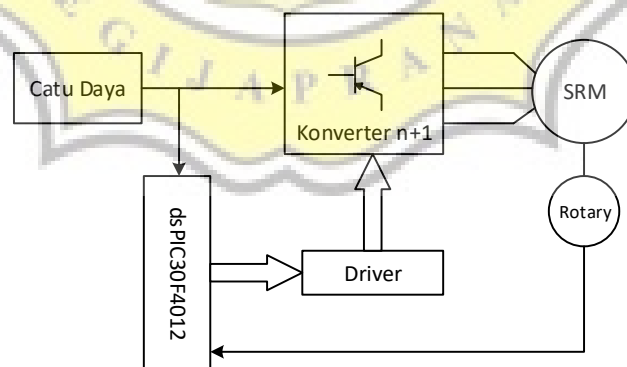


BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

3. 1. Pendahuluan

Pada Tugas Akhir ini akan dibahas tentang pengendalian kecepatan motor *switched reluctance* dengan menggunakan dsPIC30F4012. Dengan menggunakan topologi konverter N+1 yang berperan sebagai penggerak motor *switched reluctance*. Sistem kontrol berdasarkan hasil dari pembacaan posisi rotor dengan menggunakan *rotary encoder*. Dengan membangkitkan sinyal *carrier* yang dibandingkan dengan sinyal informasi maka akan muncul sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) yang akan digunakan pada salah satu saklar pada konverter N+1. Dengan mengatur *duty cycle* maka akan didapatkan kecepatan yang *variable* pada putaran motor *switched reluctance*. Pada tugas akhir ini akan diimplementasikan sistem seperti pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1. Diagram blok sistem

Berdasarkan Gambar 3.1, sistem ini dibagi menjadi beberapa blok yaitu :
blok kontrol yang terdiri dari sistem minimum dsPIC30F4012, blok *driver* yang

terdiri dari IC *buffer* 74HC541 dan IC *optocoupler* TLP250, dan blok rangkaian daya yang terdiri dari MOSFET IRFP250 dan dioda penyearah. Blok kontrol merupakan bagian utama dari sistem ini. Di mana blok kontrol akan menerima data posisi rotor dari *rotary encoder*. Data yang dihasilkan oleh *rotary encoder* berupa pulsa gelombang kotak.

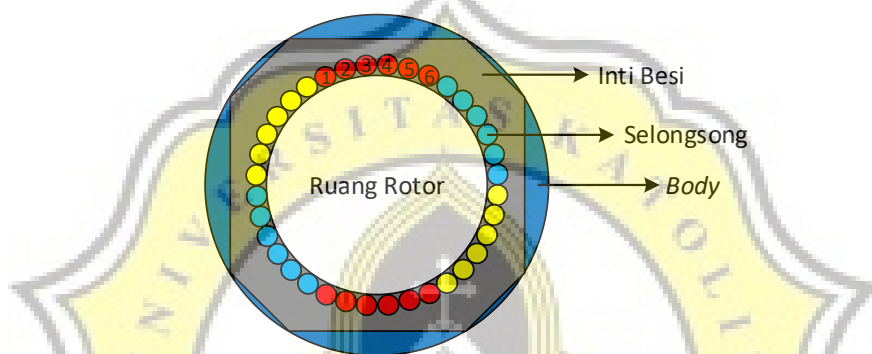
Setelah itu pulsa tersebut akan diolah oleh blok kontrol yang kemudian digunakan sebagai pola pensaklaran saklar bawah. Sedangkan pada saklar atas dengan membandingkan *timer* dengan pulsa keluaran *rotary encoder* maka akan dihasilkan PWM (*Pulse Width Modulation*). Sinyal PWM ini digunakan untuk mengatur kecepatan putaran dari motor *switched reluctance*. Sinyal yang sudah diolah oleh blok kontrol kemudian disambungkan menuju blok *driver*. Saklar pada blok rangkaian daya akan dikendalikan melalui blok *driver* sesuai dengan sinyal yang diterima oleh blok *driver*. Pensaklaran pada blok rangkaian daya akan menggerakkan motor *switched reluctance*.

3.2. Rancangan Motor *Switched Reluctance*

Motor *switched reluctance* memiliki dua bagian penting yaitu stator dan rotor. Pada tugas akhir ini, dirancang motor *switched reluctance* dengan memodifikasi konstruksi dari motor kapasitor. Modifikasi dilakukan dengan mengubah konstruksi stator yang semula berupa belitan dari empat kutub dua fasa menjadi enam kutub tiga fasa. Kemudian juga diubah rotor pada motor kapasitor yang semula berupa inti besi biasa menjadi empat kutub dengan memotongnya. Untuk lebih jelasnya akan disajikan pada penjelasan di bawah ini.

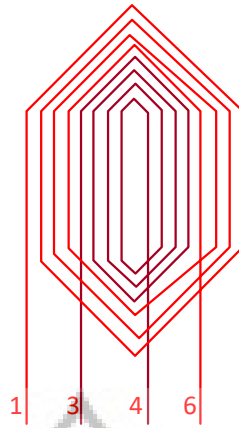
3.2.1. Stator

Stator merupakan bagian motor yang tidak bergerak atau statis. Pada umumnya stator motor *switched reluctance* berupa lilitan. Stator yang dibuat tersusun dari enam lilitan yang melingkari selongsong inti besi pada stator. Selongsong pada stator berjumlah 36 buah. Sehingga masing-masing kutub menempati enam selongsong. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.2.



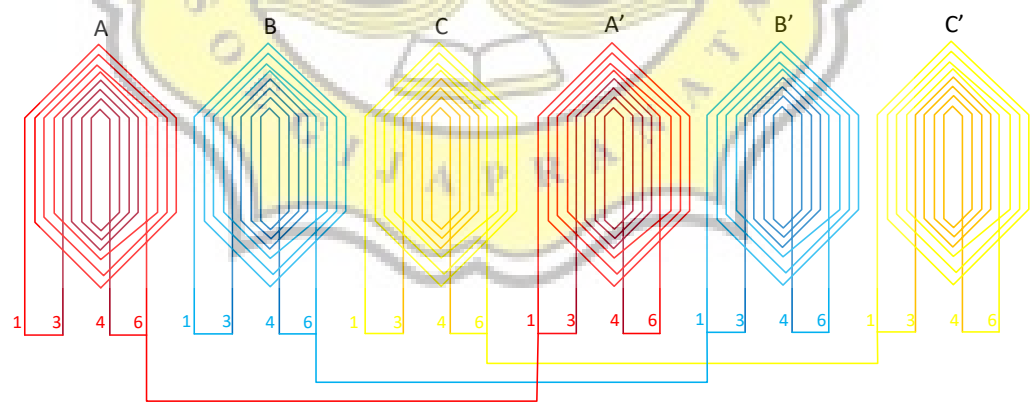
Gambar 3.2. Stator pada motor *switched reluctance*

Berdasarkan Gambar 3.2, stator dibagi menjadi enam kutub tiga fasa. Setiap kutubnya terdiri dari enam selongsong dan akan dililit kawat email. Lilitan tersebut terdiri dari dua lilitan yaitu lilitan yang melingkari dua selongsong dalam (nomor 3 dan 4) dan lilitan lainnya melingkari dua selongsong tepi (nomor 1 dan 6). Sehingga lilitan tersebut akan nampak seperti Gambar 3.3 berikut ini.

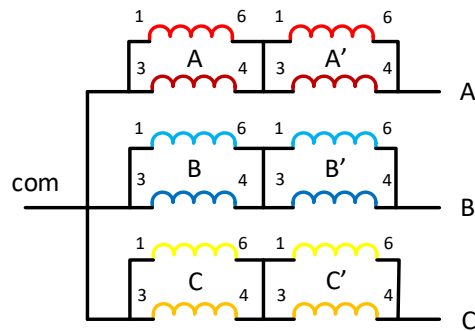


Gambar 3.3. Bentuk lilitan pada stator

Lilitan tersebut kemudian disusun secara paralel. Sehingga nomor satu dihubungkan dengan nomor tiga dan nomor empat dihubungkan dengan nomor enam. Setelah semua kutub dirangkai secara paralel semua, kutub A dengan A' dihubungkan secara seri seperti yang terlihat pada Gambar 3.4. berlaku juga untuk kutub B dengan B' dan C dengan C'.

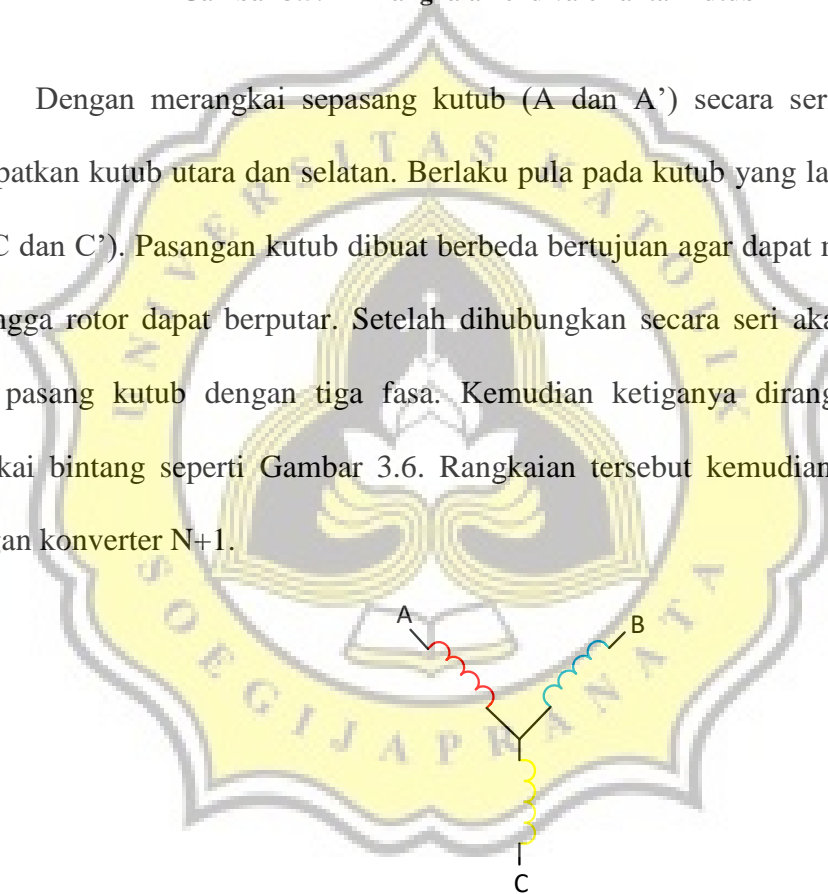


Gambar 3.4. Hubungan lilitan antar kutub



Gambar 3.5. Rangkaian ekuivalen antar kutub

Dengan merangkai sepasang kutub (A dan A') secara seri maka akan didapatkan kutub utara dan selatan. Berlaku pula pada kutub yang lainnya (B dan B', C dan C'). Pasangan kutub dibuat berbeda bertujuan agar dapat menarik rotor sehingga rotor dapat berputar. Setelah dihubungkan secara seri akan dihasilkan tiga pasang kutub dengan tiga fasa. Kemudian ketiganya dirangkai menjadi rangkai bintang seperti Gambar 3.6. Rangkaian tersebut kemudian dihubungkan dengan konverter N+1.

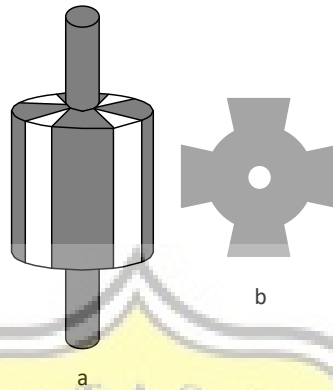


Gambar 3.6. Hubungan bintang antar fasa

3.2.2. Rotor

Rotor adalah bagian dari motor yang bergerak. Rotor pada motor *switched reluctance* berupa inti besi. Karena rotor motor yang dibuat tugas akhir ini adalah

rotor motor kapasitor maka rotor di modifikasi dengan memotong rotor menjadi empat kutub. Hasil dari modifikasi rotor tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. (a) Rotor motor switched reluctance (b) rotor tampak atas

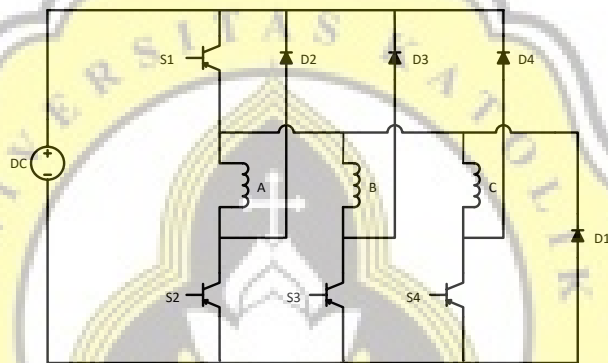
3.2.3. Rotary Encoder

Untuk mendeteksi posisi rotor motor *switched reluctance* maka diperlukan sebuah alat yaitu *rotary encoder*. *Rotary encoder* ini akan mendeteksi posisi rotor dan mengkonversikan menjadi pulsa digital sehingga dapat diolah oleh DSC. Pulsa yang dikeluarkan *rotary encoder* berupa gelombang kotak, pulsa tersebut digunakan untuk mengatur saklar pada rangkaian konverter N+1 agar motor dapat berputar. *Rotary encoder* ini di pasang pada poros motor. Pada tugas akhir ini *rotary encoder* yang digunakan bertipe E50S8-2000-3-T-24 dengan spesifikasi yaitu rating tegangan antara 12 V – 24 V, 2000 RPM dengan keluaran berjenis *totem pole output*.

3.3. Rangkaian Daya

Pada umumnya rangkaian daya yang digunakan untuk menggerakkan motor *switched reluctance* digunakan saklar statis (MOSFET dan IGBT). Pada laporan

tugas akhir ini digunakan konverter dengan topologi N+1 untuk menggerakkan motor *switched reluctance*. Pemilihan konverter ini dikarenakan desainnya yang fleksibel dan tidak membutuhkan saklar yang banyak. Karena motor *switched reluctance* yang dirancang tiga fasa maka pada rangkaian daya tersusun empat buah MOSFET dan empat buah dioda penyearah. Saklar S1 berfungsi sebagai *common* yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan putaran motor sedangkan saklar S2, S3, dan S4 digunakan untuk pengendali fasa A, B, dan C.

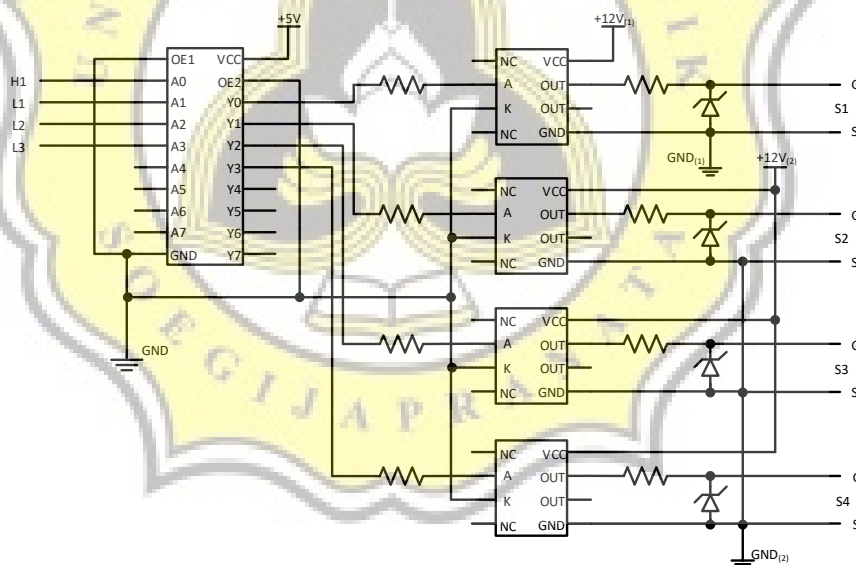


Gambar 3.8. Konverter topologi N+1

Cara kerja dari konverter ini yaitu saat kondisi saklar S1 dan S2 nyala (ON) maka arus akan mengalir dari sumber menuju saklar S1 kemudian melewati lilitan fasa A diteruskan ke saklar S2 dan kembali menuju sumber. Kondisi ini dinamakan kondisi *magnetizing* dimana lilitan teraliri arus sehingga muncul medan magnet pada lilitan. Saat saklar S1 dan S2 mati (OFF) maka akan terjadi proses *freewheeling* dimana arus akan mengalir pada dioda. Konverter N+1 pada tugas akhir ini dirancang menggunakan MOSFET bertipe IRFP250 dan dioda 6A10 MIC

3.4. Rangkaian Driver

Rangkaian *driver* merupakan rangkaian yang berfungsi untuk memisahkan antara rangkaian kontrol dengan rangkaian daya dan juga berfungsi untuk menjalankan rangkaian daya. Rangkaian *driver* yang dibuat pada tugas akhir ini tersusun dari IC *buffer* 74HC541 yang digunakan sebagai penstabil tegangan keluaran DSC agar tidak terjadi *drop* tegangan sekaligus sebagai proteksi DSC jika terjadi *feed back* dari *driver*, dan IC *optocoupler* TLP250 yang berfungsi memisahkan antara tegangan pada rangkaian kontrol dengan rangkaian daya serta sebagai pemicu *gate* pada saklar statis. Berikut dijelaskan dan digambarkan mengenai komponen yang digunakan dalam membuat blok *driver*:



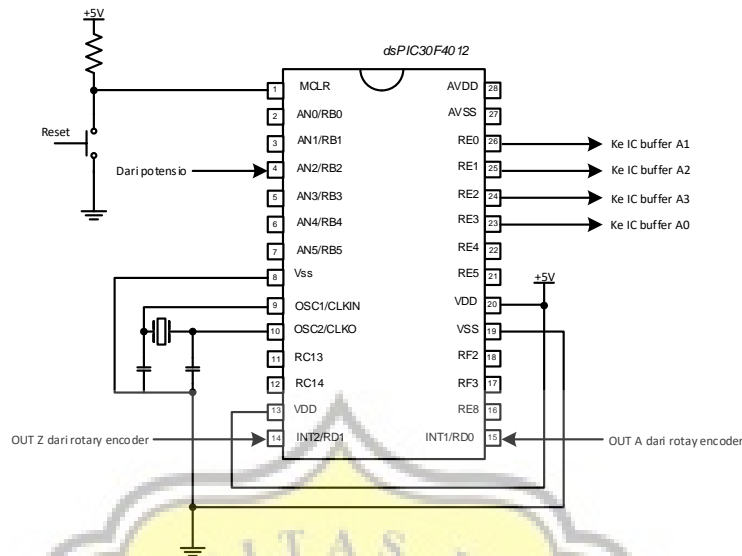
Gambar 3.9. Blok *driver*

Pada Gambar 3.9 ditunjukkan bahwa rangkain *driver* terdiri dari dua komponen utama yaitu *buffer* dan *optocoupler*. Cara kerja dari rangkaian ini adalah sinyal keluaran dari *port* DSC dsPIC30F4012 masuk pada kaki input IC *buffer* (A0, A1, A2, A3). Sinyal tersebut akan disangga oleh IC *buffer* agar tetap

stabil. Kemudian sinyal tersebut akan menjadi *input* dari *optocoupler*. Pada IC *buffer* ini terdapat pin *Output Enable* (OE) yang berfungsi untuk mengontrol sinyal keluaran dari IC *buffer*. Agar sinyal dapat disalurkan dari *input* menuju *output* IC *buffer* maka OE harus disambung terhadap *ground*. Sinyal yang dikeluarkan dari IC *buffer* kemudian menuju ke pin *anoda* dari *optocoupler*. Sinyal yang masuk pada *optocoupler* bernilai 5 V. Setelah itu IC *optocoupler* akan mengeluarkan sinyal sama dengan yang dihasilkan oleh DSC hanya saja tegangannya 12 V. Keluaran dari *optocoupler* ini akan dihubungkan pada rangkaian daya dan digunakan untuk mengontrol pensaklaran agar motor *switched reluctance* dapat berputar.

3.5. Blok Kontrol

Blok kontrol pada desain ini berbasis digital menggunakan *Digital Signal Controller* (DSC) tipe dsPIC30F4012. Pada blok kontrol di rancang sistim minimum dari dsPIC30F4012 ini tersusun dari IC dsPIC30F4012 dengan cristal 7.3728Mhz sebagai *oscillator*. Pada pemrograman dsPIC30F4012 digunakan *software mikroC PRO for dsPIC* yang menggunakan bahasa C sebagai dasar pemrograman.

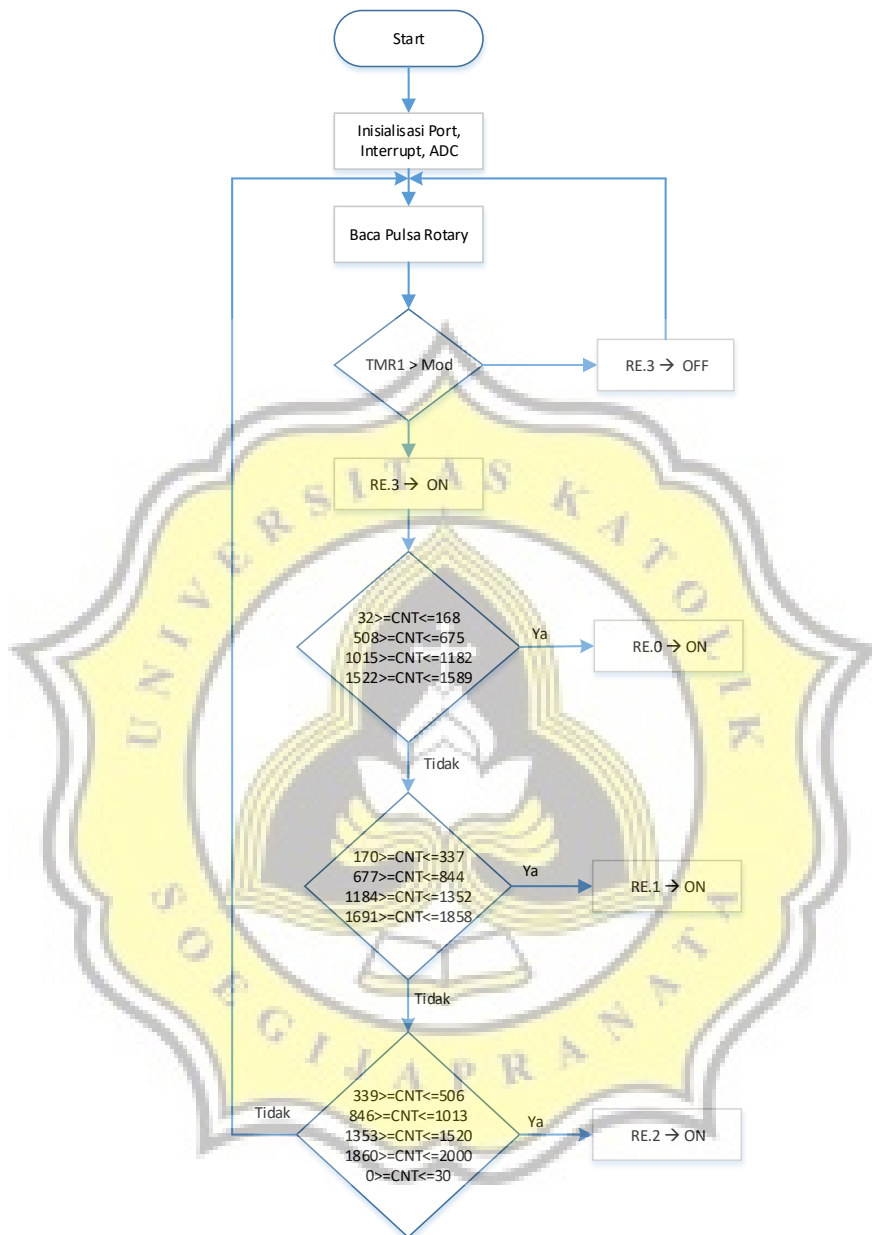


Gambar 3.10. Skema sistem minimum dsPIC30F4012

3.5.1 Alogaritma Pemrograman dsPIC30F4012

Program yang digunakan untuk mengontrol pensaklaran motor *switched reluctance* agar dapat berputar dibuat dengan menggunakan *software mikroC PRO for dsPIC*. Data yang di peroleh dari hasil deteksi posisi rotor dengan menggunakan *rotary encoder* diolah dan diprogram dengan menggunakan bahasa program C. Pengaturan bit *register* ADC disesuaikan dengan *port input* ADC, *channel* yang dipakai dan beberapa pengaturan lainnya.

Untuk lebih jelasnya mengenai alur cara kerja dari alat yang dibuat maka dapat dilihat pada *flowchart* pada Gambar 3.11. Saat alat dinyalakan maka DSC akan melakukan inialisasi PORT, *Interrupt*, *Timer Interrupt*, dan ADC. Selanjutnya DSC akan membaca masukan berupa pulsa yang dikeluarkan dari hasil deteksi posisi oleh *rotary encoder*. DSC akan mengkalkulasi kemudian akan mengeksekusi program dengan mengeluarkannya pada PORTE. Setelah itu DSC akan kembali membaca masukan kembali dan begitu seterusnya.



Gambar 3.11. *Flowchart Pemrograman*