

DASAR TEKNIK TENAGA LISTRIK

SESI 15: Brushless DC Motor (BLDC)

IVAN KUSUMA, ST., Meng.Sc.,

EVOLUSI MOTOR DC

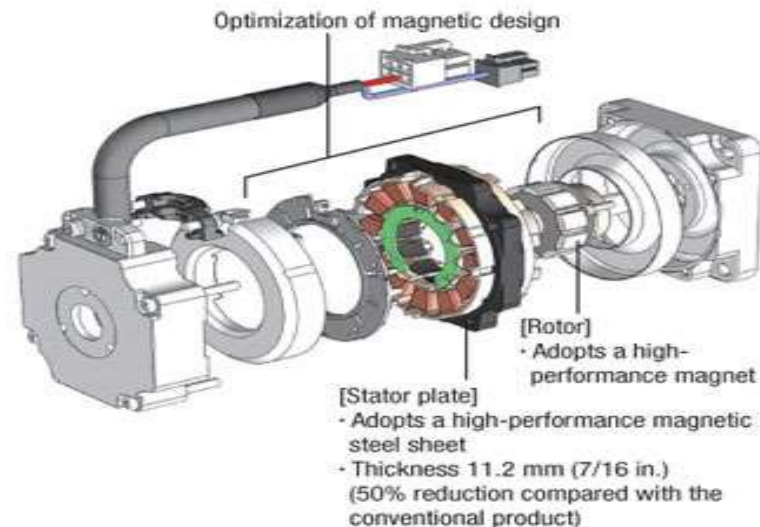
CONVENTIONAL DC MOTOR

PERMANENT MAGNET DC MOTOR (PMDC)

BRUSHLESS PERMANENT DC MOTOR (BLPMDC)

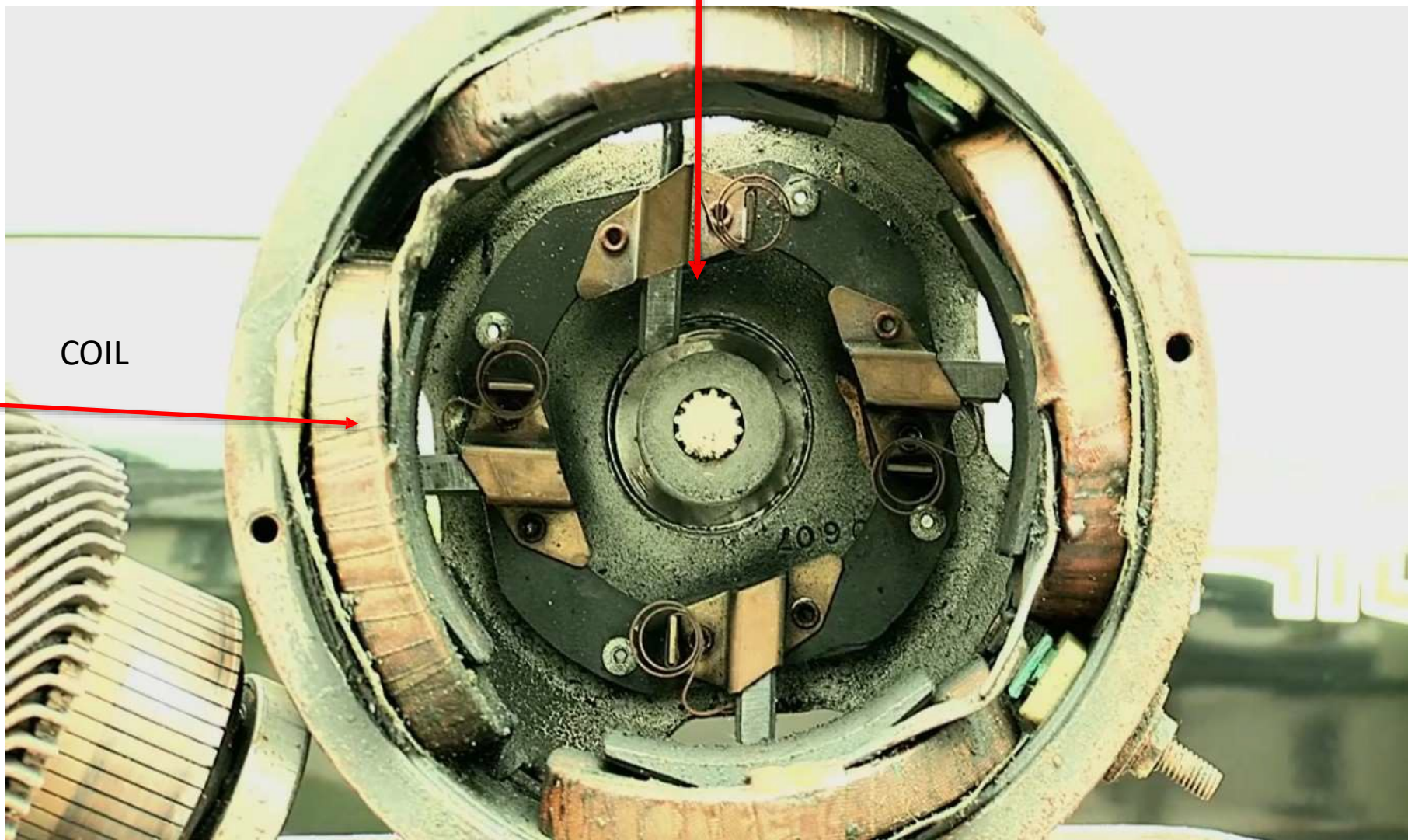
Conventional DC Motors

- Merubah energi listrik menjadi energi mekanik
- Prinsip kerja saat arus mengalir di suatu belitan yang berada dalam medan magnet, maka akan terjadi gaya tolak/mekanik
- Stator dibuat dari baja dimana diletakkan belitan kutub magnet, sementara bagian rotor dibuat dari campuran baja dan silicon dan diletakkan belitan rotor



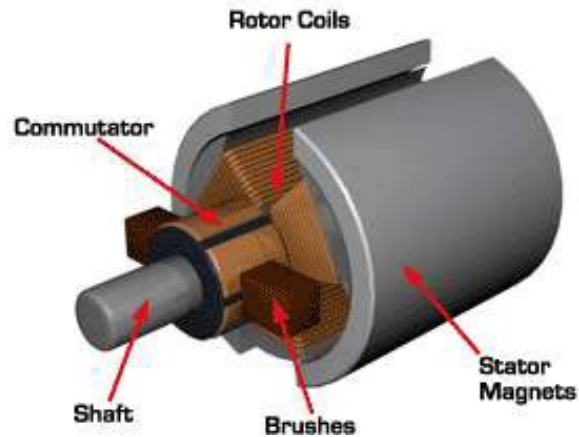
BRUSH

COIL



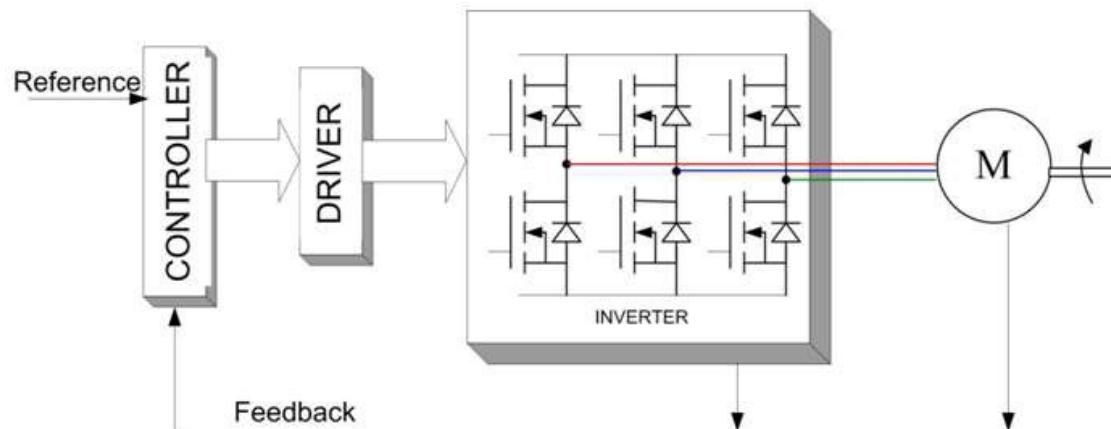
Motor DC dengan magnet permanen

- Konstruksi sama dengan motor DC konvensional
- Stator dibuat dari magnet permanen
- Tidak diperlukan belitan stator pembuat magnet

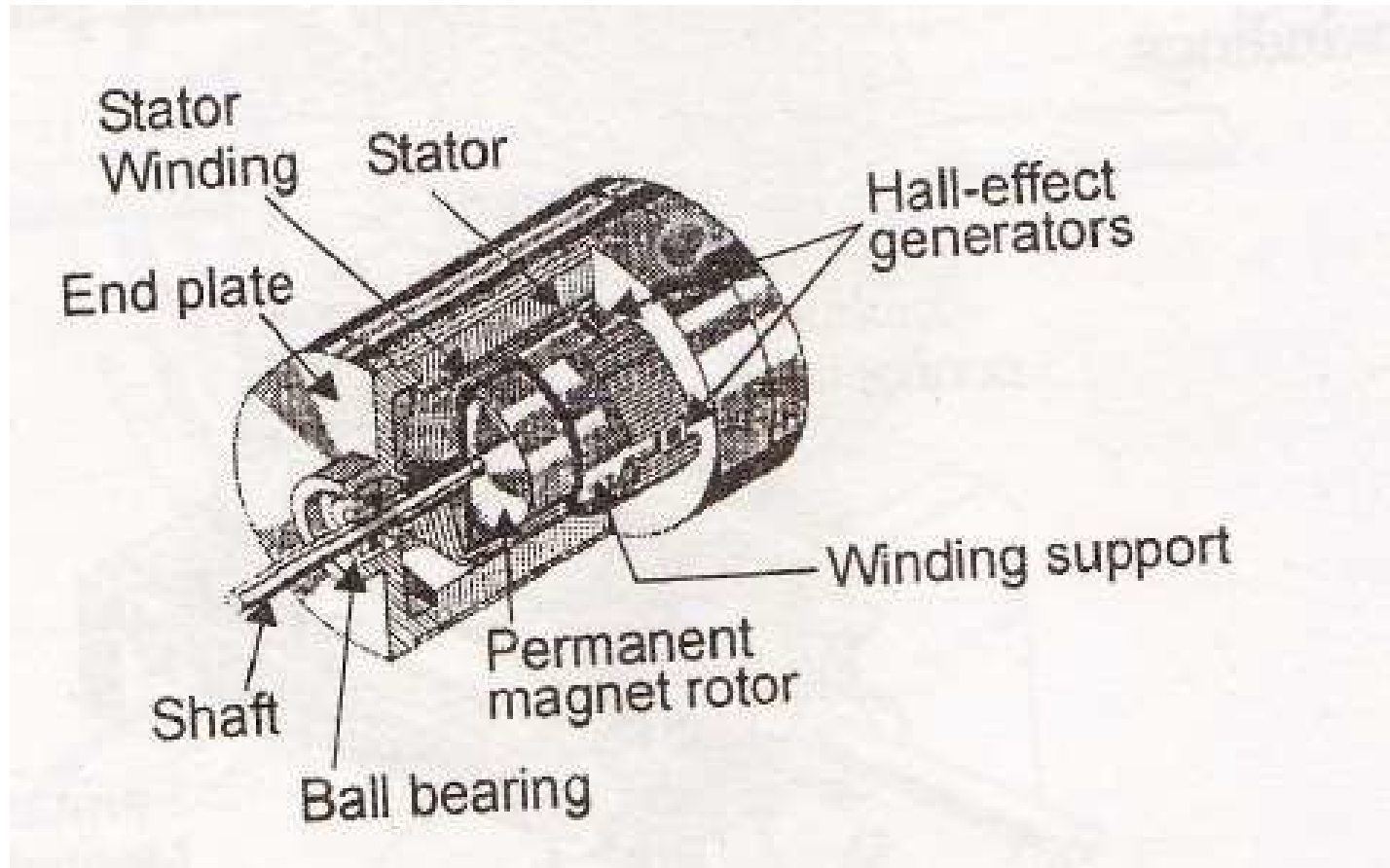


Brushless Permanent Magnet DC Motor

- **Brushless DC electric motor** disebut juga **electronically commutated motors** (ECMs, EC motors) adalah motor sinkron (AC) dimana power suplainya dari sumber DC yang melewati sebuah inverter (merubah dari DC ke AC) dimana gelombang AC yang diproduksinya berupa pulsa yang frekuensinya dapat diatur.
 - Medan magnet yang terbentuk pada rotor dan stator berputar pada frekuensi yang sama (sinkron)
 - Tidak terjadi slip
- Bagian stator terdiri dari gulungan yang membentuk banyak kutub sehingga bagian rotor dapat berputar dengan halus mengikuti medan putarnya



PMBLDC Motor



Konstruksi of BLDC

Stator

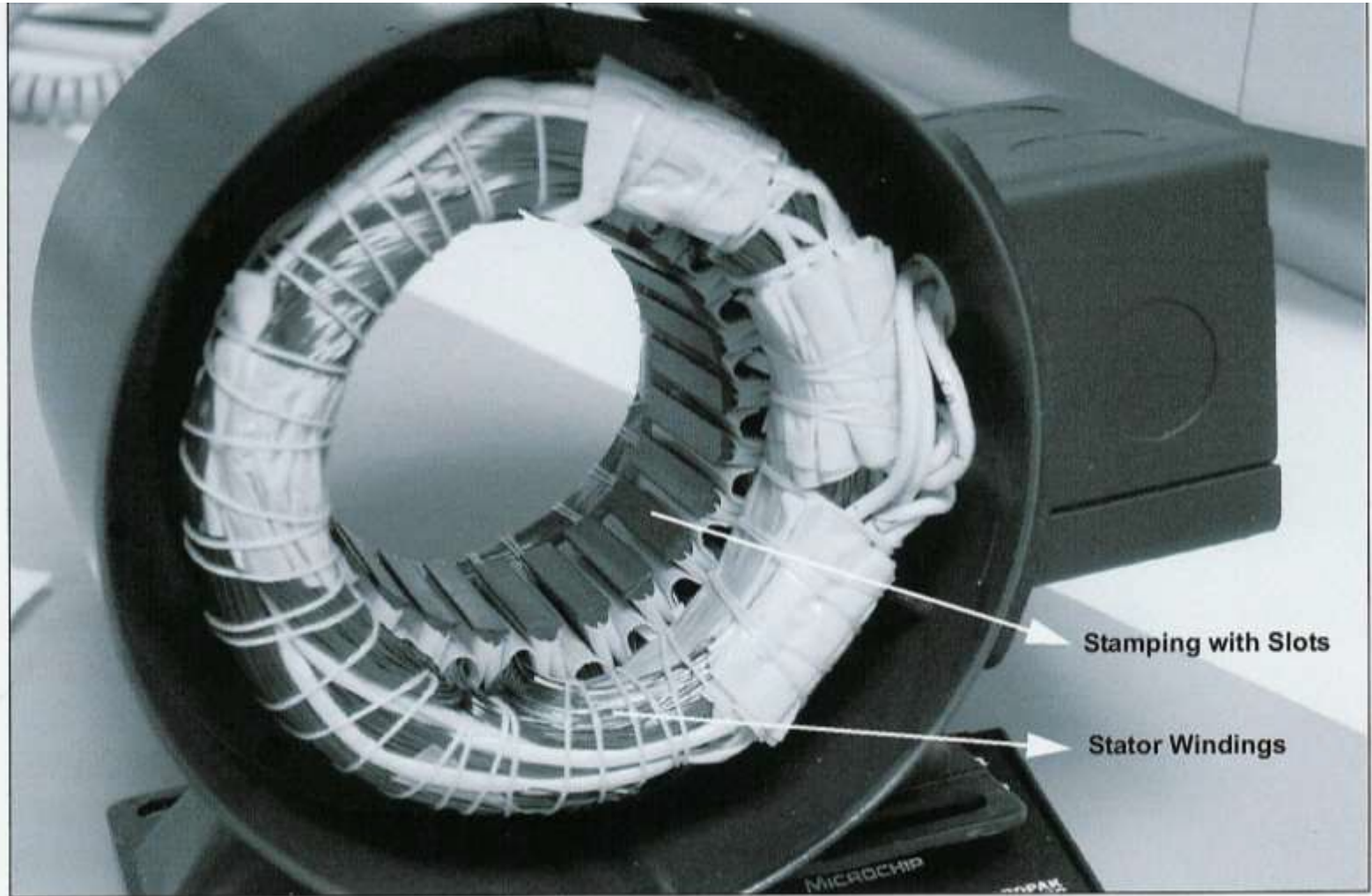
- Stator dibuat dari campuran baja dengan silicon yang dibentuk sedemikian hingga terdiri dari slot-slot
- Slot ini adalah tempat untuk meletakkan belitan
- Belitan ini digulung membentuk beberapa kutub elektro-magnet
- Belitan ini disupply oleh arus bolak balik berbentuk pulsa

Konstruksi of BLDC

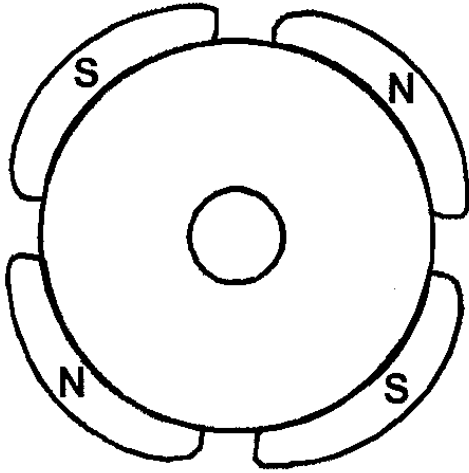
Rotor

- Rotor dibuat dari magnet permanen
- Jumlah kutub magnet nya sama dengan jumlah kutub magnet pada stator
- Poros rotor dilengkapi dengan RPS (Rotor position sensor) dimana sensor ini memberikan info posisi putaran rotor kepada rangkaian controller yang kemudian meneruskan info ini ke bagian komutator elektronik
- Bagian komutator elektronik berfungsi seperti komutator pada motor DC konvensional

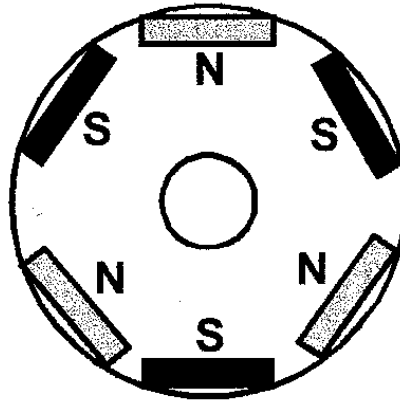
BLDC Motor Stator



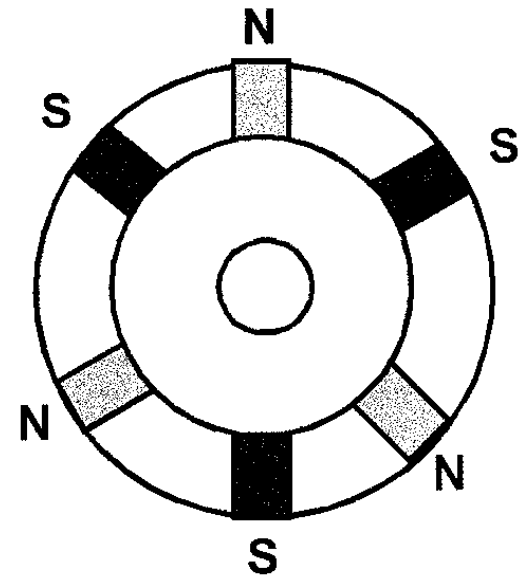
BLDC Motor Rotors



Circular core with magnets on the periphery



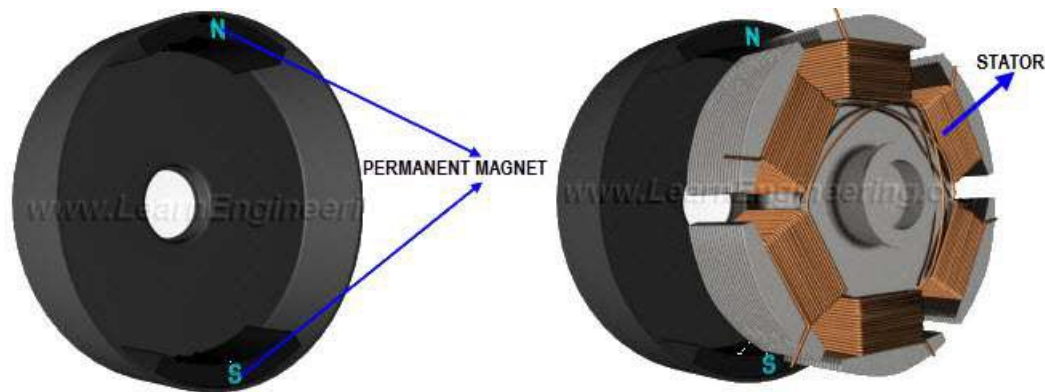
Circular core with rectangular magnets embedded in the rotor



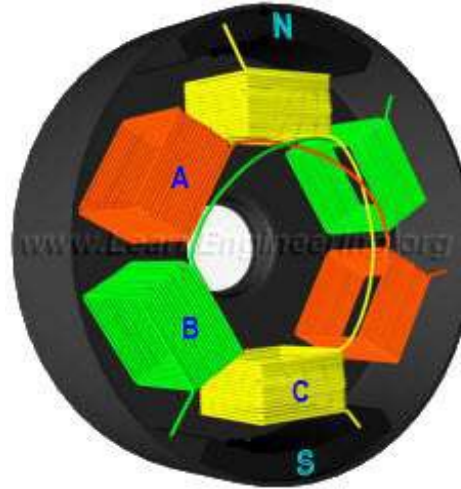
Circular core with rectangular magnets inserted into the rotor core

Cara kerja BLDC Motor

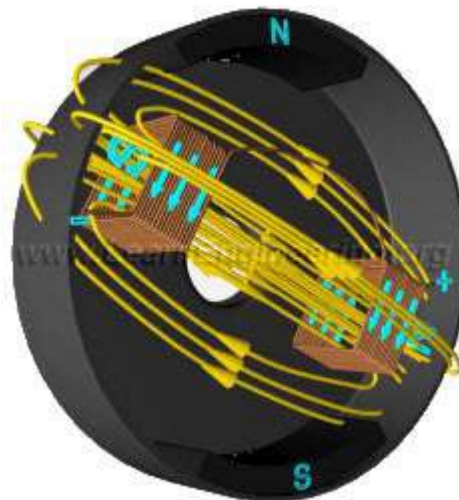
- Rotor dan Stator dari BLDC terlihat seperti gambar dibawah
- Bagian rotor adalah magnet permanen



Gulungan stator dan rotor diatur seperti gambar dibawah
Gulungan rotor mempunyai 3 set gulungan yaitu A, B, dan C

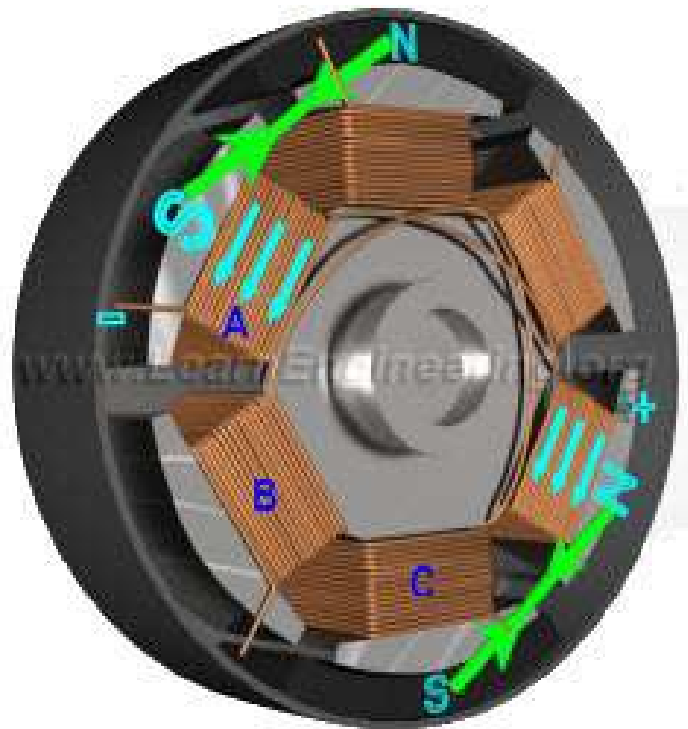


Dari 3 gulungan tersebut, untuk mempermudah, kita lihat hanya satu set gulungan saja. Pada saat gulungan tersebut diberi arus, maka gulungan ini menjadi electromagnet

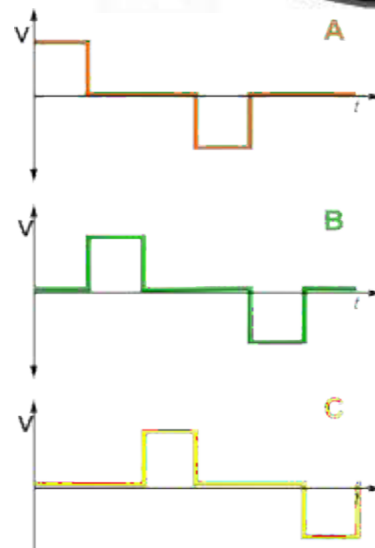
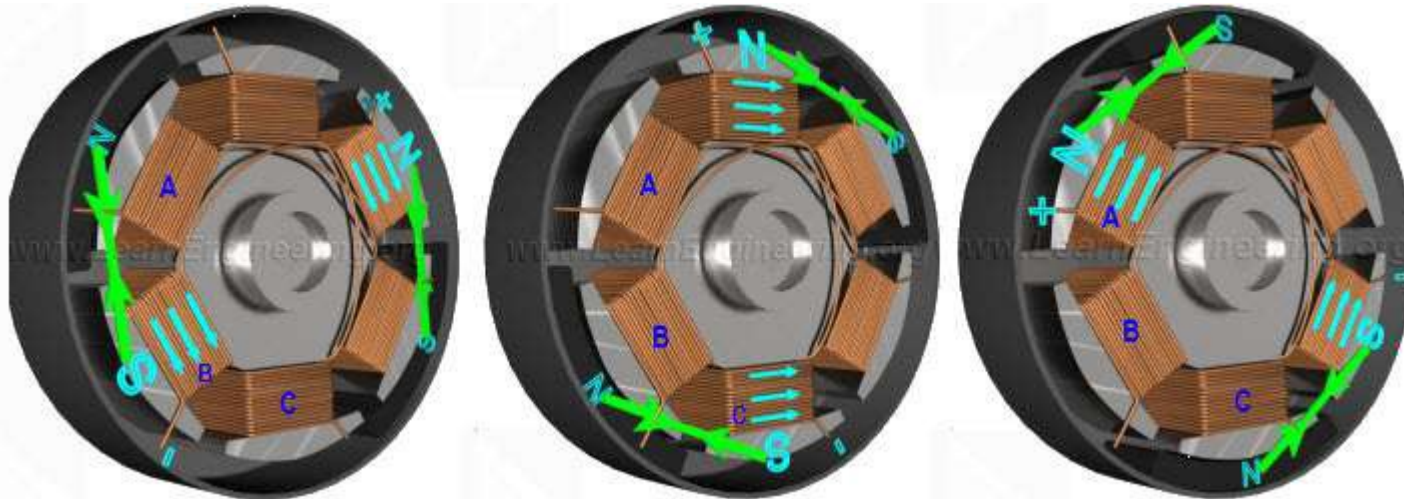


Prinsip kerja BLDC berdasar pada interaksi yang terjadi antara magnet permanen dengan electromagnet pada belitan stator.

Saat belitan A diberi arus, kutub electromagnet stator berlawanan dengan kutub permanen rotor (arah panah hijau) sehingga poros rotor bergerak kearah belitan stator A



Pada saat poros kutub permanen pada rotor mendekati belitan stator A, belitan tersebut dipadamkan, dan belitan B diberi arus, sehingga poros bergerak lagi mendekati belitan B. Proses tersebut berulang sehingga rotor bergerak berputar mengikuti belitan yang diberi arus. Timing (Pewaktuan) energize dari tiap belitan digambarkan seperti grafik dibawah

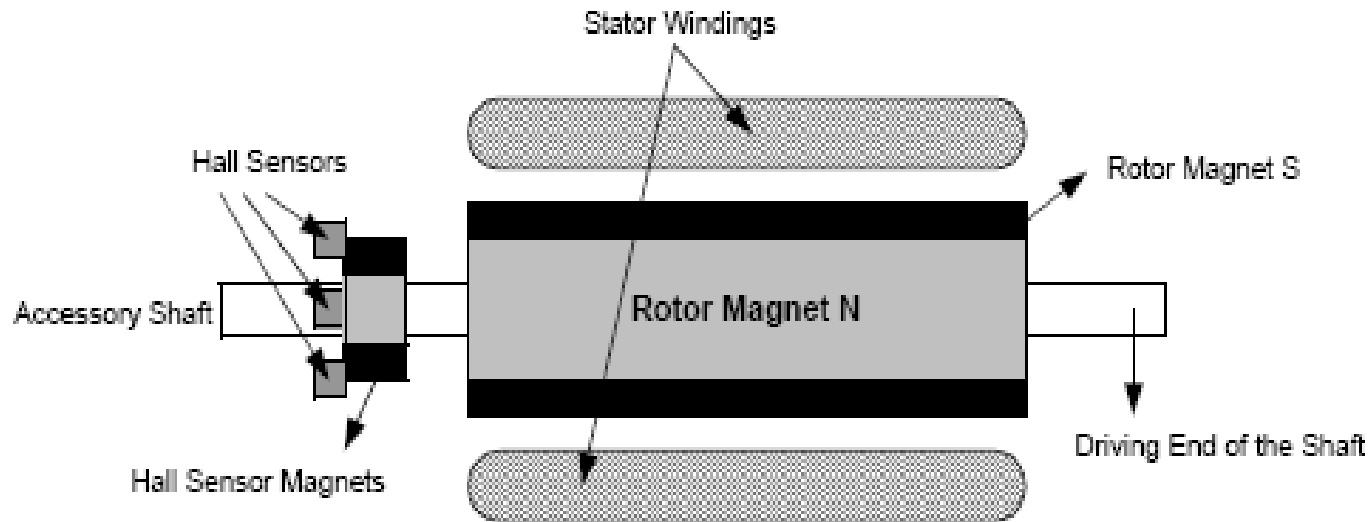


Penyempurnaan performa BLDC

- Tidak seperti motor DC konvensional, proses komutasi BLDC dikontrol secara elektronik
- Informasi posisi rotor sangat penting mengingat informasi ini digunakan untuk menentukan posisi energise belitan stator
- Ada 2 model sensor posisi rotor yang paling umum:
 - a. Hall sensors
 - b. Optical encoders

Hall Sensors

Pada saat medan magnet didekatkan pada suatu system yang beraliran listrik, pada arus yang mengalir tersebut akan terbentuk beda potensial yang arahnya tegak lurus dengan medan magnet tersebut. Hal ini ditemukan oleh Edwin Hall pada 1879.



PERBANDINGAN BDC DAN BLDC

Feature	BLDC Motor	Brushed DC Motor
Commutation	Electronic commutation based on Hall position sensors.	Brushed commutation.
Maintenance	Less required due to absence of brushes.	Periodic maintenance is required.
Life	Longer.	Shorter.
Speed/Torque Characteristics	Flat – Enables operation at all speeds with rated load.	Moderately flat – At higher speeds, brush friction increases, thus reducing useful torque.
Efficiency	High – No voltage drop across brushes.	Moderate.
Output Power/ Frame Size	High – Reduced size due to superior thermal characteristics. Because BLDC has the windings on the stator, which is connected to the case, the heat dissipation is better.	Moderate/Low – The heat produced by the armature is dissipated in the air gap, thus increasing the temperature in the air gap and limiting specs on the output power/frame size.
Rotor Inertia	Low, because it has permanent magnets on the rotor. This improves the dynamic response.	Higher rotor inertia which limits the dynamic characteristics.
Speed Range	Higher – No mechanical limitation imposed by brushes/commutator.	Lower – Mechanical limitations by the brushes.
Electric Noise Generation	Low.	Arcs in the brushes will generate noise causing EMI in the equipment nearby.
Cost of Building	Higher – Since it has permanent magnets, building costs are higher.	Low.
Control	Complex and expensive.	Simple and inexpensive.
Control Requirements	A controller is always required to keep the motor running. The same controller can be used for variable speed control.	No controller is required for fixed speed; a controller is required only if variable speed is desired.

KEUNTUNGAN BLDC

- Meningkatkan reability dan efisiensi
- Usia pakai alat yang lebih tinggi
- Tidak terjadi bunga api pada komutator seperti yang terjadi pada BDC
- Pengurangan friksi dengan signifikan
- Pengaturan kecepatan yang lebih mudah

KERUGIAN BLDC

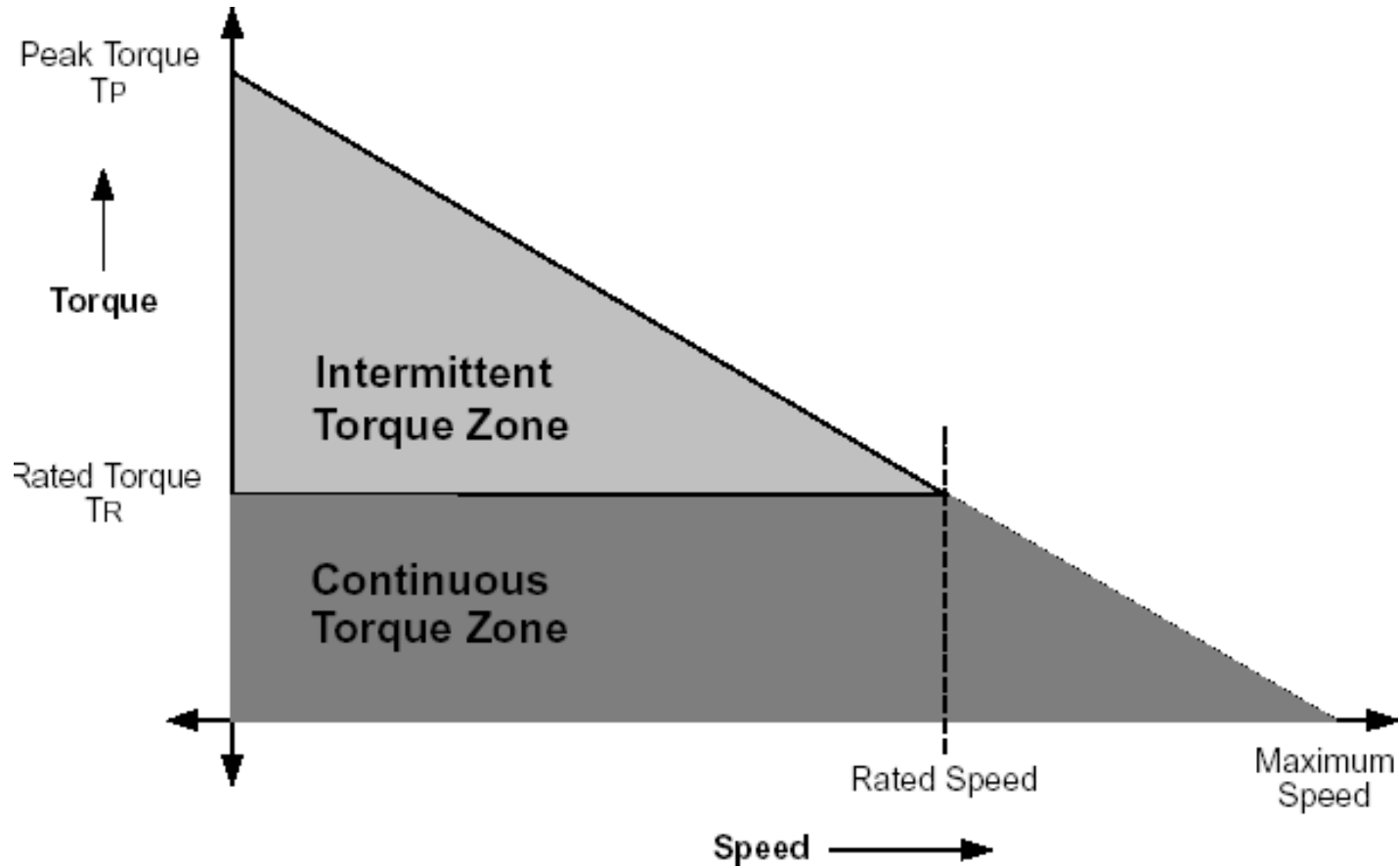
- Memerlukan rangkaian pengaturan kecepatan yang kompleks
- Memerlukan tambahan sensor posisi rotor
- Harga lebih mahal
- Beberapa model BLDC masih memerlukan pekerjaan tangan secara manual

Penggunaan BLDC

- Consumer:
Hard Drives, CD/DVD Drives, PC Cooling Fans, toys, RC airplanes, air conditioners
- Medical:
Artificial heart, Microscopes, centrifuges, Arthroscopic surgical tools, Dental surgical tools and Organ transport pump system.
- Vehicles:
electronic power steering ,personal electric vehicles
- Airplanes:
an electric self launching sailplane, flies with a 42kW DC/DC brushless motor and Li-Ion batteries and can climb up to 3000m with fully charged cells



TORQUE-SPEED CHARACTERISTICS



End of Session 15