

TF4022

SISTEM KONTROL DISKRIT

Dokumen

Kit Praktikum

Sistem Kontrol Diskrit

Estiyanti Ekawati,

Faqihza Mukhlis,

Natsir Habibullah

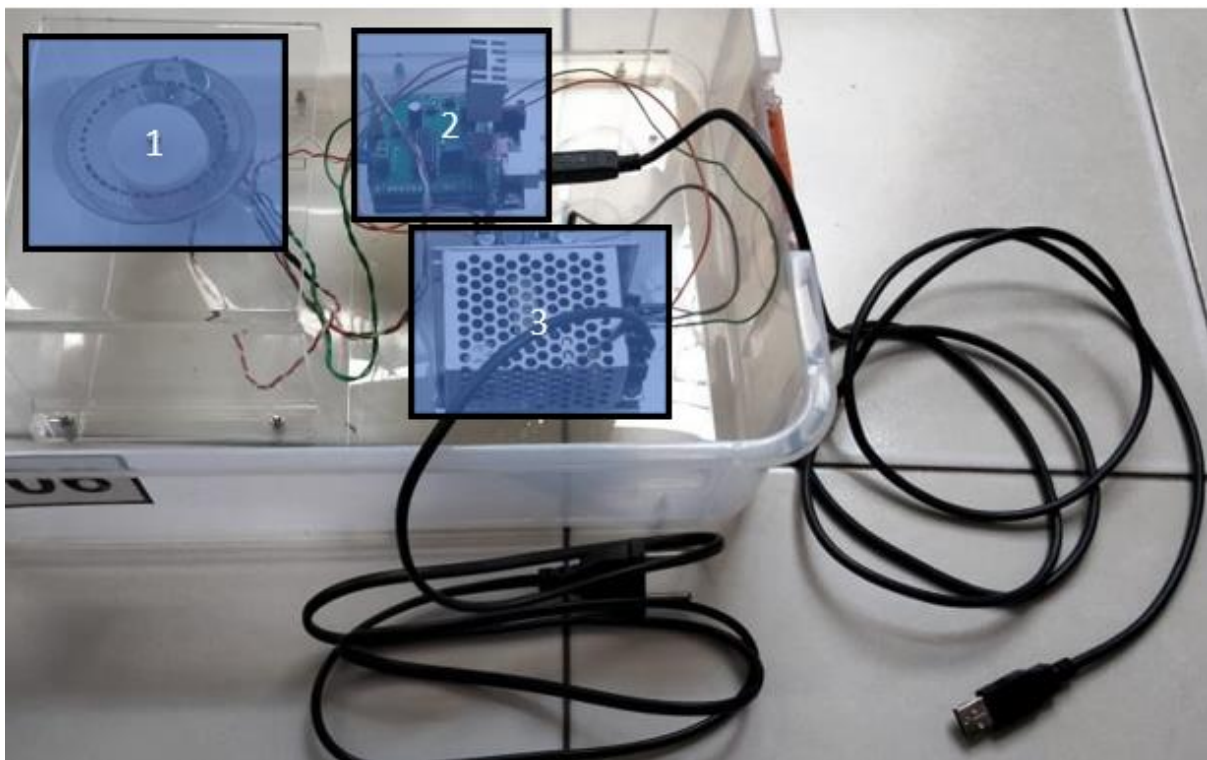
September – November 2022

Pendahuluan

Dokumen ini dibuat dengan harapan, dapat memberikan pemahaman mendalam kepada mahasiswa, tentang kit praktikum Sistem Kontrol Diskrit. Tujuan diadakannya praktikum SKD adalah untuk memberikan pengalaman seputar pengontrolan. Dimulai dari mengidentifikasi dan memodelkan sistem, mengkompensasi kekurangan sistem, serta membangun dan menala sebuah kontrol sistem. Pada awal bagian dokumen ini akan ditunjukkan kit praktikum SKD disertai dengan gambaran umum tentang kit. Kemudian dokumen akan menunjukkan spesifikasi dari komponen-komponen utama kit praktikum dilanjutkan dengan perancangan rangkaian kit praktikum. Dokumen ini diakhiri dengan prosedur operasional kit praktikum.

Gambaran Umum

Dapat dilihat pada Gambar 1, kit praktikum SKD dapat dibagi menjadi tiga bagian umum, yaitu sistem (1), kontroler (2), dan power supply (3). Power supply menyediakan kebutuhan listik 24 V dan 5 V untuk keseluruhan kit praktikum, terdiri dari power supply AC to DC dan konverter DC to DC. Kontroler terdiri dari mikrokontroler Arduino UNO dan rangkaian listrik berupa PCB. Arduino UNO dapat diprogram sesuai dengan keperluan praktikum, sedangkan PCB berfungsi untuk mengintegrasikan keseluruhan kit praktikum, menghubungkan antara power supply, kontroler, dan sistem. Sistem terdiri dari motor dan sensor. Dalam kit praktikum ini, motor dapat diatur arah maupun kecepatan putarnya. Kit praktikum dilengkapi dua buah sensor, yaitu sensor tachometer untuk mengukur kecepatan dan sensor potensiometer untuk mengukur posisi. Terlihat pada Gambar 1 nomor 1, piringan bergerigi menghubungkan motor dengan sensor potensiometer.



Gambar 1 Kit praktikum Sistem Kontrol Diskrit

Komponen

Bagian ini akan memberikan informasi spesifikasi dari komponen-komponen utama pada kit praktikum SKD. Adapun komponen-komponen tersebut adalah motor, tachometer, potensiometer, mikrokontroller, dan power supply.

Motor

Motor yang digunakan pada kit praktikum SKD adalah motor COPAL, tipe LC32F-184VF. Motor ini merupakan motor DC dengan spesifikasi tegangan masukan maksimal 24 Volt. Berdasarkan spesifikasi, motor ini mampu menghasilkan kecepatan putar maksimal 6400 rpm. Motor dapat dilihat pada Gambar 2. Untuk memutar motor, kita dapat memberikan beda tegangan pada kabel merah dan kabel putih. Pada Gambar 2 juga terlihat tachometer yang melekat di bagian bawah motor.



Gambar 2 Motor DC

Tachometer

Gambar 3 menunjukkan tachometer yang melekat pada motor. Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan putar motor. Tachometer ini bertipe kontak dan analog. Tachometer memiliki poros yang terhubung dengan poros motor. Putaran motor memutar poros tachometer yang bermagnet. Perubahan medan magnet akibat putaran motor akhirnya menghasilkan sinyal sinusoidal melalui kabel hijau terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Tachometer

Potensiometer

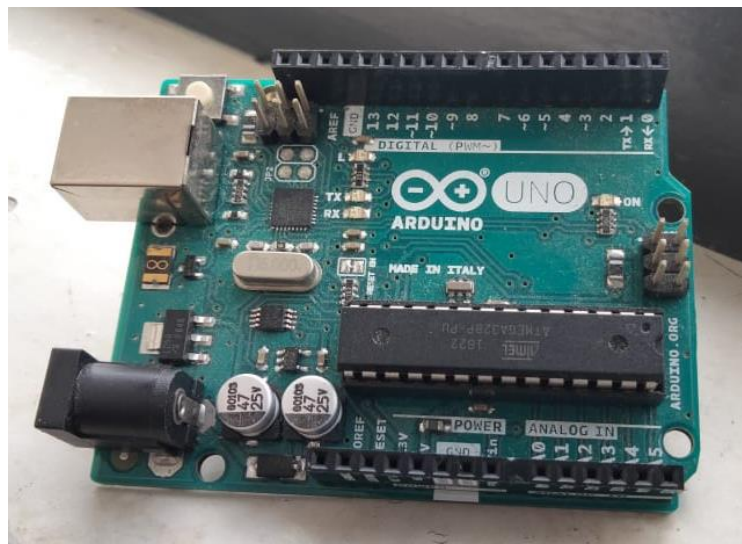
Potensiometer pada kit praktikum SKD digunakan sebagai sensor posisi. Potensiometer yang digunakan adalah potensiometer OVTER, tipe WDD35D4. Potensiometer ini memiliki spesifikasi hambatan $10\text{ k}\Omega \pm 15\%$ dengan linearitas independen 0.5% . Pin 2 adalah pin sinyal, sedangkan pin 1 dan 3 dihubungkan dengan GND dan Vreff. Potensiometer diputar oleh motor melalui dua buah piringan akrilik bergerigi, satu piringan berporos pada motor dan piringan lainnya berporos pada potensiometer. Rasio kecepatan putar motor - kecepatan putar potensiometer berbanding terbalik dengan rasio jumlah gerigi piringan pada motor - piringan pada potensiometer. Potensiometer ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Potensiometer

Mikrokontroler

Sebagai pengontrol, pada kit praktikum SKD ini digunakan mikrokontroler Arduino UNO. Arduino UNO bekerja dengan mikrokontroler ATmega 328. Arduino UNO memiliki 6 pin analog input dan 14 pin digital input/output. Arduino UNO juga dilengkapi dengan pin komunikasi I2C. Arduino UNO sudah dilengkapi dengan ADC untuk mendigitalisasi sinyal yang masuk ke dalam pin analog input. Mikrokontroler Arduino UNO ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Arduino UNO

Power Supply

Power supply sesuai dengan kebutuhan motor memiliki spesifikasi tegangan keluaran sebesar 24 V. Power supply dapat langsung dihubungkan dengan listrik 220 VAC. Spesifikasi arus dari power supply pada kit praktikum SKD ini adalah 1.5 A. Kit praktikum SKD ini dilengkapi juga dengan konverter DC to DC yang besar keluarannya dapat di atur. Sebenarnya konverter DC to DC ini tidak terlalu diperlukan, penambahan komponen ini hanya sebagai penyuplai energi tambahan apabila Arduino UNO tidak dapat memberikan energi yang cukup untuk mensuplai energi yang dibutuhkan IC pada rangkaian. Konverter DC to DC dapat diatur besar tegangan keluarannya, dalam kit praktikum SKD ini tegangan keluarannya diatur sebesar 5 V. Gambar 6 menunjukkan power supply, sedangkan Gambar 7 menunjukkan konverter DC to DC.



Gambar 6 Power Supply



Gambar 7 DC to DC Converter

Rangkaian

Bagian ini akan memberikan informasi tentang rangkaian kit praktikum SKD. Rangkaian dirancang menyesuaikan komponen dengan mempertimbangkan kebutuhan praktikum. Penjelasan rangkaian akan dibagi menjadi tiga, yaitu driver motor, sensor kecepatan, dan sensor posisi. Bagian akhir juga akan menunjukkan PCB dari rangkaian setelah didesain menggunakan software EAGLE.

Driver Motor

Driver motor diinginkan dapat memutar motor searah putaran jam ataupun sebaliknya sehingga motor dapat mengatur posisi. Menggunakan driver motor ini, kecepatan putar motor juga ingin dapat dikendalikan. Baik arah maupun kecepatan putar diinginkan dapat dikendalikan menggunakan Arduino UNO. Untuk memenuhi kebutuhan ini di dalam rangkaian driver motor digunakan DAC MCP4725, OpAmp AD712R, Transistor TIP41C, dan Half-H Driver L293D.

Digital to Analog Converter

Digital to Analog Converter (DAC) digunakan untuk mengatur tegangan masukan pada rangkaian driver motor. Pada kit praktikum SKD ini digunakan MCP4725. DAC ini dapat berkomunikasi secara I2C dengan Arduino UNO melalui pin SCL dan SDA. Melalui jalur komunikasi ini, Arduino UNO dapat memberikan perintah kepada MCP4725, untuk menghasilkan tegangan tertentu dalam rentang 0 sampai 5 V. Tegangan dihasilkan oleh MCP4725 melalui pin OUT. Menggunakan DAC ini, Arduino sudah dapat menghasilkan variasi tegangan dalam rentang 0 sampai 5 V.

Operational Amplifier

Tegangan yang diberikan oleh DAC terbatas maksimal 5 V, untuk menguatkan tegangan ini dapat digunakan Operational Amplifier (OpAmp). OpAmp yang digunakan dalam rangkaian driver motor kit praktikum SKD ini adalah AD712R. Rangkaian yang digunakan pada OpAmp adalah rangkaian non-inverting dilengkapi dengan potensiometer, sehingga rasio penguatan tegangan dapat diatur secara manual. Menggunakan rangkaian ini, tegangan yang diinginkan untuk mengatur kecepatan motor sudah bisa didapatkan.

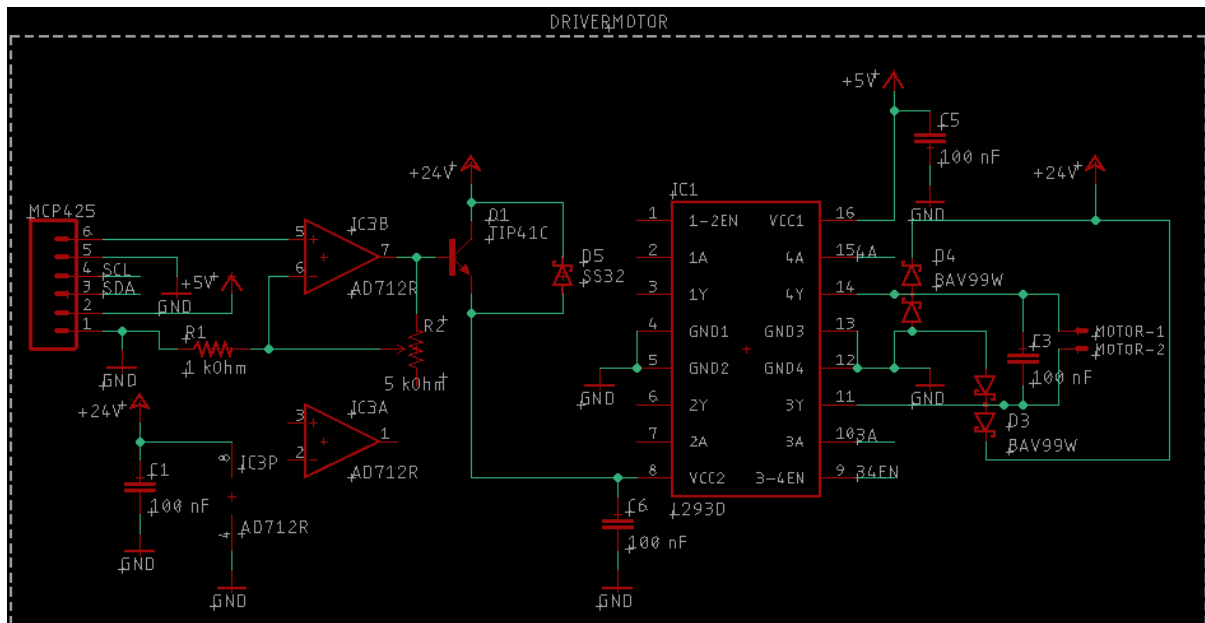
Transistor

Tegangan yang diberikan oleh OpAmp sudah dapat mencapai 24 V, tetapi OpAmp tidak dapat mensuplai arus yang cukup besar untuk memutar motor secara maksimal. Motor akan berputar lambat dan tegangan yang diberikan akan turun apabila keluaran dari OpAmp langsung dihubungkan dengan motor. Oleh karena itu digunakan transistor TIP41C yang berfungsi sebagai pensuplai arus untuk motor. Collector TIP41C dihubungkan dengan power supply 24 V, sedangkan Base TIP41C dihubungkan dengan pin OUTPUT OpAmp, dan Emitter TIP41C dihubungkan dengan VCC2. Transistor dilengkapi dengan heat sink untuk mendisipasikan panas yang dihasilkan transistor. Menggunakan rangkaian ini, tegangan dan arus yang diperlukan untuk memutar motor sudah tersedia dan dapat dikendalikan.

Half-H Driver

Setelah tegangan dan arus dapat diatur untuk mengendalikan kecepatan putar motor, berikutnya adalah pengaturan arah putaran motor. Untuk mengatur arah putaran motor digunakan Half-H Driver L293D. Dengan menggunakan L293D, Arduino UNO dapat memberikan sinyal untuk mengatur jalur hubungan motor. Dengan memberikan pin 3-4EN L293D sinyal LOW, motor tidak terhubung dengan GND maupun VCC2. Apabila pin 3-4EN L293D diberikan sinyal HIGH, motor akan terhubung dengan GND atau VCC2 tergantung kondisi pin 3A dan 4A. Sinyal LOW pada 3A ataupun 4A akan menghubungkan 3Y atau 4Y ke GND, sedangkan sinyal HIGH akan menghubungkan ke VCC2. Sehingga untuk mengatur kecepatan ke suatu arah, dapat diberikan sinyal HIGH pada pin EN dan 3A, serta sinyal LOW pada pin 4A. Sedangkan untuk putaran ke arah sebaliknya, dapat diberikan sinyal HIGH pada pin EN dan 4A, serta sinyal LOW pada pin 3A.

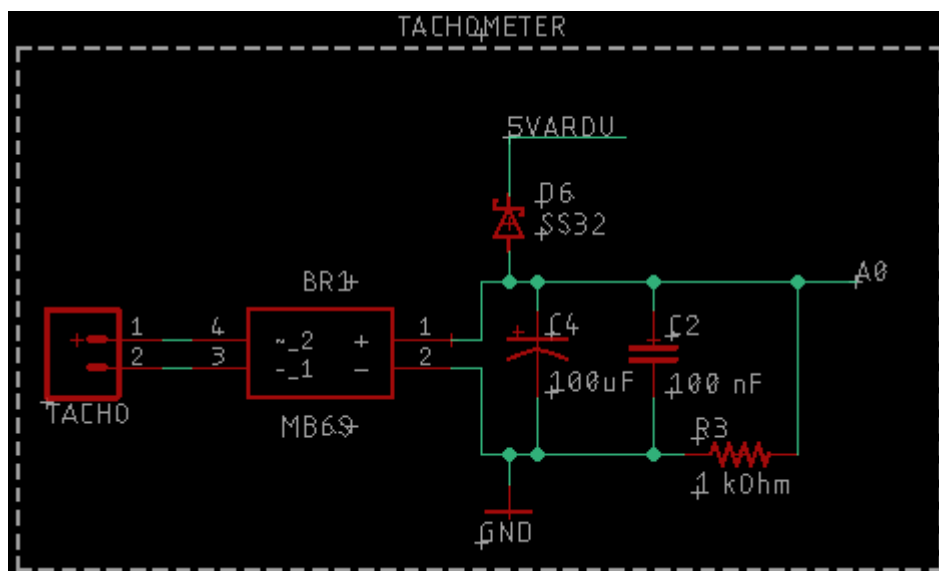
Rangkaian driver motor sudah lengkap dan melingkupi kebutuhan praktikum SKD. Dalam rangka meningkatkan stabilitas dan keamanan, diberikan beberapa kapasitor dan dioda. Akhirnya rangkaian didesain menggunakan software EAGLE, skematik rangkaian driver motor dalam EAGLE ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Skematik rangkaian driver motor

Sensor Kecepatan

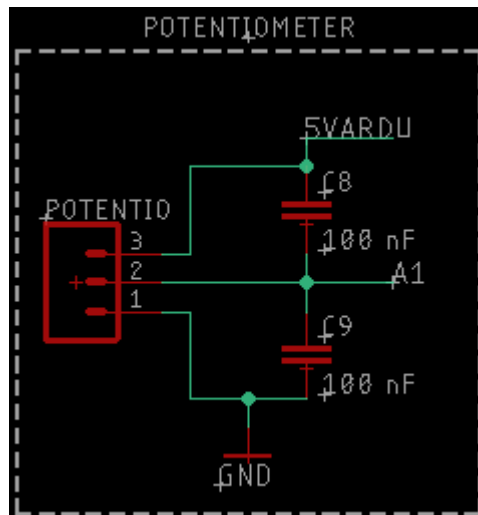
Rangkaian sensor kecepatan motor harus mampu untuk mengelola sinyal yang dihasilkan oleh tachometer sehingga dapat menjadi masukan pada pin Arduino UNO. Sinyal sinusoidal yang dihasilkan tachometer disearahkan dengan Dioda Rectifier MB69. Setelah itu keluaran dari MB69 diberikan rangkaian kapasitor dan resistor untuk menyetabilkan pembacaan tegangan pada pin Arduino UNO. Rangkaian sensor kecepatan ini, secara skematik ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Skematik rangkaian sensor kecepatan

Sensor Posisi

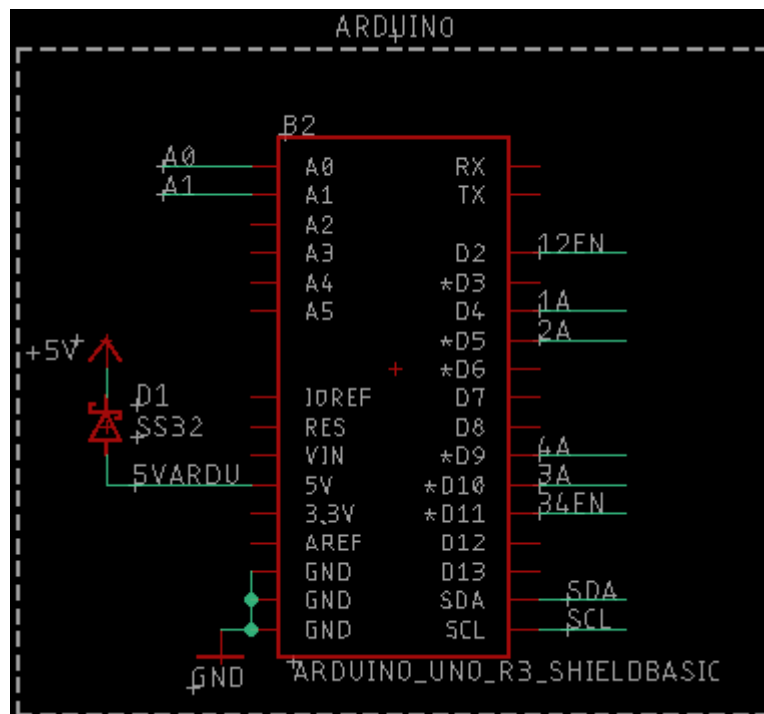
Rangkaian sensor posisi sangat sederhana, hanya sebuah rangkaian pembagi tegangan yang diberikan dua buah kapasitor. Penambahan dua buah kapasitor dimaksudkan untuk memfilter tegangan yang terbagi sehingga pembacaan tegangan oleh Arduino UNO menjadi lebih stabil. Skematik rangkaian sensor posisi ini, ditunjukkan pada Gambar 10.



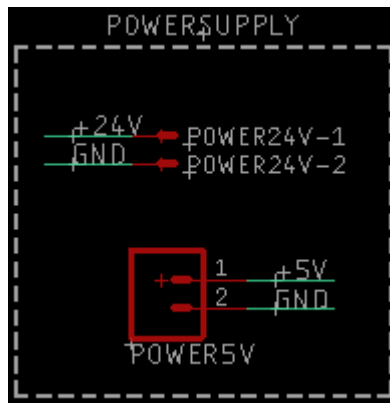
Gambar 10 Skematik rangkaian sensor posisi

Tambahan

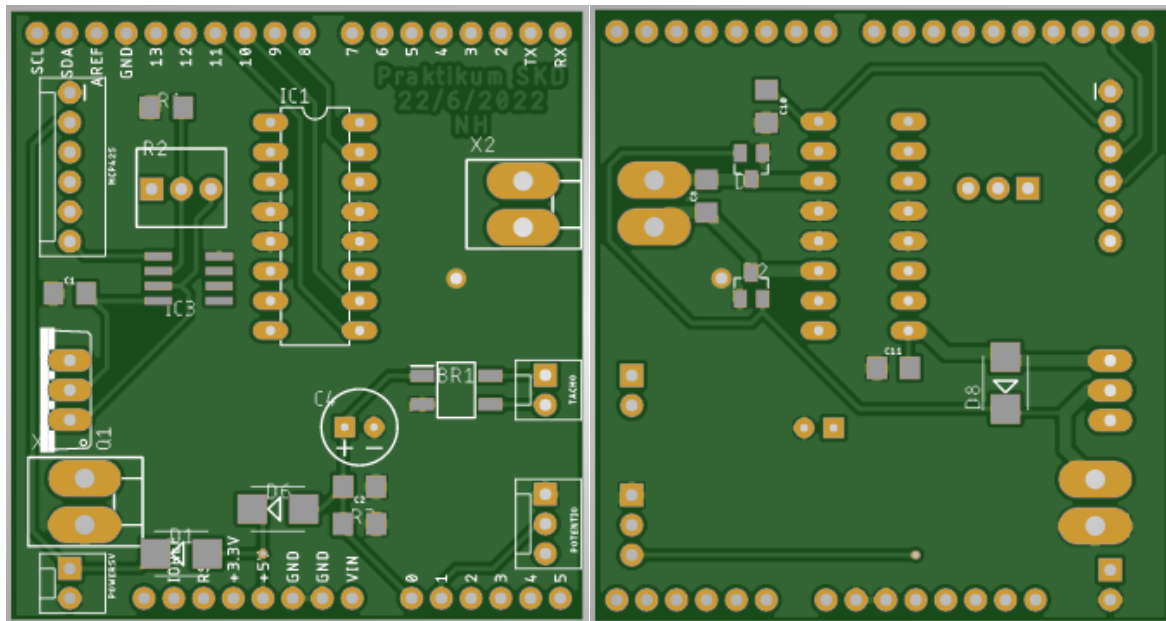
Gambar skematik pin Arduino UNO ditunjukkan pada Gambar 11. Sedangkan konektor power supply ditunjukkan pada Gambar 12. Desain rangkaian keseluruhan dalam bentuk Printed Circuit Board (PCB) ditunjukkan pada Gambar 13. Setelah disolder, PCB ditunjukkan pada Gambar 14. Pada Gambar 15, ditunjukkan posisi DAC MCP4725 (1), OpAmp AD712R (2), Transistor TIP41C (3), Half-H Driver L293D (4), dan Dioda Rectifier MB69 (5).



Gambar 11 Skematik hubungan pin Arduino UNO



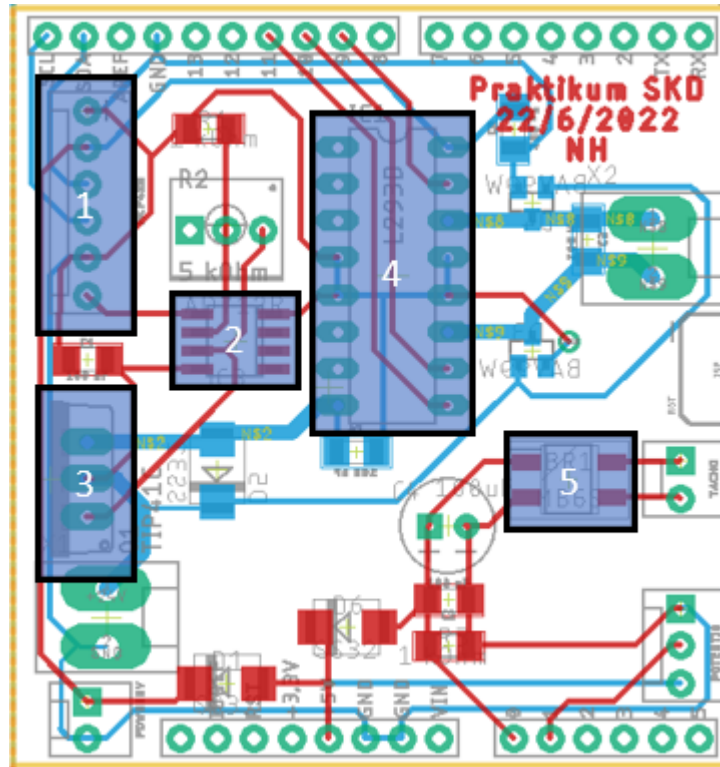
Gambar 12 Skematik konektor power supply



Gambar 13 Printed Circuit Board tampak atas (kiri) dan tampak bawah (kanan)



Gambar 14 Printed Circuit Board setelah disolder



Gambar 15 Jalur pada Printed Circuit Board

Prosedur Operasional

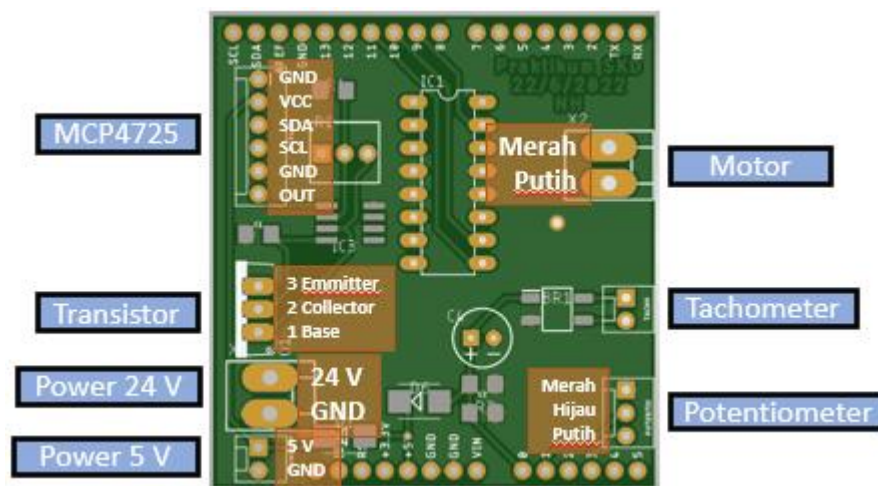
Bagian ini akan menjelaskan prosedur standar operasional (SOP) kit praktikum. Prosedur ini berguna untuk menjaga kondisi kit tetap baik dan mencegah hal-hal yang tidak diinginkan. SOP akan dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu

Persiapan Praktikum

Berikut adalah langkah-langkah prosedur standar operasional ketika akan mengoperasikan atau menggunakan kit praktikum:

1. Pastikan semua komponen kit praktikum lengkap.
2. Pasang semua konektor komponen kit praktikum apabila belum terpasang, posisi konektor ditunjukkan pada Gambar 16:
 - a. Konektor motor
 - b. Konektor tachometer
 - c. Konektor potensiometer
 - d. Konektor power 24 V
 - e. Konektor power 5 V
3. Pasang komponen kit praktikum apabila belum terpasang, posisi komponen ditunjukkan pada Gambar 15:
 - a. MCP4725
 - b. Transistor
 - c. L293D
4. Sambungkan kit praktikum dengan laptop melalui kabel data USB yang terhubung dengan Arduino UNO.
5. Cek alamat port Arduino UNO di device manager.
6. Buka program AkuisisiSensor.ino .

- Ubah port pada menu tools sesuai dengan alamat port Arduino UNO.
- Pastikan pada program tersebut sensor yang diakuisisi adalah potensiometer.
- Upload program AkuisisiSensor.ino ke Arduino UNO, tunggu sampai proses selesai.
- Buka serial monitor, putar potensiometer untuk melihat perubahan pada serial monitor.
- Cek baut rate yang digunakan apabila serial monitor tidak bekerja dengan baik.
- Sambungkan kit praktikum dengan stop kontak / steker listrik / terminal listrik 220 VAC melalui kabel listrik yang terhubung dengan power supply, lampu indikator di power supply akan menyala.
- Buka program GerakMotor.ino, upload program, tunggu sampai proses selesai.
- Buka serial monitor, kirim 30, motor akan berputar.
- Kemudian kirim -30, motor akan berhenti sebentar kemudian berputar ke arah yang berlawanan.
- Apabila ada langkah di atas yang tidak berjalan dengan baik, tanyakan lah pada asisten.



Gambar 16 Konektor pada Printed Circuit Board

Power Supply

Berikut adalah langkah-langkah prosedur standar operasional untuk memeriksa kondisi power supply:

- Lepas konektor power 24 V dan 5 V.
- Sambungkan kit praktikum dengan stop kontak / steker listrik / terminal listrik 220 VAC melalui kabel listrik yang terhubung dengan power supply, lampu indikator di power supply akan menyala.
- Periksa tegangan keluaran power supply 24 V menggunakan AVO.
- Periksa tegangan keluaran konverter DC to DC 5 V menggunakan AVO.

DAC MCP4725

Berikut adalah langkah-langkah prosedur standar operasional untuk memeriksa kondisi DAC MCP4725:

- Buka program TesMCP.ino.
- Sambungkan Arduino dengan MCP sesuai dengan instruksi dalam program tersebut.
- Sambungkan ArduinoUNO dengan laptop.
- Cek alamat port Arduino UNO di device manager.
- Ubah port pada menu tools sesuai dengan alamat port Arduino UNO.
- Upload program TesMCP.ino ke Arduino UNO, tunggu sampai proses selesai.
- Buka serial monitor, pastikan baudrate yang digunakan 9600.

8. Bila MCP berfungsi dengan baik, maka nilai MCP akan proporsional dengan OUT1 dan OUT2.