

**STUDI PENGGUNAAN *AUXILIARY GENERATOR*  
PADA PUSAT PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA GAS APLIKASI P.L.T.G  
PT. PUPUK ISKANDAR MUDA (PERSERO)**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

**Rudy Amran  
NIM : 04 812 0029**



**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2005**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

**STUDI PENGGUNAAN *AUXILIARY GENERATOR*  
PADA PUSAT PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA GAS APLIKASI P.L.T.G  
PT. PUPUK ISKANDAR MUDA (PERSERO)**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

**Rudy Amran  
NIM : 04 812 0029**



**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2005**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

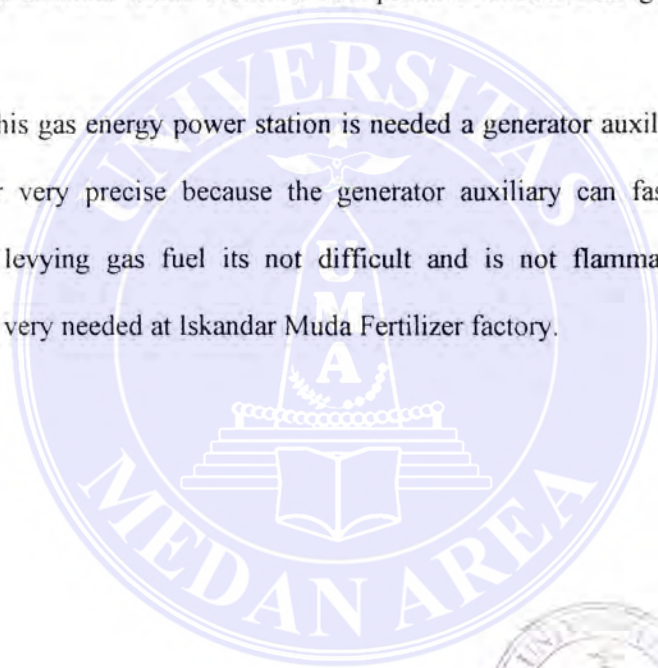
Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## ABSTRACT

For the generating of electricity there is some electric sources of energy form able to be utilized for example gas energy power station. Indonesia as one of them using itself natural gas as generating of electricity. Indonesia, especially Java Island put into use gas energy electric center of is which its development conducted by private sector and also government. So also its fuel of habit wearied by diesel fuel and also natural gas fuel. Lingking because at Iskandar Muda Fertilizer feed product hence needed gas turbine with itself gas fuel.

At one particular this gas energy power station is needed a generator auxiliary. Usage of auxiliary generator very precise because the generator auxiliary can faster moved in running machine, levying gas fuel its not difficult and is not flammable. And this generator auxiliary very needed at Iskandar Muda Fertilizer factory.



## RANGKUMAN

Untuk pembangkit daya listrik ada beberapa bentuk pusat tenaga listrik yang dapat dipergunakan antara lain pembangkit tenaga gas. Indonesia sebagai salah satunya yang menggunakan gas alam itu sendiri sebagai pembangkit listrik. Indonesia, khususnya pulau Jawa mulai menggunakan pusat tenaga gas yang mana pembangunannya dilakukan oleh pemerintah maupun swasta. Begitu juga bahan bakarnya biasa dipakai solar maupun bahan bakar gas alam. Berhubung karena L.N.G merupakan juga bahan baku pabrik pupuk selain diperlukan suatu turbin gas dengan bahan bakar itu sendiri.

Pada suatu pembangkit listrik tenaga gas ini diperlukan suatu auxiliary generator. Penggunaan auxiliary generator sangatlah tepat karena auxiliary generator tersebut mampu bergerak cepat dalam menjalankan mesin, pengadaan bahan bakar yang tidak sulit dan tidak mudah terbakar. Dan auxiliary generator ini sangatlah diperlukan pada pabrik Pupuk Iskandar Muda



## DAFTAR ISI

Abstrak	
Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi.....	iii
Bab I      Pendahuluan.....	1
Bab II     Turbin gas sebagai sumber utama suatu tenaga listrik.....	4
II.1    Bagian-bagian utama dari suatu turbin gas.....	4
II.2    Prinsip kerja turbin gas.....	6
II.3    Penjelasan tentang gas turbin.....	6
Bab III    Generator arus bolak-balik (sinkron) sebagai sumber daya listrik.....	8
III.1   Self excitation A.C generator.....	8
III.2   Rangkaian exciter tanpa sikat.....	13
Bab IV     Perlengkapan - perlengkapan kontrol dan perlengkapan pembantu pada suatu pembangkit tenaga listrik dengan mula turbin gas.....	18
IV.1    Alat pembantu P.L.T.G.....	18
IV.2    Material starting.....	18
IV.3    Prosedur start up gas turbin PT. Pupuk Iskandar Muda (Persero).....	19
IV.4    Proses shut down.....	20
IV.5    Trafo untuk pemakaian sendiri.....	20
Bab V     Penggunaan Auxilary Generator pada pusat pembangkit listrik tenaga gas (P.L.T.G) PT. Pupuk Iskandar Muda (Persero).....	24
V.1     Penentuan tempat pemasangan Auxilary Generator.....	24
V.2     Sistem distribusi beban listrik dari turbin gas.....	25
V.3     Beban-beban yang ditanggung turbin gas.....	25
V.4     Perencanaan beban yang ditanggung turbin gas.....	26

V 5	Kontrol sistem pada <i>Auxiliary Generator</i> .....	28
V 6	<i>Auto start control elementary</i> dari diesel .....	32
V.7	Perencanaan <i>Auxilairy Generator</i> .....	33
Bab VI.1	Kesimpulan dan Saran .....	34
	Kesimpulan .....	34
	Saran .....	34
	Daftar Pustaka .....	35



## BAB I PENDAHULUAN

Untuk pembangkit daya listrik ada beberapa bentuk pusat tenaga listrik yang dapat dipergunakan antara lain :

- Pusat Listrik Tenaga Diesel (P.L.T.D)
- Pusat Listrik Tenaga Air (P.L.T.A)
- Pusat Listrik Tenaga Uap (P.L.T.U)
- Pusat Listrik Tenaga Gas (P.L.T.G)
- Pusat Listrik Tenaga Nuklir (P.L.T.N)
- dan lain-lain

Dari beberapa bentuk pusat tenaga listrik tersebut mempunyai keandalan-keandalan tersendiri, misalnya untuk pusat listrik tenaga diesel dimana untuk start pertamanya lebih cepat bila dibandingkan dengan pusat listrik yang lain, tetapi untuk melayani beban dengan kapasitas-kapasitas yang besar tidak dapat dipenuhi.

Pusat listrik tenaga air untuk bahan penggerak turbin adalah air dan tersedianya air terjun, dimana menampung air diperlukan waduk yang besar untuk mengatur debit air. Untuk proyek listrik tenaga uap mempunyai kapasitas yang besar dibandingkan dengan pusat listrik tenaga diesel, tetapi untuk start pertamanya cukup memakan waktu yang lama bila dibandingkan dengan pusat listrik tenaga diesel dan gas, juga untuk pusat listrik tenaga uap ini diperlukan air yang cukup banyak.

Dimana untuk mendapatkan uap diperlukan suatu peralatan yang khusus untuk merubah air menjadi uap, misalnya *boiler*, alat-alat pendingin, serta mempunyai sungai yang besar dimana air sungai sebagai bahan baku untuk membuat uap.

Proyek listrik tenaga nuklir kemungkinan besar akan dibangun, karena sekarang dalam study kelayakan memang untuk membangun mempunyai teknologi yang sangat



tinggi dibandingkan dengan pusat listrik lainnya, dikarenakan salah satu faktor yang menjadi kendala adalah bahan bakunya uranium masih langka.

Pusat listrik tenaga gas mempunyai waktu start yang cepat dan dapat melayani beban-beban dengan kapasitas yang besar.

Apalagi saat ini di Indonesia mulai menggunakan pusat listrik tenaga gas, yang mana pembangunannya saat ini adalah pulau Jawa. Pembangunannya dilakukan oleh pihak pemerintah maupun swasta, begitu juga bahan bakarnya bisa dipakai solar maupun bahan bakar gas alam.

Berhubung karena pabrik PUPUK ISKANDAR MUDA sumber bahan bakarnya adalah bahan bakar gas alam atau *L.N.G* maka tepatlah kiranya pada suatu pabrik pupuk dipergunakan turbin gas dengan bahan bakar gas alam dan juga sebagai bahan baku pupuk itu sendiri.

Suatu sumber pembangkit listrik tenaga gas dapat dibagi atas 4 bagian yaitu sebagai berikut :

Turbin gas, yang berfungsi sebagai *prime mover* (penggerak mula)

*Generator sinkron* yang berfungsi sebagai penghasil daya listrik.

Peralatan-peralatan kontrol yang berfungsi sebagai pengendalian dari semua kerja peralatan turbin, generator dan peralatan pembantu lainnya.

Peralatan-peralatan pembantu yang berfungsi untuk membantu turbin supaya bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

Oleh faktor-faktor yang telah diuraikan secara singkat tersebut dan sebagai bahan pertimbangan dimana bahan bakar gas yang diperlukan cukup banyak persediaan dan transportasi dari gas tersebut cukup dekat, maka pada pabrik PUPUK ISKANDAR MUDA ini dipakai pusat listrik tenaga gas yang dikelola sendiri oleh PT. PUPUK ISKANDAR MUDA dengan gas alam sebagai bahan bakarnya.

Pada listrik pembangkit tenaga gas ini diperlukan daya yang terus menerus pada bagian-bagian sebagai berikut :



- *Main lube oil pump.*
- Ruang kontrol dari *turbin.*
- *A.C* pada ruang *generator.*
- *Gear room ventilation motor.*
- *Auxiliary lube oil pump.*
- *Rachet pump.*
- *Crangking motor.*
- dan lain-lain.



Oleh sebab itu pada pabrik PUPUK ISKANDAR MUDA ini sangat diperlukan sebuah generator cadangan.

**AUXILIARY GENERATOR (EMERGENCY GENERATOR)**, untuk melayani beban-beban tersebut diatas bila sistem terjadi gangguan (*Total Power Failure*).

Syarat-syarat sebuah *Auxiliary Generator* pada pabrik PUPUK ISKANDAR MUDA ini adalah sebagai berikut :

- Waktu starting dari *prime mover* harus cepat dan startnya mudah.
- Mesin penggerak mula (*prime power*) yang memutar generator mempunyai bahan bakar yang tidak mudah terbakar dan berbahaya karena pabrik kimia.
- Mesin penggerak mula jangan terlampau bising.
- Alat pengisi batere haruslah otomatis dan mengatur sendiri unruk menjaga batere tetap terisi penuh pada setiap saat.

Dari penjelasan-penjelasan yang diberikan tersebut diatas dari beberapa sistem pembangkit pusat tenaga listrik, maka pada motor diesel berkat kecepatan dalam menjalankan, pengadaan bahan bakar yang tidak sulit, tidak mudah terbakar maka sangat tepat dan memenuhi syarat apabila motor diesel dipakai sebagai *prime mover*.

Generator Cadangan (**AUXILIARY GENERATOR**) pada pabrik pupuk PUPUK ISKANDAR MUDA.

## BAB II

### TURBIN GAS SEBAGAI SUMBER UTAMA SUATU PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK

Turbin gas sebagai sumber daya umumnya mempunyai kapasitas yang besar. Pusat listrik tenaga gas seperti pada lampiran gambar 2.1 dan gambar 2.2 tersebut, mempunyai waktu start yang cepat karena bahan bakar gas yang dipakai.

Proses pembakarannya (*ignition*) sangat mudah terbakar sehingga bisa langsung memutar turbin.

Disamping itu gas alam dalam proses pembakarannya tidak menimbulkan terjadinya proses korosi pada sudu-sudu (*bucket*) dari turbin, sehingga dalam hal ini umur turbin bisa berjalan lebih lama, bila dibandingkan memakai bahan bakar minyak.

Dalam hal ini pembangkit listrik tenaga gas yang dipakai pada pabrik PUPUK ISKANDAR MUDA, dimana bahan bakar gas langsung dikirim dari kilang *L.N.G* Arun yang letaknya berdekatan dengan pabrik PT. Pupuk Iskandar Muda (Persero) seperti terlihat lampiran Gambar 2.1 bagian luar gas turbin dan lampiran Gambar 2.2 bagian dalam gas turbin

#### II-1. BAGIAN-BAGIAN UTAMA DARI SUATU GAS TURBIN GAS.

##### 1. *Compressor Turbin.*

Suatu alat untuk mengisap udara dari atmosfer dihisap masuk kedalam kompressor melalui suatu saringan (*filter*) dan tekanan udara kemudian dinaikkan sampai beberapa kali tekanan atmosfer seperti terlihat pada lampiran gambar 2.3.

##### 2. *Combustion Chamber.*

Di dalam *combustion chamber* ini, udara yang bertekanan tinggi akan bercampur dengan bakar gas yang juga sudah bertemperatur tinggi dan akan dibakar dalam ruangan

ini oleh suatu alat pengapian yang disebut (*HIGH VOLTAGE SPARK DEVICE*) seperti iampiran Gambar 2.4.

### 3. *Exhaust Plenum.*

*Exhaust plenum* adalah tempat hasil pembakaran gas panas yang akan di ekspansikan untuk memutar turbin dan sisanya akan dibuang ke atmosfer kembali, dimana temperatur gas buang tersebut masih cukup tinggi sekitar  $\pm 480^0$  C.

### 4. *Lube Oil Pump.*

Pompa minyak pelumas ini sangat mempengaruhi sekali dan serta menentukan jalannya operasi gas turbin pada pusat listrik tenaga gas.

Dimana fungsi utamanya adalah untuk melumasi gear-gear pada saat running, maupun saat turbin akan *shut down*.

Di sini perlu pelumasan untuk *cooling down* jangan sampai *shaft turbin* terjadi pembengkokan, dimana minyak pelumas akan dipompa pada daerah dimana gear berputar

### 5. *Ratchet Pump.*

Pompa ini fungsinya adalah untuk memompa minyak pelumas ke daerah bearing-bearing dan gear-gear dimana dalam keadaan *shut down (cooling down)*, gear akan tetap berputar maka bearing-bearing ini harus tetap dilumasi agar tidak mengalami tekanan disebabkan oleh gesekan.

### 6. *TURBIN.*

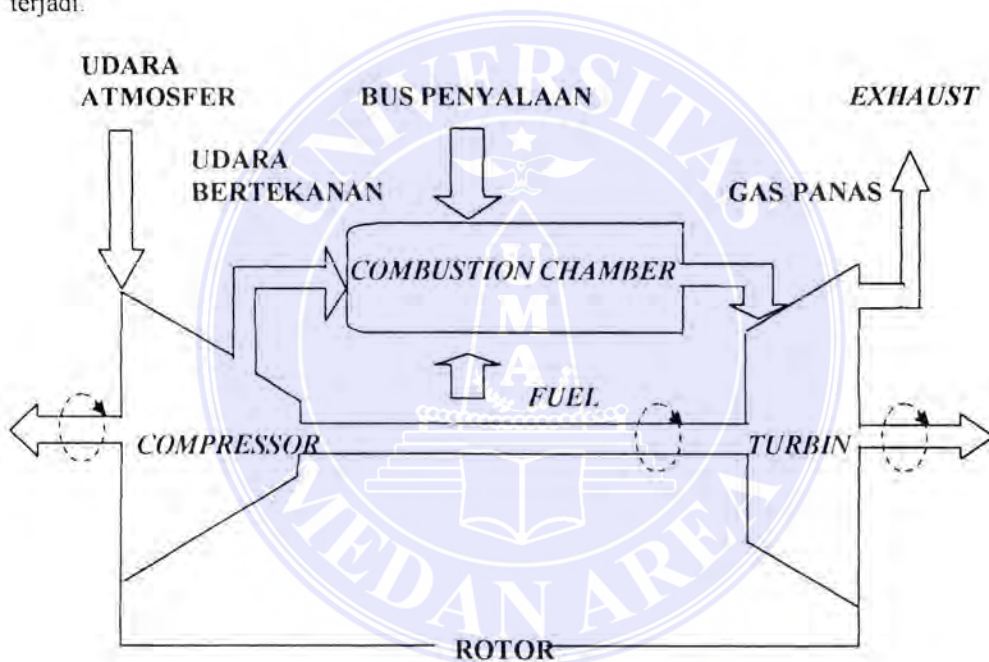
Pada daerah turbin terjadi perubahan energi dimana energi kinetik dari gas panas, diubah menjadi energi mekanik.

Yaitu energi kinetik (gas panas) dipergunakan untuk memutar sudu-sudu (*bucket*) dari turbin dan turbin akan memutar generator.



## 11-2. PRINSIP KERJA GAS TURBIN.

Rotor dari compressor / turbin lihat Gambar 2.1. mula-mula diputar oleh alat pembantu start (diesel, motor listrik) akibat putaran ini, udara dari atmosfer melalui *filter* dihisap masuk kedalam kompressor dan tekanannya dinaikkan sampai beberapa kali tekanan atmosfer, udara yang bertekanan tinggi ini mengalir kedalam ruang pembakaran, kedalamnya juga bahan bakar gas dimasukkan dalam keadaan bertekanan tinggi dan dengan bantuan suatu alat pengapian yang berupa suatu "*High Voltage Spak Decive*" campuran udara dan bahan bakar gas tersebut dibakar sekaligus, maka proses pembakaran terjadi.



Gambar 2.1.

### Turbin gas poros tunggal

Pembakaran akan terus berlangsung selama bahan bakar gas terus mengalir ke dalam ruang pembakaran.



### 11-3. PENJELASAN STARTING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS.

Dalam prosedur start up berikut ini dianggap bahwa semua peralatan-peralatan telah diperiksa dan siap untuk dijalankan, prosedur untuk *start up* yang akan dibicarakan ini dapat dipakai untuk *start up* pertama kali *start up* berikutnya.

Sebagai "**BLACK START UP UNIT**" untuk pertama kali diperlukan **EMERGENCY POWER** yang dalam hal ini diperoleh dari *Auxiliary Generator*, demikian juga halnya nanti bila terjadi *power failure total* di seluruh pabrik.

Gas turbin yang ada telah direncanakan sedemikian rupa sehingga mampu memberikan flexibelitas operasi yang maximum, selama operasi dalam keadaan normal dan memasukkan atau melepaskan beberapa gas turbin dari sistem.

#### STARTING.

Unit akan di start atau di stop dari *control room* pada setiap proses starting, setiap unit akan menjalani sequence starting sebagai berikut :

- a. Persiapan starting.
- b. *Cranking (start turbin)* disini lampu *ready* dan lampu *check* harus menyala, juga lampu *lube oil pump* menyala.
- c. *Starting device* bekerja, starting kopleng terpasang dan turbin akan diputar sampai mencapai "*firing speed*" (2800 rpm, 60 second) pada kondisi ini terjadilah pembakaran.

Sesudah menjalani periode pemanasan lebih kurang selama 2 menit tadi maka pemakaian bahan bakar akan dinaikkan terus, dan putaran turbin tercepat (40 % putaran nominal) dimana pada saat ini alat starting dilepas secara otomatis.

Kemudian pemasukkan bahan bakar akan diatur sesuai dengan kenaikan temperatur dan kecepatan, sampai gas turbin mencapai putaran nominal (5100 rpm) dimana kemudian alat sinkronisasi otomatis akan mensinkronkan generator ke line dan *circuit breaker (CB)* generator untuk beban dimasukkan. Unit kemudian akan diberikan beban yang diatur oleh alat *frequency* dan *load sharing control*.

### BAB III

## GENERATOR ARUS BOLAK BALIK ( SINKRON )

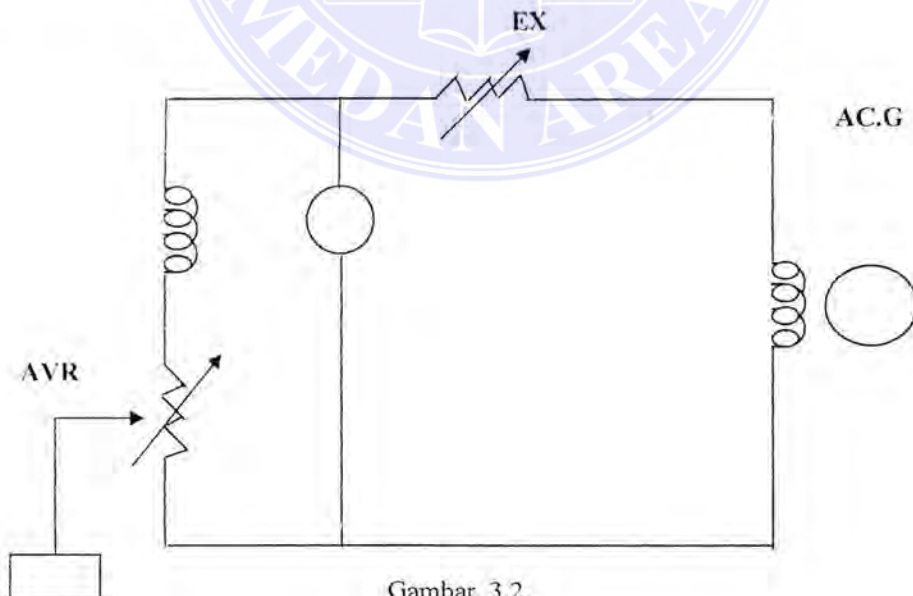
### SEBAGAI SUMBER DAYA LISTRIK.

Generator sinkron (*synchronous generator*) adalah suatu generator sinkron yang dilengkapi dengan exitasi medan, umumnya dengan arus searah dan menghasilkan arus bolak-balik yang terdiri dari *single phase* atau *poly phase*.

Generator sinkron biasanya dikatakan generator arus bolak-balik disingkat dengan generator *A.C*

#### III-1. SELF EXITION A.C GENERATOR.

Generator arus bolak balik dijalankan dengan cara membangkitkan medan magnitnya dengan arus searah sistem penguatan digolongkan menurut penyediaan tenaganya, dalam sistem penguatan mesin arau searah untuk membangkitkan sumber tenaga, untuk ini dipakai penguat (*exciter*) *shunt* tunggal atau kombinasi dari penguat utama lihat Gambar 3.2.



Gambar. 3.2.

*Exciter shunt tunggal (kombinasi penguat utama).*

Generator arus searah tadi dihubungkan langsung pada poros generator utama atau mesin lain yang terpisah, tergantung pada besarnya putaran generator utama, pada sistem excitasi dengan arus bolak-balik arusnya disearahkan untuk penguatan, sistem ini dimungkinkan penerapannya karena ada pengembangan teknologi (*Rectifire*), semi konduktor, akhir ini penguatannya dengan mesin arus searah secara konvensional mempunyai kelemahan dalam hal pemeliharaan sikatnya (*Brush*) dan reaksi cepat dari penguat ada 3 jenis penguatan dengan arus bolak balik.

- 1- Sistem yang berputar yaitu *exciter* mesin arus bolak balik, dengan medan pada *stator* dan menyearah *silicon* yang turut berputar bersama *rotor*.
- 2- Sistem exitasi statis.
- 3- Kombinasi sistem dan berputar, yaitu *exciter* yang berupa mesin arus bolak balik tiga phase dan penyearah statis.

Ketiga sistem tersebut diatas menggunakan penyearah semi konduktor sebagai pengganti komutator pada mesin-mesin arus searah.

Sistem yang kedua dengan yang ketiga mesin memakai *slip ring* untuk mengalirkan arus searah kekumparan medan mesin utamanya.

Untuk sistem yang pertama tidak membutuhkan slip ring karena arus searah untuk kumparan medan mesin utama di *supply rotor* yang turut berputar bersama rotor.

Dengan tidak dipergunakannya kontak sikat dan *slip ring* pada yang pertama ini, yang dikenal dengan nama "**BRUSHLESS EXCITATION SYSTEM**" maka diperoleh keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

#### KERUGIAN MENGGUNAKAN KONTAK SIKAT

Sifat yang terpenting dari sebuah sikat ialah tahanan kontak spesifikasi  $\int BR$  yaitu tahanan kontak persatuan luas permukaan kontak.

Jadi, untuk rapat arus sebesar  $\mathcal{J} BR$ , tegangan jatuh pada kontak sikat adalah :

$$U_{BR} = \int BR \cdot \mathcal{J} BR$$



Penyelidikan-penyelidikan menunjukkan, bahwa tahanan kontak sikat dan tegangan jatuhnya bergantung kepada beberapa faktor, diantaranya yang terpenting adalah :

- a. Rapat arus  $\mathcal{J}_{BR}$ .
- b. Faktor mekanis.
- c. Tahanan spesifik sikat.
- d. Bahan pembentuk sikat dan komutator atau ring kontak.
- e. Kondisi kimiawi dari permukaan kontak.
- f. Temperatur linier pada permukaan kontak.
- g. Temperatur permukaan kontak.
- h. Arah arus.

Dari garis-garis sikat yang biasa dipergunakan sikat-sikat karbon *graphit* yang mempunyai tahanan spesifik  $\mathcal{J}_{BR}$  yang terbesar, sikat-sikat *graphit* dan elektro grafit mempunyai tahanan spesifik lebih kecil, sedangkan sifat-sifat tembaga *graphit* atau *bronze graphit* mempunyai tahanan yang terendah

Gambar 3.3 menunjukkan grafik perubahan  $U_{BR}$  terhadap rapat arus  $\mathcal{J}_{BR}$  untuk tiga jenis sikat.

Karena tegangan jatuh untuk arah arus dari metal ke sikat adalah lebih besar daripada tegangan jatuh untuk arah aliran sebaliknya, harga  $U_{BR}$  dianggap sebagai jumlah dari tegangan jatuh untuk sikat-sikat dari kedua polaritas.

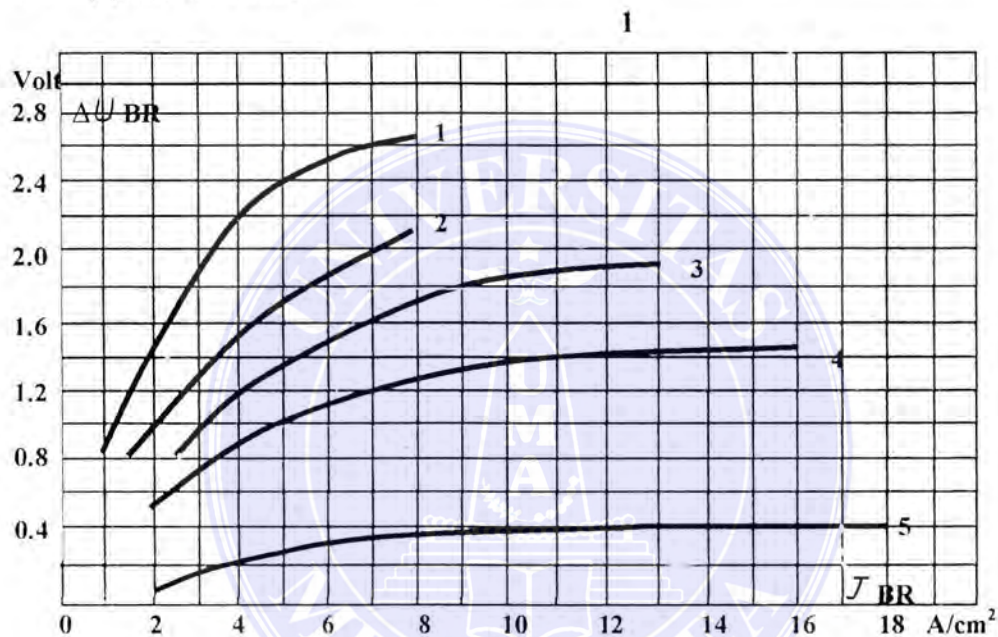
Kurva 1 dan 2 diplot untuk sikat-sikat keras, kurva 3 dan 4 untuk sikat-sikat dengan kekerasan sedang dan lunak, kurva 5 untuk sikat-sikat *bronze graphit*.

Kenaikkan temperatur menaikkan konduktivitas sikat, dan akibatnya menurunkan tahanan kontak, jadi sebuah mesin yang mempunyai kondisi komunitas yang baik pada waktu dingin, dapat berubah menjadi buruk jika temperaturnya bertambah.



Harga tahanan kontak dipengaruhi oleh kondisi kimiawai dari permukaan kontak. Setelah waktu operasi yang cukup lama, permukaan komutator terlapis oleh lapisan yang tipis oksida yang mempebesar tahanan kontak.

Pertambahan tekanan sikat mengurangi  $U_{BR}$ , seperti terlihat pada Gambar 3.4. Kecepatan linier mempunyai sedikit pengaruh terhadap  $U_{BR}$ , tetapi jika terlalu besar sikat-sikat akan bergetar dan tahanan sikat akan bertambah cepat. Hal ini mempengaruhi terhadap proses komunitas.



Gambar 3.3.

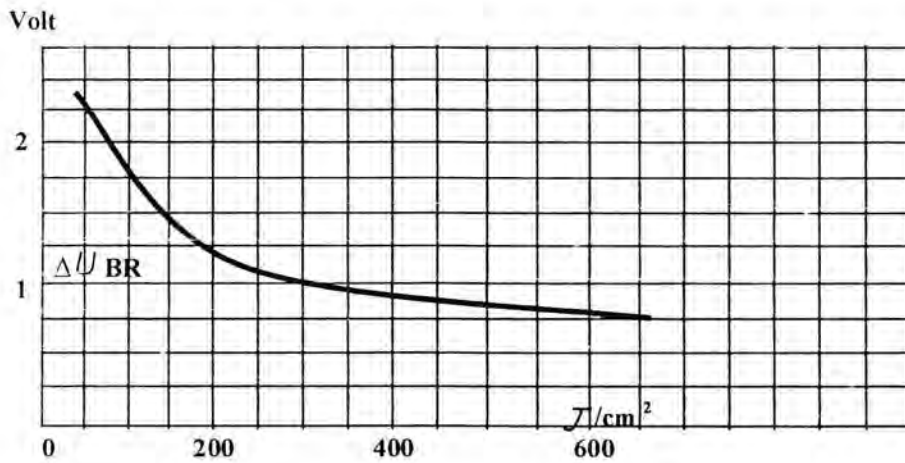
Grafik perubahan  $U_{BR}$  terhadap arus  $J_{BR}$  untuk tiga jenis sikat.

Kurva  $\Delta U = f(J_{BR})$  untuk berbagai kelas sikat.

Kurva 1 & 2 untuk sikat keras.

Kurva 3 & 4 untuk sikat kekerasan sedang (kelas medium) dan lunak.

Kurva 5 untuk sikat *bronze graphit*.



Gambar 3.4.

### Kurva $\Delta U_{BR}$ sebagai fungsi dari tekanan sikat.

Karena sifat-sifat kontak sikat, sebagaimana diterangkan diatas, penggunaan kontak sikat menimbulkan kerugian-kerugian sebagai berikut :

1. Karakteristik kontak sangat dipengaruhi oleh kondisi-kondisi lingkungan. Atmosfer yang terlalu kering dapat menyebabkan sikat bergetar, sehingga mudah aus. Minyak, uap atau gas lainnya dapat mengganggu pengumpulan arus, sehingga menyulitkan instalasi pada pabrik-pabrik kimia.
2. Kontak sikat yang tidak baik dapat menimbulkan gangguan-gangguan pada sistem telekomunikasi.
3. Karakteristik kontak bergantung kepada beban electric. Beberapa jenis sikat mempunyai sifat buruk pada beban ringan, yang dapat menimbulkan getaran dan mempermudah arusnya sikat pada arus-arus excitasi yang kecil.
4. Karakteristik kontak bergantung kepada bulatnya komutator atau *slip ring*, dan kecepatan permukaannya.

Selain keburukan-keburukan diatas, kerugian yang terdapat masih ada karena kontak-kontak sikat membutuhkan masih ada karena kontak-kontak sikat membutuhkan pemeliharaan, antara lain pemeriksaan terhadap arusnya sikat.

Penggantian sikat yang baru dan membersihkan debu-debu karbon dari *slip ring* atau komutator.

Pemeliharaan-pemeliharaan ini sangat menghambat baik dipancang dari segi operasi, maupun dari segi penyediaan *spare part*.

Jadi kesimpulannya, dengan dieleminasikannya sikat kontak dari sistem excitasi mesin sinkron, akan diperoleh keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

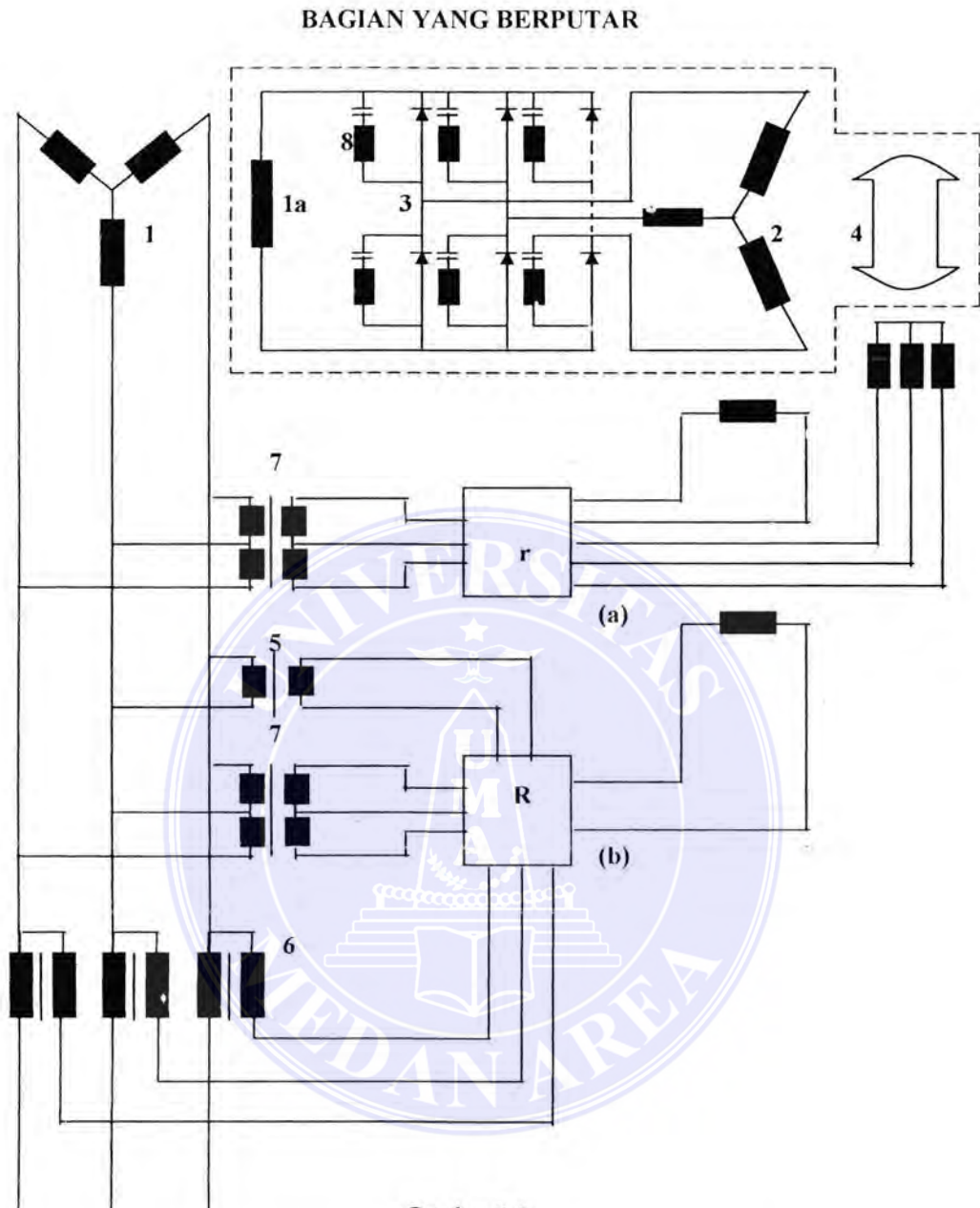
1. Dengan tidak dipakainya lagi kontak sikat, berarti memperkecil timbulnya gangguan pada operasi mesin, atau *probability of outage* menjadi turun.
2. Mesin hampir-hampir tidak membutuhkan pemeliharaan, sehingga waktu untuk *maintenance* dapat dibuat minimum, hal ini berarti memperbesar waktu operasi mesin.

### III.2. RANGKAIAN EXCITASI TANPA SIKAT

Pada umumnya rangkaian berbentuk seperti Gambar 3.5 *exciter* (2) berupa mesin arus bolak balik 3 phase yang mempunyai kutub di statornya.

Armaturnya terpasang satu poros dengan *rotor* generator utama (1).





Gambar 3.5.

**Diagram rangkaian dasar dari sistem excitasi tanpa sikat.**

- a : Regulator mendapat energi dari *pilot exciter magnet permanent*.
- b : Regulator mendapat energi dari terminal generator utama.
- R : Regulator tegangan.
- r : *Rotating part*.



- 1 : 1a . Generator utama.
- 2 : *Exciter* 3 phase
- 3 : Penyearah jembatan
- 4 : *Pilot exciter* magnet permanen.
- 5 : *Trafo supply*.
- 6 : Trafo arus
- 7 : Trafo tegangan untuk harga yang sebenarnya.
- 8 : Rangkaian RC untuk melindungi penyearah 3.

Kumparan 3 phase dari armatur *exciter* mensupply penyearah (3) yang terpasang pada poros mesin. Terminal *output* dari penyearah terhubung ke terminal kumparan medan (1a) dari mesin utama, oleh konduktor yang melalui lobang pada pusat poros mesin.

Ada 2 cara untuk mensupply medan *exciter* pada *exciter* 2 dengan daya diatas 50 kw *supply* diambil dari sebuah *pilot exciter* (4) yang berupa mesin arus bolak-balik 3 *phase* dengan kutub magnet permanen.

*Exciter* dengan daya excitasi nominal dibawah 50 kw mendapat *supply* penguatan dari terminal mesin utama.

Pada Gambar 3.6. proteksi dilakukan oleh rangkaian R.C. Tiap-tiap *diode* mempunyai sebuah *fuse* yang akan memisahkannya dari rangkaian jika *diode* tersebut tembus ( *break down* ).

Untuk menjamin dari kelancaran operasi, biasanya dipasang *diode* lain secara paralel, sebagai cadangan, sehingga sebuah *diode* tembus / rusak operasi dapat berjalan terus.

Pemakaian *diode* secara paralel juga dilakukan jika kepastian arus dari *diode* yang dipakai adalah lebih kecil daripada kapasitas yang dibutuhkan.

Sedangkan, jika kapasitas tegangan diodenya yang kurang tinggi, maka dapat dipakai *diode-diode* secara seri.

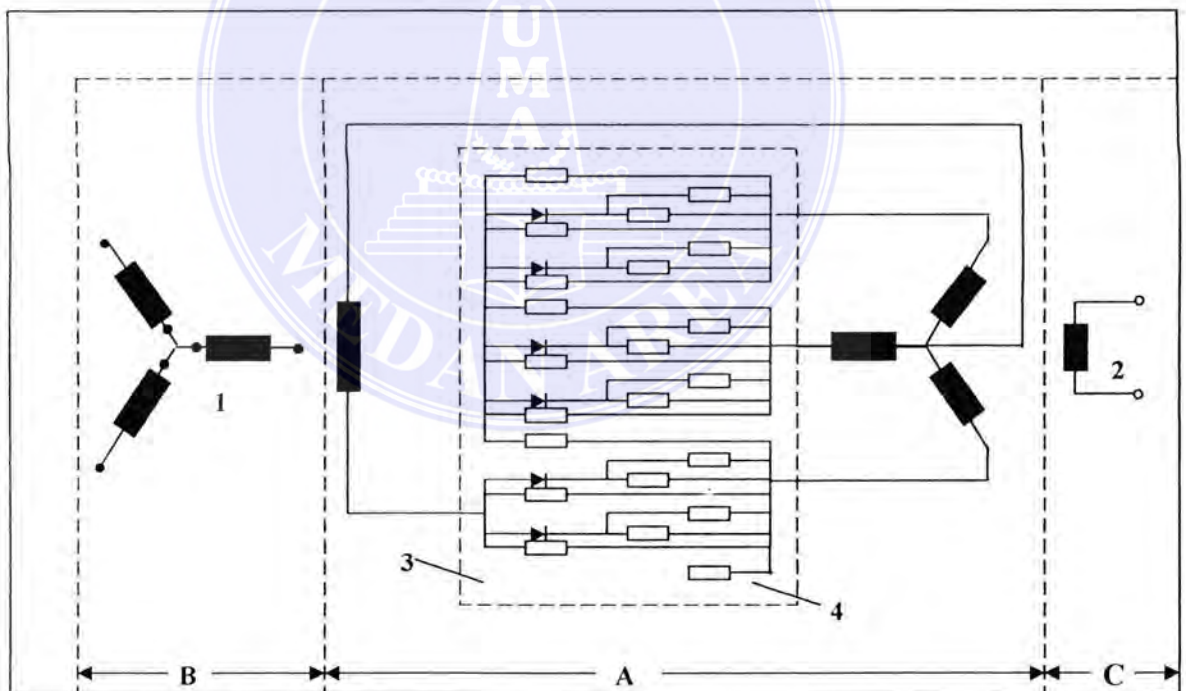
Gambar 3.6. adalah diagram rangkaian pada sistem excitasi *ROTADUCT I* untuk generator tanpa sikat yang dipergunakan oleh *A.E.G* pada generator tanpa sikat 22.500 kva.

Karena tegangan-tegangan *exciter* yang rendah maka dapat dipakai rangkaian penyearah setengah gelombang (hubungan bintang).

Pada tiap lengan terpasang sebuah diode dan diode cadangan yang masing-masing dilindungi oleh sebuah *fuse* yang terhubung seri.

Jika fuse tersebut putus, indicator akan bekerja dan mendorong sebuah jarum *indicator*.

Indikator-indikator ini dicek dengan penerangan *stroboscopis*, dengan demikian dapat diketahui adanya sebuah *diode* yang rusak (*fuse* yang putus).



Gambar 3.6.

Diagram rangkaian (*power part*) sistem *Rotaduct I*.

- A : Bagian yang berputar.
- B : Bagian yang *stationer*.
- C : Bagian yang *stationer*.
- 1 : Mesin utama.
- 2 : *Exciter*.
- 3 : Cincin support dengan *diode, fuse, indicator* dan *resistor* proteksi ( paralel )
- 4 : Indikator kesalahan tanah.

Proteksi diode terhadap tegangan lebih dilakukan oleh *resistor-resistor* yang terpasang paralel dengan *diode-diode*

Dengan pemakaian hubungan bintang ini, dapat di cek adanya kesalahan hubung tanah dengan sebuah *indicator*.

Indicator tersebut terhubung antara salah satu sebuah *phase armatur exciter* dan besi kotor.

Jika pada salah satu kumparan *armatur exciter* terjadi hubungan singkat ke besi rotor, maka arus kesalahan akan mengalir melalui *indicator* tersebut yang akan menggerakkan alat-alat proteksi yang bersangkutan.



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Sistem excitasi tanpa sikat untuk mesin sinkron adalah sistem excitasi yang mempergunakan *exciter* arus bolak-balik dengan kutub pada *stator* dan penyearah semi konduktor yang turut berputar bersama *rotor*.

Penghapusan penggunaan sikat kontak dari sistem excitasi generator *sinkron* memberi keuntungan sebagai berikut :

- Memperkecil kemungkinan gangguan pada mesin
- Memperbesar kemungkinan penggunaan pada instalasi-instalasi pada pabrik pupuk sejenis.
- Memperbesar kemungkinan otomatisasi.

#### Saran

*Auxiliary Generator* harus seminggu sekali dijalankan untuk pemeriksaan, sehingga bila ada kerusakan cepat bisa diperbaiki, sehingga bila sumber utama jatuh *Auxiliary generator* dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Pada setiap pabrik pupuk hendaknya dilengkapi dengan *Auxiliary Generator* untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan. Tenaga kerja sebaiknya dipilih dengan latar belakang pendidikannya sehingga, memberikan efektivitas kerja yang baik dan dapat menimbulkan *interesting* atau keahlian.

*Auxiliary generator* yang akan digunakan sebagai *start* utama turbin gas pada pabrik Pupuk Iskandar Muda ini, hendaknya diusahakan yang bekerjanya secara otomatis dengan semua perlengkapan yang komplit dan diusahakan agar pemasangannya dekat ke pusat-pusat distribusi beban.

## DAFTAR PUSTAKA

1. *I.E.E.E Recommended Practice For Emergency And Standby Power System For Industrial And Commercial Applications.*
2. *Detroit Diesel Engines Series 149 (Serial Manual).*
3. Pupuk Iskandar Mudz Plant.
4. *Generator Sets And Control System (Kato).*
5. *Introduction To Gas Turbine Operations And Mintenance.*
6. *Electrical Manitenanace Seminar G And E.*
7. Teknik tenaga listrik by Dr. A. Arismunandar and Dr. S. Kuwahara.
8. *Motor Diesel Putaran Tinggi* by Wiranto Arismunandar and Koichi Tsuda.

