

---

## ANALISIS PERUBAHAN FREKUENSI PADA INVERTER BG202-XM UNTUK PENGATUR KECEPATAN MOTOR SINKRON 100 WATT 3 FASA

Abdul Kodir Al Bahar, Nugraha Adi Putra

**Abstrak** - Motor sinkron berperan sebagai motor penggerak pada pintu lift dan juga seberapa besar pengaruh kecepatan putaran sebuah motor sinkron terhadap perubahan nilai frekuensi yang berbeda – beda. Untuk mengetahui dan membuktikan bahwa dengan mengatur nilai frekuensi pada motor sinkron dapat menentukan kecepatan putaran pada motor sinkron, maka itu dilakukan analisa kecepatan pada putaran motor berdasarkan pengaturan frekuensi dengan menggunakan inverter sebagai pengatur nilai frekuensinya. Inverter ialah alat pengontrol elektronik dengan metode modulasi PWM (*Pulse Width Modulation*) sebagai tekniknya untuk mengatur frekuensi keluaran agar dapat menentukan kecepatan putaran motor. Sebagai alat untuk mengukur kecepatan putaran motor menggunakan *Tachometer*. Akan tetapi berdasarkan teori maka kecepatan putaran motor dapat dilihat pada jumlah kutub yang terdapat pada motor tersebut. Jika frekuensi pada motor adalah 50 Hz dan jumlah kutub motor berjumlah 6 kutub, maka kecepatan maksimalnya 1000 rpm. Maka hasil teori berbanding lurus berdasarkan hasil pengukuran yaitu nilai frekuensi 5 Hz maka menghasilkan putaran motor 101,2 rpm dengan waktu tempuhnya 15,49 detik, saat 50 Hz maka menghasilkan putaran motor 1000,2 rpm dengan waktu tempuh 2,05 detik.

Kata kunci : Motor sinkron, *Frekuensi*, *Inverter*, *Tachometer*, modulasi PWM.

**Abstract** In this final project will contain about how the synchronous motor acts as a driving motor on the elevator door and also how much influence the speed of the synchronous motor speed on changes in the value of different frequencies. To find out and prove that by setting the frequency value on the synchronous motor can determine the rotation speed of the synchronous motor, then the speed analysis is carried out on the motor rotation based on the frequency setting by using an inverter as a regulator of the frequency value. Inverter is an electronic control device with PWM (*Pulse Width Modulation*) modulation method as a technique to adjust the output frequency in order to determine the motor rotation speed. As a tool to measure the speed of rotation of the motor using a tachometer. However, based on the theory, the rotational speed of the motor can be seen in the number of poles contained in the motor. If the frequency of the motor is 50 Hz and the number of poles of the motor is 6 poles, then the maximum speed is 1000 rpm. Then the theoretical results are directly proportional to the measurement results, namely the frequency value of 5 Hz, resulting in a motor rotation of 101.2 rpm with a travel time of 15.49 seconds, at 50 Hz it produces a motor rotation of 1000.2 rpm with a travel time of 2.05 seconds.

*Keywords: Synchronous motor, Frequency, Inverter, Tachometer, PWM modulation.*

## 1. PENDAHULUAN

Motor sinkron merupakan motor listrik bolak-balik (ac) yang putaran rotornya sama dengan putaran medan stator, dengan kata lain putaran rotor dengan putaran medan stator tidak mempunyai slip. Motor sinkron banyak digunakan pada peralatan industri yang banyak memakai putaran rendah pada penggerakannya. Pada dasarnya motor sinkron diketahui ada dua macam berdasarkan jumlah fasa yang digunakan, yaitu motor sinkron satu fasa dan motor sinkron tiga fasa. Sesuai dengan namanya motor sinkron tiga fasa digunakan untuk beroperasi menggunakan suplai tegangan tiga fasa.

Disamping keunggulan diatas kelemahan dari motor sinkron adalah tidak memiliki torsi awal pada starting. Pada prinsipnya motor sinkron dioperasikan pada kecepatan yang konstan, bila beban berubah maka kecepatan motor juga akan tetap sama. Karena itu dalam mempertahankan agar kecepatan pada putaran motor tetap konstan maka frekuensi harus diatur agar didapatkan kecepatan yang diharapkan dari motor sinkron diperlukan inverter untuk mengatur putaran motor sinkron.

Motor sinkron merupakan komponen yang penting dari berbagai industri dan telah banyak digunakan dimesin-mesin industri diantaranya sebagai penggerak mekanik pintu lift. Dalam pembentukannya dibuat suatu rangkaian antara inverter dengan motor sinkron agar putaran motor sinkron dapat diatur. Penggunaannya pada pengaturan putaran motor sinkron sebagai kontrol buka tutup pintu lift yang dimana pintu lift sangkar yang digerakan oleh motor sinkron juga berkerja untuk membuka dan menutup daun pintu lift yang berada di koridor gedung.

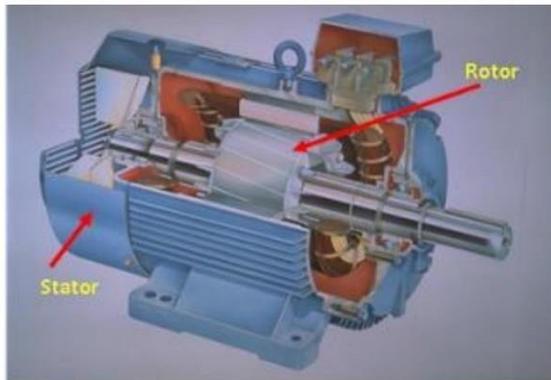
## 2. LANDASAN

### TEORI 2.1. Motor Sinkron

Motor sinkron itu ialah suatu jenis mesin listrik yang memiliki masukan arus AC, yang memiliki kecepatan konstan/tetap pada sistem frekuensi tertentu. Pada motor sinkron itu kecepatan konstan ialah kelebihan sekaligus kelemahan karena kecepatan medan putar di stator sama dengan kecepatan putar di rotor maka motor sinkron tidak mempunyai slip. Motor sinkron tidak memiliki torsi awal pada starting, maka untuk memicu daya pada torsi awal motor sinkron diperlukan arus searah DC untuk membangkitkannya, dan oleh sebab itu penggunaan motor sinkron sangat cocok untuk peralatan yang hanya memerlukan beban rendah pada pemakaian awalnya seperti kompresor udara dan perubahan frekuensi.

Motor sinkron berdasarkan penggunaannya yang selama ini banyak digunakan dalam dunia industri sebagai motor yang mendapat masukan yaitu berupa tenaga listrik untuk merubahnya menjadi energi gerak atau menghasilkan putaran atau memperbaiki faktor daya. Sehingga motor sinkron banyak digunakan pada sistem yang menggunakan banyak listrik.

Motor sinkron rugi-ruginya kecil sehingga karena rugi-ruginya keefesienannya lebih tinggi dibanding dengan motor listrik yang lain. Dan motor sinkron tidak mempunyai torsi awal, walaupun ada nilainya sangat kecil. Sehingga untuk startingnya itu dia membutuhkan eksitasi dengan menggunakan arus DC, berbeda dengan motor DC yang mempunyai torsi awalnya tinggi. Kumparan jangkar mesin sinkron sendiri itu sama dengan kumparan jangkar pada mesin induksi, akan tetapi kumparan pada medan mesin sinkron bentuknya seperti kutub sepatu (salient) atau kutubnya memiliki gap atau celah udara yang sama disetiap kisinya (rotor silinder).



Gambar 2.1 Bentuk Motor Sinkron.

Kecepatan sinkron dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut, karena putaran motor sama dengan fluks magnet maka:

$$n_s = \frac{120 \times f}{p} \text{ (rpm)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

- f = frekuensi (Hz)
- n<sub>s</sub> = kecepatan sinkron (rpm)
- p = jumlah kutub

**2.2. Prinsip Kerja Motor Sinkron**

Motor sinkron memiliki belitan pada jangkar stator dan belitan pada bagian medan rotor. Belitan jangkarnya sama seperti motor induksi, sedangkan pada belitan medan rotor sinkron akan membentuk kutub sepatu atau

juga dimaksud dengan sama rata karena kutub dengan celah udara sama rata. Arus searah (AC) akan menghasilkan fluks pada kumparan medan yang kemudian akan ke rotor mesin dengan cara melalui cincin dan brush. Lalu jangkar yang sudah dihubungkan dengan sumber tegangan arus bolak-balik (DC) maka rotor tersebut akan memicu medan putar yang terjadi pada stator. Dengan begitu rotor yang awalnya sudah diberi masukan arus searah (DC) maka akan mendapat tarikan dari kutub medan stator hingga terjadi pergerakan yaitu putaran yang tetep atau sinkron.

Jadi prinsip kerja dari motor sinkron sendiri yaitu:

- a. Rotor berputar karena terjadi interaksi tarik-menarik antara medan putar stator dan medan putar yang ada di rotor.
- b. Motor sinkron perlu penggerak mula atau prime-mover yang memutar rotor sehingga kecepatan sinkron akan terjadi.
- c. Kemudian akan terjadi coupling anatar medan putar di stator (Bs) dan medan rotor (Br) ini dikenal dengan nama eksitasi.
- d. Torsi yang diperlukan untuk menarik motor sehingga motor mencapai kecepatan sinkron itu disebut dengan pull-in torque.
- e. Sumber DC berfungsi sebagai eksitasi pada bagian rotornya, Ketika motor sudah mencapai kecepatan sinkron maka arus AC akan dialirkan pada belitan stator sehingga motor dapat dibebani setelah mencapai kecepatan sinkronnya.
- f. Rotor terkunci dengan medan putar sehingga kecepatan antara kecepatan medan putar rotor dengan rotor akan selalu sama.

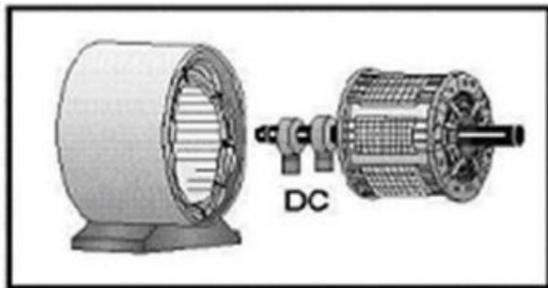
**2.3. Komponen Utama Motor Sinkron**

Pada motor sinkron terdapat komponen utama terdiri dari rangka stator

(housing), yang terbuat dari besi tuang sehingga rangka motor sinkron sangat kokoh untuk rumah dari bagian-bagian lain yang terdapat pada motor sinkron. Kemudian terdapat juga bagian yang diam, terdiri dari belitan sebagai penguat atau disebut dengan stator. Kemudian ada bagian yang berputar (rotor), yang juga sama terdiri dari belitan sebagai penguat tetapi terdapat inti magnet dan slip ring sebagai masukan untuk arus searah (DC) untuk penguat sehingga timbul kutub magnet pada rotor tersebut.

Slip ring berjumlah 2, dimanamasing-masing dapat menggeser sikat arang (carbon brush). Pada kutub positif dan kutubnegatif berguna sebagai eksitasi yaitu mengalirkan arus penguat pada rotor. Rotor itu sendiri terbuat dari bahan tembaga yang terbagi menjadi tiga tipe pada motor sinkron.

- a. Rotor penuh
- b. Rotor kutub
- c. Cincin geser atau slip ring

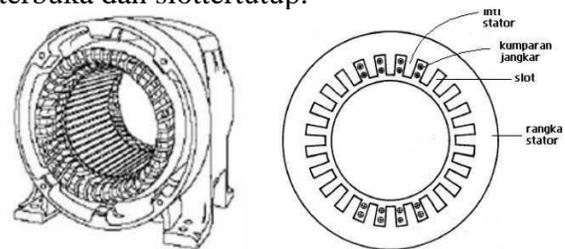


Gambar 2.2 Komponen Utama Motor Sinkron.

### 2.3.1. Stator

Stator ialah komponen utama pada motor sinkron yang mempunyai alur memanjang dan didalamnya terdapat belitan yg terbuat dari bahan tembaga atau kuningan. Stator sendiri ialah bagian yang diam atau statis, dimana terdapat tiga bagian pada stator yaitu pertama ada rangka stator yang berfungsi untuk tempat melekatnya kumparan jangkar. Bentuknya pun sangat sedemikian rupa karena harus disesuaikan dengan kebutuhan dan terdapat lubang untuk sirkulasi

udara dan gas pada stator. Kedua ada inti stator yang posisinya melekat pada rangka stator, bentuknya pun dibuat celah untuk aliran udara dan terbuat dari bahan laminasi khusus atau besi campuran yang berfungsi untuk memperkecil rugi arus Eddy. Dan pada bagian ketiga ada slot yang letaknya pada bagian sekeliling stator berfungsi sebagai tempat konduktor berada. Bentuk slot sendiri ada tiga macam yaitu slotterbuka, slot setengah terbuka dan slottertutup.



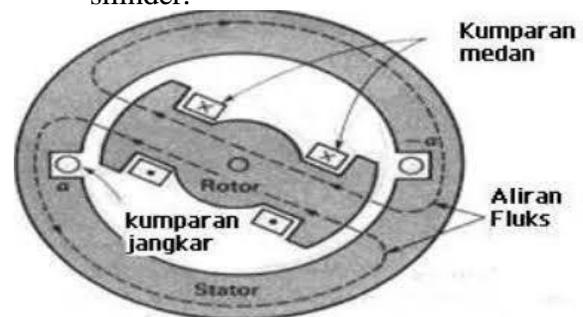
Gambar 2.3 Penampang Stator.

### 2.3.2. Rotor

Rotor ialah bagian yang bererak dan berfungsi sebagai eksitasi belitan medan yang dihubungkan sumber tegangan masuk searah (DC) untuk magnet listrik pada kutub selatan dan utara rotor. Pada rotor motor sinkron terdapat dua jenis kutub yaitu.

- a. Rotor kutub menonjol (salient polr rotor).

Pada rotor tipe kutub yang menonjol memiliki ciri yaitu diameternya besar dengan Panjang sumbunya yang pendek. Pada rotor tipe ini putarannya rendah dan memiliki jumlah kutub yang banyak disbanding tipe rotor yang silinder.

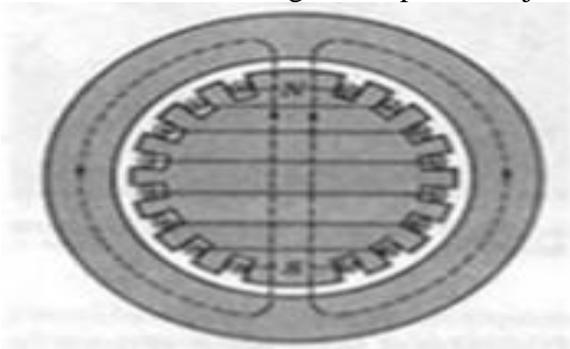


Gambar 2.4 Penampang Rotor Kutub

Menonjol.

- b. Rotor kutub silinder (Non-salient pole rotor)

Rotor ini adalah kebalikan dari rotor tipe menonjol karena rotor tipe silinder hanya memiliki diameter kecil dan sumbunya sangat panjang serta memiliki putaran yang tinggi dan konstan. Rotor tipe ini biasanya terbuat dari bahan plat baja dengan sejumlah slot sebagai tempat kumparnya. Dengan konstruksi yang keseimbangan mekanisnya lebih baik maka rugu-rugi anginnya lebih kecil dibanding rotor tipe menonjol.



Gambar 2.5 Penampang Rotor Kutub Silinder.

**2.4. Karakteristik Motor Sinkron**

Motor sinkron memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a. Stator mesin sinkron mempunyai tegangan menengah yang sering digunakan. Stator tiga fasa padamesin sinkron sama dengan stator pada mesin induksi.
- b. Gaya gerak motor dibangkitkan dengan arus searah (DC) yang terdapat pada belitan rotor. Rotor yang bersinggungan (bidang yang berputar) pada bagian yang diam ataudisebut stator itu sama dengan kecepatan putar pada bagian yang berputar yaitu pada bagian rotor karena rotor terkunci dengan fluks

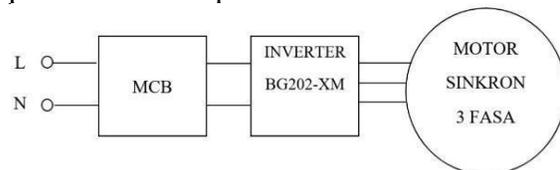
stator yang berputar. Rotor pada motor sinkron memiliki squirrel-cage winding atau disebut juga dengan *amortisseur winding*, untuk menghasikan torsi menghidupkan motor.

- c. Medan putar di stator sama dengan kecepatan putar di rotor maka motor sinkron tidak mempunyai slip dan dijalankan pada kecepatan sinkron.
- d. Jika penguatan medan arus kurang motor sinkron bekerja pada power faktor terbelakang (lagging), sebaliknya jika kelebihan penguatan arus medan, motor sinkron bekerja pada power faktor mendahului (leading) bila arus eksitasi dirubah.
- e. Motor sinkron memerlukan bantuan peralatan untuk membantunya berputar hingga mencapai kecepatan sinkron karena motor sinkron tidak dapat start dengan sendirinya.

**3. METODE PENELITIAN**

**3.1. Prosedur Penelitian**

Saat melakukan suatu penelitian adalah yang harus diperhatikan terlebih dahulu yaitu membuat langkah-langkah percobaan yang akan dilakukan. Adapun diagram skematik yang akan digunakan dalam percobaan ini seperti berikut:



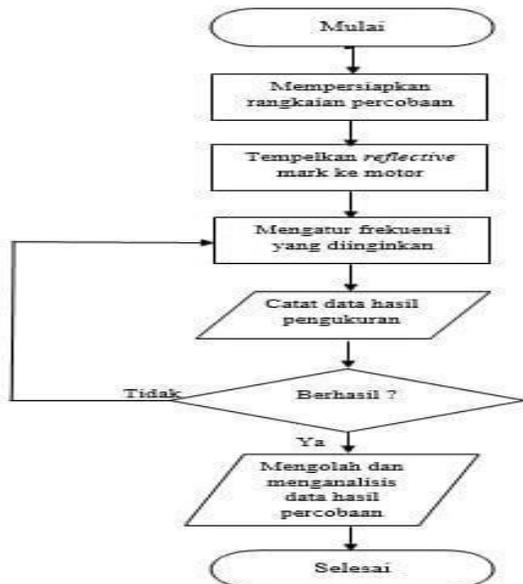
Gambar 3.1 Diagram Percobaan Pengaturan Frekuensi.

Dengan:

- L/N = Tegangan Sumber.
- MCB = Pemutus Teganga Sumber.
- INVERTER = Pengaturan Frekuensi.
- MOTOR = Motor Listrik Sinkron 3 Fasa.

### 3.1.1. Langkah-langkah Penelitian

Dalam langkah penelitian untuk pengambilan data hasil percobaan dapat dijelaskan berdasarkan diagram blok Langkah percobaan seperti berikut:



Gambar 3.2 Diagram Blok Langkah Penelitian.

Untuk lebih detailnya dibawah ini akan sertakan gambar saat pelaksanaan percobaan beserta keterangan langkah percobaan pengukuran kecepatan motor sinkron tiga fasa:

1. Dalam pengukuran kecepatan putaran motor sinkron nanti menggunakan *Digital Photo Tachometer* dengan cara menempelkan *reflective mark* ke as pulley motor agar sensor *tachometer* dapat membaca putaran pulley motor saat akan dilakukan pengujian nanti. *Reflective mark* itu sendiri berfungsi sebagai pemantul cahaya sebagai tanda agar bisa terbaca oleh sinar *tachometer*.

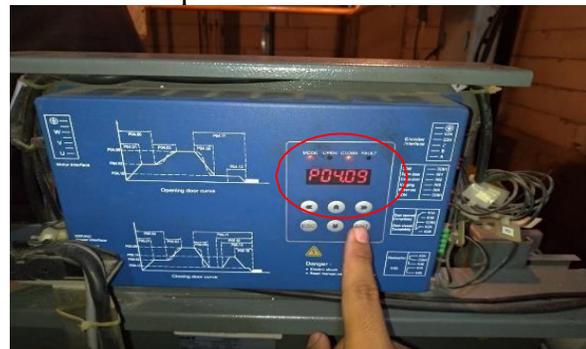


Gambar 3.3 Langkah Percobaan Pertama.

2. Tekan menu PL (*Parameter List*) pada Inverter BG202-XM kemudian masukan *password* untuk membuka kunci PL agar nilai frekuensinya nanti dapat diubah-ubah sesuai data yang akan dilakukan pengujian.



a. Tampilan Awal *Parameter List*.



b. Parameter Kecepatan Tinggi.

Gambar 3.4 Langkah Percobaan Kedua.

3. Kemudian selanjutnya ialah setting frekuensi dengan menekan tombol Enter untuk masuk kedalam parameter yang akan disetting nilai frekuensinya. Setelah nilai frekuensi sudah disetting lalu posisikan lift pada keadaan level

antara lantai luar dan dalam kemudian pintu akan membuka.



a. Pengaturan Frekuensi



b. Tombol Penyearah.

Gambar 3.5 Langkah Percobaan Ketiga.

- Setelah *selector* diarahkan ke normal lalu pintu terbuka maka motor bergerak berputar kemudian diukur menggunakan tachometer dengan mengarahkan *signal light beam* kearah pulley yang sudah ditempelkan *reflective mark*.



Gambar 3.6 Langkah Percobaan Keempat.

- Jika urutan langkah percobaan satu sampai empat sudah dilakukan, kemudian ulangi pengukuran seperti poin ketiga sampai setting frekuensi diangka maksimal 50 Hz.



Gambar 3.7 Langkah Percobaan Kelima.

Maka diperoleh data hasil pengukuran kecepatan putaran motor menggunakan tachometer berdasarkan frekuensi pada tabel 4.1.

- Setelah langkah pengukuran selesai dilakukan maka selanjutnya menghitung waktu putaran motor sampai pintu terbuka penuh disetiap percobaan masing-masing frekuensi menggunakan *stopwatch*.



a. Mengukur Waktu Kecepatan Motor.

Gambar 3.8 Langkah Percobaan Keenam.

Maka diperoleh data hasil pengukuran waktu kecepatan motor menggunakan *stopwatch* berdasarkan frekuensi pada tabel 4.1

### 3.3. Alat Percobaan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cara mengatur kecepatan putaran motor sinkron tiga fasa dengan menggunakan inverter sebagai pengatur kecepatannya.

Perangkat yang digunakan dalam

percobaan untuk mengatur kecepatan putaran

motor listrik adalah Inverter BG202-XM yang memiliki kapasitas daya beban yaitu sebesar 0.2 kW (1HP) dengan memakai sumber tegangan masuk (input) sebesar AC180 – 264V (1 fasa) yang kemudian tegangan masuk tersebut dikonversi menjadi tegangan keluaran 380V (3 fasa) sebagai input penggerak motor listrik yang dikendalikan dengan metode pengaturan PWM pada pengaturan frekuensinya.



Gambar 3.9 Inverter BG202-XM.

Inverter BG202-XM sudah banyak digunakan sebagai control untuk mengatur kecepatan rendah pada motor listrik untuk menggerakkan pintu lift. Disamping karena penggunaannya sederhana dan perawatannya tidak rumit, Inverter BG202-XM juga memiliki keunggulan seperti PID control yang dapat berkerja untuk memperbaiki kecepatan pada motor untuk mengatur suhu, aliran, dan lain-lain. Selain itu Inverter BG202-XM juga memiliki keunggulan yaitu Auto Tuning, yang dapat berfungsi untuk mengatur secara otomatis kecepatan rendah pada motor sebagai penggerak pintu lift.

Agar inverter BG202-XM dapat mengatur kecepatan putaran pada motor listrik, maka perlu dilakukan pengaturan pada parameter setting VSD. Sebelum masuk untuk melakukan pengaturan pada parameter VSD, perlu bagi kita untuk mengetahui teoridasar dari parameter setting VSD pada inverter BG202-XM mulai dari setting parameter hingga pengamanan inverter.

### 3.3.2. Frekuensi Mode

Dalam penelitian disini inverter dioperasikan secara digital. Pada pengaturan parameter frekuensi disini (frekuensi mode), dapat disetting parameternya sesuai dengan data yang ingin kita lakukan percobaan pada inverter untuk mengatur kecepatan putaran motor listrik. Pada pengoperasian inverter secara digital dapat dilakukan dengan memasukkan data percobaan pada keypad yang terdapat pada inverter.

### 3.3.3. Frekuensi Limit

Pada pengoperasian inverter untuk mengatur kecepatan putaran motor listrik terdapat batasan kecepatan rendah hingga tinggi pada kondisi pintu lift akan terbuka dan tertutup. Pada Batasan kecepatan rendah hingga tinggi saat pintu lift akan terbuka pada parameter P04 (Open Door Parameter) dan Batasan kecepatan rendah hingga tinggi saat pintu lift akan tertutup pada parameter P05 (Close Door Parameter).

### 3.4. Pengukuran Data

Dalam pengukuran data bersifat mengukur karena menggunakan instrument standar yang telah distandarisasikan, dan menghasilkan data hasil pengukuran yang berbentuk angka-angka dari penelitian yang akan dilakukan pada inverter untuk mengatur rpm motor listrik tiga fasa pada kontrol pintu lift.

Berikut adalah gambar gelombang dan table data parameter saat pintu lift akan buka dan tutup pada inverter yang akan diambil percobaan pengukuran datanya:

- a. *Opening Door Curve.*
- b. *Closing Door Curver.*

Gambar 3.10 Gelombang Saat Pintu Operasi Buka (a) dan Tutup (b).

#### 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Hasil Pengukuran Alat

Data hasil pengukuran di bawah dilakukan menggunakan motor tanpa beban, karena mencegah resiko kerusakan pada sistem kerja pintu lift sebab motor dikopel dengan bagian mekanik pintu menggunakan *venbelt*. Dikarenakan alat tersebut bukan alat uji praktek lab dan alat tersebut masih digunakan untuk operasional buka tutup pada pintu lift di gedung PT. Pelabuhan Tanjung Priok. Tetapi data hasil pengukuran menggunakan beban tanpa beban tidak berpengaruh signifikan pada motor.

Berikut data hasil penelitian pengaturan kecepatan motor sinkron 3 fasa menggunakan inverter model BG202-XM di PT. Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta Utara pada sistem kerja pintu lift:

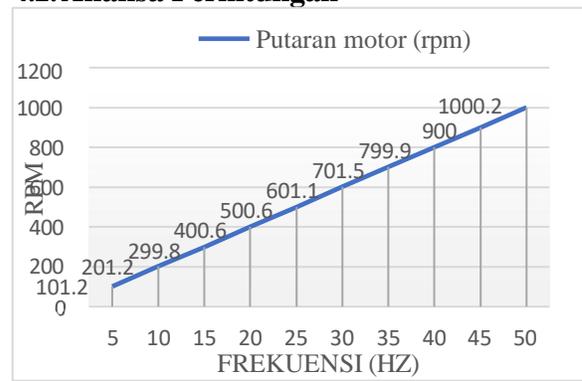
Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Putaram Motor Berdasarkan Frekuensi.

<i>Parameter List</i>	Frekuensi (Hz)	Putaran Motor (rpm)	Waktu (detik)
P04.09 (Kecepatan tinggi <i>Open Door</i> )	5	101,2	15,49
	10	201,2	13,79
	15	299,8	12,44
	20	400,6	11,14
	25	500,6	9,69

Saat pengambilan data dari tabel pengukuran kecepatan dilakukan berdasarkan prosedur yang ada pada Bab sebelumnya, sehingga waktu melaksanakan pengambilan data dilakukan secara teliti dan sesuai prosedur. perubahan frekuensi pada inverter

dapat menyebabkan perubahan kecepatan putaran motor sinkron 3 fasa dengan cara tegangan input inverter mengubah-ubah tahanan (potensio meter) pada inverter. Hasil pengukuran ini ialah Pada saat pengukuran kecepatan dilakukan juga *monitoring* terhadap operasional pintu lift, pada pengaturan nilai frekuensi berapa yang aman tidak terjadi kasus pintu menghentak dan menabrak troli yang masuk kedalam lift.

##### 4.2. Analisa Perhitungan



Gambar 4.1 Grafik Putaran Motor dan Frekuensi.

Dengan hasil yang diperoleh dari penelitian yang sudah dilakukan, maka kita dapat memasukan hasil data pengukuran yang kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan teori berdasarkan rumus persamaan(2.1).

Maka diketahui berdasarkan spesifikasi yang tertera di *name plate* pada motor sinkron 100 Watt, 3 fasa dengan tingkat proteksi IP20, memiliki 6 kutub, maka kecepatan putaran motor dari frekuensi 5 Hz, 10 Hz, 15 Hz, 20 Hz, 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz, 45 Hz, dan 50 Hz.

Berdasarkan persamaan pada rumus (2.1) diperoleh kecepatan putaran motor pada frekuensi 5 Hz adalah :

$$a. \quad n_s = 120 \times f \quad (\text{rpm})$$

$$n_s = \frac{120 \times 5}{6} = 100 \text{ rpm.}$$

Hasil dengan nilai frekuensi 5 Hz = 100 rpm.

Kecepatan putaran motor pada frekuensi 10 Hz adalah :

$$b. \quad ns = \frac{120 \times f}{p} \text{ ( rpm )}$$

$$ns = \frac{120 \times 10}{6} = 200 \text{ rpm.}$$

Hasil dengan nilai frekuensi 10 Hz = 200 rpm.

Kecepatan putaran motor pada frekuensi 15 Hz adalah :

$$c. \quad ns = \frac{120 \times f}{p} \text{ ( rpm )}$$

$$ns = \frac{120 \times 15}{6} = 300 \text{ rpm.}$$

Hasil dengan nilai frekuensi 15 Hz = 300 rpm.

Kecepatan putaran motor pada frekuensi 20 Hz adalah :

$$d. \quad ns = \frac{120 \times f}{p} \text{ ( rpm )}$$

$$ns = \frac{120 \times 20}{6} = 400 \text{ rpm.}$$

Hasil dengan nilai frekuensi 20 Hz = 400 rpm.

Kecepatan putaran motor pada frekuensi 25 Hz adalah :

$$e. \quad ns = \frac{120 \times f}{p} \text{ ( rpm )}$$

$$ns = \frac{120 \times 25}{6} = 500 \text{ rpm.}$$

Hasil dengan nilai frekuensi 25 Hz = 500 rpm.

Kecepatan putaran motor pada frekuensi 30 Hz adalah :

$$f. \quad ns = \frac{120 \times f}{p} \text{ ( rpm )}$$

$$ns = \frac{120 \times 30}{6} = 600 \text{ rpm.}$$

Hasil dengan nilai frekuensi 30 Hz = 600 rpm.

Kecepatan putaran motor pada frekuensi 35 Hz adalah :

$$g. \quad ns = \frac{120 \times f}{p} \text{ ( rpm )}$$

$$ns = \frac{120 \times 35}{6} = 700 \text{ rpm.}$$

Hasil dengan nilai frekuensi 35 Hz = 700 rpm.

Kecepatan putaran motor pada frekuensi 40 Hz adalah :

$$h. \quad ns = \frac{120 \times f}{p} \text{ ( rpm )}$$

$$ns = \frac{120 \times 40}{6} = 800 \text{ rpm.}$$

Hasil dengan nilai frekuensi 40 Hz = 800 rpm.

Kecepatan putaran motor pada frekuensi 45 Hz adalah :

$$i. \quad ns = \frac{120 \times f}{p} \text{ ( rpm )}$$

$$ns = \frac{120 \times 45}{6} = 900 \text{ rpm.}$$

Hasil dengan nilai frekuensi 45 Hz = 900 rpm.

Kecepatan putaran motor pada frekuensi 50 Hz adalah :

$$j. \quad ns = \frac{120 \times f}{p} \text{ ( rpm )}$$

$$ns = \frac{120 \times 50}{6} = 1000 \text{ rpm.}$$

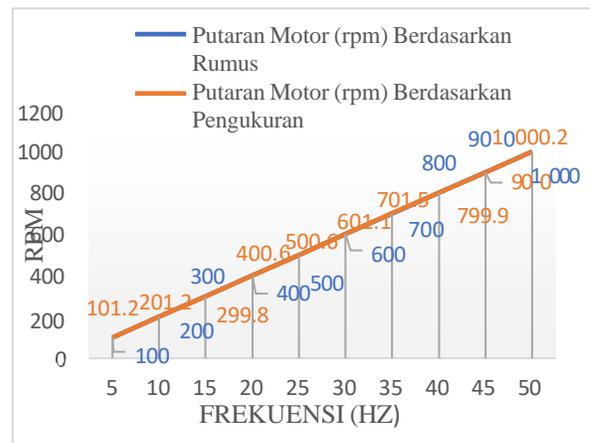
Hasil dengan nilai frekuensi 50 Hz = 1000 rpm.

Dari hasil yang diperoleh berdasarkan perhitungan secara teori dengan hasil yang diperoleh berdasarkan pengukuran menggunakan alat tachometer digital ternyata ada selisih nilainya dan untuk lebih detailnya dapat dilihat pada tabel berikut.

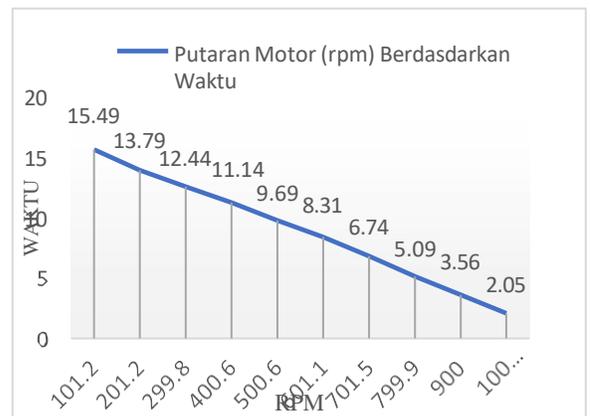
Tabel 4.2 Data Hasil Pengukuran dan Data Hasil Perhitungan.

Hasil Berdasarkan Percobaan Pengukuran		Nilai Hasil Analisa Berdasarkan Rumus	
Frekuensi (Hz)	Putaran Motor (rpm)	Frekuensi (Hz)	Putaran Motor (rpm)
5	101,2	5	100
10	201,2	10	200
15	299,8	15	300
20	400,6	20	400
25	500,6	25	500
30	601,1	30	600
35	701,5	35	700
40	799,9	40	800
45	900,0	45	900
50	1000,2	50	1000

Maka berdasarkan tabel diatas terdapat dua hasil penilaian yang diperoleh dari nilai putaran motor hasil percobaan pengukuran dan dari hasil analisa berdasarkan rumus bahwa kedua nilai dihasilkan tidak terlalu signifikan bahkan hampir sama nilai kedua percobaan tersebut. Jadi terbukti pengukuran kecepatan putaran motor sinkron 3 fasa berdasarkan pengaturan frekuensinya sama dengan dasar landasan teori yang sudah dirumuskan.



Gambar 4.2 Grafik Putaran Motor Berdasarkan Pengukuran dan Rumus.



Gambar 4.3 Grafik Putaran Motor Berdasarkan Waktu.

5. KESIMPULAN

- a. Pada percobaan pengukuran putaran motor menggunakan tachometer dengan nilai maksimal percobaan

pengukuran yaitu 50 Hz maka menghasilkan nilai kecepatan putaran motornya adalah

1000,2 rpm sedangkan berdasarkan perhitungan secara teori dengan frekuensi maksimal 50 Hz adalah 1000 rpm, maka dari nilai yang dihasilkan oleh keduanya tidak terlalu berbeda jauh bahkan hampir sama nilainya.

- b. Pengaturan dilakukan untuk mengatur putaran motor listrik dalam menggerakkan pintu lift dengan nilai frekuensi 5 Hz maka menghasilkan putaran motor 101,2 rpm dengan waktu tempuhnya 15,49 detik, saat 10 Hz maka menghasilkan putaran motor 201,2 rpm dengan waktu tempuh 13,79 detik, saat 15 Hz maka menghasilkan putaran motor 299,8 rpm dengan waktu tempuh 12,44 detik, saat 20 Hz maka menghasilkan putaran motor 400,6 rpm dengan waktu tempuh 11,14 detik, saat 25 Hz maka menghasilkan putaran motor 500,6 rpm dengan waktu tempuh 9,69 detik, saat 30 Hz maka menghasilkan putaran motor 600,1 rpm dengan waktu tempuh 8,31 detik, saat 35 Hz maka menghasilkan putaran motor 701,5 rpm dengan waktu tempuh 6,74 detik, saat 40 Hz maka menghasilkan putaran motor 799,9 rpm dengan waktu tempuh 5,09 detik, saat 45 Hz maka menghasilkan putaran motor 900,0 rpm dengan waktu tempuh 3,56 detik, saat 50 Hz maka menghasilkan putaran motor 1000,2 rpm dengan waktu tempuh 2,05 detik.

Politeknik Negeri Ambon.

- [3] Yusmartato, Ramayulis Nasution dan Armandyah. 2018, “Analisa Penggunaan Motor Sinkron Dengan Kapasitor”, Vol 3, No. 03, 2018.
- [4] Rajagukguk, Bahari Tongam. 2009. *Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Arus Jangkar Dan Faktor Daya Pada Motor Sinkron 3 Fasa*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- [5] Amarullah, Muhammad Ridwan, dan Lukman Aditya. 2015. *Analisa Inverter Drive Sebagai Pengatur Kecepatan Putaran Motor AC*. Jakarta. Universitas Krisnadwipayana.
- [6] PT. Jaya Kencana. 2012. *PMSM Door Drive User Manual Model BG202-XM*.
- [7] Hakim, Teten Dian. “Analisa Pengukuran Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Berdasarkan Frekuensi”. Jurnal Ilmiah Elektrokrisna Vol. 5 No. 3, 2017.
- [8] Al Bahar, Abdul Kodir dan Gusti Febrianto. “Analisa Aliran Daya Pada Gedung Bertingkat Dengan Sumber Tegangan 20kV Menggunakan ETAP 12.6”. Jurnal Ilmiah Elektrokrisna Vol. 7 No. 2, 2019.
- [9] Setiawan, Ilham Bagus. 2017. “Analisis Pengaruh Pengaturan Arus Eksitasi Motor Sinkron Tiga Fasa Terhadap Perbaikan Faktor Daya Pada Sistem”. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suryanto.2014. *Desain Prototipe Motor Sinkron 3 Fasa*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [2] Denny R. Pattiapon, Jacob J. Rikumahu, dan Marselin Jamlaay. 2019. *Penggunaan Motor Sinkron Tiga Fasa Tipe Salient Pole Sebagai Generator Sinkron*. Ambon.