

BAB IV

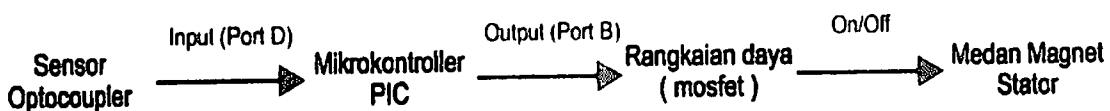
HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 PENDAHULUAN

Setelah melakukan perancangan dan merealisasikannya pada bab ini akan di bahas hasil dan analisa dari kinerja motor linier *switch reluctance* 6 rotor 8 stator. Pengujian dan analisa meliputi kesetabilan gerak kereta pada metode maju dan mundur, pengaruh besar tegangan dan masukan arus terhadap pergerakan *mover*, jarak celah udara atau *air gap*, penggunaan banyak sensor optocoupler dan pemposisian lidah pada *mover*.

4.2 BLOK DIAGRAM KERJA MOTOR LINIER SWITCH RELUCTANCE

Pada blok diagram diagram dibawah dijelaskan bahwa data awal di input dari logika sensor optocoupler melalui port D. Kemudian mikrokontrol PIC memproses data tersebut dan dikeluarkan melalui port B. Setelah keluar dari port B data akan diproses oleh rangkaian daya untuk mengaktifkan saklar pada MOSFET sehingga energi listrik akan mengalir ke stator untuk menghasilkan medan magnet



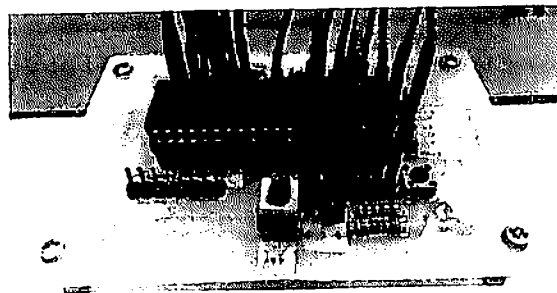
Gambar 4.1 Blok diagram kerja motor linier switch reluctance

4.3 HASIL REALISASI RANGKAIAN

Pada Sub Bab ini akan di uraikan penggunaan komponen serta fungsi masing-masing komponen pada tiap rangkaian. Meliputi realisasi rangkaian mikrokontroler PIC 18F4550, realisasi rangkaian Daya, *driver* optocoupler H21A3, realisasi rangkaian MOSFET, dan Realisasi keseluruhan Prototipe.

4.3.1 REALISASI RANGKAIAN MIKROKONTROL PIC 18F4550

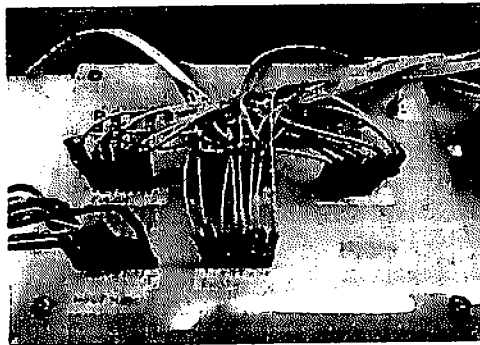
Setelah dilakukan perancangan pada bab sebelumnya, kini penulis melakukan realisasi Rangkaian mikrokontrol PIC 18F4550. Seperti pada perancangannya, penulis tetap menggunakan port D sebagai input dari sensor optocoupler H21A3. Kemudian port B akan dihubungkan pada rangkaian daya dan digunakan sebagai output. Hal ini dikarenakan pada kegagalan sebelumnya pada saat uji coba menggunakan port C sebagai input dan port A sebagai output. Kegagalan tersebut terkait beberapa kemungkinan, salah satunya terjadinya short pada jalur PCB di port C ataupun port A.



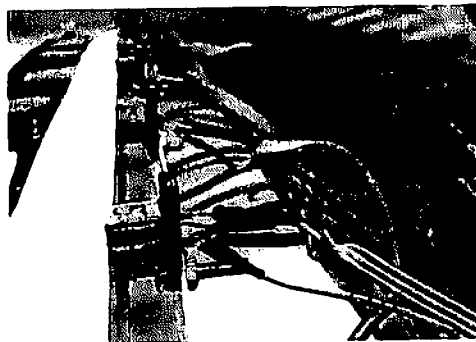
Gambar 4.2 Realisasi rangkaian mikrokontrol PIC 18F4550

4.3.2 REALISASI DRIVER OPTOCOUPLER H21A3

Setelah melakukan perancangan pada bab sebelumnya, pada bab 4 ini penulis akan menjabarkan hasil realisasi 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. Seperti tertulis pada bab sebelumnya bahwa pada Prototype motor linier *switch reluctance* dengan 6 rotor dan 8 stator penulis memasang 5 buah sensor optocoupler. Untuk menjaga kestabilan gerak *mover* antar sensor diberi jarak 4,5 cm. Sementara pada *mover* di beri 3 buah lidah, dengan jarak antar lidah ialah 7,2 cm. (setiap ukuran diambil dari titik tengah).



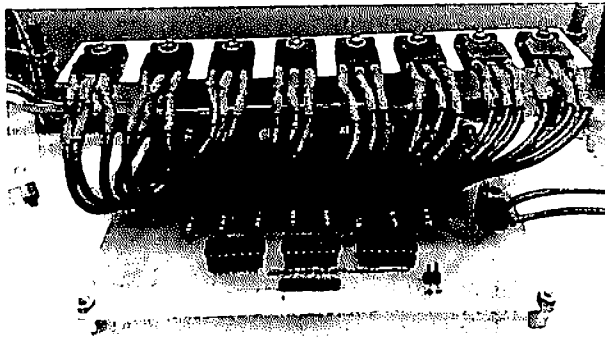
Gambar 4.3 Port driver optocoupler H21A3



Gambar 4.4 Penempatan optocoupler dengan jarak yang telah ditentukan

4.3.3 REALISASI RANGKAIAN DAYA

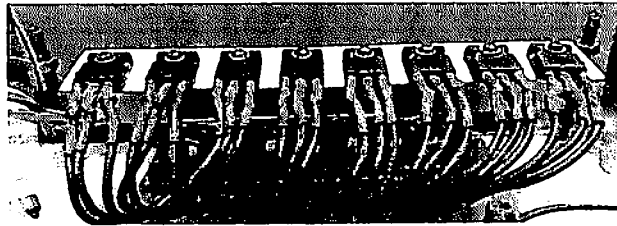
Pada rangkaian daya penulis menggunakan 3 buah IC 7414. IC7414 mengolah sinyal output dari mikro yang masuk melalui pin input pada agar tegangan distabilkan sebesar 5 volt. Port Vcc pada IC 7414 diteruskan ke Gate pada MOSFET IRF P460, port Ground saling dihubungkan untuk mendapatkan suplai tegangan daari catu daya. Pada blok daya terdapat 2 masukan sumber. Untuk mensuplai bahan magnet menggunakan terminal blok yang disuplai dengan tegangan sebesar 15 volt DC. Dan masukan sumber yang kedua ialah sebesar 5 volt DC digunakan untuk mencatu rangkaian *buffer*.



Gambar 4.5 Realisasi rangkaian daya

4.3.4 REALISASI MOSFET IRF P460

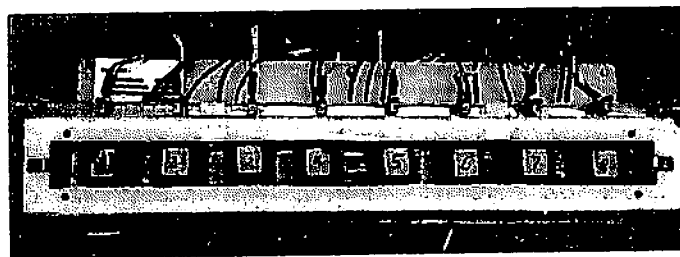
Pada tugas akhir kali ini, menggunakan delapan buah MOSFET tipe IRF P480. Setiap MOSFET memegang kendali 1 buah bahan magnet. Gate (G) pada MOSFET mendapatkan masuk sinyal mikro yang diteruskan Vcc IC 7414. Drain (D) mendapat salah satu ujung bahan magnet dan Source (S) mendapat sumber negative.



Gambar 4.6 Realisasi MOSFET IRF P460

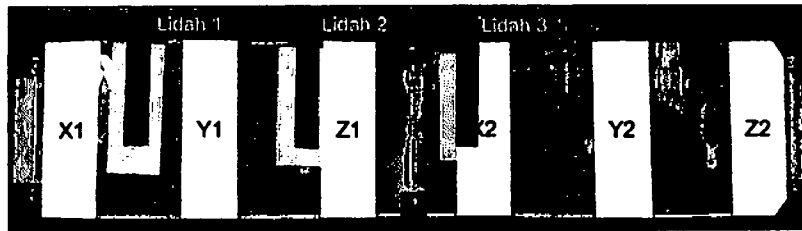
4.3.5 REALISASI STATOR (REL) DAN ROTOR (MOVER)

Bahan magnet disusun (stator) secara paralel dengan jarak antar magnet 4,5 cm (diukur dari titik tengah magnet). Setiap magnet di beri nomor 1 sampai 8 untuk memudahkan dalam menganalisa. Pada stator terdapat 150 buah lilitan tembaga dengan inti ferit. Ketika dialiri listrik stator akan membentuk suatu medan magnet. Kuat lemahnya medan magnet pada stator ditentukan oleh besar kecilnya arus dan tegangan.



Gambar 4.7 Realisasi bahan magnet disusun secara paralel membentuk rel

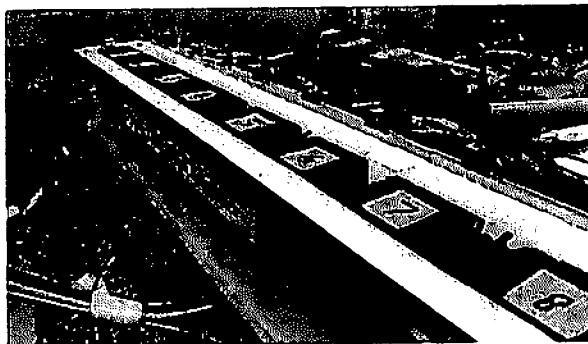
Mover (rotor) terbuat dari akrilik setebal 1 mm, terdiri dari 6 buah lempengan besi yang disusun secara berjajar, tiap lempengan besi diberi jarak 4 cm. Pada rotor juga terdapat lidah-lidah yang nantinya akan dibaca oleh sensor sebagai penanda keberadaan *mover*. Ukuran keseluruhan *mover* adalah 35 cm x 6,4 cm. Pada *mover* terdapat 3 pasang roda agar memudahkan *mover* dalam bergerak.



Gambar 4.8 Realisasi rotor sebagai mover

4.3.6 REALISASI PROTOTYPE KESELURUHAN

Bahan magnet (stator) yang digunakan sebagai rel di susun di rack bagian atas, kemudian di sisi kiri di susun rangkaian sensor optocoupler. Sementara sistem kendali PIC dan rangkaian daya di letakan di rack bawah.



Gambar 4.9 Realisasi prototipe secara keseluruhan

4.4 REALISASI PERGERAKAN MOVER PADA SETIAP STEP

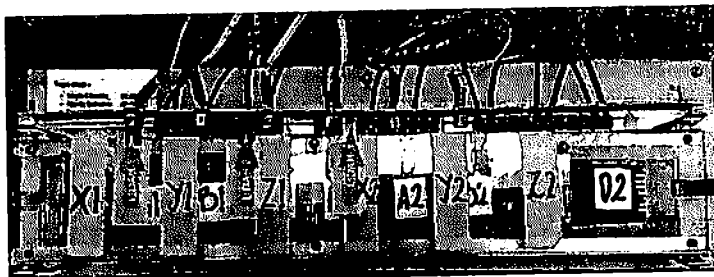
Didalam realisasi motor linier *switch reluctance* 6 rotor 8 stator motor dirancang dengan mekanik yang sedemikian rupa. sensor optocoupler dan lidah pada mover diletakan segaris dengan jarak tertentu agar sensor optocoupler dapat terus bekerja ketika lidah mover segaris dengan sensor. Pada *mover* terdapat 6 lempengan besi

dengan jarak tertentu menyesuaikan pada skala prototipe. Yang terakhir 8 stator disusun secara berjajar (linier).

Berikuti ini dibahas tentang pergerakan *mover* secara detail, dimulai dari step 1 hingga step 10. Prinsip kerja dari motor *switch reluctance* ini, rotor (*mover*) ini bergerak menuju titik medan magnet yang paling kuat pada stator. Pergeseran medan magnet pada stator ini diatur oleh 6 buah sensor optocoupler yang berfungsi seperti sebagai saklar atau masukan pada mikrokontroler untuk mengalirkan arus listrik pada bahan magnet (stator). Sensor optocoupler ini aktif saat dilewati sebuah lidah yang terbuat dari plat besi yang diletakkan pada *mover*, pada *mover* ini terdapat 3 buah lidah. Berikut ini adalah step-step pergerakan *mover* dan medan magnet pada stator.

4.4.1 STEP MAJU

Gambar 4.9 merupakan kondisi awal *mover*, dimana dimana saat lidah melewati optocoupler no 1 (F0) maka lilitan stator B1 dan B2 akan aktif bersamaan membentuk medan magnet, sehingga lempengan Y1 dan Y2 pada *mover* akan tertarik ke stator B1 dan B2.



Gambar 4.10 Pemodelan Motor Linier Switch Reluctance step 1

Gambar 4.10 merupakan step kedua , dimana lidah *mover* pada posisi ini melewati optocoupler no 3(F2) maka lilitan stator A1 dan A2 akan aktif bersamaan membentuk medan magnet, sehingga lempengan X1 dan X2 pada mover akan tertarik ke stator A1 dan A2.



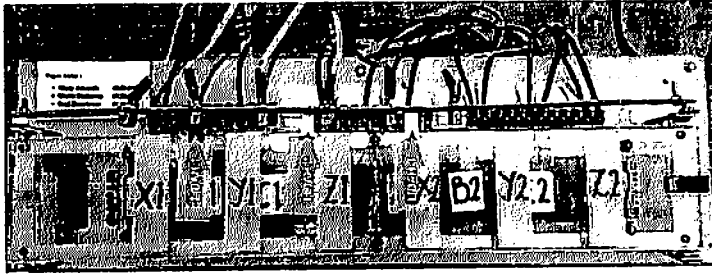
Gambar 4.11 Pemodelan Motor Linier Switch Reluctance step 2

Gambar 4.11 merupakan step ketiga , dimana lidah *mover* pada posisi ini melewati optocoupler no 5 (F4) maka lilitan stator D1 dan D2 akan aktif bersamaan membentuk medan magnet, sehingga lempengan Z1 dan Z2 pada mover akan tertarik ke stator D1 dan D2.



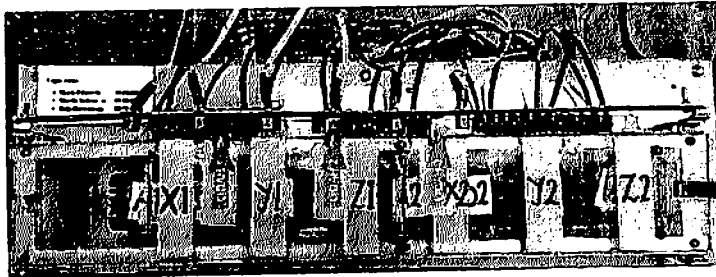
Gambar 4.12 Pemodelan Motor Linier Switch Reluctance step 3

Gambar 4.12 merupakan step keempat , dimana lidah *mover* pada posisi ini melewati optocoupler no 2 (F1) maka lilitan stator C1 dan C2 akan aktif bersamaan membentuk medan magnet, sehingga lempengan Y1 dan Y2 pada mover akan tertarik ke stator C1 dan C2.



Gambar 4.13 Pemodelan Motor Linier Switch Reluctance step 4

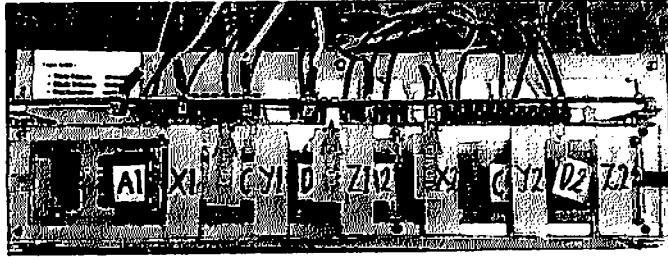
Gambar 4.13 merupakan step kelima, dimana lidah *mover* pada posisi ini melewati optocoupler no 4 (F3) maka lilitan stator B1 dan B2 akan aktif bersamaan membentuk medan magnet, sehingga lempengan X1 dan X2 pada *mover* akan tertarik ke stator B1 dan B2. Step 5 adalah step terakhir sebelum *mover* memulai metode mundur.



Gambar 4.14 Pemodelan Motor Linier Switch Reluctance step 5

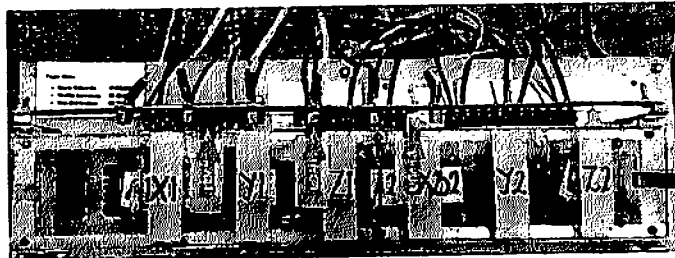
4.4.2 STEP MUNDUR

Gambar 4.14 merupakan kondisi awal *mover* sebelum memulai metode mundur, dimana saat lidah melewati optocoupler no 6 (F5) maka lilitan stator C1 dan C2 akan aktif bersamaan membentuk medan magnet, sehingga lempengan Y1 dan Y2 pada *mover* akan tertarik ke stator C1 dan C2.



Gambar 4.15 Pemodelan Motor Linier Switch Reluctance step 6

Gambar 4.15 merupakan step ketujuh , dimana lidah *mover* pada posisi ini melewati optocoupler no 4 (F3) maka lilitan stator D1 dan D2 akan aktif bersamaan membentuk medan magnet, sehingga lempengan Z1 dan Z2 pada mover akan tertarik ke stator D1 dan D2



Gambar 4.16 Pemodelan Motor Linier Switch Reluctance step 7

Gambar 4.16 merupakan step kedelapan , dimana lidah *mover* pada posisi ini melewati optocoupler no 2 (F1) maka lilitan stator A1 dan A2 akan aktif bersamaan membentuk medan magnet, sehingga lempengan X1 dan X2 pada mover akan tertarik ke stator A1 dan A2.



Gambar 4.17 Pemodelan Motor Linier Switch Reluctance step 8

Gambar 4.17 merupakan step kesembilan , dimana lidah *mover* pada posisi ini melewati optocoupler no 5 (F4) maka lilitan stator B1 dan B2 akan aktif bersamaan membentuk medan magnet, sehingga lempengan Y1 dan Y2 pada mover akan tertarik ke stator B1 dan B2.



Gambar 4.18 Pemodelan Motor Linier Switch Reluctance step 9

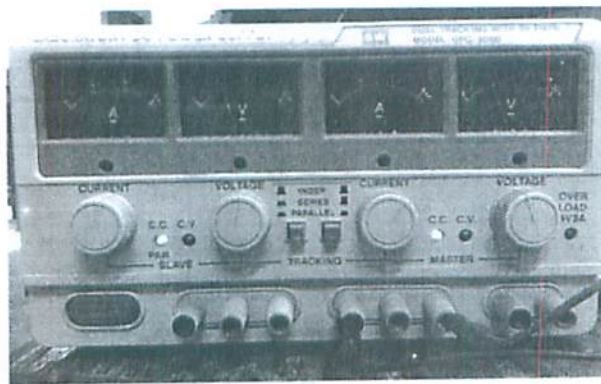
Gambar 4.18 merupakan step kesepuluh , dimana lidah *mover* pada posisi ini melewati optocoupler no 3 (F2) maka lilitan stator B1 dan B2 akan aktif bersamaan membentuk medan magnet, sehingga lempengan Z1 dan Z2 pada mover akan tertarik ke stator C1 dan C2. Step 10 adalah step terakhir dari metode mundur. Sehingga program akan reset kembali ke metode maju untuk memulai lagi step 1.



Gambar 4.19 Pemodelan Motor Linier Switch Reluctance step 10

4.5 REALISASI TEGANGAN DAN ARUS

Besar tegangan dan Kuat arus memiliki pengaruh yang besar terhadap kuat atau lemahnya medan magnet yang dihasilkan oleh bahan magnet. Setelah dilakukan beberapa pengujian dengan nilai arus dan tegangan yang berbeda. Maka didapat nilai daya yang tepat yang dibutuhkan prototipe untuk dapat beroperasi. Prototipe mendapat daya sebesar 10 - 15 volt DC dengan arus yang mengalir sebesar 8 A.



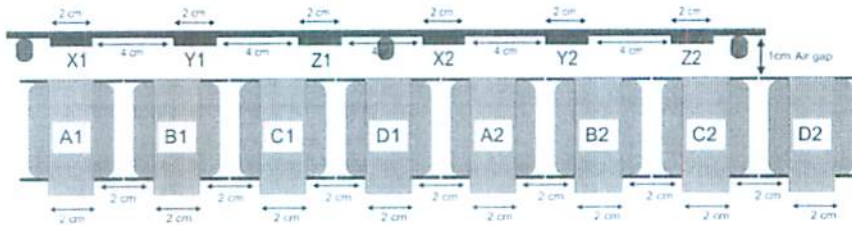
Gambar 4.20 Besar tegangan DC, dan besar arus yang digunakan

4.6 PEMBAHASAN DAN ANALISA

Setelah melakukan perancangan dan juga pengujian alat, pada sub bab ini penulis akan melakukan pembahasan dan analisa. Analisa yang dilakukan antara lain : bagaimana cara membuat medan magnet stator, pengaturan jarak antar stator dan rotor , penentuan jumlah sensor optocoupler, perancangan penempatan sensor optocoupler dan juga menentukan kebutuhan daya motor linier *switch reluctance* agar dapat bekerja dengan baik.

Yang pertama akan di akan dibahas mengenai penentuan jarak antar stator, dan jarak antar plat pada *mover*. Pada bab sebelumnya telah dibahas perancangan dan

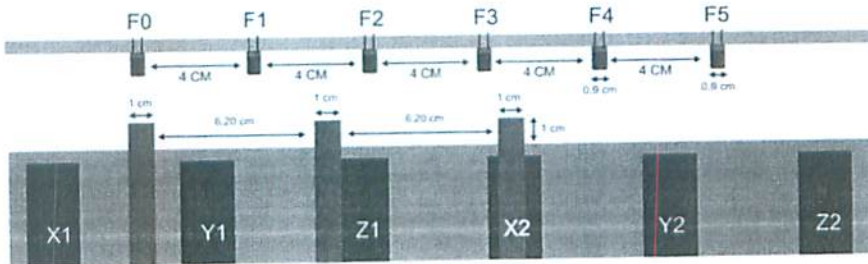
penentuan jaraknya. Pada realisasinya penulis melakukan perbandingan dengan sekala yang sebenarnya. Sehingga dapat menentukan jarak sebagai berikut :



Gambar 4.21 Konfigurasi jarak stator dan jarak lempeng pada mover

Antar stator memiliki jarak 2cm hal ini dikarenakan pada stator terdapat koker dengan rentang tiap sisinya sepanjang 1 cm, sedangkan stator memiliki luas penampang 2 cm. Untuk ukuran lempeng besi pada *mover* ialah 2 cm, ukuran tersebut menyesuaikan pada luas penampang stator. jarak antar lempeng besi pada *mover* ialah 4 cm, hal tersebut menyesuaikan dengan skala prototipe. Sementara itu antara stator (rel) dan rotor (*mover*) terdapat *airgap* sebesar 1 cm.

Yang kedua penulis akan membahas dan menganalisa tentang penempatan dan penentuan jarak antar sensor dan jarak antar lidah pada *mover*.



Gambar 4.22 Konfigurasi jarak sensor dan ukuran lidah mover

Pada prototipe motor linier *switch reluctance* ini, setelah dilakukan pengujian dan analisa didapatkan ukuran yang tepat untuk menentukan jarak antara sensor optocoupler yakni 4 cm, terdapat 5 sensor optocoupler pada alat yang penulis buat.

5 sensor optocoupler tersebut telah mencukupi untuk membaca pergerakan *mover* baik itu metode maju atau mundur. Sensor optocoupler pertama ditempatkan di samping stator nomor 1. Sensor optocoupler kedua ditempatkan di samping stator nomor 2, dan seterusnya.

Sedangkan untuk lidah pada *mover* terdapat 3 lidah yang memiliki lebar 1 cm dan jukur lidah 1 cm. Antar lidah satu dan lainnya diberi jarak 6,2 cm. Hal tersebut telah diuji agar sensor dapat terus menerus membaca keberadaan *mover* melalui lidah.

Yang ketiga penulis akan membahas tentang hasil pengujian dan analisa untuk menentukan kebutuhan daya motor linier *switch reluctance* agar dapat bekerja dengan baik. Hasil dari pengujian tersaji dalam tabel 4.1

Tabel 4.1 Analisa dan pengujian kebutuhan daya motor linier *switch reluctance*

Uji ke	Tegangan (V)	Hasil
1	8	Magnet lemah, gerak <i>mover</i> tersendat, suhu MOSFET normal
2	15	Magnet kuat, gerak <i>mover</i> lancar, suhu MOSFET normal
3	25	Magnet sangat kuat, gerak <i>mover</i> lancar, suhu MOSFET panas

Dari tabel 4.1 Dapat diketahui nilai masukan yang sesuai agar prototipe dapat bekerja dengan baik.