

Studi Pengaturan dan Proteksi Motor 6.6 KV Pada *Recovery Boiler 2 PT.* RAPP

***Study on Setting and Protection of 6.6 KV Motor in Recovery Boiler 2 PT.* RAPP**

Oleh :

Attalarick Marcelino Putra
Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Medan
Jl. Almamater No.1 Kampus USU 20155 Medan
attalarick@gmail.com

Abstract

In the production process, electrical energy is used a lot by being transformed into the form of motion energy, namely by using a motor with a significant amount. So we need a facility that functions as a protection and control center, namely the Motor Control Center (MCC). In operation, the motor has several kinds of starting, for example Direct On Line (DOL), Variable Speed Drive (VSD), etc. This study aims to determine the control system for a 6.6 kV motor, to know the protection system for a 6.6 kV motor, and to find out the differences in the protection system for a 6.6 kV motor, specifically the starting DOL and VSD. In the boiler, there are 3 main requirements for the combustion process, namely air, air and lighters. The 6.6 kV motor is used as an air supplier and air supplier, namely as a secondary air fan, territorial air fan, and feed water pump. The results of the study state that the control system of the two starting motors has differences where the DOL has a constant rotational speed, while using VSD the motor rotational speed can be adjusted by changing the frequency. The difference between the motor protection system between DOL and VSD starting is that the motor protection on VSD is more sensitive than DOL (faster protection time setting), because the motor using VSD starting does not require 100% power in its needs, so in this case the protection relay also protects the VSD from disturbance that occurs.

Keywords : Direct On Line (DOL), Motor Control Center (MCC), Variable Speed Drive (VSD)

Abstrak

Dalam proses produksi, energi listrik banyak dimanfaatkan dengan ditransformasi ke dalam bentuk energi gerak yaitu dengan penggunaan motor dengan jumlah yang signifikan. Sehingga diperlukan suatu fasilitas yang berfungsi sebagai proteksi dan pusat kontrol yaitu *Motor Control Center* (MCC). Dalam pengoperasiannya, motor memiliki beberapa macam *starting*, misalnya *Direct On Line* (DOL), *Variable Speed Drive* (VSD), dll. Studi ini bertujuan untuk mengetahui sistem pengontrolan untuk motor 6,6 kV, mengetahui sistem proteksi untuk motor 6,6 kV, serta mengetahui perbedaan mengenai sistem proteksi dari motor 6,6 kV yakni terkhusus pada *starting* DOL dan VSD. Pada boiler, terdapat 3 syarat utama untuk proses pembakaran yakni air, udara dan pemantik. Motor 6,6 kV dimanfaatkan sebagai pemasok udara dan pemasok air yakni sebagai *secondary air fan*, *teritary air fan*, serta *feed water pump*. Hasil studi menyatakan bahwa sistem kontrol dari kedua *starting* motor memiliki perbedaan dimana DOL memiliki kecepatan putar yang konstan, sedangkan dengan menggunakan VSD kecepatan putar motor dapat diatur dengan perubahan frekuensi. Perbedaan sistem proteksi motor antara *starting* DOL dan VSD, yakni proteksi motor pada VSD lebih sensitif dari DOL (pengaturan waktu proteksi lebih cepat), dikarenakan motor dengan menggunakan *starting* VSD tidak memerlukan daya 100% dalam kebutuhannya sehingga dalam hal ini relay proteksi sekaligus melindungi VSD dari gangguan yang terjadi.

Kata kunci : *Direct On Line* (DOL), *Motor Control Center* (MCC), *Variable Speed Drive* (VSD)

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi merupakan sesuatu yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia sehari – hari. Hal ini dikarenakan aktivitas yang dilakukan manusia selalu membutuhkan energi. Energi yang digunakan manusia berasal dari makanan dan minuman yang dikonsumsi. Tidak hanya dari kehidupan manusia, setiap gejala yang terjadi di alam semesta tak luput dari energi. Energi merupakan sesuatu yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan tetapi dapat dirasakan keberadaannya. Energi bersifat kekal, artinya energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan akan tetapi dapat diubah (ditransformasi) ke dalam bentuk lain dan dapat dimanfaatkan untuk kepentingan energi. Energi yang paling terkenal dalam pemanfaatannya adalah energi listrik. Hal ini dikarenakan sifat energi listrik yang paling mudah ditransformasi ke bentuk energi lain, misalnya energi listrik diubah menjadi energi gerak, energi listrik diubah menjadi energi panas, energi listrik diubah menjadi energi cahaya, dsb. Prinsip kekekalan energi inilah yang menjadi dasar PT. Riau Andalan Pulp & Paper (RAPP) dalam memproduksi berbagai macam energi yang diperlukan dalam proses produksi. Dalam proses produksi, energi listrik banyak dimanfaatkan dengan ditransformasi ke dalam bentuk energi gerak yaitu dengan penggunaan motor dengan jumlah yang signifikan. Akan tetapi dalam penggunaannya, motor sering kali mengalami gangguan baik dari internal motor maupun eksternal motor. Gangguan ini dapat mengakibatkan kinerja motor menjadi menurun atau bahkan dalam skala besar, dapat mengakibatkan motor mengalami kerusakan. Sehingga diperlukan suatu fasilitas yang berfungsi sebagai proteksi dan pusat kontrol yaitu *Motor Control Center* (MCC). *Motor Control Center* (MCC) merupakan suatu pusat pengendalian/ pengontrolan semua operasi setiap motor yang terdiri dari kumpulan beberapa komponen pengontrolan dan proteksi motor yang digabungkan pada suatu tempat sehingga semua motor listrik dapat dioperasikan secara bersamaan. Tujuannya adalah sebagai proteksi untuk mencegah gangguan-gangguan yang dapat terjadi 2 pada motor. Selain itu tujuan lainnya ialah untuk memudahkan operator dalam pengoperasian dan pengontrolan sehingga motor dapat dioperasikan jarak jauh dan tidak perlu dalam jarak dekat.

1.2. Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah dalam laporan tugas akhir ini :

1. Sistem pengaturan pada motor bus 462AE01 yang dibahas ialah hanya 3 yakni 462K002 (*Secondary Air Fan*), 462P204 (*Feed Water Pump 1*), 462P205 (*Feed Water Pump 2*).
2. Sistem proteksi motor 6.6 KV pada bus 462AE01 yang dibahas ialah hanya 3 yakni 462K002 (*Secondary Air Fan*), 462P204 (*Feed Water Pump 1*), 462P205 (*Feed Water Pump 2*).
3. Sistem proteksi yang dibahas ialah bagian internal (elektrik) pada motor.
4. Jumlah motor yang dibahas yakni 3 buah motor dari total 4 motor, dikarenakan adanya bahaya api dalam pengambilan data motor.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya maka rumus masalah yang dapat diangkat untuk Tugas Akhir adalah :

1. Bagaimana sistem pengontrolan untuk motor 6.6 kV pada bus 462AE01?
2. Bagaimana sistem proteksi untuk motor 6.6 kV pada bus 462AE01?

2. TINJAUAN TEORITIS

2.1. Kajian Pustaka

Di era globalisasi saat ini, berbagai aktifitas manusia bergantung pada peralatan listrik seperti motor induksi tiga fasa. Motor induksi tiga fasa sangat penting penggunaannya dan banyak digunakan dalam dunia industri, sesuai dengan peran dan fungsinya motor induksi biasa digunakan sebagai penggerak peralatan produksi seperti perakitan alat-alat berat. Terjadinya variasi tegangan dalam sistem tenaga listrik disebabkan karena besaran tegangan antar ketiga fasa tidak sama sehingga adanya perbedaan sudut fasa R, S dan T yang menyebabkan beban yang tidak merata. Permasalahan yang terjadi akibat gangguan-gangguan pada motor induksi tiga fasa ketika tegangan antar fasa tidak seimbang (*unbalance voltage*) pada motor induksi akan timbul panas dan arus unbalance. Arus unbalance ini akan membuat bagian belitan stator dan belitan rotor menjadi panas, akibat dari timbulnya panas yang berlebih menyebabkan umur motor akan bertambah pendek karena isolasi pada *winding* rusak, putaran dan torsi pada motor juga akan semakin turun, sehingga bisa berdampak kerusakan pada motor induksi tiga fasa (Darmawansyah, M.Khairul Amri Rosa, Ika Novia Anggraini).

Deteksi dini hubung singkat pada belitan arus motor pengoperasian akan mencegah kerusakan lebih lanjut pada belitan berdekatan satu sama lain, inti stator, mengurangi biaya perbaikan dan memperpanjang masa pakai motorik. Karenanya deteksi kerusakan motor induksi mendapat perhatian lebih beberapa tahun terakhir. Sirkuit pendek di belitan menyebabkan pengurangan yang setara dalam jumlah putaran pada motor. Ini menyebabkan penurunan kecepatan dan peningkatan panas di inti karena kehilangan tambahan. Peningkatan panas membuat suhu belitan stator meningkat mengakibatkan penurunan perkiraan umur isolasi belitan. Kegagalan isolasi pada belitan stator akan terjadi korsleting tambahan di belitan, peningkatan tambahan suhu, dan dengan demikian memperpendek umur isolasi lekak (Ade Kurniawan).

Relay proteksi adalah susunan peralatan yang direncanakan untuk dapat merasakan atau mengukur adanya ketidak normalan pada peralatan atau bagian sistem tenaga listrik dan bekerja secara otomatis untuk mengatur atau memberikan informasi agar segera membuka pemutus tenaga, untuk memisahkan peralatan atau bagian sistem yang terganggu dan memberikan isyarat bahwa telah terjadi gangguan, misalnya dengan lampu dan alarm. Untuk melokalisir daerah yang terganggu ini diperlukan alat pengaman sehingga peralatan - peralatan tersebut tidak akan mengalami kerusakan yang lebih fatal (Heri Sungkowo).

2.2. Landasan Teori

2.2.1. *Motor Control Center* (MCC)

Dengan jumlah penggunaan motor listrik yang signifikan, tentu mengalami berbagai macam kendala seperti dalam pengendalian/ pengontrolan dan perawatan (*maintenance*) dari motor itu sendiri. Kendala tersebut dapat diatasi salah satunya dengan penggunaan *Motor Control Center* (MCC) sebagai pusat pengendalian semua motor pada industri. *Motor Control Center* (MCC) merupakan suatu pusat pengendalian/ pengontrolan semua operasi setiap motor yang terdiri dari kumpulan beberapa komponen pengontrolan dan proteksi motor yang digabungkan pada suatu tempat sehingga semua motor listrik dapat dioperasikan secara bersamaan. Tujuannya adalah untuk memudahkan operator dalam pengoperasian dan pengontrolan sehingga motor dapat dioperasikan jarak jauh dan tidak perlu dalam jarak dekat. Struktur dasar *Motor Control Center* (MCC) adalah kabinet logam yang dibagi menjadi beberapa bagian vertikal yang diisolasi satu sama lain

Motor Control Center (MCC) biasanya banyak dimanfaatkan pada bangunan komersil atau industri besar yang mana terdapat banyak motor yang perlu dikendalikan dari lokasi pusat, seperti ruang mekanik atau ruang listrik. Penggunaannya telah dimanfaatkan sejak tahun 1950 oleh industri manufaktur mobil menggunakan sejumlah besar motor listrik. Pada masa sekarang, penggunaannya

banyak dimanfaatkan dalam aplikasi industri dan komersial. Dikarenakan dalam pengoperasiannya sering kali sangat berdebu dan korosif, maka *Motor Control Center* (MCC) sering kali terpasang pada ruangan ber-AC dan terpisah dari mesin atau peralatan.

2.2.2. Jenis-Jenis Proteksi yang Digunakan Pada Motor 6,6 KV

2.2.2.1. Motor Start Protection

Hal yang perlu di perhatikan dalam starting motor ialah magnitudo arus dan lama waktu startingnya. Semakin tinggi beban yang dipikul motor saat *starting* maka semakin besar pula arus dan waktu starting motor yang diperlukan untuk mencapai RPM normal. Untuk starting motor sangat erat hubungannya terhadap besar torsi yang dipikul oleh motor. Jika torsi yang dipikul oleh motor terlalu besar maka motor juga akan memerlukan arus yang lebih besar supaya motor bisa berputar dan menggerakkan beban. Semakin besar torsi maka waktu starting yang dibutuhkan juga akan lebih lama. Namun, jika arus yang dihasilkan terlalu besar maka bisa menyebabkan kerusakan pada motor. Ketika arus dan waktu starting motor sudah melebihi batas yang ditentukan maka relay akan bekerja dan akan memerintahkan *circuit breaker* untuk *trip*.

2.2.2.2. NEF1Low (Non-Directional Earth-Fault Protection, Low Set Stage)

NEF1Low adalah proteksi yang bekerja jika adanya gangguan fasa ke tanah. Dikatakan *Non-Directional* karena proteksi ini bisa bekerja tanpa memperhatikan arah arus (polaritasnya).

2.2.2.3. NOC3High (3 Phase Non-Directional Over Current, High Set Stage)

Proteksi ini bekerja jika adanya gangguan hubung singkat fasa ke fasa. Proteksi ini akan bekerja dengan membaca input berupa besaran arus kemudian membandingkan dengan nilai *setting*, apabila nilai arus yang terbaca oleh rele melebihi setting current dan *setting time* maka rele akan mengirim perintah *trip* (lepas) kepada CB. Dikatakan High Set karena setting currentnya yang lebih tinggi dari *low set* dan *operate time* yang lebih cepat dibanding *low set*. Ketika relay mendeteksi arus yang magnitudo dan waktunya sudah melebihi batas *setting*, maka relay akan memberikan perintah ke CB untuk instruksi *trip*.

2.2.2.4. NOC3Inst (Non-Directional Over Current, Instantaneous Set Stage)

Sama seperti penjelasan sebelumnya, namun di set pada setting-an Instantaneous Set Stage dimana setting arusnya lebih tinggi dibanding *high set* serta *setting time*-nya lebih cepat dibanding *low set*. Ketika relay mendeteksi arus yang magnitudo dan waktunya sudah melebihi batas *setting*, maka relay akan memberikan perintah ke CB untuk instruksi *trip*.

2.2.2.5. NPS3Low (Negative Phase-Sequence Protection, Low Set)

NPS3Low atau lebih sering dikenal dengan urutan fasa negatif adalah proteksi yang berkerja ketika terjadi rangkaian urutan negatif terdiri dari 3 fasa yang besarnya sama, terpisah satu dengan yang lain dalam sudut 120° dan mempunyai urutan fasa yang berlawanan dengan arah fasa aslinya.

2.2.2.6. ROV1Low (Residual Over Voltage, Low Set)

Residual *voltage* relay termasuk kategori *earth fault* relay (IEEE device no 59N). Fungsinya untuk melindungi motor ketika akan reclosing setelah terjadi pemutusan (*discharge*). Ketika terjadi *discharge line* oleh *breaker*, kemudian akan menutup kembali (terutama yg *fast reclosing*), maka harus dipastikan bahwa tegangan sisa (*residual voltage*) lebih kecil dari nilai tertentu (misal 10% dari rating). Tegangan sisa ini akibat adanya kapasitansi antara konduktor dan *ground*, dimana muatannya

tidak langsung menghilang. *Breaker* tidak akan menutup sebelum tegangannya lebih kecil dari seting yang sudah ditentukan.

2.2.2.7. TOL3Dev (*Thermal Overload 3 Phase*)

Proteksi ini berfungsi sebagai pelindung stator dan rotor dari suhu yang berlebih akibat adanya arus lebih karena *overload*. Pada proteksi ini temperatur dan batas waktunya sudah di *set* sedemikian rupa. Sehingga, ketika stator dan rotor sudah mencapai batas temperatur dan waktu yang sudah di set maka motor akan *trip*.

2.2.2.8. UV3Low (*Under Volatage 3 Phase, Low Set*)

Proteksi ini berfungsi untuk mengawasi *under voltage* yang terjadi pada setiap fasa. Jika ada tegangan dibawah *setting* maka proteksi ini akan bekerja dan motor akan *trip*.

3. METODE PENELITIAN

3.2 *Recovery Boiler*

Recovery Boiler (RB) merupakan *furnace* tempat pembakaran *black liquor* yang berasal dari proses evaporasi. Di tempat inilah komponen organik yang terlarut selama proses *pulping* akan dihancurkan dan energi yang terkandung di dalamnya dipulihkan. *Recovery boiler* juga merupakan tempat pembentukan sulfida dan pemulihan bahan kimia anorganik untuk digunakan kembali. *Recovery boiler* adalah bagian yang tidak terpisahkan dari sistem *steam* dan *power balance* di pabrik. *Recovery boiler* memiliki tiga tugas utama mengubah energi kimia dari *black liquor* menjadi panas untuk menghasilkan *high-pressure steam*, memulihkan anorganik dari *black liquor* dan mereduksi senyawa sulfur menjadi sulfida. Pembakaran *Black Liquor* (BL) di *recovery boiler* terjadi di dalam *furnace*. *Furnace* merupakan suatu rongga yang dikelilingi atau tersusun dari *waterwall* yang membentang dari bagian lantai *furnace* hingga bagian ujung dari *nose arch*. *Nose arch* berperan sebagai penghalang yang menutupi *superheater* dan membantu membelokkan gas dari *furnace* sehingga dapat melewati *superheater* dengan pola aliran silang yang sesuai. *Furnace* terbagi menjadi *lower furnace* dan *upper furnace*. *Lower furnace* adalah tempat dimana *liquor* masuk dengan cara disemprotkan, udara pembakaran dimasukkan, *charbed* terakumulasi, dan *smelt* terbentuk untuk nantinya dikeluarkan melalui *smelt spout*. Sedangkan *upper furnace* memberikan waktu untuk terjadinya penyempurnaan pembakaran dan luas permukaan untuk mendinginkan gas pembakaran. *Tertiary* air akan berperan sebagai pembatas antara *lower furnace* dan *upper furnace*.



Gambar 3. 2 *Recovery Boiler*

Dari FLS (*Firing Liquor Storage*) tank solid akan dipompakan menuju *recovery boiler*. *Black liquor* disemprotkan ke *furnace* dengan menggunakan *spray gun*. *Liquor* yang disemprotkan akan

membentuk *droplet* atau seperti butiran. Mulamula partikel *black liquor* mengalami pengeringan yang cepat hingga melepaskan uap air yang terkandung dalam *black liquor*. Kemudian partikel *black liquor* masuk ke tahapan pirolisis dimana terjadi degradasi senyawa organik volatil hingga melepas gas-gas tertentu. Biasanya gas yang dihasilkan berupa H₂, CO, CH₄, CO₂, H₂O, dan gas TRS (*Total Reduced Sulphur*). Tahapan yang terakhir adalah *char combustion* yang bertujuan untuk mengubah seluruh senyawa organik yang tersisa menjadi gas karbon dioksida ataupun karbon monoksida. Setelah tahapan ini, partikel yang tersisa hanya tersusun atas Na₂S dan Na₂CO₃. Pada proses pembakaran terjadi reduksi yaitu Na₂SO₄ menjadi Na₂S.

3.3 Prinsip Kerja Boiler

Prinsip kerja boiler kurang lebih mirip dengan panci yang digunakan untuk memasak air, tetapi dengan kapasitas yang jauh lebih besar. Dalam boiler air akan diubah menjadi uap. Panas diserap air dalam boiler dan uap dihasilkan secara kontinyu. Air yang disuplai ke boiler untuk diubah menjadi steam disebut air umpan. Air umpan yang dialirkan ke boiler untuk menggantikan kehilangan air di dalam boiler yang telah berubah menjadi uap. Ketika uap meninggalkan air yang mendidih, padatan terlarut yang berasal dari air umpan boiler tertinggal di water drum. Padatan-padatan yang tertinggal menjadi bertambah kepekatannya dan bahkan dapat mencapai ke suatu tingkat dimana pemekatan lebih lanjut bisa menyebabkan terbentuk kerak atau deposit didalam boiler. Air boiler yang kepekatannya tinggi ini harus diganti untuk mencegah terbentuknya kerak di dalam boiler. Proses ini dikenal sebagai *blowdown* yang berkelanjutan. Bahan baku yang digunakan untuk membuat steam adalah air baku yang diolah di *water treatment* dan dialirkan ke *feed water tank* yang berfungsi sebagai tangki penampung air umpan sebelum dipompakan ke daerator. Air umpan dari *feed water tank* dialirkan menggunakan pompa ke daerator yang berfungsi untuk menghilangkan kandungan O₂ dan gas gas yang terlarut di dalam air umpan. Air dari daerator di pompakan ke boiler dengan melewati *economizer* yang bertujuan untuk menaikkan temperatur air dengan memanfaatkan panas dari gas buang pembakaran boiler dan dapat meningkatkan efisiensi boiler yang lebih tinggi.

3.4 Pemanfaatan Motor 6,6 KV Pada Recovery Boiler

Dalam proses pembakaran *black liquor* pada *recovery boiler*, terdapat 3 syarat pembakaran yang utama yakni bahan bakar, oksigen, dan pemanas (pemantik). Bahan bakar dalam hal ini merupakan *black liquor*. *Black liquor* merupakan material yang mudah terbakar, sama seperti halnya bensin atau solar. Syarat yang lain, yakni oksigen. Oksigen berasal dari udara, yang mana mengandung sekitar 21% oksigen. Untuk terjadinya proses pembakaran setidaknya dibutuhkan sekitar 15% volume oksigen di udara. Selanjutnya dibutuhkan pemanas (pemantik) untuk syarat terbentuknya api. Sumber panas dapat berasal dari apa saja, seperti panas matahari, gesekan, percikan api, dan lain sebagainya. Dalam *recovery boiler*, sumber api berasal dari *Startup Burner*. *Startup Burner* terdiri dari gun burner yang berfungsi untuk menghasilkan api dengan menembakkannya ke dalam *furnace*. Selain beberapa syarat tersebut, terdapat komponen lain yang termasuk bagian penting yakni air. Air pada boiler berfungsi sebagai penyerap panas dan akan menghasilkan steam (uap) secara kontinyu (berkelanjutan). Air yang di suplai ke dalam boiler untuk diubah menjadi steam disebut sebagai air umpan. Air umpan ini bertujuan untuk menggantikan kehilangan air di dalam boiler yang telah berubah menjadi steam. Sehingga, apabila air tidak disuplai secara terus menerus, maka tidak ada penyerap panas pada boiler yang mana secara langsung akan merusak bagian konstruksi daripada boiler itu sendiri. Air yang dialirkan ke dalam boiler disuplai dengan menggunakan pompa yang bernama *feed water pump*.

Untuk proses pembakaran di boiler, membutuhkan pasokan udara dan air yang sangat besar dikarenakan kapasitas boiler yang besar. Sehingga dibutuhkan motor dengan spesifikasi yang tinggi untuk menunjang pemasokan air dan udara. Motor-motor tersebut dapat digunakan sebagai :

1. *Primary Air Fan* *Primary air fan* berfungsi sebagai pemasok udara yang bertujuan untuk menjaga kualitas nyala api dengan cara mengontrol udara yang dibutuhkan selama proses pembakaran pada boiler

2. *Secondary Air Fan* *Secondary air fan* berfungsi sama seperti *primary air fan* yang mana berfungsi untuk sebagai pemasok udara. Fungsi dari *secondary air fan* yakni untuk membantu *primary air fan*.
3. *Teritary Air Fan* Memiliki fungsi yang sama seperti kedua fan di atas yakni sebagai pemasok udara. Akan tetapi, perbedaan *teritary air fan* dengan kedua fan diatas yakni terletak pada jalur aliran udara. *Primary air fan* dan *secondary air fan* menghembuskan/ mengalirkan udara dari bawah boiler ke arah atas. Sedangkan *teritary air fan* menghembuskan udara ke daerah sekeliling dari pada dinding boiler.
4. *Feed Water Pump* *Feed water pump* merupakan pompa yang mana memiliki fungsi untuk mengontrol dan mensuplai air pada jumlah tertentu yang berasal dari tanki air (*feed water tank*) menuju boiler dengan spesifikasi tekanan tertentu. Dalam pemanfaatannya, motor dengan spesifikasi tersebut memegang peranan yang sangat penting pada boiler. Sehingga diperlukan proteksi yang penting guna memproteksi motor tersebut dari beberapa gangguan. Selain itu juga, motor tersebut harus mendapatkan perhatian khusus. Misalnya apabila motor mengalami gangguan dan trip maka boiler secara otomatis akan *trip* (berhenti) dan hal ini dapat mengakibatkan terganggunya proses produksi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Jenis Proteksi Pada ABB REM 543 Motor 462K002, 462P204, dan 462P205

4.1.1. Motor 462K002

Tabel 4.1 Proteksi Motor 462K002

Jenis Proteksi Pada Modul	Proteksi yang digunakan	No. Relay Berdasarkan
<i>REM 543</i>	<i>462K002</i>	<i>IEEE</i>
<i>Motor Start</i>	<i>YES</i>	50
<i>NEF1High</i>	<i>NO</i>	64
<i>NEF1Inst</i>	<i>NO</i>	64
<i>NEF1Low</i>	<i>YES</i>	64
<i>NOC3High</i>	<i>YES</i>	51
<i>NOC3Inst</i>	<i>YES</i>	50
<i>NOC3Low</i>	<i>NO</i>	51
<i>NPS3Low</i>	<i>YES</i>	46
<i>ROV1Low</i>	<i>YES</i>	59N
<i>TOL3Dev</i>	<i>YES</i>	49
<i>UV3High</i>	<i>NO</i>	27
<i>UV3Low</i>	<i>YES</i>	27

4.1.2.Motor 462P204

Tabel 4.2 Proteksi Motor 462P204

Jenis Proteksi Pada Modul	Proteksi yang digunakan	No. Relay Berdasarkan
<i>REM 543</i>	<i>462P204</i>	<i>IEEE</i>
<i>Motor Start</i>	<i>YES</i>	50
<i>NEF1High</i>	<i>NO</i>	64
<i>NEF1Inst</i>	<i>NO</i>	64
<i>NEF1Low</i>	<i>YES</i>	64
<i>NOC3High</i>	<i>YES</i>	51
<i>NOC3Inst</i>	<i>YES</i>	50
<i>NOC3Low</i>	<i>NO</i>	51
<i>NPS3Low</i>	<i>YES</i>	46
<i>ROV1Low</i>	<i>YES</i>	59N
<i>TOL3Dev</i>	<i>YES</i>	49
<i>UV3High</i>	<i>NO</i>	27
<i>UV3Low</i>	<i>YES</i>	27

4.1.3.Motor 462P205

Tabel 4.3 Proteksi Motor 462P205

Jenis Proteksi Pada Modul	Proteksi yang digunakan	No. Relay Berdasarkan
<i>REM 543</i>	<i>462P205</i>	<i>IEEE</i>
<i>Motor Start</i>	<i>YES</i>	50
<i>NEF1High</i>	<i>NO</i>	64
<i>NEF1Inst</i>	<i>NO</i>	64
<i>NEF1Low</i>	<i>YES</i>	64
<i>NOC3High</i>	<i>YES</i>	51
<i>NOC3Inst</i>	<i>YES</i>	50
<i>NOC3Low</i>	<i>NO</i>	51
<i>NPS3Low</i>	<i>YES</i>	46
<i>ROV1Low</i>	<i>YES</i>	59N
<i>TOL3Dev</i>	<i>YES</i>	49
<i>UV3High</i>	<i>NO</i>	27
<i>UV3Low</i>	<i>YES</i>	27

4.2. *Setting* Proteksi yang Digunakan Pada ABB REM 543 Motor 462K002, 462P204, dan 462P205 dengan Menggunakan Relay

4.2.1. Motor Start Protection (IEEE No. 50)

4.2.1.1. Motor 462K002

Ilt and Stall

In	= 300 A
Start Current	= 7.5 x 300 A = 2250 A
Start Time	= 15.0 s
Time Limit	= 20.0 s
Countdown Rate	= 25.0 s/h
Stall Time	= 7.0 s

4.2.1.2. Motor 462P204

In	= 300 A
Start Current	= 7.5 x 300 A = 2250 A
Start Time	= 15.0 s
Time Limit	= 20.0 s
Countdown Rate	= 25.0 s/h
Stall Time	= 7.0 s

4.2.1.3. Motor 462P205

In	= 300 A	Start Time	= 5 s
Start Current	= 5.5 x In = 5.5 x 300 A = 1650 A	Time Limit	= 20.0 s
		Countdown rate	= 25.0 s/h
		Stall Time	= 7.0 s

5. PENUTUP

Sistem kontrol dari motor starting *Direct On Line* (DOL) dan *Variable Speed Drive* (VSD) memiliki perbedaan dimana starting DOL memiliki kecepatan putaran yang konstan, sedangkan dengan menggunakan VSD kecepatan putaran dari motor dapat dikontrol dengan perubahan pada frekuensi. Kecepatan putaran motor dengan menggunakan VSD bervariasi yakni dari 2500 RPM hingga 3000 RPM. Akibatnya penggunaan daya VSD lebih sedikit dibandingkan dengan starting DOL dikarenakan putaran dari motor tidak mencapai 100% mengakibatkan konsumsi daya tidak mencapai 100%. Perbedaan sistem proteksi motor antara starting DOL dan VSD, yakni proteksi motor pada VSD lebih sensitif dari DOL (pengaturan waktu proteksi lebih cepat), dikarenakan motor dengan menggunakan starting VSD tidak memerlukan daya 100% dalam kebutuhannya sehingga mengakibatkan arus yang dikonsumsi bervariasi yakni dari 209 A sampai 85A. Dalam hal ini, relay proteksi sekaligus melindungi VSD dari gangguan yang terjadi. Penggunaan sistem proteksi motor menggunakan relay yang terintegrasi untuk melindungi motor dari gangguan-gangguan yang muncul sehingga motor tidak mengalami kerusakan.

Selama proses yang dilakukan pada saat berada di departemen *Chemical Side* PT. Riau Andalan Pulp & Paper Unit Bisnis PT. Riau Prima Energi, penulis memberikan saran yakni dilakukan penambahan proteksi yakni dengan menggunakan *frequency relay* dengan penomoran 81 berdasarkan ANSI/IEEE C37.2-2008. Serta, hendaknya ruang *Motor Control Center* (MCC) khusus untuk 1 tegangan yang mana mempermudah dalam pengoperasian motor.

DAFTAR PUSTAKA

Christian Mamesah. 1998. Proteksi Sistem Tenaga Listrik. Electrical Departement TEDC. Bandung.

Eugene C. Lister. 1993. Mesin dan Rangkaian Listrik, Edisi ke enam. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Lister, Eugene C. Robert J. Rusch. 1993. Electric Circuits and Machines. Glenco: New York.

Theodore Wildi. 2005. Electrical Machines, Drives and Power System.

Zuhal. 1997. DASAR SISTEM PENGAMAN TENAGA LISTRIK. Bandung.