



## Analisa Terhambatnya Proses Discharge Pada Cargo Pump Di Kapal MT. Karmila

Eka Darmana<sup>✉</sup>, Agus Supriyadi

Prodi Teknik, Politeknik Bumi Akpelni

DOI: <https://doi.org/10.31331/maristec.v1i2>

### Info Articles

#### Sejarah Artikel:

Disubmit November 2020  
Direvisi Desember 2020  
Disetujui Januari 2021

#### Keywords:

Cargo Pump, Cargo Handling,  
Inverter

### Abstrak

PT. Pertamina menunjuk kapal MT. Karmila menjadi kapal bunker, yang berguna untuk menyuplay bahan bakar MFO kepada kapal milik Pertamina dan kapal carter Pertamina yang beroperasi di wilayah pelabuhan Dumai. Sehingga Cargo pump sangat berperan dalam proses suplay bahan bakar tersebut. Terhambatnya proses discharge akan mengakibatkan turunnya kinerja proses cargo handling yang akan mengakibatkan terhambatnya kegiatan operasional kapal. Metode yang digunakan adalah studi kasus dengan pendekatan analisis diskriptif kualitatif. Pengambilan data diperoleh dengan observasi langsung di MT. KARMILA yang merupakan kapal milik PT. PERTAMINA dan wawancara langsung dengan crew kapal. Selain itu sumber data juga didapatkan dari instruction manual, SOP di atas kapal dan referensi dari artikel yang berkaitan dengan pumping rate. Hasil dari studi ini menyatakan bahwa permasalahan yang terjadi pada saat discharge cargo supply bunker disebabkan oleh beberapa faktor seperti susahny penyesuaian pumping rate untuk supply bunker sesuai kapasitas pipa, naiknya temperatur electro motor cargo pump (overheating), Tingginya beban start awal sehingga generator tidak stabil, kerusakan pada hose koneksi untuk supply bunker. Hal – hal tersebut mengaibatkan kendala pada saat proses discharge cargo untuk supply bunker. Salah satu solusi untuk mengatasi hal-hal tersebut dengan mengontrol putaran electro motor cargo pump menggunakan inverter supaya pumping rate nya dapat di kontrol sesuai kebutuhan sehingga beban dan tekanan berlebih dapat dihindarkan.

### Abstract

PT. Pertamina appointed the MT ship. Karmila becomes a bunker ship, which is useful for supplying MFO fuel to Pertamina's ships and Pertamina's charter ships operating in the Dumai port area. So that the cargo pump plays a very important role in the fuel supply process. Obstruction of the discharge process will result in a decrease in the performance of the cargo handling process which will hamper ship operational activities. The method used is a case study with a qualitative descriptive analysis approach. Data collection obtained by direct observation at MT. KARMILA which is a ship owned by PT. PERTAMINA and direct interviews with the ship's crew. In addition, data sources are also obtained from the instruction manual, SOPs on board and references from articles related to pumping rates. The results of this study state that the problems that occur when the cargo supply bunker discharge is caused by several factors such as difficulty in adjusting the pumping rate for the supply bunker according to pipe capacity, the temperature increase of the electro motor cargo pump (overheating), the high initial load so that the generator is unstable, damage to the connection hose to the supply bunker. These things cause problems when the cargo discharge process for supply bunkers. One solution to overcome these problems is to control the rotation of the electro motor cargo pump using an inverter so that the pumping rate can be controlled as needed so that excess load and pressure can be avoided.

<sup>✉</sup> Alamat Korespondensi:

E-mail: [ekadarmana@akpelni.ac.id](mailto:ekadarmana@akpelni.ac.id)

## PENDAHULUAN

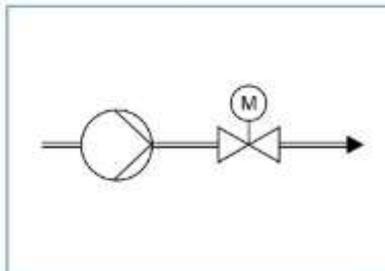
Untuk menunjang operasional kapal, tentunya membutuhkan mesin-mesin diesel dengan kapasitas tertentu untuk menggerakkan kapal, menyuplay listrik didalam kapal, dan untuk menjalankan boiler. Tentunya dengan kapasitas mesin yang berbeda-beda bahan bakar yang digunakan pun akan berbeda juga. Adapun bahan bakar yang digunakan pada kapal antara lain HSD (*High Speed Diesel*) digunakan untuk mesin diesel putaran tinggi yaitu antara 2500 Rpm keatas, sedangkan untuk mesin diesel dengan putaran menengah dan putaran rendah biasanya menggunakan bahan bakar MDO (*Marine Diesel Oil*), dan MFO (*Marine Fuel Oil*) bahan bakar dengan jenis MFO memiliki kekentalan yang tinggi sehingga untuk penggunaannya harus melalui proses pemanasan (Padillah dan Subaer, 2019).

PT. Pertamina menunjuk kapal MT. Karmila menjadi kapal *bunker*, yang berguna untuk menyuplay bahan bakar ke kapal milik Pertamina lainnya dan kapal *carter* Pertamina yang beroperasi di wilayah pelabuhan Dumai. Oleh sebab itu maka performa dari kapal MT. Karmila harus diperhatikan. salah satu peralatan yang menjadi perhatian adalah *Cargo Pump*. *Cargo Pump* adalah salah satu komponen penting untuk memindahkan bahan bakar dari tangki *Cargo* ke kapal yang membutuhkan *supply* bahan bakar (Andi Saidah, 2017). Ketika observasi di kapal MT. Karmila, terjadi beberapa kendala antara lain: kendala pada proses discharge karena kapal yang di *Supply* memiliki kapasitas rate yang berbeda-beda, sering terjadi *overheat* pada elektro motor *cargo pump* pada saat *discharge cargo* dengan jenis MFO, terjadinya kerusakan pada selang *discharge*, Terjadi lonjakan beban *start* awal yang mengakibatkan generator *Hunting*.

## LANDASAN TEORI

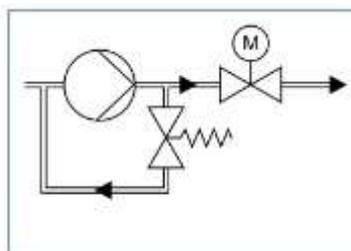
Di atas kapal *cargo pump* merupakan pompa yang digunakan untuk memindahkan muatan jenis cair (*liquid crude oil, oil and chemical product*). Jenis pompa yang dipakai adalah pompa sentrifugal dengan penggerak elektro motor. Pompa sentrifugal dapat mengubah energi mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energi fluida. Energi inilah yang mengakibatkan pertambahan tekanan, kecepatan pada zat cair yang mengalir secara kontinyu. Kontruksi pompa *cargo* secara garis besar dapat di golongkan menjadi tiga bagian utama yaitu elemen berputar, diam dan penggerak pompa, karena pompa tidak dapat bekerja dengan sendirinya maka ada beberapa alat penunjang sebagai *system* pengontrol dari kerja pompa (Sularso, 2004).

Ketika proses discharge terkadang sistem tidak menghendaki *flowrate* yang besar, atau konstan pada nilai tertentu, sehingga dibutuhkan pengontrolan jumlah aliran sesuai yang dikehendaki. Onny (2016) menyebutkan beberapa cara mengatur debit aliran pompa sentrifugal, antara lain: mengontrol debit aliran dengan memasang *discharge control valve* sebagaimana terlihat pada gambar 1. Keuntungan sistem ini biaya murah dan cocok untuk operasional dengan waktu pendek, adapun kerugiannya tekanan keluaran terlalu tinggi, tidak hemat energi dan terlalu bising.



**Gambar 1.** Skema pompa dengan *Discharge Control Valve*

Cara mengatur debit yang kedua adalah mengontrol debit aliran dengan saluran minimum *flow*, sebagaimana terlihat pada gambar 2. Keuntungannya mampu flow besar dengan head kecil tetapi memiliki kerugian energi yang dibutuhkan masih besar.



**Gambar 2.** Skema pompa dengan saluran minimum flow

Cara pengaturan debit berikutnya yaitu mengontrol debit aliran dengan variasi kecepatan putaran, dengan menggunakan inverter. Sistem ini banyak keuntungan hanya saja biaya kontrolnya relatif tinggi. Mengontrol debit aliran dengan instalasi beberapa pompa secara paralel. sistem ini handal alam operasionalnya akan tetapi biaya konstruksinya mahal.

Adapun sistem starting motor listrik penggerak pompa dibedakan menjadi beberapa, antara lain:

1. Direct On Line starter. Teknik ini merupakan starting langsung. Penggunaan metoda ini sering dilakukan untuk motor-motor a.c yang mempunyai kapasitas daya yang kecil.
2. Star Delta starter. Starter ini mengurangi lonjakan arus dan torsi pada saat start motor listrik.
3. Soft starter. Teknik ini dipergunakan untuk mengatur/ memperhalus start dari elektrik motor.
4. Autotransformer starter. Teknik dengan menghubungkan motor pada tap tegangan sekunder autotransformer.

## METODE

Metode yang digunakan adalah studi kasus. Pengambilan data dilakukan dengan observasi langsung di kapal MT.Karmila dan wawancara dengan crew kapal MT. Karmila serta dari beberapa literatur di atas kapal baik instruction manual, standart operational procedure (SOP) dan selainnya. Analisis dilakukan dengan pendekatan diskriptif kualitatif dengan menambah literatur dari berbagai jurnal/artikel ilmiah serta solusi yang sudah dilaksanakan dilapangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses *bunker* yang dilakukan di kapal MT Karmila yang ditunjukkan pada gambar 3 dan 4. Proses persiapan *supply bunker* yang dilaksanakan oleh kapal MT Karmila, pelaksanaan bunker ini dilakukan dengan sistem STS (*Ship To Ship*) atau sandar antara kapal dengan kapal yang dilakukan di area labuh pelabuhan Dumai, Riau. Pada proses *supply bunker* yang dilakukan di kapal MT Karmila ditemukan beberapa masalah yaitu, Motor penggerak *cargo pump* sering *overheat*, Susahnya penyesuaian *pumping rate*.



**Gambar 3.** Proses *supply bunker* pada kapal MT. Star Valiant – *ship to ship*



**Gambar 4.** Penyambungan *hose connection*

Ketika melakukan *suply bunker* dengan kapal MT Union Trust di area labuh pelabuhan Dumai, saat cargo operasi dengan jenis muatan MFO setelah jalan satu jam tekanan pompa tiba-tiba menghilang, setelah dilakukan pengecekan ternyata *Cargo Pump no 3* yang sedang beroperasi mati sendiri lalu dicoba untuk dinyalakan lagi akan tetapi tidak bisa. Kemudian dicek dan ditemukan Thermal Overload Relay dalam kondisi release, ini artinya elektro motor penggerak pompa dalam kondisi panas sehingga interlock Thermal Overload Relay mematikan pompa secara auto. Saat dilakukan pengecekan suhu pada *Electro Motor Cargo Pump* 80° Celcius. Untuk mengantisipasi hal yang tidak di inginkan operasi cargo dipindahkan ke *Cargo Pump No 2*, satu jam kemudian terjadi hal serupa seperti *Cargo Pump No 3*. Sambil menganalisa hal tersebut sementara *Electro Motor Cargo Pump* yang sedang beroperasi diberikan blower sebagai pendingin tambahan.

Analisa dilanjutkan dengan pengecekan insulasi electro motor hasilnya masih di atas 20MΩ artinya insulasi motor masih normal. Kendala *overheat* ini mengganggu kelancaran proses *bunker* dikarenakan harus menunggu motor dingin atau dengan solusi lain dengan memindah *cargo pump*. Akan tetapi pemindahan *cargo pump* juga memerlukan persiapan *line* karena *line* yang dipakai otomatis berbeda sehingga waktu dan tenaga yang dibutuhkan akan semakin besar. Disisi lain, ketika proses bunker maka harus menyesuaikan *pumping rate* dengan kapasitas kapal yang akan kita suply. Semakin kecil kapal yang akan di suplay maka kapasitas rate semakin rendah karena pipa bunker kapal tersebut juga semakin kecil, sehingga kita harus mengatur *pumping rate* sesuai kapasitas kapal tersebut. Sedangkan kapasitas *Cargo Pump* MT Karmila tidak dapat dirubah.

Cara yang dilakukan untuk mensiasati hal tersebut biasanya pada saat operasi *cargo valve dropping* dibuka sebagian untuk mengalirkan muatan kembali ke tanki agar volume yang mengalir ke kapal yang kita suplay bunker tidak over rate. Kemudian disaat Kapal sedang melakukan *suply bunker* dengan kapal MT Explorindo 1 di area labuh pelabuhan Dumai, ketika dilakukan *Line Up* menggunakan *Cargo Pump No 2* tiba-tiba terjadi pecah pada *Cargo Hose* lalu operasi *Cargo Pump* dihentikan. Lalu dilakukan analisa pada *Cargo Hose* dan ditemukan ada masalah pada valve bunker MT Explorindo 1 sehingga pada saat pompa di start terjadi tekanan berlebih yang mengakibatkan *Cargo Hose* pecah, sebagaimana terlihat pada gambar 6.



**Gambar 5.** *Cargo Hose* pecah/bocor

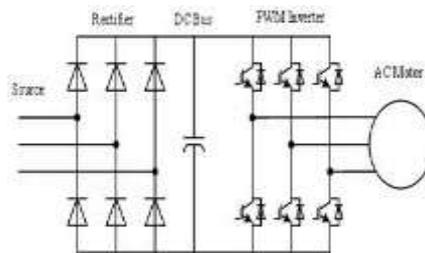
Kemungkinan *overheating* yang terjadi pada motor *cargo pump*, dikarenakan minyak jenis MFO yang dipompa oleh *cargo pump* memiliki kekentalan yang tinggi sehingga beban pompa akan melonjak dan menyebabkan *electro motor over heat*. Hal ini mengingatkan di kapal MT Karmila didesain awal bukan untuk kapal bunker sehingga tidak dilengkapi dengan pemanasan bahan bakar untuk mengurangi atau mengkondisikan kekentalan sesuai dengan standar layak pompa. Hal ini juga menjadi pertimbangan MT Karmila tidak membeli bahan bakar kecuali yang mampu dipompa tanpa pemanasan yaitu di kilang cilacap. Kemungkinan langkah yang dapat dipakai yaitu mengurangi beban elektro motor penggerak pompa supaya tidak terlalu besar, dengan mengatur *pumping rate* nya.

Pengaturan *pumping rate* ini juga dapat menjadi solusi supaya *cargo hose* tidak pecah akibat kelebihan tekanan yang disebabkan oleh pipa bunker kapal yang akan di suplay lebih kecil atau permasalahan pada katup bunker yang tidak dapat terbuka sempurna. Pada umumnya elektro motor penggerak pompa cargo berputar pada putaran konstan (*constant speed*) sehingga menghasilkan *pumping rate* yang konstan kecuali dengan menambahkan katup di line discharge pompa. Akan tetapi energi yang dibutuhkan akan tetap besar, terlebih lagi pada saat start yang dapat mempengaruhi sumber listrik (generator). Pengaturan *pumping rate* yang efektif yaitu dengan mengatur putaran dari elektro motor penggerak pompa cargo. Penambahan perangkat *inverter* dapat menjadi solusi untuk mengontrol *cargo pump* agar dapat diatur beban ampere dan *flow rate*.

Pengontrolan ini dengan mudah melalui pengaturan RPM pada *electro* motor yang dilengkapi/dipasang *inverter*. Sehingga pumping rate dapat disesuaikan dengan kebutuhan bunker atau menyesuaikan dengan pipa bunker kapal yang akan disupply. Elektro motor tidak mendapat beban yang lebih sehingga tidak akan terjadi overheating dan tekanan pada *cargo hose* juga tidak berlebih yang dapat menyebabkan *cargo hose* tersebut pecah.

**Inverter**

*Inverter / variable frequency drive / variable speed drive* merupakan sebuah alat pengatur kecepatan motor dengan mengubah nilai frekuensi dan tegangan yang masuk ke motor. pengaturan nilai frekuensi dan tegangan ini dimaksudkan untuk mendapatkan kecepatan putaran dan torsi motor yang di inginkan atau sesuai dengan kebutuhan. Secara sederhana prinsip dasar inverter untuk dapat mengubah frekuensi menjadi lebih kecil atau lebih besar yaitu dengan mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC kemudian dijadikan tegangan AC lagi dengan frekuensi yang berbeda atau dapat diatur.(Furqan, 2016)



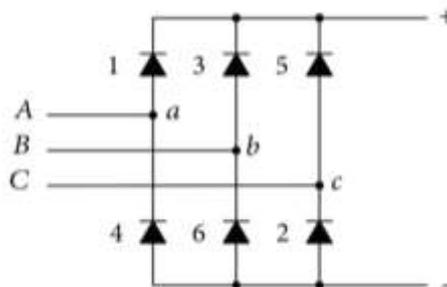
**Gambar 6.** skema system kerja inverter (Nugroho, 2012)

Untuk mengubah tegangan AC menjadi DC dibutuhkan penyearah (converter AC-DC) dan biasanya menggunakan penyearah tidak terkontrol (rectifier dioda) namun juga ada yang menggunakan penyearah terkontrol (thyristor rectifier). Setelah tegangan sudah diubah menjadi DC maka diperlukan perbaikan kualitas tegangan DC dengan menggunakan tandon kapasitor sebagai perata tegangan. Kemudian tegangan DC diubah menjadi tegangan AC kembali oleh *inverter* dengan teknik PWM (*Pulse Width Modulation*). Dengan teknik PWM ini bisa didapatkan amplitudo dan frekuensi keluaran yang diinginkan. Selain itu teknik PWM juga menghasilkan harmonisa yang jauh lebih kecil dari pada teknik yang lain serta menghasilkan gelombang sinusoidal, dimana kita tahu kalau harmonisa ini akan menimbulkan rugi-rugi pada motor yaitu cepat panas. Maka dari itu teknik PWM inilah yang biasanya dipakai dalam mengubah tegangan DC menjadi AC pada Inverter (Kumar, 2010).

Ada beberapa cara untuk mengatur/ mengurangi kecepatan motor seperti dengan gear box/ *reducer*. Namun mengatur kecepatan motor dengan inverter akan memperoleh banyak keuntungan yang lebih bila dibandingkan dengan cara-cara yang lain. Seperti : jangkauan yang luas untuk pengaturan kecepatan dan torsi motor, mempunyai akselerasi dan deselerasi yang dapat diatur, mempermudah proses monitoring/ pengecekan, sistem proteksi motor yang baik, mengurangi arus starting motor dan menghemat pemakaian energi listrik, memperhalus *start* awal motor dll.(Fatih, 2016).

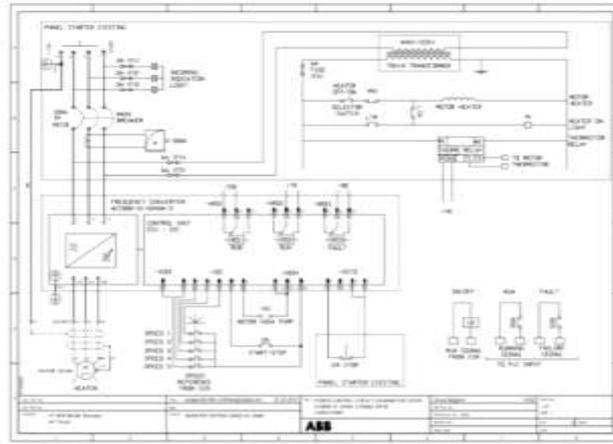
**Desain Pemasangan Inverter**

Desain pemasangan *inverter* pada motor penggerak *cargo pump* untuk merubah getaran frekuensi agar mendapatkan variabel putaran dari motor penggerak *cargo pump* agar didapatkan *pumping rate* sesuai yang diinginkan, sistem kerja dari *inverter* tersebut merubah tegangan AC menjadi DC dengan rangkaian penyearah gelombang 3 fase.(Farid dan Jafar, 2015).



**Gambar 7.** penyearah gelombang 3 fase (Marcovic, 2016)

Tegangan DC dari rangkaian penyearah akan dirubah menjadi tegangan AC dengan variabel frekuensi menggunakan rangkaian *inverter 3 phase* dengan saklar mosfet. Rangkaian mosfet ini sebagai saklar untuk memutus dan menyambungkan tegangan secara bergantian untuk menciptakan frekuensi gelombang sesuai dengan pengaturan input. Pemasangan real di lapangan semua rangkaian tersebut sudah ada dalam satu unit inverter yang langsung dikoneksikan dengan motor listrik. Contoh pengaplikasian inverter yang sekarang terinstal pada kapal milik Pertamina yaitu MT Pelaju, Pada rangkaian yang terpasang pada MT Pelaju masih menggunakan inverter dengan sistem konvensional yaitu inverter dikontrol menggunakan tombol-tombol *push button* dengan berbagai tingkat percepatan.



**Gambar 8.** Rangkaian Kontrol Inverter (ABB, 2019)

Kelebihan pada rangkaian ini yaitu bahan-bahan yang digunakan sebagai penunjang rangkaian control inverter lebih murah. Kekurangannya yaitu: Membutuhkan penarikan kabel penghubung dari *Engine Room* ke *Cargo Control Room* lebih banyak. Saat troubleshooting susah karena harus mengurut kabel satu persatu. RPM yang tersaji hanya maksimal 5 percepatan. Rangkaian inverter yang terpasang pada kapal MT. Karmila sudah menggunakan visual tatap muka (HMI), kapal milik Pertamina yang menggunakan visual tatap muka (HMI) sementara ini baru dipasang pada kapal MT. Karmila dan sekarang sedang pengerjaan di kapal MT. PaluSipat, dan rencananya akan dipasangkan kesemua kapal yang menggunakan pompa kargo berpengerak motor induksi.



**Gambar 9.** Kontrol yang menggunakan HMI

Kelebihan dari control yang menggunakan HMI dan control dengan PLC ini adalah: Rangkaian kabel yang digunakan hanya kabel *Modbus* sebagai kabel komunikasi, cukup 1 kabel komunikasi untuk beberapa pompa kargo. Saat trouble shooting mudah, karena kita biasa memonitoring program menggunakan komputer. RPM yang tersedia sangat fleksibel tergantung kita memasukkan angka RPM yang kita inginkan pada layar HMI. Program dapat dimodifikasi dengan mudah tanpa harus merubah wiring. Kekurangan pada system ini yaitu tidak banyak orang yang faham system otomasi seperti ini sehingga kalo ada trouble harus memanggil maker (Santoso, 2003).

## KESIMPULAN

Kelancaran proses *bunker* di area labuh pelabuhan Dumai dengan menggunakan kapal MT.Karmila salah satunya adalah kelancaran dalam proses *discharge cargo* untuk *supply bunker* yang harus mengikuti *rate* yang telah di tentukan sesuai dengan tipe kapal yang akan kita *supply bunker*. Penyesuaian *rate* yang kurang fleksibel menimbulkan kendala pada saat *supply bunker* ke kapal karena kapasitas kapal yang kita *supply* berbeda-beda. Kendala seperti elektro motor penggerak pompa cargo *over heating*, *cargo hose* pecah memungkinkan terjadi.

Agar *cargo pump* bisa disetting *pumping rate* nya dengan fleksibel di perlukan penambahan variabel *speed* pada elektro motor *cargo pump*, alat yang digunakan adalah *inverter* yang bekerja dengan sistem merubah besaran frekuensi yang dialirkan ke elektro motor *cargo pump* sehingga eletro motor *cargo pump* bisa berputar dengan *speed* yang di kehendaki untuk mengikuti *pumping rate* yang diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- ABB Industrial, 2019, *Firmware Manual Books*, ACS880.
- Ali Supriyadi, 2015, *Metode Starting Motor Induksi 3 Fasa Rotor Sangkar Tupai*, Swara Patra, Vol.5, No.2.
- Andi Saidah, 2017, *Analisa Kerja Pompa Minyak Pada MT Accord*, Jurnal Kajian Teknik Mesin, Vol.2, No.1.
- Farid dan Jafar, 2015, *Dynamical Modeling Of Frequency Controlled Variable Speed Parallel Multistage Centrifugal Pumps*, Vol.62, No.3, pp 350-361.
- Fatih wildan, 2016, *Sistem Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Kontroler PID Berbasis Genetic Algorithma*, Universitas Gajah Mada.
- Furqan Asghar Muhammad Talha, 2016, *Neural Network Based Fault Detection and Diagnosis System for Three-Phase Inverter in Variable Speed Drive with Induction Motor*, Jurnal Hindawi, Vol.2016, No.1, pp.1-12.
- Kumar, K.Vinoth, dkk., 2010, *Simulation and Comparison of SPWM and SVPWM Control For Three Phase Inverter*, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. Vol.2, No.7, pp.61-74.
- Marcovic. 2016. *Model Of Transient Proces Where Three-Phase Tranducer Feeds Induction Motor Equivalent As a Variable Active-Inductive Load*, Jurnal Hindawi, Pp 14.