

Analisa Penggunaan Motor Sinkron Dengan Kapasitor

Yusmartato, Ramayulis Nasution, Armansyah

Prodi Teknik Elektro Universitas Islam Sumatera Utara
yusmartato@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Pada dasarnya motor sinkron berfungsi sebagai penggerak beban mekanis dan juga motor sinkron dapat beroperasi pada faktor daya terdahulu maupun pada faktor daya terbelakang. Kapasitor bekerja pada faktor daya terdahulu, sedangkan motor induksi hanya bekerja pada faktor terbelakang. Motor induksi ini adalah merupakan beban induktif yang membutuhkan arus magnetising. Motor sinkron tidak dapat menstart dengan sendirinya. Oleh karena itu beberapa tahun yang lalu cara yang digunakan untuk menstart motor sinkron adalah dengan cara mengkopel dengan motor arus searah, sehingga dapat dicapai kecepatan putaran sinkronnya. Namun demikian berkat perkembangan zaman para ahli telah memikirkan cara yang lebih efisien untuk menstart motor sinkron yaitu dengan menggunakan belitan starting. Kapasitor bekerja pada faktor kerja terdahulu dan pemakaian kapasitor biasanya lebih ekonomis bila digunakan untuk beban-beban induktif yang kapasitasnya kecil. Tetapi bila kapasitor digunakan pada beban induktif yang berkapasitas besar, maka penggunaan kapasitor tersebut dikatakan tidak ekonomis lagi. Untuk beban induktif yang berkapasitas besar akan lebih ekonomis jika digunakan motor sinkron, sebab selain motor sinkron sebagai penggerak beban mekanis juga motor sinkron dapat mensupply daya reaktif.

Kata Kunci : Motor Sinkron, Kapasitor, Faktor Daya, Daya Reaktif

I. PENDAHULUAN

1. 1Latar Belakang

Motor sinkron biasanya digunakan pada industri menengah ke atas yang mempunyai kapasitas bebannya besar dan motor ini beroperasi pada faktor kerja terbelakang maupun pada faktor kerja terdahulu. Motor sinkron ini mempunyai dwi fungsi antara lain :

- a. Sebagai penggerak beban-beban mekanis.
- b. Sebagai perbaikan faktor kerja.

Disamping itu motor sinkron ini cenderung untuk mempertahankan agar tegangan pada terminal inputnya tetap atau konstant.

Perubahan beban yang besar secara tiba-tiba akan menyebabkan motor sinkron hilang keserempakannya. Arus hubung singkat yang sangat besar yang mengalir pada belitan medan mengakibatkan kumparan peredam menjadi rusak.

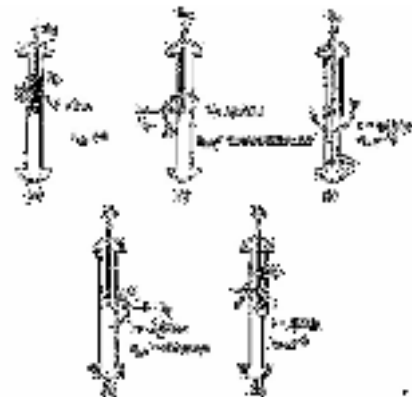
Pada motor sinkron yang mengakibatkan fluks terdiri dari fluks yang ditimbulkan arus bolak-balik pada stator dan fluks yang ditimbulkan arus searah pada rotor. Motor sinkron dan kapasitor dapat memperbaiki faktor kerja dengan mensupply daya reaktif yang dibutuhkan oleh beban-beban induktif. Pemakaian motor sinkron adalah lebih ekonomis pada industri menengah ke atas daripada kapasitor.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2. 2Starting Motor Sinkron

Pada saat start (tegangan dihubungkan ke kumparan stator) kondisi motor adalah diam dan medan rotor juga stasioner, medan magnet stator mulai berputar pada kecepatan sinkron. Saat $t=0$, BR dan BS adalah segaris, maka torsi induksi pada rotor adalah nol. Kemudian saat $t = \frac{1}{4}$ siklus rotor

belum bergerak dan medan magnet stator ke arah kiri menghasilkan torsi induksi pada rotor berlawanan arah jarum jam. Selanjutnya pada $t = \frac{1}{2}$ siklus BR dan BS berlawanan arah dan torsi induksi pada kondisi ini adalah nol. Pada $t = \frac{3}{4}$ siklus medan magnet stator ke arah kanan menghasilkan torsi searah jarum jam. Demikian seterusnya pada $t = 1$ siklus medan magnet stator kembali segaris dengan medan magnet rotor. Bentuk hubungan Torsi motor sinkron pada kondisi start ini diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Torsi motor sinkron pada kondisi start

Selama satu siklus elektrik dihasilkan torsi pertama berlawanan jarum jam kemudian searah jarum jam, sehingga torsi rata-rata pada satu siklus adalah nol. Ini menyebabkan motor bergerak pada setiap siklus dan mengalami pemanasan lebih. Tiga pendekatan dasar yang dapat digunakan untuk menstart motor sinkron dengan aman adalah dengan cara :

1. Mengurangi kecepatan medan magnet stator pada nilai yang rendah, sehingga rotor dapat mengikuti dan menguncinya pada setengah siklus putaran medan magnet. Hal ini dapat dilakukan dengan mengurangi frekwensi tegangan yang diterapkan.
2. Menggunakan penggerak mula eksternal untuk mengakselerasikan motor sinkron hingga mencapai sinkron, kemudian penggerak mula dimatikan (dilepaskan).
3. Menggunakan kumparan peredam (damper winding) atau dengan membuat kumparan rotor motor sinkron seperti kumparan rotor belitan pada motor induksi (hanya saat start).

Misalkan kecepatan putar medan putar stator adalah n_1 dan kecepatan putar medan putar rotor adalah n , maka kecepatan relatif medan stator terhadap rotor adalah sebesar $n_1 - n$.

Kecepatan medan laju terhadap kumparan stator yang diam adalah :

$$n_d = n - (n_1 - n) = n_1$$

Kecepatan medan mundur terhadap kumparan stator yang diam adalah :

$$n_r = n - (n_1 - n) = 2n - n_1$$

Arus yang terinduksi oleh medan mundur terhadap belitan stator mempunyai frekuensi sebesar :

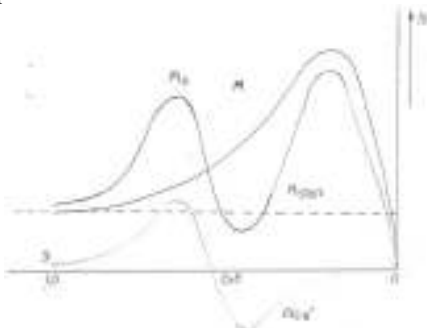
$$f^* = p \cdot n_r (1 - 2s)$$

$$= f_1 (1 - 2s)$$

dimana : p = jumlah kutub

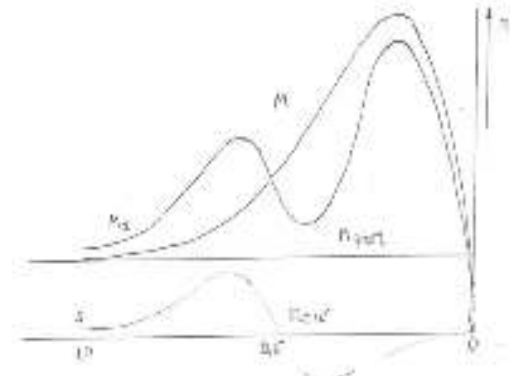
s = slip

Pada slip $s = 0,5$ tidak ada arus yang di induksikan pada belitan stator. Untuk kecepatan putar rotor lebih kecil dari $\frac{n_1}{2}$ medan mundur ini akan berputar berlawanan arah dengan arah putar medan putar. Sedangkan untuk kecepatan putar yang lebih besar dari $\frac{n_1}{2}$ medan mundur akan berputar searah dengan arah putaran stator dan arah putaran rotor.



Gambar 2. Kurva torsi motor pada saat start

Kurva torsi motor sinkron pada saat starting dengan metoda induksi dimana belitan medannya dihubung singkat langsung.



Gambar 3.

Kurva torsi motor sinkron pada saat starting dengan metoda motor induksi dimana belitan medannya dihubung singkat melalui sebuah tahanan.

Pada saat starting, motor sinkron yang mempunyai kumparan starting, belitan medan harus dihubung singkat melalui sebuah tahanan. Karena untuk torsi pengereman statis yang besar pada poros M_{start} , jika kumparan medan dihubung singkat langsung, motor tidak dapat berputar melebihi $\frac{1}{2}$ kali kecepatan putaran sinkronnya.

2. 4Memperbaiki Faktor Kerja Dengan Menggunakan Motor Sinkron

Nilai faktor kerja ($\cos \phi$) yang besar, membawa pengaruh yang baik pada jaringan primer dan sekunder. Makin besar daya reaktif suatu beban, makin kecil pula faktor kerjanya. Faktor kerja yang terbelakang terjadi pada kondisi dimana arus terbelakang terhadap tegangan dan keadaan ini dijumpai pada beban induktif.

Sebaliknya faktor kerja terdahulu terjadi pada kondisi dimana arus mendahului tegangan dan keadaan ini dijumpai pada beban kapasitif. Untuk daya terpasang tertentu, bila terdapat banyak beban induktif sehingga faktor kerjanya rendah sekali, maka daya aktif yang ditimbulkan akan jauh lebih kecil dari daya butanya.

Pada efisiensi beban penuh motor sinkron dapat beroperasi pada faktor kerja mendekati satu (1) atau pada faktor kerja 0,8 leading, tetapi bila motor ditambah beban lagi putaran pada motor akan berkurang atau motor hilang keserempakannya.

Pada kondisi ini kumparan peredam sangat berpengaruh untuk menaikkan putaran agar putaran motor menjadi sinkron kembali dengan menaikkan arus medan. Motor sinkron dapat menahan tegangan pada sistem yang lemah, juga pada rating tegangan yang besar motor dapat mengatur tegangan agar tetap stabil. Bila kumparan medan diberi penguat yang berlebihan arus I_L akan leading terhadap tegangan, disini motor sinkron mempunyai fungsi yang sama dengan kapasitor.

III. PENGGUNAAN KAPASITOR DAN MOTOR SINKRON

3.1 Memperbaiki Faktor Kerja Dengan Menggunakan Kapasitor

Dasar-dasar pengertian faktor kerja, defenisi dari faktor kerja adalah perbandingan antara daya aktif (KW) terhadap total daya buta (KVA). Dalam rangkaian listrik, biasanya kita mempunyai dua macam beban listrik antara lain :

- Beban resistif.
- Beban induktif.

Yang masing-masing mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

Beban resistif adalah : Beban yang semata-mata terdiri dari tahanan ohm saja, dimana daya yang dikonsumsi pada beban ini hanya daya aktif saja.

Beban induktif adalah : Beban yang mengandung kumparan-kumparan yang dililit pada inti besi, dimana beban ini mengkonsumsi daya reaktif yang dibutuhkan untuk pembentukan medan magnet dalam beban. Tanpa adanya arus magnetising pada beban energi listrik tidak dapat mengalir melalui inti besi ke transformator atau menyeberangi celah udara beban (motor induksi).

Jadi penjumlahan vektor dari daya reaktif (Q) dan daya aktif (P) biasanya disebut daya buta (S).

$$\bar{S} = \bar{P} + \bar{Q} \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana : S = Daya buta
 P = Daya aktif
 Q = Daya reaktif

Daya buta (S) : Dinyatakan dalam VA atau KVA merupakan kapasitas peralatan listrik seperti daya pada generator atau trafo dan PLN (total poer).

Daya aktif (P): Dinyatakan dalam watt atau kilowatt adalah daya yang melakukan usaha yang sebenarnya atau daya-daya yang terpakai (effektive power).

Daya reaktif (Q): Dinyatakan dalam VAR atau dalam KVAR adalah daya yang tidak terpakai (reaktive power).

Perbandingan daya aktif terhadap daya buta disebut faktor kerja.

$$\text{Faktor kerja} = \frac{\text{Daya aktif}}{\text{Daya buta}}$$

$$\text{Cos } \emptyset = \frac{\text{KW}}{\text{KVA}} \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

Hubungan antara KVA, KW dan KVAR adalah sebagai berikut :

$$\text{KVA} = (\text{KW})^2 + (\text{KVAR})^2$$

Makin besar daya reaktif suatu beban, makin rendah faktor kerjanya. Nilai faktor kerja (cos Ø) yang besar, membawa pengaruh yang baik pada jaringan-jaringan primer dan sekunder.

Faktor kerja yang langsung terjadi pada keadaan dimana arus didahului oleh tegangan dan keadaan ini dijumpai pada beban induktif (menghendaki daya reaktif). Sebaliknya faktor kerja yang terdahulu terjadi pada kondisi dimana arus mendahului tegangan dan keadaan ini dijumpai pada beban kapasitif (mensupplay daya reaktif).

Bagaimana kapasitor memperbaiki faktor kerja. Menggunakan kapasitor sebagai alat untuk memperbaiki faktor adalah cara yang paling baik, tepat dan ekonomis dan tidak menghendaki penambahan tenaga penggerak motor yang besar.

Sebenarnya pada saat sistem menghendaki kapasitor mensupplay daya reaktif yang dibutuhkan untuk pembentukan arus magnetising pada beban induktif, maka kapasitor akan memindahkan daya-daya reaktif yang dihasilkan untuk beban induktif, dan penambahan beban lain dilakukan pada sistem yang sama.

Hal ini akan menimbulkan masalah pada rangkaian antara lain :

- a. Untuk daya terpasang tertentu, bila terdapat banyak beban induktif sehingga faktor kerjanya rendah sekali, maka daya aktif yang ditimbulkan jauh lebih kecil dari daya buta.

Contoh :

Suatu pabrik dengan beban total 200 KW, bila cos Ø = 0,5. Maka dibutuhkan daya pada genset sebesar:

$$S = \frac{200}{0,5} = 400 \text{ KVA}$$

Bila cos Ø = 0,8 maka dibutuhkan daya pada genset sebesar :

$$S_2 = \frac{200}{0,8} = 250 \text{ KVA}$$

Bila faktor kerja rendah, maka kapasitor daya yang diperlukan menjadi lebih besar.

Dalam perbaikan faktor kerja dan peningkatan faktor kerja.

Dalam perbaikan faktor kerja disini diambil contoh sebagai berikut :

1. Suatu pabrik mempunyai sumber daya berupa 3 buah generator masing-masing 150 KVA yang paralel. Jumlah bebannya adalah 210 KW. Setelah ditest cos Ø = 0,6. Berarti untuk menjalankan seluruh beban (210 KW) diperlukan daya sebesar :
 210 KW : 0,6 = 350 KVA (dijalankan dengan 3 generator).

Tetapi setelah $\cos \emptyset$ ditingkatkan menjadi 0,95, maka daya yang dibutuhkan untuk menjalankan seluruh beban menjadi hanya
 $210 : 0,95 = 221 \text{ KVA}$ (cukup dijalankan dengan dua buah generator).

Keuntungan yang diperoleh :

- Dapat dihemat pemakaian bahan bakar untuk satu generator.
 - Pemakaian tiga generator dapat dipergunakan secara bergantian, sehingga memperpanjang umur generator.
 - Satu generator dapat dipakai sebagai cadangan, sehingga tidak perlu ditambah dengan satu generator lagi bila salah satu generator rusak atau produksi tidak akan terganggu.
2. Suatu pabrik dengan sumber daya generator 500 KVA, jumlah beban 310 KW, $\cos \emptyset = 0,65$. Suatu ketika bebannya akan ditambah dengan 100 KW (menjadi 410 KW), tetapi ternyata sumber daya yang tersedia tidak mencukupi, bagaimana cara mengatasinya ?
 Beban 310 KW membutuhkan daya 310 KW : $0,65 = 476 \text{ KVA}$ (hampir overload). Bila beban ditambah dengan 100 KW, maka daya yang diperlukan adalah $410 : 0,65 = 630 \text{ KVA}$ (generator overload).

Untuk itu $\cos \emptyset$ ditingkatkan dari 0,65 menjadi 0,95 sehingga $310 \text{ KW} : 0,95 = 329 \text{ KVA}$ (sebelum ditambah 100 KW).
 Bila beban ditambah 100 KW, maka daya yang diperlukan adalah $410 : 0,95 = 431 \text{ KVA}$.

Dari perhitungan diatas dapat dilihat :

- Sebelum dilakukan penambahan beban 100 KW, dengan ditingkatkan $\cos \emptyset$ dari 0,65 menjadi 0,95 dapat dihemat daya sebesar 147 KVA ($476 - 329 \text{ KVA} = 147 \text{ KVA}$).
- Dengan ditingkatkan $\cos \emptyset = 0,95$ dayanya ditambah dengan 100 KW (beban 100 KW), maka generator masih dapat dijalankan dengan sumber daya 500 KVA, bahkan bebannya lebih ringan dari sebelumnya (sebelum beban ditambah $\cos \emptyset = 0,65$ dayanya 476 KVA, sedangkan setelah penambahan beban 100 KW dan $\cos \emptyset = 0,95$ daya hanya 431 KVA).
- Bila $\cos \emptyset$ tetap 0,65 berarti harus dilaksanakan penambahan sumber daya (generator) dengan demikian dengan meningkatkan $\cos \emptyset$ dapat kita hemat biaya untuk membeli generator berikut bahan bakarnya.
- Dengan makin ringannya beban berarti usia dari generator dapat diperpanjang.

Cara untuk meningkatkan $\cos \emptyset$

Untuk meningkatkan $\cos \emptyset$ agar dapat diperoleh efisiensi yang tinggi (setinggi) mungkin dari daya listrik atau mengurangi daya reaktif,

maka perlu dipasang kapasitor daya, dimana kapasitor daya ini mensuplay arus reaktif.

Cara untuk menghitung besarnya kapasitas kapasitor yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- Pertama-tama harus memahami apakah yang disebut dengan KVA, KW, dan KVAR dan selanjutnya bagaimana hubungan diantara ketiga satuan tersebut.
- Harus diketahui dengan pasti berapakah KW maksimum karena KW adalah tetap. Hal ini dapat dilihat dari hubungan sebagai $\text{KVA} \cos \emptyset = \text{KW}$.
- Sebelum dilakukan perbaikan $\cos \emptyset$ harus dilakukan test $\cos \emptyset$ sehingga dapat diketahui dengan tepat berapa $\cos \emptyset$ nya.
- Perlu diketahui bahwa tinggi rendahnya suatu $\cos \emptyset$ tidak tergantung pada sumber dayanya apakah itu PLN ataupun generator, tetapi sangat tergantung pada beban.
- Untuk sementara sumber daya PLN $\cos \emptyset$ dapat ditingkatkan sampai 1 (100 %), sedangkan untuk sumber daya dari generator sangat tergantung dengan Dissel Engine (berapa continous outputnya) yang terhitung dalam satuan KW.

Pada umumnya faktor kerja dari generator hanyalah berkisar 0,8 - 0,87.

Cara perhitungan

$$\text{Rumus KVA} = \frac{\sqrt{(\text{KW})^2 + (\text{KVAR})^2}}{\text{KVAR}} = \sqrt{(\text{KVA})^2 + (\text{KW})^2}$$

$$\text{KW} = \text{KVA} \times \cos \emptyset$$

$$\text{KVA} = \text{Arus (A)} \times \text{Tegangan (V)} \times 1,73 (3\emptyset)$$

Misalnya :

Suatu sistem listrik 3 \emptyset , 4 kawat 380/220 Volt, arus maksimum 800 ampere dan $\cos \emptyset = 0,7$.

Seberapa atau berapakah KVAR kapasitor yang diperlukan untuk menaikkan $\cos \emptyset = 0,95$.

Cara A (dengan perhitungan)

1. Daya (KVA) = $\frac{800 \text{ A} \times 380 \text{ V} \times 1,73}{1000} = 526 \text{ KVA}$
2. Beban (KW) = $526 \text{ KVA} \times 0,7 = 368 \text{ KW}$
3. Kerugian (KVAR) = $(\text{KVAR}) = \sqrt{(526)^2 + (368)^2} = 375 \text{ KVAR}$
 Sebelum perbaikan daya aktif adalah 375 KVAR
4. Bila $\cos \emptyset$ dinaikkan menjadi 0,95, maka daya yang diperlukan $368 \text{ KW} : 0,95 = 387 \text{ KVA}$

5. $(KVAR)^2 = \sqrt{(387)^2 - (368)^2} = 199$
KVAR
6. Besarnya kapasitor yang diperlukan adalah :
= (KVAR) – (KVAR)
= 375 KVAR – 119 KVAR
= 256 KVAR
Jadi diperlukan kapasitor daya 3Ø, 400 Volt
250 KVAR

Cara B (dengan mempergunakan tabel)

1. Setelah dihitung didapat daya aktif = 368 KW
2. Pada tabel dapat dilihat bahwa untuk meningkatkan cos Ø dari 0,7 menjadi 0,95, maka daya aktif dikali dengan faktor 69 %.
3. Maka : 368 KW x 0,69 = 253 KVAR

3.2 Keuntungan-keuntungan dari Penggunaan Motor Sinkron

- Motor sinkron sebagai penggerak beban-beban mekanis, seperti kompresor, blower, pompa dan lain-lain.
- Motor sinkron dapat memperbaiki faktor kerja dengan mensupply daya reaktif yang dibutuhkan oleh beban induktif yang berkapasitas besar.
- Motor sinkron dapat memperbaiki faktor kerja mendekati satu.
- Faktor kerja pada motor sinkron dapat diatur dengan mengubah-ubah arus medan (I_f).
- Motor sinkron dapat memperbaiki tegangan kerja atau mempertahankan tegangan pada terminal input agar tetap stabil.

Misalnya bila tegangan pada terminal input menurun, maka arus kerja I_L akan semakin maju (leading) terhadap tegangan terminal, yaitu dengan bantuan dari kumparan peredam pada rotor motor sinkron.

- Pemakaian penguatan yang berlebihan (over excitation) pada kumparan medan, yang dapat menyebabkan mengalirnya arus pada faktor kerja terdahulu (leading).

Bila motor sinkron tegangan sumbernya berasal dari sumber saluran yang mempunyai reaktansi induktif dan bila tegangan sumber menurun, tegangan terminal (V) akan tetap konstant.

Hal ini disebabkan dengan adanya kumparan peredam karena arus yang melalui (mengalir) pada kumparan peredam ini cenderung menghasilkan fluks konstant. Jadi dengan adanya kumparan peredam ketidakeimbangan tegangan sumber pada terminal motor dapat diperbaiki.

3.3 Keuntungan-keuntungan dari Penggunaan Kapasitor

- Kapasitor dapat memperbaiki faktor kerja dengan mensupply sumber daya reaktif yang

dibutuhkan oleh beban induktif untuk pembentukan arus magnetising.

- Kapasitor dapat menyimpan muatan listrik.
- Pemasangan kapasitor shunt pada suatu industri dapat berfungsi sebagai keperluan pengaturan tegangan. Tegangan dapat diatur dengan memutuskan kapasitor shunt secara bertahap karena adanya perubahan tegangan.
- Kapasitor mempunyai rugi-rugi yang sangat rendah.
- Kapasitor yang dipasang pada suatu industri tidak membutuhkan biaya yang besar seperti motor sinkron, sebab kapasitor tersebut dapat dipasang ditempat yang diinginkan dan kapasitor tidak memerlukan biaya perawatan.

3.4 Kerugian-kerugian dari Penggunaan Motor Sinkron

- Motor sinkron mempunyai rugi-rugi yang lebih besar daripada kapasitor.

Adapun rugi-rugi tersebut adalah sebagai berikut :

- Rugi-rugi tembaga pada kumparan peredam.
- Rugi-rugi mekanis atau rugi-rugi gesekan.
- Pemasangan motor sinkron membutuhkan biaya fondasi mesin yang besar.
- Motor sinkron memerlukan biaya perawatan mesin dan membutuhkan tempat yang luas.
- Motor sinkron harus dilengkapi dengan peralatan starting dan sebagainya.

3.5 Kerugian-kerugian dari Penggunaan Kapasitor

- Kapasitor mempunyai fungsi tunggal, yaitu hanya menghasilkan daya reaktif saja, sedangkan motor sinkron disamping sebagai penggerak beban mekanis juga berfungsi sebagai sumber daya reaktif pada sistem yang sama.
- Bila terjadi kerusakan pada kapasitor atau kapasitor tersebut telah bocor, maka kapasitor tersebut harus diganti dengan kapasitor yang baru dengan kata lain kapasitor tersebut tidak dapat diperbaiki lagi.
- Daya reaktif pada kapasitor sudah tertentu atau ditentukan dari pabrik pembuatannya, biasanya pada bagian body pada kapasitor tertera KVARnya.

Jadi tidak dapat dirubah lagi untuk menghasilkan KVAR yang lebih tinggi dari harga yang ditentukan.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Motor Sinkron atau Kapasitor yang Layak Digunakan Pada Suatu Industri Menengah Keatas Dalam Memperbaiki Faktor Kerja

Penjelasan dari bab sebelumnya dapat kita lihat bahwa motor sinkron dalam memperbaiki faktor kerja mempunyai perbedaan dengan kapasitor,

walaupun kedua-duanya sama-sama berfungsi memperbaiki faktor kerja. Disini penulis cenderung memilih motor sinkron dalam memperbaiki faktor kerja pada industri menengah keatas, sebab pada industri menengah membutuhkan banyak pemakaian daya, baik daya aktif maupun daya reaktif.

Biasanya pada industri menengah keatas ini banyak memakai beban-beban induktif seperti motor induksi blower, kompresor dan lainnya. Sehingga memerlukan daya reaktif untuk pembentukan arus magnetising. Perlu kita ketahui bahwasanya tanpa ada arus magnetising beban induktif ini tidak dapat bekerja.

Disini motor sinkron sangat berpengaruh dalam mengatasi beban induktif, sebab motor sinkron sanggup memperbaiki faktor kerja pada $\cos \phi = 1$, seakan-akan beban resistif saja. Selain motor sinkron juga sebagai penggerak beban-beban mekanis, jadi motor ini sambil menggerakkan beban mekanis juga mensupplay daya reaktif yang dibutuhkan beban induktif pada saat putaran motor mencapai sinkron.

Dari segi teknisnya motor sinkron ini lebih layak digunakan pada industri menengah keatas karena motor ini mempunyai dwifungsi daripada kapasitor yang mana fungsi hanya mensupplay daya reaktif saja. Dan Kapasitor tidak dapat kita ubah-ubah daya reaktifnya sebab sudah mempunyai batas-batas tertentu KVAR nya yang diperlukan oleh beban induktif tersebut dan jika ada penambahan beban induktif lagi, maka daya reaktif yang harus disupplay oleh kapasitor akan bertambah, sedangkan batas KVAR pada kapasitor sudah ditentukan dalam beban-beban induktif yang harus disupplay dan akibat penambahan beban tersebut kapasitor tidak sanggup mengatasinya sehingga kapasitor tersebut menjadi rusak.

Kapasitor yang sudah rusak ini tidak dapat diperbaiki dan kapasitor harus diganti. Peristiwa ini adalah suatu pemborosan pada perusahaan.

4.2 Penggunaan Motor Sinkron yang Layak Digunakan Pada Industri Menengah Keatas dan Alasannya

Motor sinkron dan kapasitor mempunyai fungsi yang sama, yaitu sama-sama dapat memperbaiki faktor kerja, tetapi pada kapasitor hanya dapat memperbaiki faktor kerja terdahulu saja, sedangkan pada motor sinkron beroperasi pada faktor kerja terbelakang maupun pada faktor kerja terdahulu.

Selain itu motor sinkron juga sebagai penggerak beban mekanis. Kapasitor umumnya dipakai pada industri yang kecil, sebab pada industri tersebut mempunyai beban induktif yang kecil dan rugi-ruginya pun tidak besar sehingga cocok digunakan pada industri kecil.

Walaupun demikian kapasitor juga dapat digunakan pada industri yang besar, tetapi penggunaan kapasitor pada industri semacam ini tidak lagi ekonomis, melainkan pemborosan sebab

membutuhkan biaya yang besar disamping itu kapasitor hanya beroperasi pada faktor kerja terdahulu dan kapasitor mempunyai batas tertentu untuk mensupplay daya reaktif yang dibutuhkan oleh beban-beban induktif yang besar.

Motor sinkron umumnya dipakai pada industri menengah keatas, sebab motor sinkron ini sengaja dirancang khusus dari pabrik pembuatannya untuk dapat mensupplay daya reaktif yang dibutuhkan beban-beban induktif yang berkapasitas besar.

Bila pada beban penuh motor sinkron beroperasi pada faktor kerja terbelakang, maka dengan menaikkan arus medan (I_f) putaran pada motor sinkron akan berputar dengan kecepatan sinkron, sehingga motor bekerja pada faktor terdahulu.

Selain itu motor sinkron berfungsi sebagai penggerak beban mekanis yang banyak menguntungkan bagi perusahaan, yaitu dengan mengkopel as (rotor) daripada motor sinkron untuk menggerakkan beban. Penggunaan motor sinkron dapat mengirit penggunaan motor-motor penggerak yang lain.

Jika dengan menggunakan kapasitor sebagai perbaikan faktor kerja yang aturan perusahaan tersebut menggunakan 5 buah motor penggerak sekarang setelah menggunakan motor sinkron hanya menggunakan 2 buah motor penggerak saja. Ini berarti penggunaan motor sinkron lebih ekonomis pada kapasitas beban yang besar.

V. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil oleh penulis adalah sebagai berikut :

1. Motor sinkron lebih layak digunakan pada industri menengah keatas daripada kapasitor, karena motor jenis ini memiliki dwifungsi.
2. Motor sinkron dapat mengatur tegangan agar tegangan pada terminal tetap stabil dimana $V = E$.
3. Kecepatan putar motor sinkron dapat diatur dengan mengubah arus medan dan dapat menjaga agar putaran tetap sinkron.
4. Motor sinkron dapat memperbaiki faktor kerja untuk beban induktif dan beban kapasitif ($V = E$).
5. Kapasitor digunakan untuk beban-beban yang tidak begitu besar seperti pada industri biasa dan motor sinkron digunakan untuk beban-beban yang berkapasitas besar seperti halnya yang digunakan pada industri menengah keatas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bartkiw Sookhoo, *Electrical Systems Technology*.
- [2] Donal G. Find and H. Wayne Beaty, *Standart Hand Book For Electrical Engineers*.
- [3] Edward Hughes, *Electrical Technology*.

- [4] Irwin Lazar, *Electrical System Analysis and Design For Industrial Plant*.
- [5] Theodore Wildi, *Electrical Machines Drives and Power Systems*.
- [6] Westinghouse, 1950, *Electrical Transmisi and Distribusi Referense Book*.
- [7] W. C. Bloomquist, 1950, *Kapasitor For Industrial*, John Willy & Sons, New York, London.
- [8] W. G. Watson, 1977, *Electrical and Electronic Engineering*, Longman Group Limited.
- [9] Yusmartato, 2018, *New Method for Locker Door With Face Security System Using Back Propagation Algorihm*, International Journal of Engineering & Technology, 7 (2.13), 402-405.
- [10] Yusmartato, 2018, *Analysis of Stability Improvements by Using Capacitors*, International Journal of Engineering & Technology, 7 (2.13), 357-361.
- [11] Yusmartato, 2018, *Initial Design of The 3 KW Electrical Motor Cycle*, The International Conference on Multidisciplinary Research (ICMR), Medan September. Publish by: Science and Technology Publications Indexed bay Scopus.
- [12] Yusmartato, 2018, *New Method for Turning and shutting Power Flow Light with Voice Based Command Arduino Uno Using Smartphon*, International Journal of Engineering & Technology.