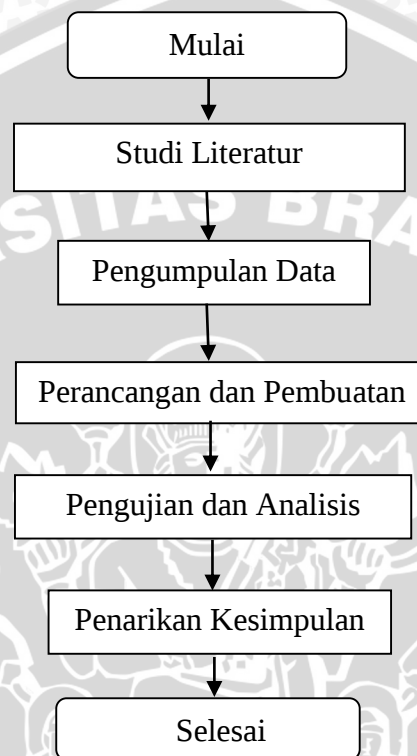


BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam rancang bangun pengaturan *duty cycle* dengan sensor kecepatan rotari dapat dilihat pada diagram flowchart berikut :



Gambar 1.1 Kerangka Umum Metode Penelitian

1.1 Studi Literatur

Untuk mendukung penulisan ini agar didapatkan hasil yang maksimal diperlukan literatur sebagai acuan penulisan. Studi literatur ini digunakan untuk mengetahui dasar teori sehingga mampu menunjang dalam proses perancangan pengaturan *duty cycle* dengan sensor kecepatan rotari. Studi literatur ini menggunakan sumber yang berasal dari buku, jurnal ilmiah, dan internet.

1.2 Pengumpulan Data

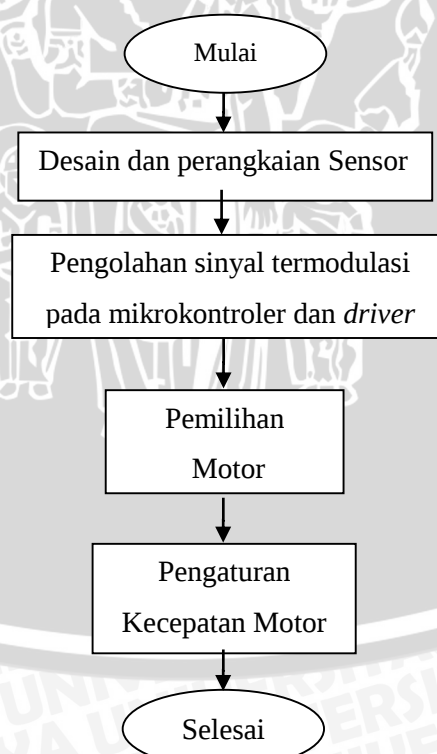
Data yang diperlukan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Tipe motor yang digunakan.
2. Tipe sensor kecepatan yang terdapat dipasar.
3. Ukuran piringan yang cocok dengan sepeda pada umumnya.

4. Perangkat yang digunakan dalam pengaturan pulse width modulation.

1.3 Perancangan dan Pembuatan Perangkat

Sistem pada alat ini dirancang untuk melakukan *hybrid* antara tenaga kayuhan pengendara dengan putaran motor DC magnet permanen. Sehingga didapatkan efisiensi energi pada baterai. Hal ini diperoleh karena baterai tidak perlu mencatu motor pada saat torsi maksimal, dimana torsi maksimal terjadi pada saat pertama kali sepeda dikayuh. Disini kondisi sistem yang diinginkan adalah motor akan aktif pada saat sepeda berada kondisi kecepatan tertentu. Sehingga motor tidak perlu melakukan *starting* pada saat sepeda pertama kali bergerak. Dan efisiensi lain yang ingin dicapai adalah motor tidak perlu bekerja pada putaran dan tegangan maksimal, karena motor disini hanya bersifat membantu kayuhan pengendara untuk bersepeda. Dengan meminimalisir kerja motor, berarti secara langsung juga meminimalisir daya pada baterai untuk mencatu motor. Untuk mendapatkan sistem seperti ini, dibutuhkan perancangan perangkat meliputi sensor, rangkaian mikrokontroler *driver* motor serta rangkaian *D chopper*. Sehingga dapat mengatur *duty cycle* pada *chopper* dan dapat mengatur putaran motor DC magnet permanen sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 1.2 Diagram Alir Perancangan Perangkat

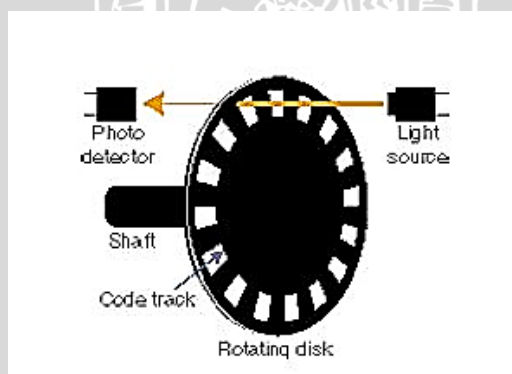
Gambar 3.2 merupakan urutan dalam perancangan perangkat pengendali kecepatan motor DC magnet permanen. Dimana yang dilakukan pertama kali adalah

merangkai sensor kecepatan rotari yang ada dipasaran agar sinyal keluaran dari sensor sesuai dengan kebutuhan. Setelah perangkaian sensor dilakukan, selanjutnya dilakukan perancangan rangkaian pengatur sinyal keluaran dari sensor agar sesuai dengan kebutuhan motor DC magnet permanen. Rangkaian ini terdiri dari mikrokontroler ATmega 8 dan motor *driver*. Pada tahap setelah sinyal keluaran dari motor dapat diatur, pemilihan jenis motor ditentukan berdasarkan kebutuhan dari putaran roda yang diinginkan untuk membantu dalam kayuhan sepeda.

Perangkat ini dirancang dengan tujuan mengatur besarnya V_{out} yang nantinya digunakan sebagai sinyal masukan untuk mengatur besarnya kecepatan pada motor DC. Semakin besar V_{out} , maka kecepatan dari motor akan semakin besar, dan pengayuh sepeda akan semakin terbantu dengan semakin besarnya kecepatan pada roda sepeda. Besarnya V_{out} yang dihasilkan oleh sistem berbanding lurus dengan besarnya *duty cycle* (D). Hal ini ditunjukkan oleh persamaan 2.21. Dimana V_{out} adalah hasil kali dari V_{in} dengan *duty cycle*.

1.3.1 Perancangan Sensor Kecepatan Rotari / *Rotary Encoder*

Sensor kecepatan rotari yang digunakan adalah berupa suatu sensor yang terdiri dari piringan *aclyric* yang memiliki lubang tiap sisinya serta terdapat sumber cahaya berupa LED dan sensor cahaya berupa *photo diode*. Berikut merupakan gambaran umum dari sensor kecepatan rotari.

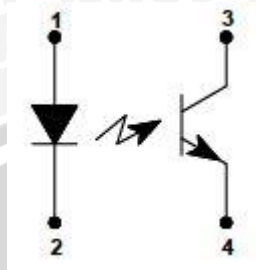


Gambar 1.3 Gambaran Umum Sensor Rotari

(Sumber : *Optical Encoder fundamentals Datasheet:1*)

Prinsip kerja dari sensor ini adalah disaat rangkaian sumber cahaya diberikan V_{CC} sebesar 5 Volt, maka LED menghasilkan sinar inframerah. Apabila sinar inframerah yang masuk pada *photo diode* yang tidak terhalangi oleh piringan penghalang cahaya, maka *photo diode* akan menghasilkan tegangan sekitar 5 V. Dan begitu juga sebaliknya, saat cahaya dari sumber sinar inframerah terhalangi maka akan

menghasilkan tegangan sekitar 0 V. Siklus dimana *photo dioda* menangkap cahaya dan tidak menangkap cahaya ini yang akan digunakan sebagai input untuk mikrokontroler, yang berikutnya akan digunakan untuk mengatur *duty cycle*. Berikut adalah gambar rangkaian *Optocoupler* pada sensor kecepatan yang akan digunakan.



Gambar 1.4 Rangkaian *Optocoupler*
(Sumber : *Slotted Optical Switch Datasheet:1*)

Untuk mengaktifkan sinar inframerah dibutuhkan tegangan sebesar 5 volt. Sedangkan sebagai penerima cahaya dari LED tersebut adalah *photo diode*. Cara kerja *photo diode* tersebut sendiri adalah apabila cahaya yang ditangkap oleh *photo diode* semakin besar, maka resistansi pada *photo diode* semakin kecil, sehingga arus yang melewati semakin besar. Pada perangkat ini, benda yang memotong cahaya masuk ke *photo dioda* adalah berupa piringan *aclyric*. Bila tidak ada sesuatu yang memotong antara cahaya LED dan *photo diode*, artinya *photo diode* akan mendapat sinar inframerah dari LED, maka *photo diode* akan teraliri arus. Kemudian arus akan masuk ke resistor dengan nilai tertentu. Resistor ini berfungsi untuk mengurangi arus yang berlebih dari *photo diode*. Disini siklus On/Off dari keluaran rangkaian inilah yang digunakan sebagai sebagai pemberi sinyal masukkan ke mikrokontroler.

1.3.2 Perangkaian Sensor kecepatan rotari

Setelah perancangan sensor rotari dilakukan, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah pembuatan dari sensor dan piringan sensor itu sendiri. Sensor berupa *optcoupler* U didapatkan di pasaran. Dan piringan dari sensor itu sendiri dilakukan dengan menggambar rancangan pada *software corel draw*. Setelah itu piringan *acrylic* dipotong sesuai dengan rancangan melalui jasa pemotongan secara laser. Dilakukan dengan pemotongan laser dikarenakan pemotongan ini menghasilkan pemotongan yang presisi dibandingkan pemotongan secara manual.

1.3.3 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler (MK)

Rangkaian mikrokontroler ini merupakan rangkaian yang berfungsi sebagai pusat pengontrolan yang didalamnya terdapat *listing* program yang dibuat di komputer

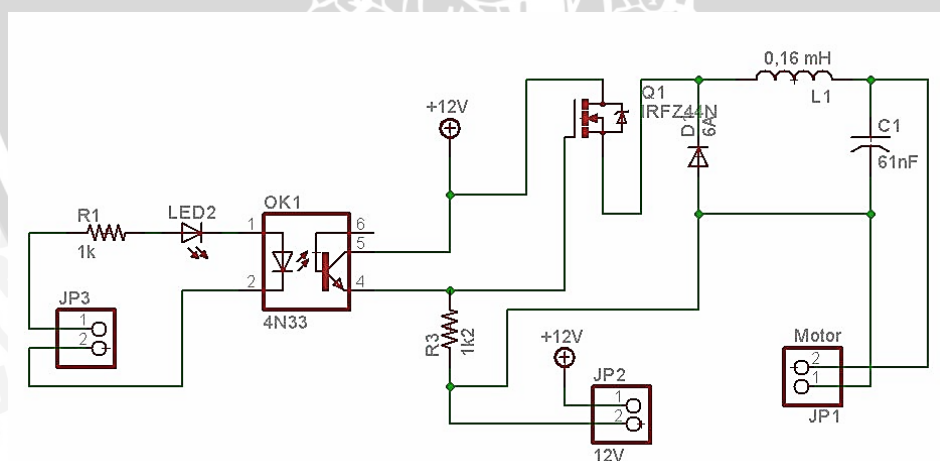
dan nantinya di *download* ke MK. Program tersebut sudah berisi perhitungan-perhitungan frekuensi dari keluaran sensor yang akan diberikan ke motor DC. MK yang dipakai berjenis ATmega 8 yang mudah didapatkan dipasaran. Fitur-fitur MK yang digunakan dalam sistem ini antara lain *ADC*, *PWM*, *Input/Output*, serta *LCD* untuk memudahkan *monitoring*.

1.3.4 Perangkaian Rangkaian Mikrokontroler

Pembuatan rangkaian mikrokontroler dilakukan dengan cara membuat skematik rangkaian mikrokontroler pada program eagle. Setelah itu skematik yang telah dibuat dicetak pada *board* yang dilakukan oleh jasa pembuatan *board*.

1.3.5 Perancangan Driver Motor

Rangkaian *driver* digunakan untuk mengatur motor DC magnet permanen. Untuk pengaturan kecepatan pada motor menggunakan MOSFET dengan jumlah sesuai kondisi. Dengan tujuan arus yang digunakan motor dapat dibagi ke masing-masing MOSFET yang terdapat pada sistem. Secara sederhana cara kerja MOSFET yaitu mengatur arus yang mengalir dari *drain* ke *source* dengan mengatur tegangan pada *gate*. Tegangan yang didapat untuk mencatu *gate* didapatkan dari keluaran *optocoupler* yang berubah-ubah tergantung dari PWM yang dikeluarkan oleh mikrokontroler sebagai masukan *optocoupler*. Gambar rangkaian dari *driver* motor dapat ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 1.5 Rangkaian Driver Motor

Dari rangkaian *driver* motor inilah yang membatasi tegangan dan arus, sehingga motor mendapatkan masukan sesuai dengan kondisi sinyal yang dikondisikan oleh

sensor kecepatan rotari. Sehingga kecepatan motor dapat diatur sesuai dengan sinyal dari sensor kecepatan rotari.

1.3.6 Perangkaian *Driver* Motor

Setelah perancangan *driver* motor dilakukan, selanjutnya dilakukan pembuatan *driver* motor itu sendiri. Seluruh rancangan dilakukan di program eagle, setelah itu *board* dibuat oleh jasa pembuatan *board*. Karena *board* harus dicetak dengan garis-garis logam yang nantinya sebagai jalur elektrik pada rangkaian.

1.3.7 Perancangan Mekanikal

Hal berikutnya yang perlu dilakukan adalah perancangan mekanik. Mekanik ini dirancang untuk penunjang sistem dalam pengoperasiannya. Perangkat – perangkat yang termasuk dalam sistem seperti motor DC magnet permanen, sensor rotari, rangkaian mikrokontroler, rangkaian *driver* motor dirangkai sedemikian hingga dapat diletakkan dan dioperasikan pada suatu rangkaian mekanik. Tentunya dalam pengerjaannya terdapat berbagai perangkat penunjang seperti *bearing* poros motor tambahan serta kerangka penompang perangkat secara keseluruhan dapat berubah – ubah sesuai dengan kebutuhan hingga didapatkan rangkaian mekanik yang paling efisien untuk menunjang kinerja sistem dari pengaturan kecepatan motor DC magnet permanen dengan menggunakan sensor rotari.

1.3.8 Pembuatan Mekanikal

Berdasarkan hasil perancangan, maka selanjutnya yang dilakukan adalah perealisasi dari perancangan itu sendiri. Bahan dan struktur mekanik dibuat dari bahan – bahan yang nantinya disesuaikan dengan kebutuhan. Bahan – bahan tersebut dapat berupa potongan besi sebagai penopang sensor dan rotor motor yang berputar. Untuk menopang seluruh komponen pada alat ini digunakan pula besi agar kokoh saat sistem berjalan. Pembuatan pengunci sensor pada rotor dan bearing pada porosnya dilakukan oleh jasa mesin bubut dan las.

1.3.9 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak berupa pembuatan algoritma (langkah-langkah berpikir) dari cara kerja alat pengaturan kecepatan motor DC magnet permanen dengan menggunakan sensor rotari. Program berisi perhitungan-perhitungan PWM serta frekuensi dari sinyal keluaran sensor agar dapat diproses sesuai dengan kebutuhan sistem.

1.3.10 Pembuatan Perangkat Lunak

Merealisasikan algoritma program yang telah dibuat pada aplikasi CV AVR pada komputer. Selanjutnya program akan di *download* ke mikrokontroler melalui aplikasi *My Write* dan alat *downloader* yang menghubungkan komputer ke rangkaian mikrokontroler.

1.4 Pengujian dan Analisis

Pengujian keseluruhan dilakukan secara manual oleh penulis dengan menggunakan simulator pedal sepeda sebagai tempat peletakan sensor rotari. Pengujian yang lain adalah mengenai besar arus dan tegangan yang dibutuhkan oleh masing – masing perangkat agar memenuhi kinerja yang diinginkan.

1.4.1 Pengujian Sensor

Kalibrasi ini dilakukan pada sensor kecepatan rotari. Kalibrasi sensor dilakukan agar sinyal yang diharapkan sesuai dengan kondisi yang dibaca sensor secara presisi sehingga pada proses selanjutnya pada mikrokontroler dapat dilanjutkan dengan baik.

1.4.2 Pengujian Catu Daya

Pengujian catu daya diperlukan guna mengetahui apakah rangkaian catu daya dan sumber catu daya telah berfungsi dengan baik sesuai dengan kebutuhan dari komponen lain yang memerlukan catu daya. Pengujian ini dilakukan dengan pembacaan nilai tegangan dengan menggunakan *multimeter* serta *osciloskop* guna mengetahui bentuk gelombangnya.

1.4.3 Pengujian Driver Motor

Driver motor merupakan rangkaian yang menyesuaikan besar arus dan tegangan yang diperlukan oleh motor, maka diperlukan suatu pengujian agar sesuai dengan kebutuhan motor. Pengujian *driver* motor ini dilakukan dengan cara pemberian catu dan sinyal ke *driver*. Dari sini dapat diamati dan dianalisis pada masing-masing komponen dengan melihat tegangan dan arus yang keluar, jika diperlukan bentuk gelombang dengan memakai *osciloskop*. Jika ada komponen yang memiliki karakteristik tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka perlu dilakukan *troubleshooting* hingga sesuai yang diharapkan.

1.4.4 Pengujian Rangkaian PWM

PWM terdapat pada dua rangkaian, yaitu pada mikrokontroler dan rangkaian *driver*. Pengujian rangkaian mikrokontroler dilakukan dengan menggunakan osciloskop, apakah sinyal keluaran sesuai dengan yang dibutuhkan. Setelah itu pengujian rangkaian PWM pada *driver* dilakukan dengan cara diberikan sinyal PWM dari keluaran mikrokontroler yang bervariasi *duty cycle*. Dari sini sinyal diteruskan hingga ke motor yang mana melewati beberapa komponen yaitu *optocoupler* dan MOSFET. Komponen tersebut juga dilihat tanggapan *duty cycle* sehingga diketahui karakteristik rangkaian PWM yang akan digunakan untuk pengaturan arus motor.

1.4.5 Pengujian Motor

Pengujian motor disini melibatkan karakteristik motor dimana nanti akan menghasilkan grafik kurva motor yang terdapat arus, tegangan serta kecepatan putarannya. Dari sini dapat diketahui bagaimana cara pengaturan motor yang tepat untuk digunakan pada kecepatan yang fluktuatif atau berubah-ubah yang nantinya dapat diaplikasikan pada sepeda listrik.

1.4.6 Pengujian Keseluruhan

Setelah melakukan pengujian pada masing-masing komponen, maka dilakukanlah pengujian keseluruhan yang melibatkan semua komponen dalam kondisi aktif. Hal ini dilakukan dengan cara memutar sensor kecepatan rotari yang diletakkan pada tuas yang dapat diputar menyerupai pedal sepeda. Sehingga sinyal keluaran sensor, sinyal keluaran dari mikrokontroler, sinyal keluaran rangkaian *driver* dapat dianalisis. Pemilihan frekuensi putaran pedal dilakukan dengan pengasumsian satu frekuensi putaran pedal sebagai putaran minimal yang dibaca mikrokontroler untuk pengaktifan motor DC magnet permanen. *Troubleshooting* akan dilakukan terus-menerus apabila terjadi kesalahan hingga mencapai tujuan yang diinginkan.

1.5 Penarikan Kesimpulan

Dari pengujian alat dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat langsung ditarik kesimpulan sehingga dapat mengetahui cara pengontrolan motor DC magnet permanen menggunakan sensor kecepatan rotari dengan tujuan efisiensi daya pada baterai, yang nantinya dapat diaplikasikan untuk sepeda listrik.