

# Mekatronika

## Modul 9

### Motor Stepper

#### **Hasil Pembelajaran :**

*Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan karakteristik dari Motor Stepper*

#### **Tujuan**

Bagian ini memberikan informasi mengenai karakteristik dan penerapan Motor Stepper.

### **9.1 Pendahuluan**

Aktuator adalah bagian yang berfungsi sebagai penggerak dari perintah yang diberikan oleh input. Salah satu jenis dari aktuator listrik adalah Motor Stepper. Dimana motor stepper dapat meningkatkan kecenderungan terhadap kendali digital dari mesin-mesin dan berfungsi menghasilkan suatu permintaan untuk peranti-peranti mekanis, serta mampu mengirimkan gerakan-gerakan yang inkremental dengan ketelitian yang dapat diprediksi.

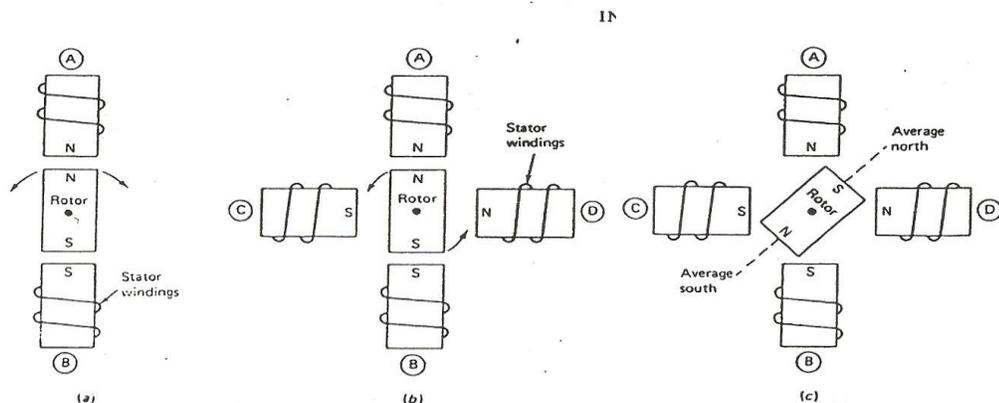
Motor Stepper adalah salah satu alat mesin listrik yang mengubah sinyal-sinyal listrik ke dalam gerakan-gerakan mekanis diskrit. Batang atau spindel dari suatu motor stepper berputar disebabkan kenaikan-kenaikan langkah diskrit ketika sinyal listrik berada di dalam urutan yang tepat. Urutan sinyal pulsa yang diterapkan secara langsung dihubungkan dengan arah rotasi spindle motor. Kecepatan dari rotasi spindle motor dihubungkan dengan frekuensi dari sinyal masukan dan panjang rotasi secara langsung berhubungan dengan nomor sinyal masukan.

## 9.2 Motor Stepper

Torsi motor stepper tidak sebesar motor DC, namun motor ini mempunyai tingkat presisi yang sangat tinggi dalam gerakannya. Kecepatan gerak motor ini dinyatakan dalam step per second atau jumlah step gerakan dalam setiap detiknya.

Motor Stepper adalah suatu mesin listrik yang mengubah sinyal listrik kedalam gerakan mekanik diskrit. Motor Stepper motor dibagi menjadi tiga jenis. Masing-masing pada konstruksi nyata yaitu karakteristik unjuk kerja: variable-reluctance (VR), permanent magnet (PM), and PM-hybrid.

Cara kerja stepper motor didasari dengan prinsip magnet dasar: seperti kutub magnet. Jika lilitan stator pada gambar 9-1 (a) diberi energi maka lilitan stator A adalah kutub selatan, stator B adalah kutub utara, dan rotor permanent magnet (PM) diposisikan seperti pada gambar, maka torsi motor akan bertambah seiring pergerakan rotor ke  $180^{\circ}$ . Maka hal tersebut akan menjadi tidak mungkin untuk menentukan arah dari putaran dan dalam rotor tidak akan bergerak seperti yang telah dikatakan tadi jika gayanya stabil. Jika yang terjadi seperti dalam gambar 9-1 (b), dua kutub stator tambahan C dan D dipasang dan diberi energi seperti terlihat dalam gambar, kita bisa memprediksi arah dari putaran rotor. Seperti dalam gambar 9-1(b) arah putaran rotor akan konstan searah jarum jam dengan rotor sejajar dengannya antara "rata-rata" pole selatan dan "rata-rata" pole utara. Seperti diperlihatkan dalam gambar 8-1(c).

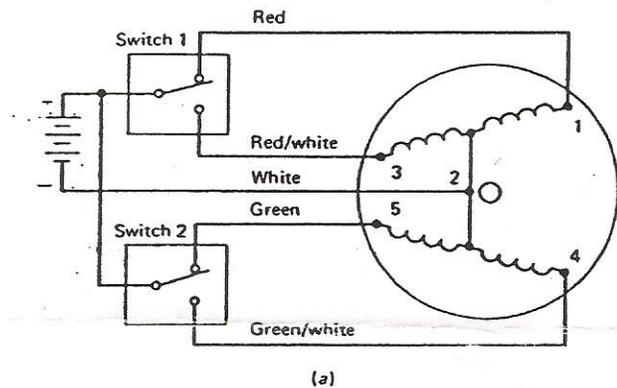


Gambar 9-1. cara kerja motor stepper yang didasari dari prinsip magnet dasar

Yang membedakan keistimewaan dari PM mesin penggerak adalah dari penggabungan sebuah magnet permanen, biasanya didalam kumparan rotor, untuk keluaran yang lebih baik, lebih dari empat kutub stator yang ditambah, lalu gigi mesin diatas setiap kutub rotor, dan juga diatas rotor. Nomor-nomor gigi diatas rotor dan stator menunjukkan segi langkah yang akan didapatkan dalam setiap satuan waktu.

Polaritas dari perubahan arah angin, memberikan reaksi langkah bagian batang mesin sehingga terjadi pertambahan waktu untuk perubahan muatan kutub. Cara untuk mengubah kutub menjadi seimbang, kurang lebih didapat dari perputaran batang atau tambahan untuk mengetahui segi langkahnya.

Langkah PM mengoprasikan jenis-jenis mesin oleh pengaruh timbal balik diantara magnet penggerak yang terus menerus berubah, ring dan kekuatan magnet oleh stator angin membangkitkan tenaga listrik. Jika susunan dari energi angin sesuai, maka sebuah rangkaian akan stabil dari keseimbangan arah angin, sehingga akan menghasilkan tenaga listrik disekitar mesin. Jika arah putaran membangkitkan rangkaian rotor maka akan mengikuti perubahan titik dari kesetimbangan dan perputaran dapat memberi reaksi untuk mengubah susunan, sebagai petunjuk digambar 9-2.



Gambar 9-2 Rangkaian Permanent Magnet  
(A) diagram menurut bagan

Step	Switch #1	Switch #2
1	1	5
2	1	4
3	3	4
4	3	5
1	1	5

\*To reverse direction, read chart up from bottom.

(B) menswitch<sup>(b)</sup> urutan

Phase	FWD →				
	1 Step	2 Step	3 Step	4 Step	5 Step
1	ON	ON	OFF	OFF	ON
3	OFF	OFF	ON	ON	OFF
5	ON	OFF	OFF	ON	ON
4	OFF	ON	ON	OFF	OFF

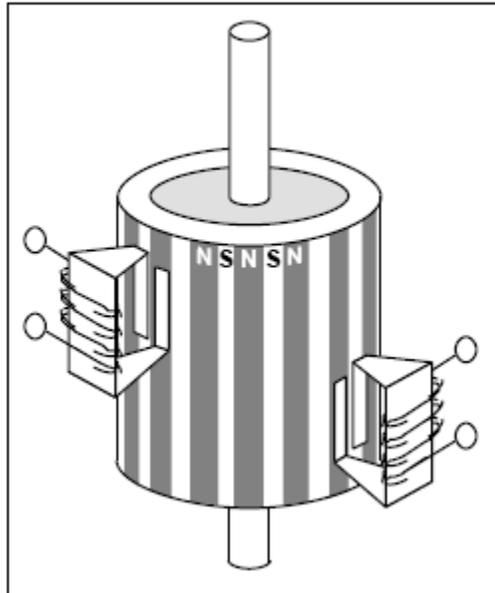
← REV

(c)

(C) bentuk gelombang

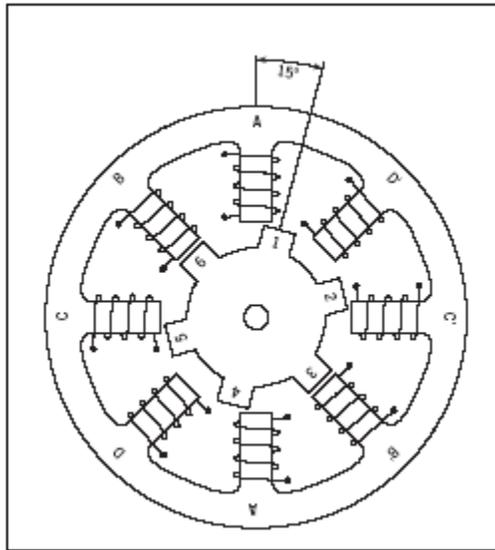
Berdasarkan magnet tetap pada motor, terdapat suatu tenaga putaran yang digerakkan kedalam gulungan motor walaupun gulungan pada stator tidak akan menghasilkan rugi-rugi. Energi putaran dapat diperoleh dengan cara memutar suatu PM stepper dengan tangan. Tenaga putaran dapat dihasilkan pada motor jika motor dipindahkan dari posisi yang mempunyai nilai hambatan minimum ( dimasukkan

kedalam suatu persamaan rangkaian DC) yang menyebabkan magnet tetap mengalami perubahan secara terus-menerus. Tenaga putaran ini lebih banyak dibandingkan tenaga putaran tenaga normal dan hanya sebagian kecil persen saja dari tenaga putaran yang maksimum.



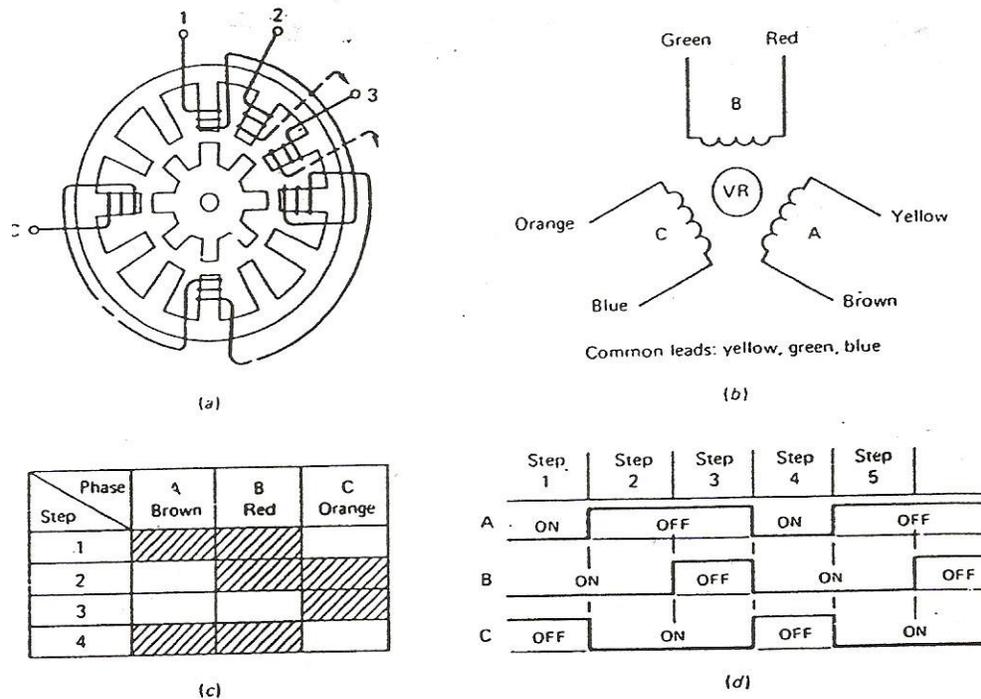
Gambar 9-3. Prinsip dasar dari PM motor

Variabel reluktansi motor adalah sebuah stator, yang merupakan bagian dari wound poles (katup). Rotor berbentuk silinder. Untuk bagian dari gigi memiliki hubungan dengan katup stator dan dengan gigi itu sendiri (stator tidak boleh memiliki gigi). Nomor dari gigi akan menentukan perbedaan sudut yang dibutuhkan (ditunjukkan oleh gambar 9-4). Tipe sebuah motor VR ditunjukkan pada gambar 9-5 dimana aliran arus sudah layak mengalir lilitan kumparan motor. Tenaga putar (sumber Listrik) akan menghasilkan langkah yang berupa pemutar rotor pada posisi tidak terhubung garis edar minimum magnet.



Gambar 9-4. Penampang atas dari Variabel Reluktansi motor

Pada posisi ini listrik statis akan menjadi stabil pada tenaga putar tanpa tekanan yang diperlukan untuk memindahkan rotor dari posisi stabil. partikular ini tidak akan berada pada satu posisi absolut. Pada rata-rata motor banyak posisi stabil memberi energi untuk stator. yang mana sebuah perbedaan energi akan mengatur lilitan untuk tidak terhubung pada sumber stator akan mengubah medan magnet karena rotor pada posisi yang baru.

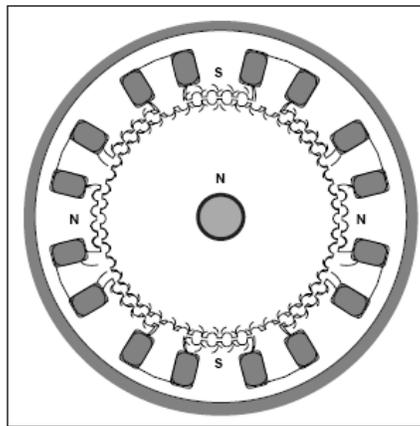


Gambar 9-5 . Langkah VR motor (potongan melintang stator memperlihatkan lilitan berfasa tunggal yang lengkap)

- A) tiga fasa melilit
- B) tiga fasa pemasangan kawat koreksi
- C) tiga fasa tabel eksitasi rangkap
- D) pijakan bentuk gelombang

Pemilihan urutan energizing yang tepat dari melilit membuat posisi-posisi yang stabil dan berputar dengan lembut di stator poles, menentukan kecepatan putaran dan pengaturan pada rotor. Ketika pola yang diberi tenaga, posisi rotor perlahan mengubah pola energisasi kumparan. Gambar 9-5 (c), ilustrasi modus-modus pembangkitan yang menghasikan suatu patokan sudut langkah yang nominal. Pembangkitan yang rangkap (selalu dua kumparan didalamnya) sering digunakan adalah karena memiliki tenaga putaran lebih tinggi. Tidak seperti stepper PM, stepper VR memiliki sisa kemagnetan. Maka rotor (detent torque) akan menjadi tidak kuat ketika stator tidak diberi tenaga. Sudut langkah ditentukan oleh nomor dari stator dan gigi rotor (bervariasi dari 7.5 sampai 30).

Motor stepper Hybrid lebih mahal dibandingkan PM – motor stepper, namun dengan penampilan yang lebih baik termasuk pengaruh resolusi langkah, torsi dan kecepatan. Ciri khas dari sudut langkahnya berkisar dari  $36^\circ$  hingga  $0.9^\circ$  (dengan 100 – 400 langkah per putaran). Motor stepper Hybrid merupakan perpaduan bagian terbaik dari kedua motor stepper, PM dan VR. Rotornya bergigi banyak seperti VR dan pada bagian axis berisi magnet konsentrik disekitar batangnya. Gigi di rotor memberikan lintasan yang lebih baik untuk membiarkan fluks magnet memilih tempat yang disukai di dalam airgap. Hal ini berlanjut pada ketahanan dan karakteristik torsi dinamis ketika kita membandingkannya dengan kedua jenis motor yang lain.



Gambar 9-6. Penampang melintang Stepper Hybrid

Tipe motor stepper yang paling sering digunakan adalah PM dan Hybrid. Jika pembuat tidak yakin dengan tipe yang akan dipilih sebaiknya disesuaikan dengan aplikasinya.

Motor-motor Stepper masuk ke berbagai macam ukuran , tipe-tipe dan gaya-gaya. Prinsip yang dasar untuk semua adalah sama, dan mereka jatuh masuk ke salah satu dari tiga jenis yang dibahas. Mereka mungkin sedikitnya mempunyai 2 lilitan, atau banyaknya sepuluh lilitan fasa (ini menempuh 2500 langkah untuk satu revolusi).

### **9.3 Latihan Soal**

1. Jelaskan jenis-jenis dari motor Stepper !
2. Jelaskan prinsip kerja dari motor Stepper !
3. Buatlah sebuah contoh penerapan motor Stepper pada aplikasi di industri, jelaskan dengan cara kerjanya !