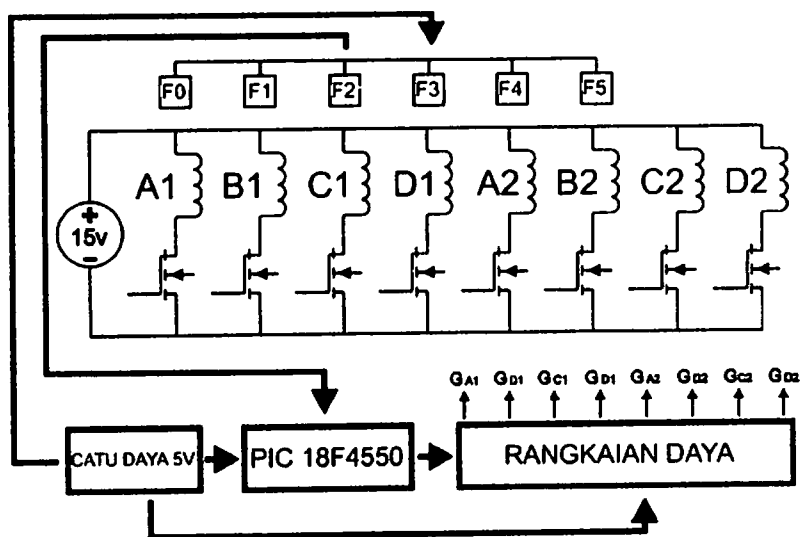


BAB III

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT

3.1 PENDAHULUAN

Pada tugas akhir ini penulis akan mengimplementasikan Motor linier *switch reluctance* yang memiliki basis dari mikrokontroler PIC 18F4550, dengan sensor Optocoinjupler H21A3. Implementasi alat ini terdiri dari blok catu daya PIC 18F4550, Blok daya, MOSFET , delapan buah induksi elektromagnetik (stator). Skema perancangan Motor Linier Induksi Berbasis Mikrokontroller PIC 18F4550 dapat dilihat dalam rangkaian ekivalen berikut ini:



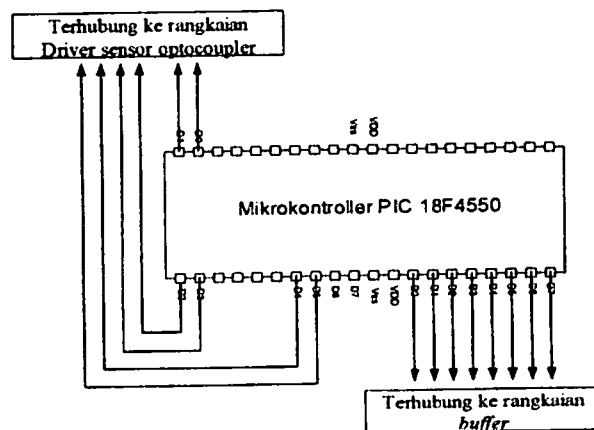
Gambar 3.1 Rangkaian ekivalen motor linier *switch reluctance* 6 rotor 8 stator berbasis mikrokontroler PIC18F4550

Dengan mengacu pada rangkaian ekivalen diatas, catu daya menggunakan menggunakan sumber tegangan arus searah (DC) untuk mensuplai beban yang merupakan bahan elektromagnet . Bahan elektromagnet disusun berjajar secara paralel, dan diberi label A1, B1, C1, D1, A2, B2, C2, D2. Pada pengendaliannya

optocoupler H21A3 digunakan sebagai sinyal input pada mikrokontroler PIC18F4550 dan sinyal output diolah oleh driver untuk mengendalikan saklar pada rangkaian daya motor *switch reluctance*. Sensor optocoupler dan mikrokontroler PIC juga memerlukan suplai daya, oleh karena itu diperlukan catu daya sebesar +5 Volt agar mikrokontroler dapat bekerja. Rangkaian *buffer* pada prototipe berfungsi untuk menstabilkan tegangan keluaran dari PIC sebesar 5 volt sekaligus sebagai penegas logika keluaran sebelum masuk ke *Gate* pada MOSFET IRF P460. Pada daya menggunakan IC 7414 atau bisa disebut IC *Schmitt Trigger*.

3.2 PERANCANGAN RANGKAIAN MIKROKONTROLER PIC 18F4550

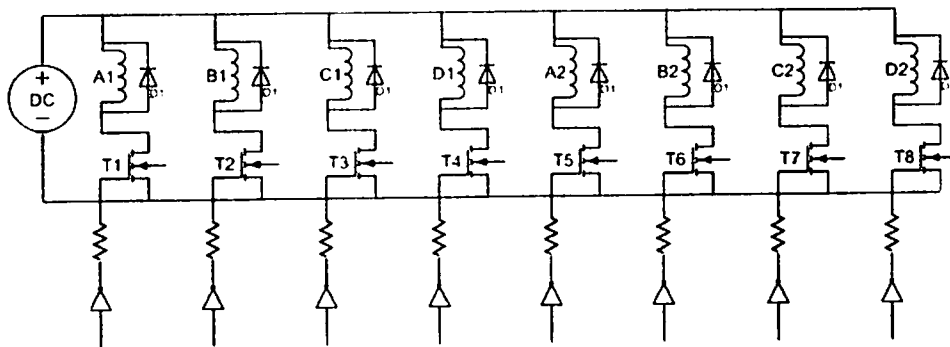
Seperti dijelaskan pada bab sebelumnya, bahwa mikrokontrol PIC 18F4550 memiliki 4 port. Disini penulis menggunakan mencoba menggunakan port D sebagai input dari sensor optocoupler H21A3. Kemudian port B akan dihubungkan pada rangkaian daya dan digunakan sebagai output.



Gambar 3.2 Diagram rangkaian mikrokontrol PIC 18F4550

3.3 PERANCANGAN RANGKAIAN DAYA

Rangkaian daya diperlukan untuk mengolah sinyal output dari mikrokontroler PIC 18F4550. Pada rangkaian daya menggunakan 3 buah IC 7414. Seperti dijelaskan pada bab landasan teori, bahwa IC ini digunakan untuk mendeteksi tegangan input yang melintasi suatu perangkat tertentu kemudian menstabilkannya. Rangkaian daya akan dicatu menggunakan tegangan 5 volt DC. sama seperti catu yang digunakan oleh mikrokontroler PIC.

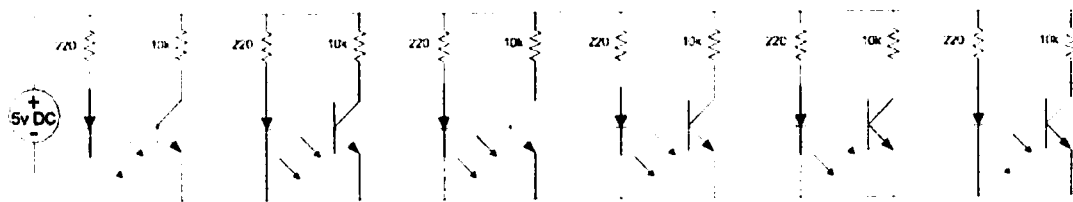


Gambar 3.3 Diagram rangkaian daya

3.4 PERANCANGAN RANGKAIAN SENSOR OPTOCOUPLER H21A3

Pada tugas akhir ini penulis menggunakan optocoupler H21A3 sebagai sensor pendeteksi keberadaan *mover* melalui lidah-lidah yang di pasang pada sisi kiri *mover*. Untuk dapat bekerja optocoupler H21A3 di beri tegangan sebesar 4,5 – 5 volt DC. Pada Prototype motor linier *switch reluctance* dengan 6 rotor dan 8 stator awalnya penulis memasang 8 buah sensor optocoupler H21A3, namun setelah beberapa kali uji coba penggunaan 8 optocoupler tidaklah efisien atau terlalu berlebihan untuk mendeteksi gerka *mover* dari ujung satu ke ujung lainnya.

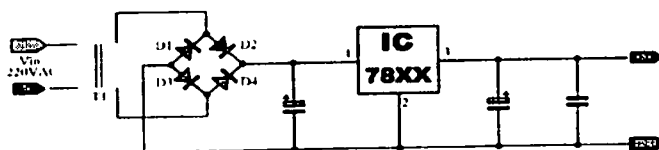
akhirnya penulis mendapatkan jumlah yang tepat yaitu 5 buah sensor. Sedangkan untuk dapat terhubung ke mikrokontrol PIC, sensor optocoupler membutuhkan driver sebagai mediumnya. Pada driver optocoupler terdapat resistor berukuran 10k dan 220.



Gambar 3.4 Rangkaian driver sensor optocoupler H21A3

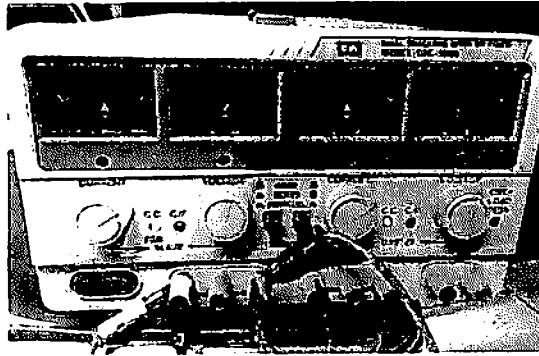
3.5 PERANCANGAN CATU DAYA

Pada prototipe ini terdiri dari dua catu daya. Catu daya pertama bertugas untuk mensuplai rangkaian optocoupler H21A3, mikrokontrol PIC 18F4550, dan rangkaian daya yang membutuhkan tegangan sebesar 5 Volt DC. Untuk mendapatkan tegangan 5v Pada *unipolar voltage* pemasangan IC 7805 membutuhkan masukan tegangan dengan polaritas positif yang relatif rata. Pada Tugas Akhir ini, penggunaan catu daya untuk mikrokontroler menggunakan charger handphone yang pada umumnya memiliki keluaran sebesar 4,5 - 5 volt.



Gambar 3.5 Rangkaian catu daya 5 volt

catu daya yang kedua digunakan untuk mencatu elektromagnet yang berfungsi sebagai stator. Catu daya ini menghasilkan tegangan 10v-15v DC.



Gambar 3.6 *Catu daya 15 volt*

3.6 PERANCANGAN BAHAN MAGNET DAN MOVER

Elektromagnet memiliki prinsip sederhana yaitu sebagai pembangkit medan magnet melalui arus listrik, sumber elektromagnet berasal dari lilitan kawat tembaga atau gulungan koil dengan inti besi ditengahnya yang kemudian di aliri arus listrik searah (DC). Bahan – bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan lilitan sebagai sumber elektromagnet adalah sebagai berikut :

a. Kawat Email

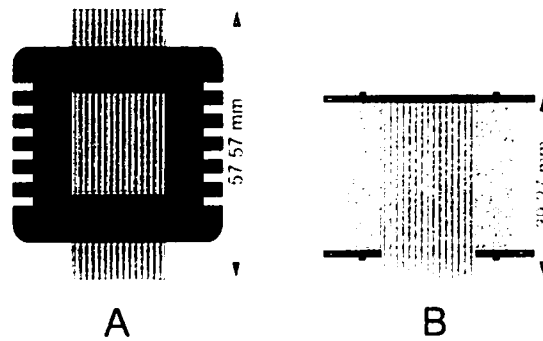
Kawat email terbuat dari tembaga yang dilapisi bahan isolator tahan panas.

b. Core

Core terbuat dari kumparan besi lunak yang mengandung silikon, Core yang digunakan pada pembuatan elektromagnet berbentuk huruf E

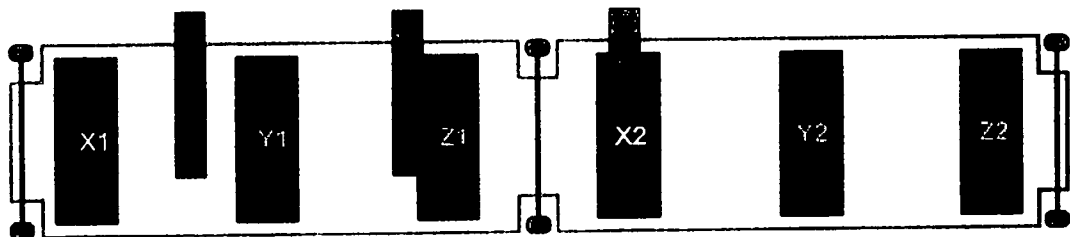
c. Koker

Koker atau rumah tempat untuk menggulung kumparan.

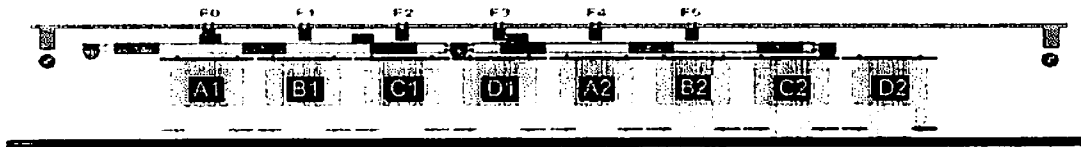


Gambar 3.7 Desain bahan magnet (a) tampak atas (b) tampak samping

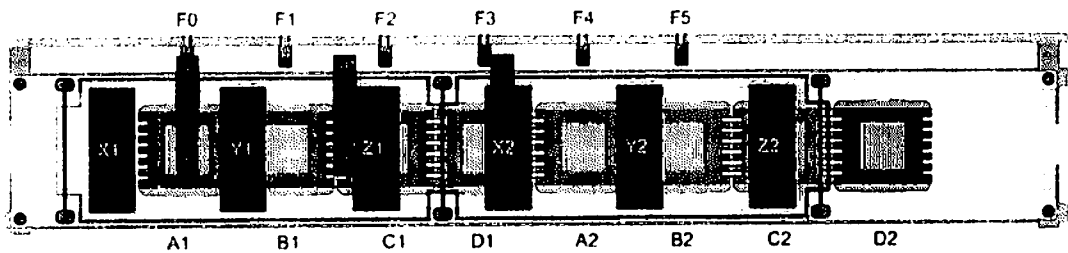
Pada perancangan kereta disini penulis menggunakan dasar dari motor linier *switch reluctance* delapan stator dan enam rotor. Bagian rotor menggunakan inti besi sebagai *receiver* dari gaya magnet yang ditimbulkan stator. pada gambar 3.4, huruf X1, Y1, Z1, X2, Y2, dan Z2 menandai Letak lempengan besi pada *mover*. Lintasan dan kereta terbuat dari bahan *acrylic* karena selain mudah didapatkan juga mudah dibentuk. Kereta dilengkapi dengan tiga pasang roda. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi koefisien gesek terhadap lintasan, sehingga kereta dapat bergerak lebih mudah.



Gambar 3.8 Desain Kereta / Mover



Gambar 3.9 Implementasi kereta dan bahan magnet tampak samping



Gambar 3.10 Implementasi kereta dan bahan magnet tampak atas

Tabel 3.1 Parameter rancang bangun prototipe motor linier switch reluctance

Dimensi bahan magnet (P x L x T)	5,6 cm x 4 cm x 4 cm
Ukuran Kereta (P x L)	35 cm x 6,4 cm
Ukuran Lintasan (P x L)	46,65 cm
Air Gap	1 cm

3.7 PERANCANGAN STEP MOTOR LINIER SWITCH RELUCTANCE

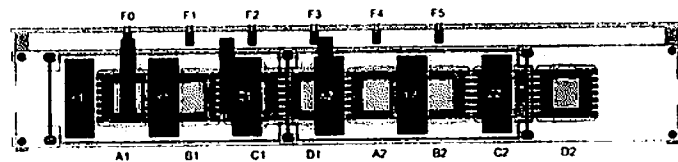
Motor linier *switch reluctance* ini terdiri dari 8 buah lilitan stator yang dipasang secara berjajar membentuk seperti sebuah rel kereta dan sebuah *mover* (rotor) yang terbuat dari akrilik dengan 3 pasang roda untuk memudahkan *mover* bergerak.

Untuk penjelasan lebih detail tentang sistem kontrol dan langkah kerja motor linier *switch reluctance* dapat dilihat pada gambar 3.11 sampai 3.22 Metode maju dan metode mundur diberikan penamaan step 1 sampai 10. Inisial X1, Y1, Z1, X2, Y2, dan Z2 menandakan posisi lempengan besi dari *mover*.

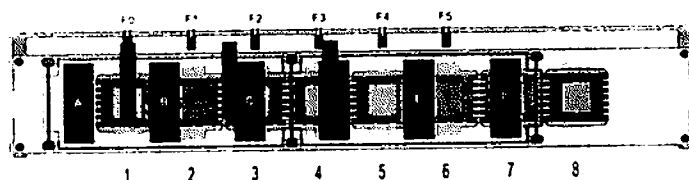
Elektromagnet disusun berjajar berurutan dan di beri inisial A1, B1, C1, D1, A2, B2, C2, dan D2. Warna merah pada elektromagnet dan sensor menandakan bahwa komponen tersebut dalam posisi ON.

Pada pergerakan motor linier *switch reluctance* ini didasarkan pada motor *switch reluctance* 6 rotor 8 stator, dimana 2 medan magnet akan aktif bersama untuk menarik 2 lempengan pada *mover*.

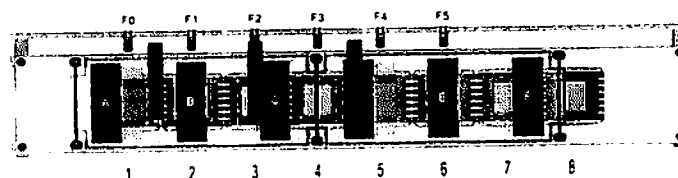
Pada gambar 3.11 kondisi *mover* belum bergerak. karena belum ada medan magnet yang bekerja. Kemudian pada gambar 3.12 (step 1)stator A1 dan A2 aktif sehingga lempengan besi Y1 dan Y2 pada *mover* mendapat gaya tarik, menyebabkan *mover* bergerak. dan di teruskan oleh step berikutnya hingga *mover* menyelesaikan metode maju.



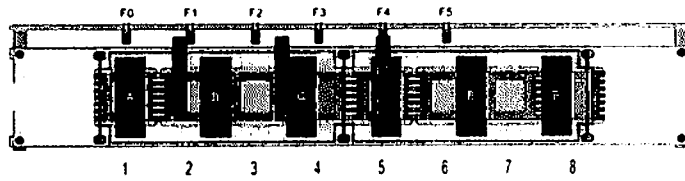
Gambar 3.11 Kondisi sebelum start



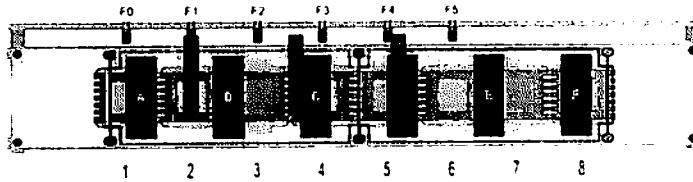
Gambar 3.12 Step 1 stator B1 dan B2 on, menarik Rotor Y1 dan Y2



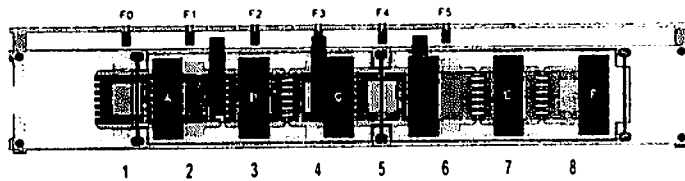
Gambar 3.13 Step 2 stator A1 dan A2 on, menarik Rotor X1 dan X2



Gambar 3.14 Step 3 stator D1 dan D2 on, menarik Rotor Z1 dan Z2

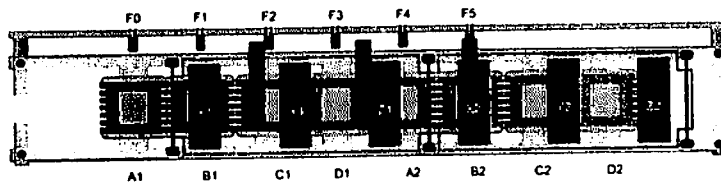


Gambar 3.15 Step 4 stator C1 dan C2 on, menarik Rotor Y1 dan Y2

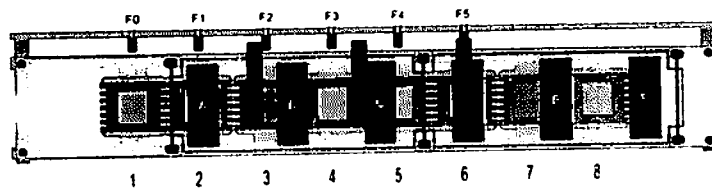


Gambar 3.16 Step 5 stator B1 dan B2 on, menarik Rotor X1 dan X2

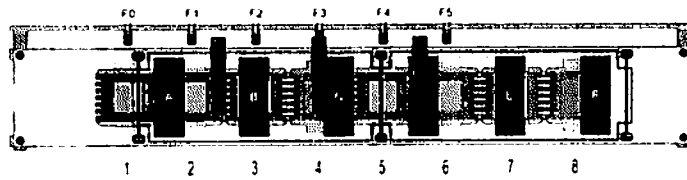
Sampai disini metode langkah maju selesai, kemudian diteruskan pada metode langkah mundur. Namun sebelumnya diberi delay 15 detik, agar pergerakan *mover* terlihat lebih rapi. Dan juga dimaksudkan untuk mendinginkan MOSFET pada rangkaian daya agar tidak overheat.



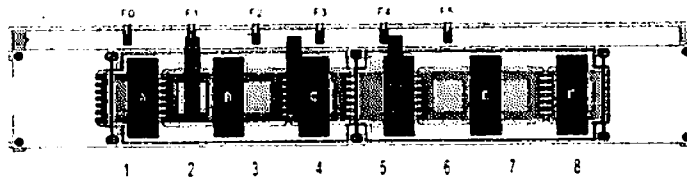
Gambar 3.17 Kondisi delay sebelum memulai metode langkah mundur



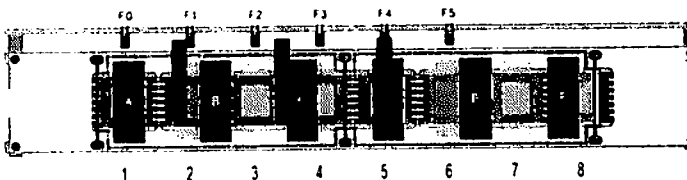
Gambar 3.18 Step 6 stator C dan C2 on, menarik Rotor Y1 dan Y2



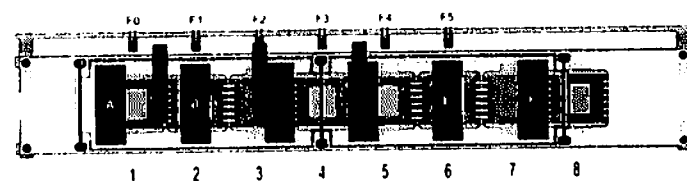
Gambar 3.19 Step 7 stator D1 dan D2 on, menarik Rotor Z1 dan Z2



Gambar 3.20 Step 8 stator A1 dan A2 on, menarik Rotor X1 dan X2



Gambar 3.21 Step 9 stator B1 dan B2 on, menarik Rotor Y1 dan Y2

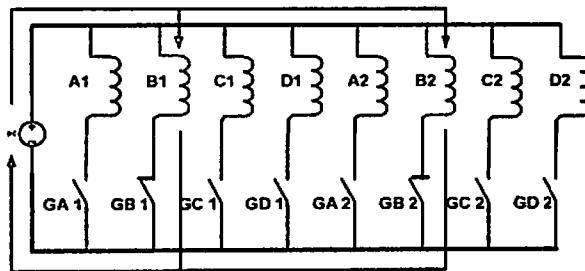


Gambar 3.22 Step 10 stator C1 dan C2 on, menarik Rotor Z1 dan Z2

3.8 ALIRAN ARUS PADA MOSFET DI SETIAP STEP.

Pada tiap stator memiliki sebuah MOSFET yang dikontrol menggunakan PIC. Arus yang mengalir dari step 1 sampai dengan step 10. Step 1 sampai dengan 5 merupakan bagian dari step maju. Sedangkan step 6 sampai dengan 10 merupakan step mundur. Gambar 3.23 menampilkan bagaimana arus mengalir pada step 1 (gambar 3.12), di gambar tersebut dijelaskan bahwa arus mengalir menuju MOSFET GB1 dan GB2 sehingga membuat elektromagnet B1 dan B2 menjadi aktif dan menghasilkan medan magnet. Begitu seterusnya MOSFET

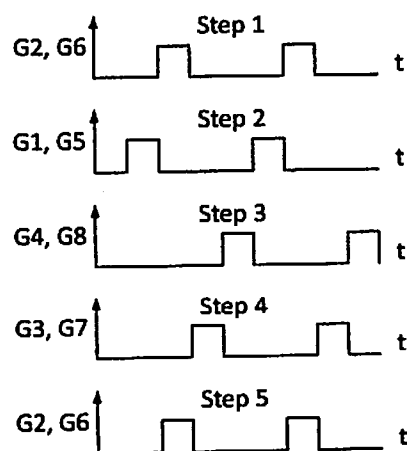
bekerja sesuai dengan program inputan dari mikrokontroler PIC. Hal tersebut berarti pula MOSFET bekerja sesuai dengan perancangan step dari pergerakan *mover*.



Gambar 3.23 Arus yang mengalir pada MOSFET pada step 1

3.9 PERGESERAN SINYAL PADA SETIAP STEP

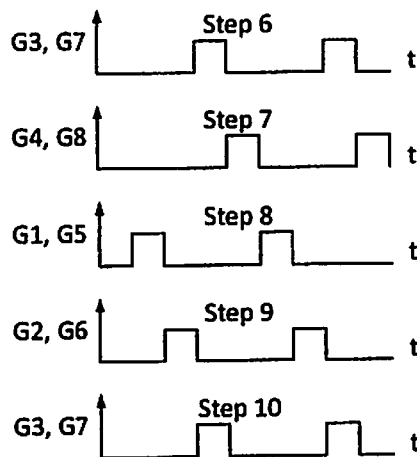
Setelah dijabarkan bagaimana step-step pergerakan *mover*, serta step kerja dari MOSFET. Kali ini penulis akan menggambarkan bagaimana sinyal bergeser pada saat *mover* dalam metode langkah maju dan metode langkah mundur. Gambar 3.29 menunjukkan pergeseran sinyal ketika *mover* bergerak dalam metode maju, sedangkan gambar 2.30 menunjukkan pergeseran sinyal ketika *mover* bergerak dalam metode mundur.



Gambar 3.24 Pergeseran sinyal pada step maju

Keterangan gambar 3.24 :

- Step 1 Gate MOSFET 2 dan 6 aktif
- Step 2 Gate MOSFET 1 dan 5 aktif
- Step 3 Gate MOSFET 4 dan 8 aktif
- Step 4 Gate MOSFET 3 dan 7 aktif
- Step 5 Gate MOSFET 2 dan 6 aktif



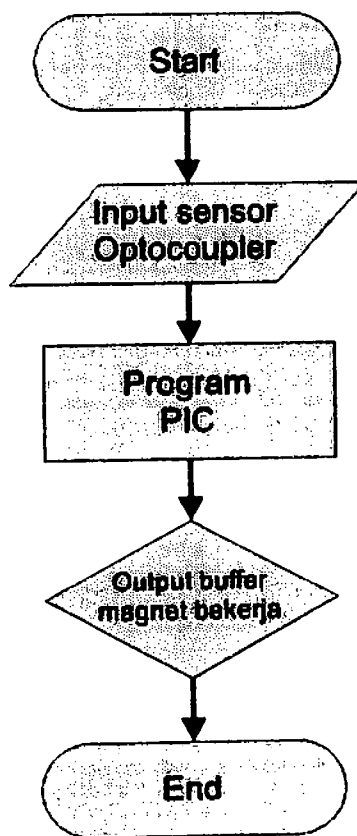
Gambar 3.25 Pergeseran sinyal pada step mundur

Keterangan gambar 3.25 :

- Step 6 Gate MOSFET 3 dan 7 aktif
- Step 7 Gate MOSFET 4 dan 8 aktif
- Step 8 Gate MOSFET 1 dan 5 aktif
- Step 9 Gate MOSFET 2 dan 6 aktif
- Step 10 Gate MOSFET 3 dan 7 aktif

3.10 FLOW CHART PEMOGRAMAN

Dari perancangan-perancangan diatas, kita dapat menampilkan dalam bentuk flowchart sederhana seperti pada gambar 3.31. Dari flowchart tersebut dapat diterangkan ketika *Start* adalah pengaktifan catu daya mikrokontroler, catu daya sensor optocoupler, dan catu daya elektromagnet. Setelah aktif pertama sensor optocoupler akan mengirim logika 0 dan 1 sebagai inputan program PIC. Kemudian mikrokontroler PIC akan memproses data tersebut sebagai output untuk mengaktifkan medan magnet. Kemudian akhir dari pemrograman (*end*)



Gambar 3.26 Flowchart program motor linier switch reluctance