

ANALISIS SISTEM PROTEKSI MOTOR POMPA AIR UMPAN BOILER MP 1101 MENGGUNAKAN EOCR-I3BZ

Aditya Matofani¹, Hendro Agus Widodo¹, Joessianto Eko Poetro¹

¹Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

E-mai korespondensi: aditya.matofani@gmail.com

ABSTRAK

Motor pompa MP 1101 ini sebagai motor air umpan boiler yang mengalirkan air yang telah selesai melalui proses demineralisasi menuju ke boiler di bagian pemeliharaan III PT. Petrokimia Gresik. Motor pompa ini dilengkapi dengan proteksi EOCR (Electronic Over Current Relay), yaitu sebuah peralatan yang berfungsi untuk mengamankan motor ketika terjadi gangguan arus lebih. Alat pengaman ini dapat bekerja untuk memutus aliran listrik menuju ke motor pompa MP 1101 apabila motor terjadi gangguan over current ataupun gangguan yang termasuk di dalam karakteristik EOCR. Dari analisis yang dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa karakteristik yang dimiliki sistem proteksi EOCR lebih banyak dari pada Over Current, proteksi EOCR sebanyak 9 dan 3 yang terdapat pada Over Current. Gangguan yang sering terjadi pada motor lebih banyak disebabkan kondisi panas pada bearing dan membutuhkan over haul setiap 1 tahun sekali. Dalam perhitungan arus starting motor diperoleh 185,3 A atau 6 kali arus nominal motor, sedangkan dalam pengaturan yang terseting oleh teknisi 8 kali arus nominal. Pengaturan untuk arus starting ini tidak boleh terlampaui dari set poin yang ditentukan, hal ini dapat mengakibatkan motor terbakar. Gangguan selain dari sistem kelistrikan yaitu panas yang sering terjadi pada bearing motor, hal ini dapat diminimalisir dengan pemberian greasing/pelumas secara terjadwal agar kinerja motor dapat berjalan dengan baik dan tidak mendapatkan suhu yang berlebihan.

Kata Kunci: EOCR, Motor Pompa MP 1101, Over Current, Proteksi.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Motor pompa merupakan salah satu komponen penting di PT. Petrokimia Gresik, oleh karena itu motor pompa memegang peran besar untuk pengaliran air dari tiap bagian proses produksi, air pembuangan setelah melewati proses pemurnian maupun pemenuhan supply air kebutuhan yang ada di wilayah perusahaan. Ketika motor pompa berhenti beroperasi maka proses produksi

akan terhambat.

Motor pompa air boiler MP 1101 adalah motor pemompa air deaerator, yaitu air yang telah melewati proses demineralisasi atau proses penghilangan gas-gas yang ada pada air (O₂, CO₂, H₂S) yang telah ditampung pada *water tank*. Suplai air boiler menjadi kebutuhan utama untuk proses produksi, hal ini dikarenakan uap dari boiler digunakan untuk mengoperasikan peralatan produksi di PT. Petrokimia Gresik.

Sistem proteksi yang dibutuhkan oleh motor pompa air umpan boiler harus dapat mengamankan motor dari kerusakan parah akibat terjadinya gangguan yang disebabkan arus lebih/*over current*, untuk itu pemasangan sistem pengaman EOCR perlu diperhatikan dengan karakteristik motor yang akan diberikan proteksi. Gangguan selain *over current* juga masih sering terjadi, diantaranya gangguan *fibrasi* dan panas yang disebabkan oleh *bearing*. Gangguan *fibrasi* yang terjadi karena penyambungan poros motor dengan beban yang tidak tepat yang juga dikarenakan kenaikan tegangan maupun arus yang mempercepat putaran motor dan menjadi tidak stabil. *fibrasi* ini sering terjadi ketika motor telah mengalami *Over Hoal*, sedangkan panas pada bagian *bearing* dikarenakan bearing aus dan rawan akan motor terbakar. Selain itu untuk pengaturan sistem pengaman juga mempengaruhi kondisi motor apabila terjadi *over current*. Dalam pengaturan sistem pengaman ini, dari teknisi di PT. Petrokimia Gresik yang digunakan acuan berdasarkan karakteristik motor dan pengaman. Oleh karena itu masih belum bisa diketahui apakah sistem proteksi yang digunakan sudah sesuai atau tidak pada motor MP 1101 yang difungsikan untuk air umpan boiler di pemeliharaan III PT. Petrokimia Gresik.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memperoleh data yang dapat menyebabkan gangguan pada motor pompa air umpan boiler MP 1101 untuk meminimalisir gangguan, dan untuk memperoleh hasil analisa perhitungan untuk sistem pengaman EOCR untuk operasional motor MP 1101.

Berdasarkan penulisan penelitian ini diharapkan memberi manfaat bagi mahasiswa penyusun tugas akhir, menambah wawasan tentang data yang dapat menyebabkan gangguan pada motor pompa air umpan boiler MP 1101 dan sistem

proteksi EOCR, bagi perusahaan, dapat meminimalisir penyebab gangguan yang dapat mengakibatkan kerusakan motor dan pengaturan sistem proteksi pada EOCR agar dapat mengamankan motor dengan optimal, dan bagi PPNS, dapat menjadi referensi dalam mengembangkan kurikulum pembelajaran khususnya pada pemeliharaan motor dan sistem proteksi untuk Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal.

Dalam sebuah penelitian hendaknya memiliki sebuah batasan penelitian. Supaya pembahasan tidak terlalu jauh dari topik yang dibahas maka pembahasan topik ini dibatasi, yaitu melakukan pengambilan data gangguan motor pompa air umpan boiler MP 1101, melakukan perbandingan data teknis sistem proteksi yang terpasang pada motor pada waktu menggunakan overcurrent relay dengan penggantian proteksi EOCR, perhitungan Arus untuk *setting* nilai pengaman EOCR untuk proteksi motor terhadap arus lebih dan gangguan lainnya, penelitian ini tidak membahas unit produksi yang mati ketika terjadi gangguan pada MP 1101, dan penelitian ini hanya menitik beratkan pada gangguan dan proteksi EOCR saja tidak memperhitungkan penunjang lainnya.

Kajian Pustaka

Motor Listrik 3 Phase

Motor listrik 3 phase adalah motor yang bekerja dengan memanfaatkan perbedaan *phase* pada sumber untuk menimbulkan gaya putar pada bagian *rotor*. Perbedaan phase pada motor 3 *phase* didapat langsung dari sumber. Hal tersebut yang menjadi pembeda dengan motor 1 *phase*. Motor listrik 3 *phase* dapat bekerja ketika setiap fase dialiri arus dan menimbulkan *fluks* yang berbeda pada setiap waktunya. Hal ini menyebabkan daya tarikan dari *stator* terhadap *rotor* dan mengakibatkan putaran dengan medan magnet.

Fluks akan ada pada *stator* ketika sudah terinduksi dan menggerakkan *rotor*. Pada bagian *rotor* motor akan bergerak atau

berputar karena adanya perbedaan fasa atau *cos phi* yang mengakibatkan medan magnet yang menggerakkan *rotor* akan berputar dengan mengikuti hukum *lorentz*. Pada kondisi ini, kecepatan motor tidak akan bisa mencapai kecepatan *sinkron*, karena adanya *slip* yang dihasilkan arus *armatur* yang berasal dari *stator* yang mendapatkan arus listrik. Ketika motor mendapatkan kecepatan yang sama, maka dapat dipastikan tidak ada arus yang terinduksi pada bagian rotor sehingga tidak ada perbedaan gaya magnet yang menarik rotor untuk berputar. Jika kondisi ini terjadi maka motor akan kehilangan kecepatan konstan dan kecepatan akan turun dikarenakan gesekan-gesekan yang disebabkan pada bagian *stator* dan *rotor*. Sedangkan motor yang mengalami penurunan kecepatan juga dapat menambah kecepatan secara konstan ketika sudah tidak berada pada kondisi sinkron. Fenomena ini akan selalu dialami oleh motor *3 phase* yang memiliki perbedaan antara phase yang membuat motor dapat bekerja dengan perbedaan untuk membuat medan magnet yang menghasilkan *slip* pada motor.

Macam-macam Pengasutan Motor

Pengasutan motor dapat dilakukan dengan melakukan pengendalian pada proses starting motor, dalam pemilihan metode pengasutan untuk sebuah motor dapat dilihat dari kebutuhan dan fungsi motor yang akan digunakan dan juga melihat data spesifikasi motor yang akan digunakan. Metode pengasutan motorpun memiliki beberapa macam, diantaranya adalah :

- a. Pengasutan DOL (Direct On Line)
- b. Pengasutan Star Delta
- c. Pengasutan Tahanan Primer (*Primary Resistance Starter*)
- d. Pengasutan *Autotransformator*
- e. Tahanan Motor Sekunder
- f. *Soft Starting*

Prinsip Kerja Motor Induksi

Bekerjanya motor induksi bergantung

pada medan putar yang ditimbulkan dalam celah udara motor oleh arus stator. Lilitan 3 fasa di lilitan dengan lilitan fasanya kecepatan 120°. Prinsip kerja motor induksi :

- 1. Ketika sumber tegangan 3 fasa dihubungkan pada lilitan stator maka akan timbul medan putar dengan kecepatan.

$$N_s = \frac{120f}{P}$$

..... (3.1)
- 2. Medan putar pada *stator* akan memotong batang konduktor pada *rotor*.
- 3. Dampak dari medan putar pada lilitan rotor timbul induksi gaya gerak listrik atau *armature*.
- 4. Pada belitan yang terdapat pada *rotor*, ketika teraliri merupakan rangkaian yang cukup tertutup, maka dapat menghasilkan arus.
- 5. Arus yang di terdapat pada medan magnet menimbulkan gaya pada rotor.
- 6. Maka *rotor* akan berputar searah dengan medan putar stator.
- 7. Pada penjelasan poin ke 3, tegangan induksi akan ada karena arus *armature* oleh medan putar stator, artinya agar tegangan terinduksi diperlukan adanya perbedaan relative antara kecepatan medan putar stator (N_s) dengan kecepatan berputar rotor (N_r).
- 8. Perbedaan kecepatan antara (N_r) dan (N_s) disebut slip dinyatakan dengan

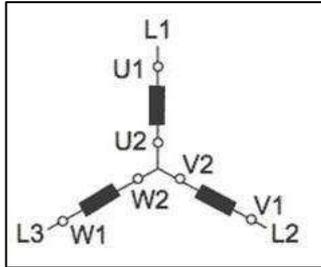
$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$$

..... (3.2)
- 9. Bila (N_r) = (N_s), tegangan tidak akan terinduksi maka arus tidak mengalir pada belitan *rotor*, dengan demikian tidak dihasilkan torka. Torka motor akan timbul apabila (N_r) lebih kecil dari (N_s).
- 10. Berdasarkan cara kerja pada motor, maka dapat diambil kesimpulan motor adalah motor tak serempak atau asinkron.

Tipe Sambungan

- a. Sambungan Bintang/Star “Y”
 Sambungan *star* menggunakan sambungan dengan persambungan dari 4 kabel, dimana

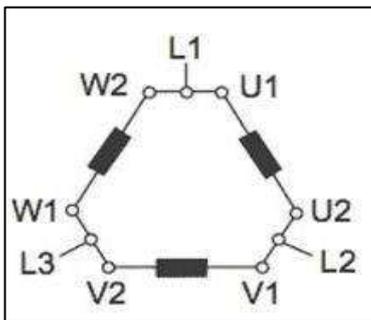
dari 3 sambungan yang digunakan untuk sambungan antara fasa dan yang 1 untuk sambungan netral atau *grounding* yang diambil dari titik pusat dari 3 fasa tersebut seperti gambar di bawah ini :



Gambar 1. Sambungan Star

b. Sambungan Delta

Model koneksi dengan persambungan yang terdiri dari 3 kabel tanpa sambungan netral, dimana ketiganya dihubungkan satu sama lain membentuk segitiga seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2. Sambungan Delta

- Simbol induktor pada gambar star dan delta adalah V (tegangan *phasa*)
- koneksi delta tidak terdapat titik netral, tetapi arus yang mengalir ke beban langsung di teruskan ke tanah (*ground*).

Untuk menghitung Daya total dari listrik 3 phasa seperti di bawah ini:

$$P_{total} = 3 \times E_{phasa} \times I_{phasa} \times PF \dots \dots \dots (3.3)$$

Perhitungan Starting Motor Induksi

Motor induksi pada umumnya memiliki arus yang besar, terutama jika digunakan koneksi DOL (*Direk On Line*) yang mencapai 5-10 kali arus nominal motor. Arus start merupakan arus masuk

ketika motor dihidupkan, untuk itu diperlukan besar daya untuk starting motor dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S_{start} = S_{rated} \times Letter\ Code\ Factor \dots \dots \dots (3.4)$$

dengan,

S_{start} = Daya yang diperlukan untuk start motor (kVA)

A_{rated} = Daya nominal motor (Hp)

Letter Code Factor = faktor pengali (kVA/Hp) berdasarkan jenis motor induksi yang digunakan

Dan untuk daya yang besar, pengkonversian dalam bentuk daya kuda adalah dengan menggunakan persamaan (3.4)

$$1kW = \frac{1000}{746} Hp = 1,34 Hp \dots \dots \dots (3.5)$$

Untuk motor induksi, starting motor dapat dilakukan dengan banyak cara, tergantung pada daya nominal motor dan tahanan efektif rotor ketika motor distart. Dalam menentukan arus start motor induksi jika digunakan pengkonversian dalam bentuk tenaga kuda (Hp) maka dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_{start} = \frac{S_{start}}{\sqrt{3} \times V_{nominasi}} \dots \dots \dots (3.6)$$

Dengan,

I_{start} = Arus starting motor (A)

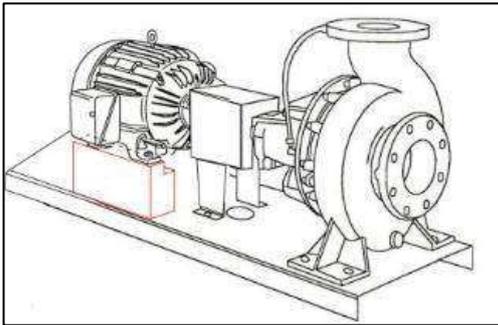
$V_{nominal}$ = Tegangan nominal motor (V)

Letter Code Factor = Faktor pengali (kVA/Hp) berdasarkan jenis motor induksi yang digunakan.

Motor Pompa

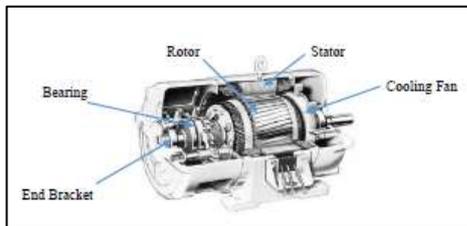
Motor Pompa adalah salah satu alat untuk membuat bejana bertekanan yang dihasilkan oleh putaran motor yang tersambung dengan penyangga penggerak, motor pompa akan bekerja apabila stator pada motor mendapatkan arus listrik dan menghasilkan medan elektromagnetik untuk

menggerakkan rotor pada poros motor yang terhubung dengan beban untuk memutar turbin air yang bertekanan. Sebuah motor pompa diilustrasikan di gambar berikut :



Gambar 3. Sistem Motor Pompa Air Sentrifugal

Motor pompa ini sudah terhubung antara motor dengan load/beban turbin pompa air. Komponen-komponen yang yang tergabung diantaranya yaitu :



Gambar 4. Bagian Motor Induksi 3 Phase

EOCR-i3BZ

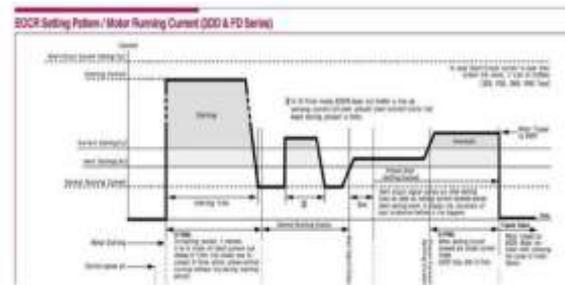


Gambar 5. Elektronik Over Current Relay

EOCR (*Electronic Over Current Relay*) yaitu suatu komponen elektrik yang berfungsi untuk membatasi arus yang mengalir pada motor. Pada EOCR terdapat empat macam proteksi arus untuk motor, yaitu :

- a. D-Time
- b. O-Time
- c. Locked Rotor
- d. Phase Loss Protector

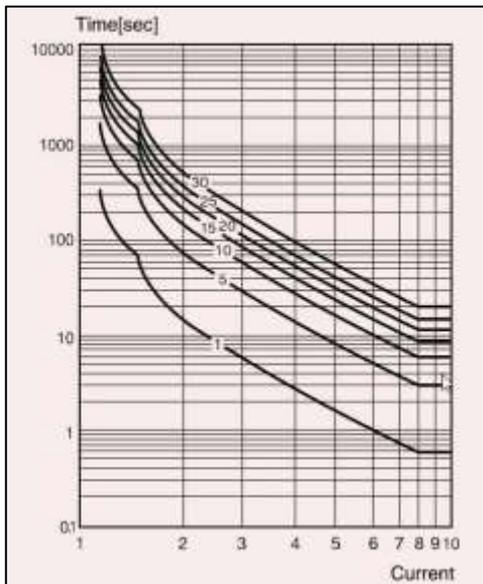
Karakteristik EOCR



Gambar 6. Karakteristik EOCR

Dari Gambar 6 dapat dilihat dari karakteristik yang dimiliki oleh EOCR, garis diagram yang menentukan set poin maksimal untuk proteksi terhadap arus motor dan juga *setting* waktu untuk *delay* waktu proteksi. Ketika motor pertama kali *starting* terdapat 2 proteksi yaitu *starting time* dan D-time, perbedaan dari *type* proteksi ini adalah dalam skala *delay* pada set-poin yang telah ditentukan. Kemudian terdapat *normal running status* yang berfungsi sebagai proteksi ketika motor dalam keadaan *on* atau kondisi aktif, pada grafik juga terdapat set-poin yang menjadi proteksi terhadap *undercurrent*, dimana motor terjadi kekurangan arus nominal yang diakibatkan dari lepasnya beban yang terpasang pada motor. Grafik yang terakhir menunjukkan *overload*, dimana motor mendapatkan pembebanan terlalu besar yang mengakibatkan menaikkan kinerja motor yang menimbulkan kenaikan arus pada motor.

Kurva Arus EOCR

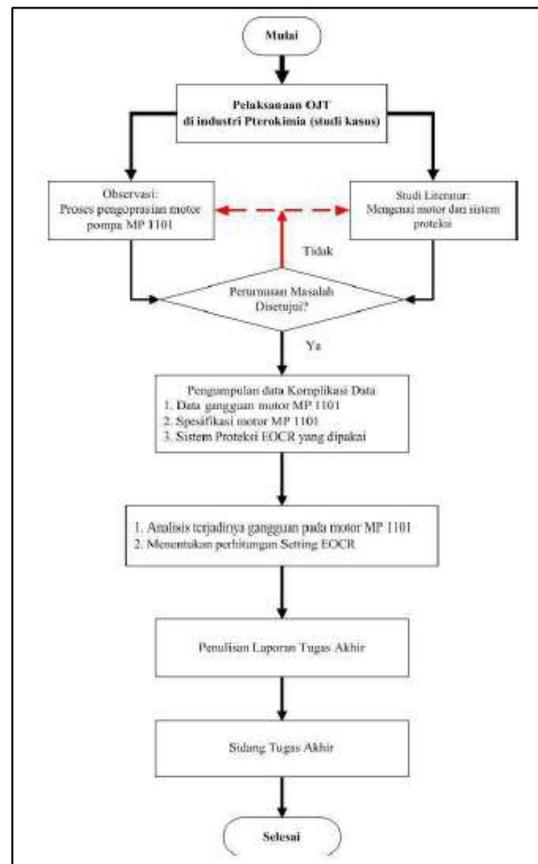


Gambar 7. Kurva Arus Inverse EOCR

Dari Gambar 7 kurva arus *inverse* yang dimiliki oleh EOCR, pada kurva arus inver dapat disebut sebagai kurva arus terbalik yaitu semakin besar arus maka akan semakin besar pula waktu yang dibutuhkan, hal ini dapat dilihat pada sumbu X yang berhubungan dengan arus dan juga sumbu Y yang berhubungan dengan waktu. Karakteristik pada kurva inverse ini seperti penurunan secara teratur sehingga membentuk kurva yang membentuk sudut lingkaran, untuk arus yang terproteksi oleh kurva inverse akan terjadi trip apabila melewati set-poin yang telah ditentukan.

PEMBAHASAN METODE PENELITIAN

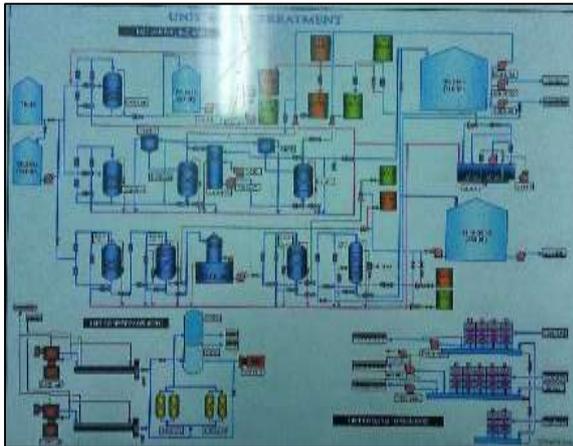
Tugas Akhir ini disusun dan dikerjakan dengan memerlukan adanya suatu tahapan penyelesaian yang sistematis yang digunakan untuk memudahkan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir secara maksimal dan dapat selesai dengan tepat waktu, adapun tahapan penelitian dalam menyelesaikan penelitian dapat juga digambarkan dengan diagram alir sebagai berikut :



Gambar 8. Diagram Alir Tugas Akhir

Pengoperasian Motor Pompa

Berdasarkan informasi yang telah didapatkan dari On The Job Training di Petrokimia Gresik, sebagian besar proses yang terjadi untuk memenuhi kebutuhan produksi dan pengerjaan lebih banyak menggunakan motor listrik. Dalam proses pengelolaan air di departemen III divisi pemeliharaan listrik pada unit Demineralisasi sangat didominasi dengan penggunaan motor listrik sebagai motor penggerak pompa air untuk proses demineralisasi air untuk menghilangkan kadar kandungan oksigen yang terdapat pada air yang dapat menimbulkan kerak dan menyumbat aliran air.



Gambar 9. Diagram proses demineralisasi Air

Motor pompa MP 1101 sebagai air Umpan Boiler

Ketika motor MP 1101 mengalami gangguan dan mengakibatkan trip atau mati dan tidak bisa melakukan supply air ke boiler, maka proses boiler juga akan ikut terhenti dan *supply steam* yang masuk ke generator juga akan berhenti. Bagian motor MP 1101 ini memiliki bagian-bagian tertentu yang terlihat pada Gambar 4.2, yaitu:

1. Motor induksi sebagai penggerak pompa
2. Penghubung beban motor dengan pompa
3. Pompa bertekanan



Gambar 10. Motor MP 1101

Ketiga komponen ini memiliki fungsi yang berbeda-beda, dimana motor induksi berfungsi sebagai penggerak poros dan untuk memutar pompa,

sedangkan poros penghubung beban motor dengan pompa adalah sambungan yang menghubungkan motor dan pompa dan pompa bertekanan berfungsi memompa air ketika mendapatkan putaran untuk mengirim air ke boiler. Berikut merupakan gambar

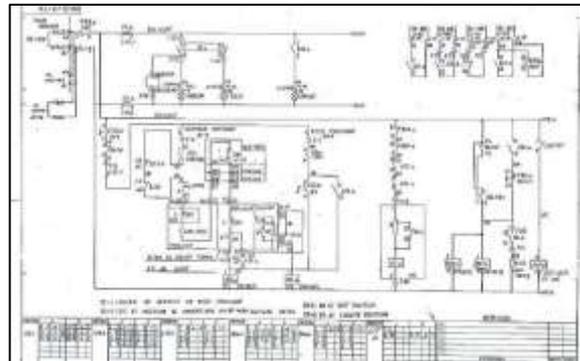
motor MP 1101 pada Gambar 10.



Gambar 11. Nameplate Motor MP 1101

Pengontrolan Motor MP 1101

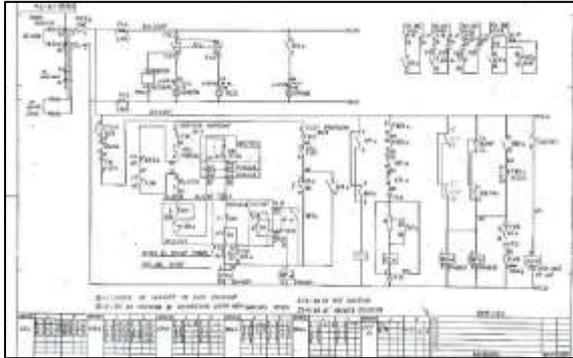
Untuk menjalankan motor MP 1101 ini hanya dapat dilakukan dengan cara manual yaitu dengan menjalankan breaker yang mengontrol motor, adapun rangkaian pengasutan motor juga dilakukan dengan metode pengasutan DOL yaitu pengasutan secara langsung dengan type koneksi star Y (bintang).



Gambar 12. Rangkaian kontrol MP 1101 sebelum penambahan EOCR

Dari Gambar 12 adalah gambar wiring diagram dari motor pompa air umpan boiler MP 1101 sebelum dilakukan penambahan sistem proteksi menggunakan EOCR, pada kondisi normal rangkaian kontrol ini memiliki 2 akses, yaitu dari *local* dan dari sub-station ruang kontrol motor atau breaker. Pada rangkaian kontrol ini terdapat 2 kontaktor yang mempunyai fungsi yang berbeda, kontaktor pertama mempunyai fungsi utama untuk sistem *interlock* motor ketika dijalankan, sedangkan untuk kontaktor ke dua berfungsi ketika pengetesan motor apabila terjadi *trouble*.

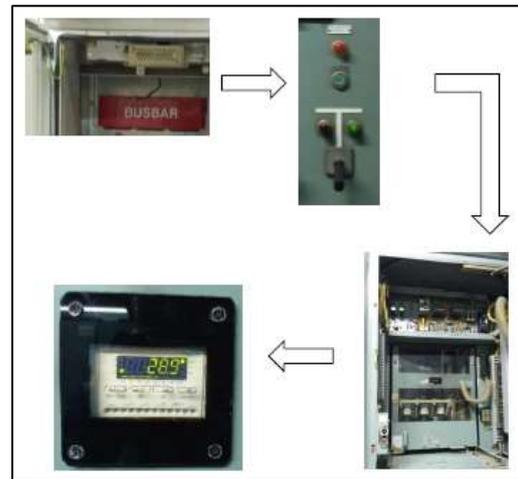
Ketika breaker dimasukkan maka akan memasuki kondisi normal, kemudian mengaktifkan *handle* dan menekan *push button On* dan kontaktor pertama akan terjadi *interlock* dan motor pada kondisi On atau *running*.



Gambar 13. Rangkaian kontrol MP 1101 dengan EOCR

Untuk pengoperasian secara umum pada Gambar 13 diatas dapat dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

1. Breaker : pastikan breaker sudah masuk kerangkaian daya dan switch dalam kondisi off
2. Posisi selector switch remote hanya ada pada SS (*Subs Station*) yang hanya bisa dilakukan running motor dari tempat tersebut.
3. Setelah tersambung rangkaian kontrol dan daya maka lampu pada breaker akan menyala yang mendapatkan sumber dari rangkaian 110V.
4. Ketika melakukan running motor, putar posisi switch sampai posisi ke bawah dan kontaktor akan mengunci untuk menggerakkan motor dan lampu pada breaker akan menyala hijau
5. Hasil pengukuran Amper ketika motor sudah dalam keadaan running dapat dilihat di sistem proteksi EOCR yang telah terpasang.



Gambar 14. Pengaktifan EOCR

Proteksi Motor MP 1101 PT. Petrokimia Gresik Pabrik III

PT. Petrokimia Gresik pada awal pembangunan proyek menggunakan relai bimetal yang hanya memproteksi arus untuk proteksi motor. Pada tahun 2016 PT. Petrokimia Gresik mengganti sistem proteksi untuk motor dengan menggunakan EOCR (*Electronic Over Current Relay*). Berikut adalah gangguan-gangguan yang dapat diamankan oleh EOCR-i3BZ dengan 8 proteksi yang dimiliki:

1. Over Current (oc)
Mengamankan ketika motor beroperasi dan akan aktif ketika terjadi beban lebih.
2. Under Current (uc)
Proteksi untuk mengamankan motor apabila motor terjadi kekurangan arus, hal ini diakibatkan karena hilangnya beban motor yang mengakibatkan motor beroperasi tanpa adanya beban dan akan aktif ketika dibawah 60%.
3. Phase Loss (PL)
Mengamankan motor ketika terjadi kehilangan antar fasa, dan akan menonaktifkan motor yang sedang beroperasi agar tidak terjadi kerusakan lebih pada motor.
4. Reverse Phase (rP)
Menangani apabila motor terjadi putaran balik atau salah putaran yang terjadi ketika salah menyambungkan koneksi pada motor.
5. Stall (Sc)

Mengamankan motor ketika ada lonjakan arus lebih, terutama pada waktu *starting* motor dan bekerja dalam range waktu 2-8 s.

6. Jam (JA)

Aktif ketika motor running, proteksi gandadari oc. Setting 0,2s-10s.

7. Unbalance (ub)

EOCR dapat memantau presentase ketidak seimbangan arus pada masing-masing fasa motor, apabila melebihi 15% maka alarm akan berbunyi.

8. Earth Fault (EF)

Melindungi apabila ada tegangan bocor yang mengalir ke ground.

Perbedaan tiap proteksi yang dimiliki antara overcurrent Relay dan EOCR terlihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Perbedaan karakteristik overcurrent Relay dan EOCR

Karakteristik	OCR	EOCR
Over Current	Ya	Ya
Under Current	Tidak	Ya
Phase Loss	Tidak	Ya
Reverse Phase	Tidak	Ya
Stall	Tidak	Ya
Jam	Tidak	Ya
Unbalance	Tidak	Ya
Earth Fault	Ya	Ya
Pre-Alarm	Ya	Ya

Tabel 2 merupakan data gangguan yang pernah terjadi pada motor pompa air umpan boiler MP 1101 di PT. Petrokimia Gresik di pemeliharaan bagian III. Sebagian besar adalah gangguan terhadap motor yang tidak menimbulkan gangguan yang mengakibatkan sampai berhentinya kinerja motor. Gangguan yang sering terjadi yaitu :

- a. Panas Pada Posisi Bearing
- b. Ampere Motor Hilang
- c. Motor mengeluarkan asap ketika strating
- d. Over Hoal
- e. Motor Terbakar
- f. Ground Phase

Tabel 2 Data Troubleshooting Motor MP 1101

Tanggal	Waktu	Item	Keterangan
27-4-1984	30 menit	MP 1101	Meger kabel, terjadi penurunan tegangan pada motor
23-5-1984	1 jam	MP 1101	Uncouple motor karena bearing panas
3-9-1984	32 jam	MP 1101	Over hoal
2-4-1985	-	MP 1101	Cek getaran motor
25-6-1985	2 jam	MP 1101	Over current
3-8-1985	-	MP 1101	Bearing panas
3-9-1985	24 jam	MP 1101	Over hoal
15-9-1986	40 jam	MP 1101	Over hoal
2-2-1987	2 jam	MP 1101	Ganti fan motor
5-6-1987	-	MP 1101	Cek bearing panas
4-10-1987	2 jam	MP 1101	Ketika strat motor keluar asap
10-9-1988	45 jam	MP 1101	Over hoal
23-4-1990	1 jam	MP 1101	Ampere motor hilang
13-9-1992	24 jam	MP 1101	Over hoal
29-2-1993	-	MP 1101	Cek temperatur motor
13-11-1994	24 jam	MP 1101	Over hoal
20-9-1997	56 jam	MP 1101	Over hoal
30-1-1998	-	MP 1101	Cek temperatur motor
3-9-1999	30 jam	MP 1101	Over hoal
15-11-2000	-	MP 1101	Cek suhu motor panas
22-9-2001	24 jam	MP 1101	Over hoal
21-11-2006	28 jam	MP 1101	Motor terbakar
23-11-2006	24 jam	MP 1101	Modifikasi kabel power
24-11-2006	30 menit	MP 1101	Strating motor
15-6-2009	24 jam	MP 1101	Motor trip over load
16-6-2009	3 jam	MP 1101	Cek sambungan koneksi motor
12-5-2016	6 jam	MP 1101	Motor trip grounding
15-5-2016	10 jam	MP 1101	Modifikasi Penambahan EOCR

Perhitungan Setting EOCR-i3BZ

Arus Start – Jam (JA) & Stall (Sc)

$$P_{motor} = 275.000 \text{ Watt}$$

$$\eta = 94,1\%$$

$$S_{rated} = 1 \text{ kW} = 1,34 \text{ Hp}$$

$$= 275 \text{ kW} = 368,5 \text{ Hp}$$

Letter Code Factor = 7

I start

$$= \frac{S_{start}}{\sqrt{3} \times V_{nominal}} = S_{start} = S_{rated}$$

× Letter Code Factor

$$= 368,5 \text{ Hp} \times 7 \frac{kVA}{Hp}$$

$$= 1925 \frac{kVA \text{ Hp}}{Hp}$$

$$= 1.925 \text{ kVA}$$

$$\begin{aligned}
 I_{start} &= \frac{S_{start}}{\sqrt{3} \times V_{nominal}} \\
 &= \frac{1.925 \text{ kVA}}{1,73 \times 6.000 \text{ V}} \\
 &= \frac{1.925 \text{ kVA}}{10.392,3 \text{ V}} \\
 &= 1,285233 \text{ kA} = 185,3\text{A}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan Arus Starting

$$\begin{aligned}
 &= \frac{I_{start}}{I_{nominal}} \\
 &= \frac{185,3 \text{ A}}{33,4 \text{ A}} \\
 &= 5,5 \text{ kali arus nominal}
 \end{aligned}$$

Over Current (oc)

Over Current = $I_{beban} + (I_{beban} \times 10\%)$

$$\begin{aligned}
 &= 33,4 \text{ A} + (33,4\text{A} \times 10\%) \\
 &= 39=6,74 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Under Current (uc)

Under Current = $I \times 75\%$

$$\begin{aligned}
 &= 33,4 \text{ A} \times 75\% \\
 &= 25,05 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Phase Loss (PL)

Phase Loss = $V - (V \times 85\%)$

$$\begin{aligned}
 &= 6.000 \text{ V} - (6.000 \text{ V} \times 85\%) \\
 &= 6.000 \text{ V} - 900\text{V} \\
 &= 5.100 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Reverse Phase (rP)

Phase Loss = Setting 0,15 sec. Untuk trip kondisi On

Unbalance (ub)

Unbalance

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Max phase current} - \text{Min phase current}}{\text{Max phase current}} \\
 &\times 100 \\
 &= \frac{6.000-5.100}{6.000} \times 100 = 15 \text{ sec}
 \end{aligned}$$

Eath Fault (EF)

Pada pengaturan tegangan yang mengalir ke tanah dapat dilakukan pada 2 mode, yaitu

pada mode On dan Off.

Perbandingan Gangguan Over current dengan EOCR

Berikut adalah perbandingan pada sistem proteksi yang digunakan PT. Petrokimia Gresik dari penggantian sistem proteksi Overcurrent relai dengan EOCR. Penggantian ini dilakukan dikarenakan kerusakan pada sistem proteksi yang lama yang telah dipakai dari tahun 1984 sampai dengan 2016 dengan dilakukannya penggantian EOCR.

Tabel 3 Perbandingan Gangguan Overcurrent dengan EOCR

Jenis Gangguan	Identifikasi Gangguan	
	OCR	EOCR
Over Current	Ada	Belum Ada
Over Load	Ada	Belum Ada
Over Hoal	Ada	Belum Ada
Ampere Hilang	Ada	Belum Ada
Grounding	Ada	Belum Ada
Motor Terbakar	Ada	Belum Ada

Berdasarkan perbandingan data gangguan yang terjadi, *Overcurrent* terjadi banyak gangguan dari awal pemakaian sampai dengan tahun 2016, untuk penggunaan sistem proteksi yang baru masih belum terjadi gangguan sampai pada tahun 2017.

Tabel 4 cara mengatasi masalah / gangguan

No.	Masalah/ gangguan	Penyebab	Cara mengatasi
1.	Kerusakan pada Trafo	Terdapat arus kejut pada belitan trafo sekunder akibat panas berlebih sehingga trafo terbakar.	Menggulung kembali lilitan trafo sekunder
2.	Kerusakan pada Lampu	Filamen pada beberapa bola lampu putus, beberapa fuse lampu putus.	Mengganti bola lampu yang baru, pada fuse putus diganti dengan fuse baru.
3.	Kerusakan pada Fitting Lampu	Fiting lampu pecah/rusak	Mengganti fitting lampu yang baru.
4.	Kerusakan	Isolasi kabel	Mengganti

pada Kabel	mengelupas menyebabkan tahanan kabel berkurang	kabel dengan kabel yang baru
------------	---	------------------------------------

Identifikasi gangguan dilakukan untuk menentukan persentase keberhasilan dengan melakukan perhitungan dalam melakukan penelusuran gangguan. Perhitungan persentase keberhasilan mengacu pada Tabel 8 dilampiran 1.

Sistem pengendali penerangan navigasi pada KRI Fatahillah mempunyai masalah/gangguan sebesar 50% yang diperoleh dari:

$$\frac{9 \text{ Masalah/gangguan}}{18 \text{ kondisi normal}} \times 100\% = 50\% \quad (4.1)$$

Dari 50% masalah/ gangguan pada Instalasi panel penerangan navigasi dilakukan telah dilakukan 9 penyelesaian sehingga memperoleh hasil prosentase penyelesaian sebesar 100% yang diperoleh dari :

$$\frac{9 \text{ Masalah/gangguan}}{18 \text{ kondisi normal}} \times 100\% = 100\% \quad (4.2)$$

KESIMPULAN

Hasil dari analisis terhadap gangguan dan sistem proteksi motor pompa air umpan boier MP 1101 dengan menggunakan EOCR-i3BZ di PT. Petrokimia Gresik maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Gangguan yang sering terjadi pada motor MP 1101 diakibatkan karena panas pada bagian bearing yang dapat mengakibatkan lonjakan arus dan membuat motor terbakar.
2. Hasil dari perhitungan arus starting diperoleh 185,3 A atau 6 kali dari arus nominal motor, sedangkan pengaturan pada pengaman berdasarkan informasi dari mekanik, arus start disetting sampai 8 kali arus nominal motor.
3. Penggantian sistem proteksi EOCR dilakukan karena memiliki item proteksi lebih banyak dibandingkan dengan Over Current. EOCR juga dilengkapi dengan tampilan digital pada pembacaan arus tidak lagi menggunakan pembacaan secara

analog. Setting dapat dilakukan dengan mudah dengan memasukkan nilai set *point* yang telah ditentukan, dibandingkan dengan *Over Current* untuk melakukan setting harus melepas komponen dari posisi breaker terlebih dahulu berdasarkan pengaturan yang dilakukan oleh teknisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achyanto, Djoko. (1984) **Electric Machinery, Mesin-Mesin Listrik**. PT. Gelora Aksara Pratama. Jakarta.
- Agus W, Hendro, (2013). **Praktikum Kontrol dan Proteksi Motor**. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- Centrifugal Pump Performance Curves and Technical Information. *Fristam Pumps*, (2014) USA. Di akses pada 15/3/17. 18.32
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:eGIExHUdF80J:www.fristam.com/>
- Gitrio, Agung. (2014). Analisa Perhitungan Arus Starting pada Pengasutan Motor Induksi GBM-301(*FAN DRIYER*). Teknik Elektro Universitas Bengkulu : Bengkulu.
- M.G. Say, (1974). **The Performance and Design of Alternating Current Machines**, The English Language Book Society and Pitman Publishing, New York.
- Priowirjanto, Gator. (2003). Starting Motor Tiga Fasa. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Zuhail, (1977). **Dasar Tenaga Listrik**. Bandung, ITB Zosen Corporation, Hitachi. (1984). **Final Documents, Phosphoric Acid and By-Products Plant**. Tokyo and Osaka, Japan

~Halaman Sengaja Dikosongkan~