sistem yang digunakan sebagai proses lanjutan dari keluaran suatu proses oleh data yang dihasilkan oleh suatu sender atau kontroler. Aktuator dapat dibuat dari motor listrik/motor DC, sistem pneumatik dan perangkat hidrolik[15]. Aktuator bekerja dengan mengambil energi yang diberikan oleh sinyal kontrol atau sumber energi kemudian mengubahnya menjadi gerakan fisik. Aktuator dapat menjadi penguat dan pengubah daya menjadi sinyal baru dengan daya yang besar dan sesuai dengan yang dibutuhkan.

Aktuator yang digunakan dalam pembuatan alat ini ialah motor *servo* dan motor *stepper*. Motor *servo* adalah suatu sistem motor tertutup (*closed loop*) yang terdiri dari motor DC, roda gigi(*gear*), potensiometer, dan rangkaian penggerak motor[16]. Roda gigi pada motor *servo* berfungsi untuk menyediakan pergerakan antara potensiometer dan motor DC, potensiometer berfungsi untuk mengatur batas sudut rotasi *servo*, dan rangkaian penggerak motor berfungsi untuk dapat membandingkan posisi yang diinginkan motor terhadap posisi saat ini motor berada, agar motor bisa bergerak secara tepat. Kelebihan dari motor *servo* ini yaitu kemampuannya untuk beroperasi tanpa memerlukan rangkaian penggerak tambahan, berkat struktur internalnya yang kompleks. Motor *servo* memiliki variasi sudut rotasi dari 0°, 90°, 180°, 360°, atau rotasi tak terbatas, dan dikontrol melalui

PWM (*Pulse Widht Modulation*)[16][17], Gambar dari motor *servo* MG996R dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4. Motor *Servo* MG996R dan Kabel Output

Pada gambar 2.4 ini berisi tentang gambar motor *servo* dan kabelnya, motor *servo* merupakan sebuah motor listrik yang berfungsi untuk mengontrol posisi sudut dengan presisi. Motor *servo* memiliki tiga kabel utama, yaitu kabel merah sebagai sumber daya motor (VCC), kabel coklat sebagai ground (GND), dan kabel orange berfungsi sebagai sinyal kontrol (pulsa). Kabel sinyal pada motor *servo* ini bekerja dengan cara menerima sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) dari mikrokontroller untuk menentukan sudut putaran servonya. Motor *servo* MG996 ini digunakan untuk pengaplikasian untuk menjepit kain pada alat pengangkat kain batik otomatis [18]. Spesifikasi dari motor *servo* MG996R dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2. Spesifikasi Motor *Servo*
Spesifikasi Motor *Servo* MG996R

<i>Model Number</i>	MG996R
Berat	55g
Dimensi	40.7 x 19.7 x 42.9 mm
Torsi	9.4kgfcm (4.8V), 11kgfcm(6V)
Tegangan	5-7.2V
Arus	500mA-900mA
Rentang suhu	0°-55°C
Kecepatan operasi	0.17s/60(4.8V), 0.14s/60°(6V)

Tabel 2.2 ini berisi tentang spesifikasi dari motor *servo* MG996R, yang mana motor ini memiliki berat 55 gram dengan dimensi 40,7 x 19,7 x 42,9 mm. Torsi maksimum yang dapat dihasilkan oleh motor ini sebesar 9,4Kgfcm pada 4,8V, motor ini bekerja pada tegangan 5-7,2V dengan konsumsi arus 500-900mA, dan dari kecepatannya motor ini memiliki kecepatan 0,17 detik per 60° pada 4,8V dan 0,14 detik per 60° pada 6V.

Selain menggunakan motor *servo*, pembuatan alat batik ini juga menggunakan motor *stepper* sebagai aktuator. Motor *stepper* adalah suatu alat elektromagnetik yang mengkonversi pulsa-pulsa listrik menjadi gerakan. Motor ini tidak memiliki komutator, ia hanya memiliki kumparan pada bagian stator, sedangkan pada bagian rotor(*shaft*) terdapat *permanent magnetic* (bahan *ferromagnetic*)[19]. Dikarenakan, struktur motor *stepper* yang seperti ini dapat menjadikannya mudah diatur posisinya sesuai dengan yang diinginkan. Motor *stepper* dapat berputar atau berotasi dengan sudut *step* yang bervariasi tergantung spesifikasi motor *stepper* apa yang digunakan, dan ukuran *step*-nya dapat mencakup rentang 0,9°. Keuntungan yang didapatkan dari banyaknya variasi *step* yang dimiliki oleh motor *stepper*, sehingga memudahkan dalam melakukan pengontrolan menggunakan sinyal digital tanpa perlu menggunakan rangkaian *closed-loop* untuk memonitor posisinya[20]. Gambar untuk motor *stepper* nema-17 dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5. Motor *Stepper* nema 17 dan Kabel Output

Pada gambar 2.5 ini berisi tentang motor *stepper* dan kabelnya, motor ini bekerja pada tegangan 12V, dimensi motor ini biasanya sekitar 42 x 42 mm, dan motor ini memiliki empat kabel utama, yaitu merah, biru, hijau, dan hitam. Kabel pada motor ini terhubung dengan *driver* motor A4988, yang mana kabel merah dan biru terhubung ke terminal 2A dan 2B pada driver, sementara kabel hijau dan hitam terhubung ke 1A dan 1B pada driver. Motor *stepper* yang disini berfungsi sebagai penggerak sistem pengangkat kain. Spesifikasi dari motor *stepper* nema-17 dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3. Spesifikasi Motor *Stepper* Nema 17

Spesifikasi Motor <i>Stepper</i> Nema 17	
<i>Model Number</i>	17HS4401
Tipe Motor	Bipolar <i>stepper</i>
Arus	1.5A
Torsi	40 N.cm/4.0Kg.cm
Jumlah Kabel	4 kabel (hijau,biru,merah,hitam)
Diameter Shaft	5mm
Dimensi	42 x 42 mm
Sudut Langkah	1,8° per langkah (<i>steps</i>) 200 langkah per putaran

Pada tabel 2.3 ini berisi tentang spesifikasi dari motor *stepper* nema-17, yang mana memiliki torsi sebesar 40Ncm, langkah sudut yang dimiliki oleh motor ini yaitu 1,8° per langkah, dan memiliki 4 kabel utama yaitu hijau,biru,merah, dan hitam, selain itu motor ini memiliki arus rata-rata sebesar 1,5A.

Berikut penggunaan rumus untuk mencari P_{motor} , $P_{listrik}$, kecepatan putaran motor servo (rpm_{servo}) dan *efficiency* pada motor. Persamaan untuk besarnya daya pada motor didapatkan dengan rumus berikut :

$$P_{motor} = \tau \cdot \omega \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

Besarnya daya mekanik dirumuskan dalam persamaan (2.1), dengan τ adalah torsi pada motor *stepper* yang digunakan, dan kecepatan sudut (ω), sedangkan untuk persamaan daya listrik didapatkan dengan persamaan (2.2)

$$P_{listrik} = V \cdot I \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

$P_{listrik}$ merupakan hasil dari V(tegangan) dikalikan dengan I(arus), yang mana V ini adalah tegangan *input* yang diberikan kepada *driver* motor atau motor itu sendiri, dan arus yang digunakan pada motor saat dijalankan. Untuk mendapatkan nilai dari ω (kecepatan sudut) dapat diperoleh dengan rumus :

$$\omega = \frac{2\pi \cdot rpm}{60} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Kecepatan sudut (ω) dapat diperoleh dari mengetahui nilai rpm (*rotation per minute*) pada motor yang telah diambil melalui *tachometer*, dengan adanya nilai rpm tersebut nilai dari P_{motor} dapat diketahui. Sedangkan, untuk mencari tingkat *efficiency* pada motor dapat digunakan dengan rumus :

$$\eta = \frac{P_{motor}}{P_{listrik}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Nilai *efficiency* dari motor dapat diperoleh dengan mendapatkan nilai dari P_{motor} dan $P_{listrik}$ terlebih dahulu. Untuk motor *servo* memiliki rumus tersendiri untuk mendapatkan nilai rpm, dikarenakan *servo* bergerak dengan kecepatan *konstan*, rumus yang digunakan untuk rpm *servo* yaitu :

$$rpm_{servo} = \frac{\omega \cdot 60}{2\pi} \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Nilai untuk rpm pada *servo* dapat didapatkan, dengan menggunakan persamaan (2.5) yang didapatkan dari waktu putaran *servo* per detik dan waktu untuk untuk satu putaran penuh *servo* tersebut. Selain itu, pada motor *stepper* untuk mengetahui rpm yang didapatkan digunakan persamaan berikut :

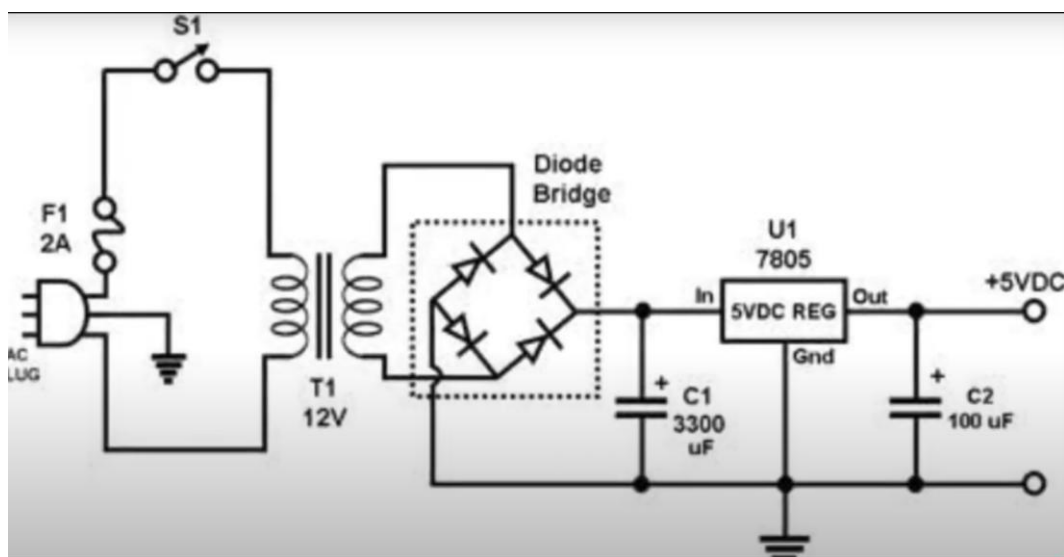
$$rpm = \frac{\text{frekuensi pulsa} \times 60}{\text{Langkah per putaran}} \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

2.7 *Power supply*

Power supply merupakan sebuah alat listrik yang memiliki kemampuan untuk menyediakan energi listrik untuk suatu perangkat listrik atau komponen yang membutuhkan aliran listrik untuk dijalankan. Pada dasarnya *Power supply* memerlukan sumber energi listrik yang kemudian diubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. *Power supply* juga dikenal dengan *Electric Power Converter*[21].

Berdasarkan fungsinya *Power supply* dapat dibedakan menjadi beberapa hal. yaitu : *regulated Power supply* merupakan suatu *power supply* yang dapat menjaga kestabilan tegangan dan arus listrik meskipun terdapat perubahan pada sumber listrik atau beban (Tegangan dan Arus Input), dan *unregulated Power supply* merupakan suatu *power supply* yang tegangan ataupun arus listriknya bisa berubah jika beban berubah atau sumber listriknya mengalami perubahan, dan *adjustable Power supply* merupakan *power supply* yang tegangan atau arusnya dapat diatur sesuai kebutuhan dengan menggunakan Knob Mekanik[22].

Pada *power supply* terdapat salah satu jenisnya, yaitu Switch Mode *Power supply* (SMPS). *Switch Mode Power supply* (SMPS) adalah jenis *power supply* yang dapat menyearahkan (*rectify*) dan menyaring (*filter*) tegangan input AC untuk mendapatkan tegangan DC. Kemudian, tegangan DC tersebut diubah ON dan OFF pada frekuensi tinggi dengan sirkuit frekuensi tinggi, yang menghasilkan arus AC yang dapat melewati transformator frekuensi tinggi. Keuntungan pada metode SMPS ini adalah efisiensi yang lebih besar karena switching transistor daya sedikit berkurang ketika berada di luar daerah aktif, yaitu ketika transistor berfungsi seperti tombol. Selain itu, metode ini menghindari jatuh tegangan atau arus yang dapat diabaikan[16]. Penggunaan *power supply* ini pada pembuatan alat, sebagai catu daya untuk driver motor dan arduino mega 2560. Gambar *power supply* dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6. *Power supply 12V 10A dan schematic cara kerja PSU*

Pada gambar 2.6 ini berisi tentang gambar *power supply* 12V 10A dan *schematic* cara kerja, *power supply* ini berfungsi untuk mengubah tegangan 220 VAC menjadi tegangan 12 VDC dengan kapasitas arus 10A. *Casing* pada *power supply* ini menggunakan logam berlubang yang bertujuan untuk ventilasi pendingin untuk menghindari *overheating*. *Power supply* ini memiliki beberapa terminal koneksi, yaitu untuk input AC terdapat terminal *line* (L), *netral* (N), dan *ground* (G), serta terminal *output* DC +12V dan – (GND), dan juga memiliki potensiometer untuk mengatur tegangan *output* DC pada *power supply*.

Cara kerja pada *power supply* ini terdapat dalam empat tahapan, yaitu : ketika PSU menerima input tegangan AC dari listrik PLN 220 VAC kemudian masuk ke transformator, yang mana disini transformator berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik AC. Setelah dari transformator atau trafo masuk ke

proses penyearah (*rectifier*) yang berfungsi untuk mengubah aliran listrik AC menjadi listrik DC, dalam proses ini dilakukan oleh dioda. Selanjutnya, setelah melewati proses penyearah aliran listrik masuk ke proses penyaring (*filter*) yang berfungsi untuk meratakan sinyal arus DC yang telah dikonversi oleh penyearah (*rectifier*), hal ini dilakukan oleh kapasitor yang menyimpan energi listrik DC. Setelah itu, aliran listrik masuk ke dalam proses regulator tegangan (*voltage regulator*) disini regulator tegangan berfungsi untuk mengatur tegangan sehingga tegangan *output* tidak dipengaruhi oleh arus beban atau suhu, hal ini dilakukan oleh transistor, IC (*integrated circuit*), dan dioda.

2.8 Driver Motor Stepper A4988

Driver motor stepper merupakan sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal kontrol dengan arus rendah menjadi arus yang lebih tinggi untuk pengontrol arah putaran dan kecepatan motor *stepper*[23]. *Driver motor stepper* A4988 merupakan sebuah modul *driver motor stepper* yang mudah digunakan, karena modul ini menggunakan teknologi *microstepping* dari Allegro[24]. *Driver motor stepper* A4988 mengeluarkan *output* berbentuk pulsa, dan ketika *driver* telah menerima pulsa dilanjutkan untuk mengirim pulsa ke motor *stepper*, karena motor *stepper* bekerja secara *step by step* sesuai dengan pulsa yang diterima.



Gambar 2.7. *Driver motor stepper* A4988 dan pin I/O

Pada gambar 2.7 ini berisi tentang gambar *driver motor stepper* A4988, di mana *driver* ini memiliki 16 pin dengan fungsi utama sebagai pengatur daya, kontrol sinyal, dan koneksi ke motor *stepper*. Pin VDD (5V) dan pin VMOT (8-35V) berfungsi sebagai penyedia daya dan logika pada motor, dengan GND sebagai *ground*. Pengontrolan sinyal pada *driver* ini berada pada pin STEP untuk

menggerakkan motor per langkah (*steps*), DIR sebagai pengatur arah rotasi motor, dan ENABLE untuk mengaktifkan dan menonaktifkan *driver*, dan pada ada *driver* ini motor dihubungkan ke pin A1,A2,B1,B2.

2.9 Push Button Switch

Push button switch bertujuan untuk menghubungkan dan memutuskan aliran arus listrik pada rangkaian. Penggunaan *push button switch* pada tugas akhir ini sebagai tombol untuk memulai menjalankan aliran listrik, serta untuk memutuskan aliran listrik dengan sistem kerja (*unlock*)[25]. Gambar untuk *push button* ini dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.8. *Push Button Switch* sebagai tombol ON-OFF sistem

Pada gambar 2.8 berisi tentang gambar *push button* dan pin pada *push button* yang terdiri dari mekanisme pegas yang kembali ke posisi semula setelah ditekan dan memiliki kontak atau kondisi *Normally Open* (NO) dan *Normally Closed* (NC) untuk mengontrol aliran listrik. Terminal NO pada *push button* ini akan terhubung ketika tombol ditekan, sementara terminal NC akan terputus saat ditekan. Tombol ini memiliki pin koneksi (terminal) untuk daya masuk (*common*), *output* NO, dan *output* NC.

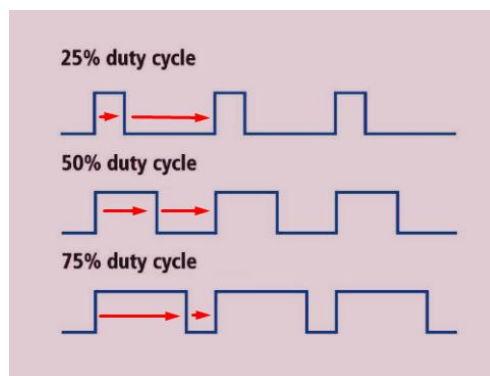
2.10 PWM (Pulse Width Modulation)

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan sebuah metode manipulasi sinyal atau lebar pulsa dalam suatu periode dengan frekuensi dari amplitude yang tetap. Pengaplikasian PWM biasanya terdapat pada mikrokontroller yang

mencakup pengendalian kecepatan motor *Stepper*, motor *Servo*, pengaturan LED, dan lainnya.

Salah satu cara untuk mendapatkan signal analog dari piranti digital adalah menggunakan PWM. Sebenarnya, ada banyak cara untuk menghasilkan sinyal PWM. Salah satunya dapat menggunakan metode digital atau metode analog dengan menggunakan rangkaian op-amp. Dalam metode digital, setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi PWM sendiri, tetapi dalam metode analog, setiap perubahan PWM sangat halus. Resolusi adalah jumlah variasi perubahan nilai dalam PWM tersebut. Misalnya, jika PWM tersebut memiliki resolusi 8 bit, maka PWM tersebut memiliki variasi perubahan nilai $2^8 = 256$ variasi mulai dari 0 hingga 255, yang menunjukkan duty cycle 0 hingga 100% dari keluaran PWM tersebut [24].

Suatu siklus lebar pulsa merupakan kondisi high kemudian low. *Duty Cycle* merupakan kondisi sinyal high kemudian low yang dinyatakan dalam bentuk persen (%) dengan batas 0 % hingga 100%. Jadi ketika *Duty Cycle* 50% maka PWM-nya akan menghasilkan keadaan high dan low sama.



Gambar 2. 9 Gelombang PWM

Rumus untuk menghitung lebar pulsa atau *Duty Cycle* dapat ditunjukkan seperti dibawah ini

$$\text{Duty cycle} = \frac{t_{ON}}{t_{ON}+t_{OFF}} \text{ atau } \text{Duty cycle} = \frac{t_{ON}}{t_{total}} \quad (2.7)$$

Dimana:

- t_{ON} = waktu ON atau waktu dimana tegangan keluaran berada di puncak tegangan
- t_{OFF} = waktu OFF atau waktu dimana tegangan keluaran berada di kondisi yang rendah
- t_{total} = waktu ini merupakan waktu dalam satu siklus atau bisa juga disebut juga merupakan penjumlahan antara t_{ON} dan t_{OFF} atau disebut juga dengan “periode satu gelombang”

Persamaan berikut dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana tegangan keluaran dapat berubah sesuai dengan *Duty Cycle*:

$$V_{out} = \text{Duty Cycle} \times V_{in} \quad \dots\dots\dots (2.7)$$