

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Batik

Batik merupakan suatu cara untuk memberi hiasan pada kain dengan cara menutupi bagianbagian tertentu dengan menggunakan perintang. Zat perintang yang sering digunakan ialah lilin atau malam. Kain yang sudah digambar dengan menggunakan malam kemudian diberi warna dengan cara pencelupan. Setelah itu malam dihilangkan dengan cara merebus kain. Akhirnya dihasilkan sehelai kain yang disebut batik berupa beragam motif yang mempunyai sifat-sifat khusus. Lebih lanjut, Hamzuri mendefinisikan batik sebagai lukisan atau gambar pada mori yang dibuat dengan menggunakan alat bernama canting. Orang yang melukis atau menggambar pada mori memakai canting disebut membatik. Membatik ini menghasilkan batik yang berupa macammacam motif mempunyai sifat khusus yang dimiliki oleh batik itu sendiri [1]

Pengertian Batik menurut Dullah, adalah sehelai kain yang dibuat secara tradisional dan terutama juga digunakan dalam matra tradisional, memiliki beragam corak hias dan pola tertentu yang pembuatannya menggunakan teknik celup rintang dengan lilin batik sebagai bahan perintang warna. Oleh karena itu, suatu kain dapat disebut batik apabila mengandung dua unsur pokok, yaitu jika memiliki teknik celup rintang yang menggunakan lilin sebagai perintang warna dan pola yang beragam hias khas batik [2].

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. [6]

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.[6]

2.3 Proses Pengeringan Batik Printing

Dalam proses pengeringan batik printing terdapat beberapa langkah untuk mengeringkan kain yang telah disablon. Terdapat beberapa cara untuk mengeringkan batik printing yaitu dengan cara menggunakan proses pengeringan sinar matahari dan menggunakan gas LPG.

Dalam proses pengeringan menggunakan sinar matahari batik yang telah selesai disablon diangkat dan dijemur dibawah sinar matahari. Pada zaman sekarang metode pengeringan ini dikenal sudah termasuk metode yang jadul karena kurang efisien dan memperlambat proses produksi batik. Disamping itu metode ini juga dapat dibilang berbahaya karena jika sewaktu waktu batik terkena air dapat melunturkan warna dimana nanti batik akan menjadi jelek.



Gambar 2.1 Proses Pengeringan Menggunakan Sinar Matahari

Sedangkan dalam proses pengeringan menggunakan kompor gas ini batik yang telah selesai disablon akan dikeringkan menggunakan kompor gas yang telah didesain menyesuaikan meja batik. Metode ini masih digunakan sampai sekarang karena dinilai dapat meningkatkan efisiensi produksi batik daripada pengeringan yang menggunakan sinar matahari, akan tetapi metode ini juga dikenal memakan biaya produksi karena menggunakan gas LPG.

2.4 Mikrokontroller



Gambar 2.2 Proses Pengeringan Menggunakan Tungku dari Gas LPG

Mikrokontroler adalah *chip* yang dapat melakukan pemrosesan data secara digital sesuai dengan program perintah yang diberikan. Perintah-perintah tersebut berupa kode mesin yang digunakan untuk menjalankannya dan harus sesuai dengan kode yang diberikan perusahaan pembuatnya. Kode tersebut dapat berupa program komputer dalam bahasa *assembly* atau bahasa translasi lainnya yang telah dibuat

oleh perusahaan *software* misalnya: Bahasa C, *Basic*, atau Bahasa dari *developer* lainnya. Pada masa sekarang, penggunaan mikrokontroler telah menjadi trend pada desain teknologi elektronika. Hal ini disebabkan karena teknologi *chip* mikrokontroler dapat mereduksi sistem digital diskrit dengan menggunakan perangkat lunak yang diprogram. Mikroprosesor dikembangkan lebih ke arah perangkat berbasis komputer sedangkan mikrokontroler lebih banyak ke sistem instrumentasi elektronika. Dari fleksibilitas yang dimiliki, mikrokontroler berpotensi untuk deprogram menjadi *interface card* data sensor ke dalam komputer. Mikrokontroler merupakan sebuah *chip* atau *IC (Integrated Circuit)* yang didalamnya sudah terdapat prosesor (ALU, CU & Register), memori dan peripheral tambahan lain. Semua bagian tersebut dipadatkan dalam satu buah *chip*. Banyaknya peripheral yang ada dalam mikrokontroler tergantung dari masingmasing tipe dan spesifikasi pabrik. Tidak bisa disamakan isi dari mikrokontroler A dengan mikrokontroler B. Karena mikrokontroler sendiri dirancang untuk spesifikasi kebutuhan yang bermacam-macam.[7]

Adapun mikrokontroller yang digunakan pada penyusunan tugas akhir ini adalah Arduino Mega 2560. Arduino adalah sebuah platform komputasi fisik *open source* berbasiskan Rangkain input/ output sederhana (I/O) dan lingkungan pengembangan yang mengimplementasikan bahasa *processing*. Arduino dapat digunakan untuk mengembangkan obyek interaktif mandiri atau dapat dihubungkan ke perangkat lunak pada komputer anda (seperti Flash, Pengolahan, VVVV, atau Max / MSP). Rangkaianya dapat dirakit dengan tangan atau dibeli. IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino bersifat *open source*. [7]

Arduino Mega 2560 adalah mikrokontroler berbasis ATmega2560 dengan 54 pin digital I/O, 16 pin input analog, dan 4 port UART, yang membuatnya ideal untuk proyek-proyek besar yang membutuhkan banyak koneksi dan perangkat eksternal [8]. Mikrokontroler ini memungkinkan pengendalian berbagai sensor dan aktuator melalui teknik seperti PWM (*Pulse Width Modulation*) untuk mengatur daya yang diterima oleh perangkat, serta berbagai protokol komunikasi seperti UART, SPI, dan I2C untuk berinteraksi dengan modul tambahan. Dengan menggunakan

Arduino IDE, pengembang dapat menulis dan mengunggah kode pemrograman dalam bahasa C/C++ untuk mengontrol sistem, memanfaatkan berbagai libraries yang sudah tersedia untuk mempermudah penggunaan sensor dan aktuator. Proyek dengan Arduino Mega sering kali melibatkan aplikasi seperti robotika, otomasi rumah, dan sistem dengan banyak input/output, yang dapat diberi daya melalui USB atau sumber eksternal seperti adaptor DC atau baterai[9]. Board Arduino Mega 2560 ditunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Mikrokontroler Arduino Mega 2560 [9]

Arduino Mega 2560 menjadi pilihan tepat dalam pengembangan alat pengering batik berbasis pemanas halogen karena kapasitas memorinya yang lebih besar dibandingkan dengan jenis Arduino lainnya. Dengan ruang memori yang luas, Arduino Mega 2560 mampu mengakomodasi berbagai modul secara bersamaan dengan lebih optimal. Kemampuannya dalam menangani banyak koneksi input/output menjadikannya sangat cocok untuk proyek yang kompleks, seperti sistem pengering batik yang memerlukan pengendalian suhu, sensor, serta aktuator secara terintegrasi. Spesifikasi dari arduino mega 2560 dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino DUE

Parameter	Spesifikasi
Microcontroller	Atmega 2560
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan,	7V - 12V
Tegangan input (limit, via jack DC)	6V - 20V
Digital I/O pin	54 buah, 15 diantaranya PWM output

Parameter	Spesifikasi
Analog Input pin	16 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk Bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	101.52 mm x 53.3 mm 37g

2.5 Sensor

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Contoh; Camera sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran, kulit sebagai sensor peraba, LDR (*light dependent resistance*) sebagai sensor cahaya, dan lainnya.[10]

Sensor merupakan perangkat pendukung untuk mengubah besaran fisik menjadi besaran listrik. Secara umum semua sensor bekerja secara analog. Besaran yang dihasilkan oleh sensor adalah besaran analog, yaitu berupa arus listrik dengan nilai tegangan tertentu. Agar arus listrik yang dihasilkan sensor dapat diproses secara digital maka besaran tersebut harus diubah menjadi besaran digital. Mikrokontroler merupakan perangkat yang dapat mengolah sinyal digital. Sebuah perangkat yang bekerja secara analog dapat diubah dengan sistem digital dengan cara mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital, kemudian mengolah sinyal digital dengan mikrokontroler. Dengan mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital, maka semua proses yang ada dalam sistem digital dapat dilakukan. Proses yang dilakukan mikrokontroler dapat berupa sistem kontrol maupun mengubah besaran analog menjadi besaran digital.[11]

Pada penyusunan tugas akhir ini, sensor yang digunakan merupakan *limit switch*, *limit switch* merupakan sensor mekanis yang akan memberikan perubahan

elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Prinsip kerja *limit switch* diaktifkan ketika tombolnya ditekan pada area yang sudah ditentukan sebelumnya, menyebabkan pemutusan atau penyambungan rangkaian. *Limit switch* memiliki dua jenis kontak, yaitu NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Closed*), di mana salah satu kontak akan aktif saat tombol ditekan. Konstruksi dan simbol *limit switch* dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Berikut merupakan spesifikasi dari sensor *limit switch* yang digunakan pada penyusunan tugas akhir ini



Gambar 2. 4 Mini Limit Switch With Roller Roda [11]

Spesifikasi dari sensor *Limit Switch* yang digunakan pada alat ini dapat dilihat pada **Tabel 2.2**

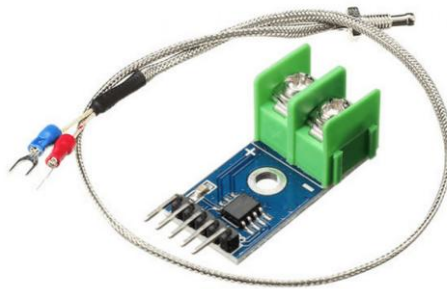
Tabel 2. 2 Spesifikasi Limit Switch Z-15GQ21-B

Atribut	Detail
Terminal	3 Pin (NO / NC).
Rated Voltage	AC 125V - 250V.
Current Rating	5A
Dimensi	20 x 10 x 6mm (L x W x H).

Limit switch merupakan sensor dan merupakan komponen yang sangat penting dalam mendukung terjadinya kontrol proses yang berfungsi sebagai Menyediakan input dari proses dan dari lingkungan eksternal. Mengubah informasi fisik misalnya posisi untuk sinyal listrik, dan Terkait dengan variabel fisik pada cara yang diketahui sehingga sinyal listriknya dapatdigunakan untuk memonitor dan mengontrol proses.[12] Selain menggunakan sensor *limit switch*, pada penyusunan alat ini juga dilengkapi dengan deteksi suhu untuk mengetahui suhu

yang diperlukan untuk mengeringkan batik, adapun sensor yang digunakan adalah, *thermocouple type k*.

Termokopel (*Thermocouple*) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*Thermo-electric*”. Prinsip kerja sensor *thermocouple* adalah mengubah perbedaan suhu menjadi perubahan tegangan akibat perbedaan kerapatan yang dimiliki oleh masing-masing logam, yang bergantung pada massa jenis logam tersebut. Efek *Thermo-electric* pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama *Thomas Johann Seebeck* pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (*junction*) ini dinamakan dengan Efek “*Seeback*”.[13]



Gambar 2. 5 Thermocouple Type K [13]

Spesifikasi dari sensor termokopel yang digunakan pada alat ini dapat dilihat pada **Tabel 2.3**

Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor Thermocouple Type-K

Atribut	Detail
Working Voltage	3 – 5V DC
Output Data	SPI
Temperature Measurement Range	0 - 800°C
Temperature Accuracy	0.25°C
Tipe Thermocouple	Type-K

2.6 Aktuator

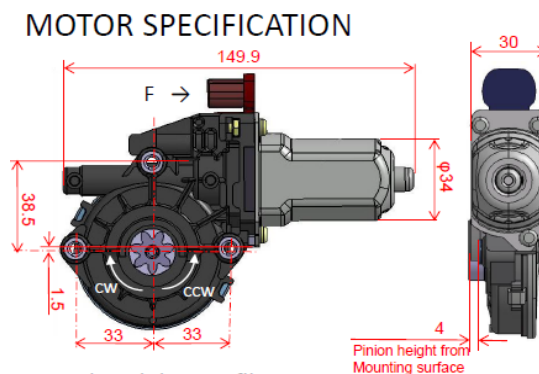
Aktuator adalah sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah sistem yang biasa digunakan sebagai proses lanjutan dari keluaran suatu proses olah data yang dihasilkan oleh suatu sensor atau controller. Aktuator hadir dalam berbagai bentuk, ukuran, dan jenis, tergantung pada kebutuhan dan aplikasi sistem yang akan dikendalikan. Secara umum, aktuator dapat berupa perangkat hidrolis, pneumatik, elektromekanik, atau bahkan merupakan kombinasi dari beberapa teknologi tersebut. Setiap jenis aktuator memiliki cara kerja yang khas dan karakteristik yang berbeda. Sebagai contoh, aktuator hidrolis bekerja menggunakan cairan hidrolis, sedangkan aktuator pneumatik bekerja dengan udara. Meski begitu, pada dasarnya mereka memiliki tujuan yang sama, yaitu mengubah energi menjadi gerakan yang terarah.[14]



Gambar 2. 6 Motor Power Window.[14]

Pada perancangan tugas akhir ini, penulis menggunakan jenis aktuator berupa motor penggerak yaitu *power window*, Motor *power window* adalah salah satu komponen penting pada mobil modern. Fungsi utamanya adalah untuk menggerakkan kaca jendela naik-turun secara otomatis. Tanpa motor *power window*, pengemudi dan penumpang harus menggerakkan kaca jendela secara manual dengan menggunakan tuas yang ada di pintu mobil.[15] Pemilihan motor *power window* dalam proyek ini didasarkan pada beberapa pertimbangan teknis yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Motor ini memiliki torsi yang cukup tinggi, memungkinkan pergerakan mekanisme dengan stabil, terutama dalam menarik atau menggerakkan pengering kain batik Selain itu, motor ini mudah dikendalikan

menggunakan driver IBT_2 atau BTS 7960 yang memungkinkan kontrol arah dan kecepatan melalui PWM (*Pulse Width Modulation*). Hal ini sangat penting dalam sistem otomatis yang dirancang, di mana motor harus berjalan saat sistem dinyalakan, berubah arah ketika limit switch 1 ditekan, dan berhenti sepenuhnya saat set point suhu sudah mencapai yang diinginkan dan motor menyentuh *limit switch* 2. Motor DC *power window* juga kompatibel dengan potensiometer, yang memungkinkan kontrol kecepatan dan pemantauan posisi motor sesuai dengan kebutuhan produksi batik. Sistem ini memastikan motor dapat beroperasi dengan presisi, menghindari pergerakan berlebihan, serta meningkatkan efisiensi dalam proses pengeringan. Selain itu, motor ini menggunakan tegangan kerja 12V atau 24V, yang cocok untuk sistem berbasis Arduino Mega dan dapat dioperasikan dengan daya yang lebih efisien dibandingkan motor AC. Dengan kemampuannya yang kuat, fleksibel, dan efisien, motor DC *power window* menjadi pilihan yang tepat untuk memastikan sistem pengering batik berjalan secara otomatis dan optimal.



Gambar 2. 7 Spesifikasi ukuran Motor *Power Window* [15]

Dalam penerapannya pada pengering batik printing, motor *power window* ini berfungsi untuk menggerakkan elemen pemanas yang terintegrasi pada alat tersebut, kelebihan dari *power window* itu sendiri ialah lebih mudah diaplikasikan dan memiliki torsi yang cukup untuk kegunaan pada alat ini, sehingga penulis memutuskan untuk menggunakan motor *power window* sebagai aktuatornya.

Untuk mengetahui spesifikasi dari *power window* dapat dilihat pada **Tabel 2.4** dibawah ini.

Tabel 2. 4 Spesifikasi Motor *Power Window*

Atribut	Detail
Voltage	12V DC
Weight	290 g
Rated Current	10A
Load Current	4.5A
Rotational Speed	60 rpm
Unload Speed	90rpm
Rated Speed	60 +/-10rpm
Rating Current	12A
Rated Torque	3Nm

Untuk menentukan beban maksimal yang dapat diangkat oleh motor DC (*Direct Current*) perlu dilakukan beberapa perhitungan berdasarkan rumus dasar torsi dan gaya. Untuk menentukan Torsi keluaran pada motor, Torsi keluaran dari motor setelah melalui dapat dihitung dengan rumus:

$$\tau_{output} = \tau_{motor} \times R_{gearbox} \quad (2.1)$$

Dimana T_{motor} adalah torsi motor yang sudah tertera pada tabel spesifikasi data motor. Sedangkan T_{output} adalah torsi total yang dihasilkan setelah dikali dengan rasio gearbox ($R_{gearbox}$). Setelah memperoleh torsi total dari motor yang telah melewati gearbox, selanjutnya adalah menghitung gaya yang dihasilkan untuk menentukan beban maksimum yang dapat diangkat motor. Perhitungan gaya ini menggunakan rumus dasar torsi.

Menentukan Gaya Berdasarkan Torsi;

$$\tau = F \times r \quad (2.2)$$

Sehingga
$$F = \frac{\tau}{r} \quad (2.3)$$

Dimana Dalam rumus (2.2) dan (2.3), diperlukan nilai r atau vektor posisi. Nilai r diperoleh dengan menentukan jarak vektor antara titik tempat torsi diukur (pusat putaran motor) dan titik di mana gaya diterapkan (titik beban). Setelah memperoleh nilai gaya (F), besar gaya yang bekerja dalam sistem dapat diketahui. Selanjutnya, total beban yang dapat diangkat oleh motor dapat dihitung dengan mempertimbangkan pengaruh gravitasi (g) sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$.

Menghitung Beban Maksimum yang Dapat Diangkat Motor. Beban yang dapat diangkat oleh motor dapat dihitung dengan mempertimbangkan pengaruh gravitasi menggunakan rumus

$$m = \frac{F}{g} \quad (2.4)$$

Dimana dengan gaya (F) yang telah diperoleh dari rumus (2.3), sehingga dapat menghitung beban maksimum yang mampu diangkat oleh motor. Untuk menentukan massa (m) yang dapat diangkat, digunakan rumus (2.4), di mana gaya (F) yang dihasilkan oleh motor dibagi dengan percepatan gravitasi (g) sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$.

Setelah mencari torsi (τ), gaya (F) dan massa (m). Efisiensi motor juga menjadi parameter penting untuk mengetahui efektivitas konversi energi listrik menjadi energi mekanik sehingga nilai efisiensi motor juga dapat dicari dengan menggunakan rumus;

$$P_{mekanik} = \tau \times \omega \quad (2.5)$$

$$P_{listrik} = V \times I \quad (2.6)$$

Sehingga

$$\eta = \frac{P_{mekanik}}{P_{listrik}} \times 100\% \quad (2.7)$$

Daya listrik ($P_{listrik}$) diperoleh dari hasil perkalian tegangan (V) dan arus (I), sementara daya mekanik ($P_{mekanik}$) dihitung dengan mengalikan torsi (T) yang telah diperoleh dengan kecepatan sudut ω (kecepatan sudut). Untuk mencari kecepatan sudut, maka dibutuhkan rpm yang sudah didapatkan, dengan rumus:

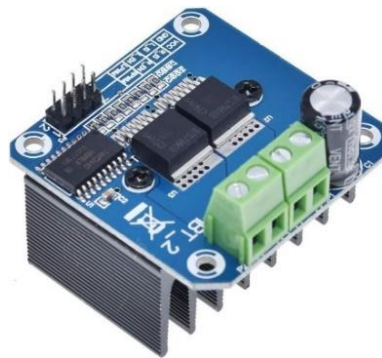
$$\omega = \frac{2\pi \cdot rpm}{60} \quad (2.8)$$

Dengan kecepatan sudut dapat ditentukan dengan mengetahui nilai RPM (*Revolutions Per Minute*) pada motor. Setelah memperoleh nilai RPM, kecepatan sudut dapat dihitung dan digunakan dalam perhitungan daya mekanik ($P_{mekanik}$).

2.7 Driver Motor

Driver motor yang dirancang untuk menggerakkan motor seperti motor *stepper* untuk berputar terus menerus dengan mengontrol posisi yang tepat tanpa menggunakan sistem umpan balik dikenal sebagai driver motor *stepper*. Penggerak motor ini terutama menyediakan kontrol arus variabel serta beberapa resolusi langkah. Mereka termasuk penerjemah tetap untuk memungkinkan motor mengontrol dengan input langkah & arah yang mudah.[16]

Adapun motor driver yang penyusun gunakan pada penyusunan tugas akhir ini adalah Driver Motor BTS 7960, Driver BS796 ini digunakan untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran motor dc, pada driver ini terdapat rangkaian full H-bridge. IC BTS7960 berfungsi untuk perlindungan saat terjadi panas. [16]



Gambar 2. 8 Driver BTS 7960.[16]

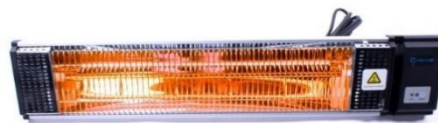
Adapun spesifikasi untuk driver motor BTS 7960 disajikan pada **Tabel 2.5** berikut ini:

Tabel 2. 5 spesifikasi BTS 7960

Atribut	Detail
Input Voltage	6 – 27 DC
Control Input Level	3.3 – 5 V
Working Duty Cycle	0 – 100 %
Driver	Dual BTS 7960 H Bridge Confihuration
Weight	66gr
Board Size	50 x 50 x 43cm

2.8 Heater/ Element Pemanas

Heater adalah pemanas yang memanfaatkan arus listrik AC (*Alternating Current*) frekuensi tinggi yang dialirkan kepada benda kerja berupa batang penghantar yang akan menghasilkan medan elektromagnetik disekitar benda kerja tersebut, sehingga menghasilkan arus eddy yang akan membuat molekul molekul dari benda logam yang terdapat disekitar medan elektromagnetik mengeluarkan panas dan meleburkan benda itu sendiri.[17]



Gambar 2. 9 Pemanas Halogen.[17]

Penyusunan tugas akhir ini, menggunakan pemanas berupa halogen *heater*, Pemanas halogen beroperasi sebagai pemanas radiasi, memanfaatkan lampu halogen yang disegel dalam tabung kaca berisi gas halogen. Listrik yang melewati elemen pemanas menghasilkan panas, memancar sebagai cahaya inframerah. Meskipun tidak ada panas dari gas halogen, gas halogen melindungi elemen pemanas tabung.

Adapun spesifikasi untuk halogen *heater* disajikan pada **Tabel 2.6** berikut ini:

Tabel 2. 6 Spesifikasi Halogen Heater

Atribut	Detail
Input Voltage	220VAC
Output Power:	300W
Diameter Tube:	10mm
Panjang Total:	25cm
Material	Quartz dan Tungsten Filament

Pemilihan halogen *heater* dalam perencanaan sistem pemanasan ini didasarkan pada beberapa faktor utama yang berkaitan dengan efisiensi, kecepatan pemanasan, serta kestabilan suhu. Halogen *heater* memiliki kemampuan pemanasan yang cepat dan efisien karena menggunakan elemen berbasis lampu halogen yang mampu mengonversi energi listrik menjadi panas dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Dibandingkan dengan elemen pemanas konvensional seperti *nichrome wire* atau

ceramic heater, halogen *heater* mampu mencapai suhu kerja dengan lebih cepat, sehingga sangat cocok digunakan dalam sistem kontrol on-off dengan histeresis yang telah dirancang. Selain itu, pemanasan yang dihasilkan oleh halogen *heater* berbasis radiasi inframerah, bukan hanya konduksi dan konveksi, sehingga panas dapat diserap secara langsung oleh objek yang dipanaskan tanpa banyak kehilangan energi melalui udara. Dalam aplikasi seperti pengeringan batik atau pemanasan pada sistem tekstil, teknologi ini lebih efektif dalam mempercepat proses pemanasan secara merata. Selain efisiensi dan kecepatan, halogen *heater* juga memiliki stabilitas suhu yang baik saat dikontrol dengan *Solid State Relay* (SSR). Karena sifatnya yang responsif terhadap perubahan daya, halogen *heater* mampu mempertahankan suhu dengan lebih akurat tanpa mengalami lonjakan arus yang signifikan, yang sering terjadi pada elemen pemanas lain saat dinyalakan atau dimatikan. Hal ini sangat penting dalam sistem kontrol suhu otomatis, di mana pemanas harus bekerja secara optimal sesuai dengan set point yang telah ditentukan. Selain itu, faktor daya tahan juga menjadi pertimbangan dalam pemilihan halogen *heater*. Dibandingkan dengan elemen pemanas konvensional, lampu halogen memiliki umur pakai lebih panjang karena filamen tungsten di dalamnya dilindungi oleh gas halogen yang memperlambat degradasi material. Dengan demikian, sistem pemanas ini dapat bekerja dengan lebih stabil dalam jangka waktu yang lebih lama serta memerlukan perawatan yang lebih sedikit. Secara keseluruhan, pemilihan halogen heater dalam sistem ini memberikan berbagai keuntungan, mulai dari pemanasan yang cepat dan efisien, stabilitas suhu yang lebih baik, hingga kompatibilitas dengan sistem kontrol SSR yang digunakan. Dengan menggunakan teknologi ini, sistem pemanas dapat bekerja lebih optimal, menghemat energi, serta meningkatkan kualitas pemanasan yang diperlukan dalam aplikasi industri seperti pengeringan batik atau pemrosesan tekstil.

2.9 Relay

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. *Relay* memiliki sebuah kumparan tegangan-rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur

tertarik menuju ini, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka. *Relay* dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus *interface* antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem *power supply*nya. Secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan elektromagnet *relay* terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah.[18]

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, *relay* merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) di dekatnya. Ketika *solenoid* dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada *solenoid* sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali keposisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. *Relay* biasanya digunakan untuk menggerakkan arus / tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 A / AC 220 V) dengan memakai arus / tegangan yang kecil (misalnya 0.1 A / 12 Volt DC).[19]

Jenis *relay* yang digunakan pada perancangan tugas akhir kali ini adalah SSR (*Solid State Relay*). *Solid State Relay* adalah jenis pengalih elektronik (saklar elektronik) yang menggunakan komponen elektronika aktif untuk mengendalikan pengalihan arus dan tegangan listrik. Berbeda dengan *Relay Elektromagnetik*, *Solid State Relay* tidak menggunakan komponen mekanis atau kontaktor mekanis tetapi menggunakan komponen elektronika aktif seperti *Thyristor* (TRIAC dan SCR) dan *Transistor*. Namun untuk fungsinya, *Solid State Relay* memiliki fungsi yang sama seperti *Relay Elektromagnetik*, yaitu dapat mengendalikan Tegangan tinggi dengan hanya menggunakan tegangan pengendali yang rendah. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini *Solid State Relay* (SSR) bekerja sebagai saklar elektronik yang digunakan untuk mengontrol halogen *heater* pada sistem kontrol on-off. Pada sistem ini, SSR menggantikan saklar mekanis tradisional untuk menghidupkan atau mematikan pemanas berdasarkan sinyal dari mikrokontroler atau sensor suhu. Ketika sensor suhu (seperti *thermocouple*) mendeteksi bahwa suhu berada di bawah set point yang diinginkan, mikrokontroler akan mengirimkan sinyal tegangan rendah ke input SSR. SSR kemudian mengaktifkan aliran arus listrik pada sirkuit

outputnya untuk menyalakan pemanas. Sebaliknya, saat suhu mencapai atau melebihi set point, mikrokontroler memutus sinyal ke SSR, sehingga arus listrik ke pemanas dihentikan dan pemanas otomatis mati. Karena SSR tidak memiliki komponen mekanis yang bergerak, perangkat ini lebih tahan lama dan dapat beroperasi dengan cepat dan efisien, memastikan kontrol suhu yang akurat dan responsif dalam sistem kompor otomatis.



Gambar 2. 10 Fotek SSR (*Solid State Relay*). [19]

Adapun spesifikasi untuk *solid state relay* (SSR) disajikan pada **Tabel 2.7** berikut ini:

Tabel 2. 7 Spesifikasi Fotek SSR

Atribut	Detail
Operating Voltage	3 – 32V DC
Trigger Current	7.5 mA/12V DC
Control Method	Zero Cross Method
Voltage Drop	1.6 V/ 25°C

Output fotek

Artibut	Detail
Operating Voltage	24-380VAC
Min. Black Voltage	600VAC <Repetive>
Response Time	ON<10ms, OFF<10ms

Dalam proyek Anda, penggunaan *Solid State Relay* (SSR) sangat penting untuk mengontrol pemanas (halogen *heater*) karena SSR mampu menangani arus besar dengan daya tahan yang lebih tinggi dibandingkan relai mekanis. SSR bekerja dengan prinsip semikonduktor yang memungkinkan pengendalian arus listrik tanpa kontak fisik, sehingga mengurangi keausan dan meningkatkan keandalan sistem. Cara kerja SSR dimulai dari sinyal input dari Arduino, biasanya berupa tegangan

DC 5V atau 3.3V pada sisi kontrol. Sinyal ini mengaktifkan *optocoupler* di dalam SSR, yang kemudian memicu komponen *switching* seperti TRIAC atau MOSFET untuk menghubungkan atau memutuskan arus AC ke pemanas. Dalam proyek Anda, input dari Arduino ke SSR hanya satu pin digital yang berfungsi sebagai saklar untuk menghidupkan dan mematikan pemanas sesuai dengan set point suhu yang diatur. Ketika suhu mencapai batas atas, Arduino mematikan SSR untuk menghentikan pemanas, dan saat suhu turun ke batas bawah, SSR kembali diaktifkan untuk menyalakan pemanas. Dengan metode *on-off control*, sistem ini menjadi lebih fleksibel dan lebih tahan lama dibandingkan penggunaan *relay* mekanis biasa.

Selain itu penggunaan SSR kali ini digunakan untuk penggunaan histeresis. Histeresis adalah proses di mana respons suatu sistem tidak langsung berubah ketika input mencapai nilai ambang batasnya, melainkan membutuhkan selisih tertentu sebelum terjadi perubahan status. Dalam sistem kontrol suhu on-off, histeresis digunakan untuk menghindari perubahan status yang terlalu cepat atau sering, yang dapat menyebabkan osilasi dan mengurangi efisiensi sistem. Sangat penting untuk menjaga stabilitas suhu dan mencegah *switching* yang terlalu sering pada *Solid State Relay* (SSR) serta pemanas halogen. Tanpa histeresis, pemanas bisa terus menyala dan mati dalam waktu singkat akibat perubahan kecil pada suhu yang terdeteksi oleh sensor. Hal ini dapat menyebabkan pemakaian daya yang boros, memperpendek umur SSR, serta membuat sistem pemanasan menjadi tidak efisien. Dengan histeresis, sistem akan bekerja berdasarkan dua titik batas suhu, yaitu set point atas (T_{max}) dan set point bawah (T_{min}). Misalnya, jika set point suhu diatur pada 70°C dengan histeresis 5°C , maka pemanas baru akan menyala jika suhu turun hingga 65°C (T_{min}) dan akan mati ketika suhu mencapai 70°C (T_{max}). Jika suhu berada di antara rentang tersebut, pemanas tidak akan berubah statusnya. Cara kerja ini mencegah pemanas menyala dan mati dalam waktu yang terlalu singkat, sehingga dapat menghemat konsumsi daya, mengurangi keausan pada SSR, dan memperpanjang umur pemanas. Selain itu, histeresis juga memastikan suhu tetap berada dalam rentang yang stabil, yang sangat penting dalam proses

pengeringan batik atau pemanasan lainnya agar tidak terjadi perubahan suhu yang drastis dan mengganggu hasil akhir.

2.10 Power Supply

Power Supply merupakan kata yang diadopsi dari Bahasa Inggris. Penggunaan kata dalam Bahasa Indonesia adalah catu daya yang berarti sebuah piranti yang digunakan sebagai sumber listrik untuk piranti lain. Sedangkan *Switching Mode Power Supply* (SMPS) adalah catu daya yang bekerja berdasarkan prinsip pensaklaran. Pada SMPS, input listrik AC langsung disearahkan dan kemudian disaring untuk mendapatkan tegangan DC. Tegangan DC yang dihasilkan kemudian dinyalakan dan dimatikan pada frekuensi tinggi oleh sirkuit *switching* elektronik, sehingga menghasilkan arus AC. Arus AC ini akan melewati transformator frekuensi tinggi atau induktor. *Switching* terjadi pada frekuensi yang sangat tinggi (biasanya 10 kHz - 1 MHz), sehingga memungkinkan penggunaan transformator dan kapasitor filter yang jauh lebih kecil, ringan, dan lebih murah daripada *power supply* linier. Arus AC berfrekuensi tinggi disearahkan dan disaring untuk menghasilkan tegangan keluaran DC. Jika transformator frekuensi tinggi terisolasi dengan baik, maka outputnya akan diisolasi secara elektrik. Hal ini penting untuk keamanan.[20]



Gambar 2. 11 Power Supply.[20]

Power Supply atau Catu Daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya *Power Supply* atau Catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu, *Power Supply* juga sering disebut juga dengan istilah

Electric Power Converter. Switch - Mode Power Supply (SMPS) adalah jenis *Power Supply* yang langsung menyearahkan (*rectify*) dan menyaring (*filter*) tegangan Input AC untuk mendapatkan tegangan DC. Tegangan DC tersebut kemudian di-switch ON dan OFF pada frekuensi tinggi dengan sirkuit frekuensi tinggi sehingga menghasilkan arus AC yang dapat melewati Transformator Frekuensi Tinggi.[21]

Adapun spesifikasinya power supply dapat dilihat pada **Tabel 2.8** berikut:

Tabel 2. 8 Spesifikasi Power Supply

Atribut	Detail
Output voltage	DC 12V
Output voltage control range	11V - 13.8V
Output current	10A
Output power	120W
Input voltage	100-240VAC/ 50Hz/60Hz
Operation temperature	-10°C to +50°C
Storage Temperature	-20°C to +60°C
Shell Material	Metal case / Aluminum base
Ambient Humidity	0~95% NonCondensation
Dimensions	199 x 98 x 42mm
Weight 480g	480g
Protection	Shortage, Overload, Over Voltage

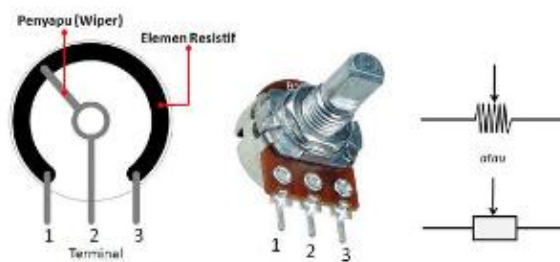
2.11 Potensiometer

Potensiometer adalah salah satu jenis Resistor yang Nilai Resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan Rangkaian Elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Potensiometer merupakan Keluarga Resistor yang tergolong dalam Kategori Variable Resistor. Secara struktur Potensiometer terdiri dari 3 kaki Terminal dengan sebuah *shaft* atau tuas yang berfungsi sebagai pengaturnya.[21]

Potensiometer bekerja dengan cara mengubah resistansi internalnya saat knop diputar. Alat ini memiliki tiga terminal: dua terminal di ujung yang dihubungkan ke sumber tegangan dan ground, serta satu terminal tengah yang disebut wiper. Ketika knop potensiometer diputar, wiper bergerak di sepanjang jalur resistif, mengubah posisi dan nilai resistansi. Perubahan ini menyebabkan tegangan output pada terminal wiper berubah sesuai dengan posisi wiper. Tegangan output ini kemudian

dapat digunakan untuk mengatur perangkat lain, seperti mengontrol kecepatan motor atau intensitas panas pada pemanas, sesuai dengan posisi knop yang diatur oleh pengguna.[21]

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini penulis menggunakan Potensiometer yang akan digunakan sebagai alat pengatur tegangan yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor dan intensitas pemanas halogen pada sistem kompor otomatis. Dalam sistem ini, potensiometer bekerja dengan mengubah nilai resistansi saat knop diputar, yang kemudian mengubah tegangan output. Tegangan output ini dikirim ke mikrokontroler sebagai sinyal input untuk mengontrol kecepatan motor dan daya yang diberikan ke halogen *heater*. Saat pengguna memutar potensiometer, tegangan yang dihasilkan akan meningkat atau menurun, yang diterjemahkan oleh mikrokontroler untuk menyesuaikan kecepatan motor pada penggerak kain batik atau menambah/mengurangi daya pada pemanas halogen. Dengan demikian, pengguna dapat dengan mudah mengatur kecepatan motor dan intensitas panas hanya dengan mengubah posisi knop potensiometer, membuat sistem lebih fleksibel dan mudah dikontrol.



Gambar 2. 12 Potensiometer.[21]

Adapun spesifikasi untuk potensiometer dapat dilihat pada **Tabel 2.9** berikut:

Tabel 2. 9 Spesifikasi Potensiometer

Atribut	Detail
Operation voltage	5V
Pulse/360°	20
Mechanical angel	360° continuous
Dimensi	(30 x 18 x 30) mm

2.12 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) 20x4 adalah jenis media tampilan atau *Display* dari bahan cairan kristal sebagai penampil utama. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah komponen elektronik yang digunakan sebagai media tampilan untuk menampilkan karakter, angka, atau simbol dalam berbagai perangkat elektronik dan sistem kontrol. Salah satu jenis yang umum digunakan adalah LCD 20x4, yang mampu menampilkan 20 karakter dalam 4 baris. LCD ini bekerja dengan memanfaatkan sifat optik dari kristal cair yang berubah ketika diberi tegangan listrik, memungkinkan tampilan yang jelas dan efisien dalam konsumsi daya. LCD 20x4 sering dikendalikan oleh mikrokontroler seperti Arduino, yang mengirimkan data dalam mode 4-bit atau 8-bit.[22]



Gambar 2. 13 LCD (*Liquid Crystal Display*) [22]

2.13 *Step Down* LM2596

Modul *step-down* LM2596 merupakan konverter tegangan DC yang berfungsi untuk menurunkan tegangan input menjadi tegangan output DC. Modul ini tersedia dalam beberapa varian output tegangan, seperti 3,3V, 5V, 12V, serta versi yang dapat disesuaikan. Modul ini memiliki kemampuan menerima tegangan input dalam rentang 4V hingga 40V, dengan output tegangan mulai dari 3,3V hingga 35V. Selain itu, modul ini mampu menyalurkan arus hingga 3A dan dilengkapi dengan perlindungan berupa pembatas arus untuk mencegah hubungan arus pendek. Berikut ini adalah spesifikasi dari modul *step-down* LM2596.[23]



Gambar 2. 14 Modul *Step Down* LM2596.[23]

Adapun spesifikasi untuk *Step-down* LM2596 dapat dilihat pada tabel 2.10 berikut:

Tabel 2. 10 Spesifikasi Step Down LM2596

Spesifikasi	Detail
Tegangan input (min)	4 V
Tegangan input (maks)	40 V
Tegangan output (min)	3,3 V
Tegangan output (maks)	35 V
Arus maks	3 A
Kisaran suhu pengoperasian	-40 – 125°C
Topology	Buck
Tipe	Konverter
Peralihan frekuensi (min)	110 kHz
Peralihan frekuensi (maks)	173 kHz