

**ANALISIS PENGARUH *BRAKING RESISTOR* TERHADAP KINERJA
VARIABLE SPEED DRIVE (VSD) PADA MOTOR TIGA PHASA DI
*PUMPING UNIT PT. PERTAMINA HULU ROKAN***

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

DEDE AGUSTIAN

1920201069

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
PEKANBARU
2025**

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri/tidak plagiat, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Jika ternyata tidak benar saya bersedia untuk pembatalan gelar kesarjanaan yang telah saya peroleh.

Nama : Dede Agustian

Nim : 1920201069

Tanggal : 16 juli 2025

Tanda Tangan



DEDE AGUSTIAN

NIM: 1920201069

LEMBAR PELAKSANAAN

Judul : Analisis Pengaruh *Braking Resistor* Terhadap Kinerja *Variable Speed Drive* (VSD) Pada Motor Tiga Phasa di *Pumping Unit* PT. Pertamina Hulu Rokan

Nama : Dede Agustian

NIM : 1920201069

Program Studi : Teknik Elektro

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji pada Rabu, 16 Juli 2025 Semester Genap Tahun Akademik 2024/2025

Disetujui,

TIM PENGUJI

Ketua


Zulfahri, S.T., M.T
NIDN. 100797202

Sekretaris


Arlenny, S.T., M.T
NIDN. 102312701

Anggota


Dr. Darmansyah, S.T., M.T
NIDN. 0009127204

Anggota


Ir. Masnur Putra Halilintar, M.Si
NIDN. 0020106502

Anggota


Ir. Usaha Situmeang, M.T.
NIDN. 1022046201

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisis Pengaruh *Braking Resistor* Terhadap Kinerja *Variable Speed Drive* (VSD) Pada Motor Tiga Phasa di *Pumping Unit* PT. Pertamina Hulu Rokan

Nama : Dede Agustian

NIM : 1920201069

Program Studi : Teknik Elektro

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning sesuai dengan Berita Acara Nomor : 1511/FT/Ad/2025

Disetujui,

Pembimbing I



Elvira Zondra, S.T., M.T.
NIDN. 1022047302

Pembimbing II



Monice, S.ST., M.T
NIDN. 1028088304

Diketahui Oleh:

Dekan Fakultas Teknik



Dr. H. Zamhuri, S.T., M.T.
NIK. 0001198

Disetujui Oleh :

Ketua Prodi Teknik Elektro



Zulfahri, S.T, M.T
NIK. 0301207

Tanggal Sidang Meja Hijau : Pekanbaru, 16 Juli 2025

KATA PENGANTAR

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan akhir akademis dalam rangka gelar kesarjanaan di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning Pekanbaru. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. H. Zainuri, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
2. Bapak Zulfahri, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru dan selaku Dosen Pembimbing I
3. Ibu Elvira Zondra, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I yang memberikan arahan serta bimbingan dalam penulisan tugas ahir ini.
4. Ibu Monice, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan tugas ahir ini
5. Seluruh dosen-dosen pengajar Teknik Elektro, yang telah banyak membantu, membimbing, serta membagikan ilmu.
6. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberi doa dan nasehat.
7. Kepada Istri, Irma Novia Puji Astari, S.Tr.Kom. yang selalu mendampingi disetiap waktu dan memberikan support, semangat, dan motivasi yang tak henti – hentinya, juga rekan - rekan sekalian.

Semoga kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini dibalas Allah SWT dengan kebaikan yang berlipat ganda. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Pekanbaru, 16 Juli 2025



DEDE AGUSTIAN

NIM: 1920201069

NIM: 1920201069

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Lancang Kuning, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dede Agustian

NIM : 1920201069

Program Studi : Teknik Elektro

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Hal Bebas Royalti Noneksklusif (*Non - exclusive Royalty-Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul:

Analisis Pengaruh *Braking Resistor* Terhadap Kinerja *Variable Speed Drive (VSD)* Pada Motor Tiga Phasa di *Pumping Unit* PT. Pertamina Hulu Rokan

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Royalti Noneksklusif ini Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat : Pekanbaru

Pada : 16 Juli 2025

Yang Menyatakan,



DEDE AGUSTIAN

NIM: 1920201069

ABSTRAK

Variable Speed Drive (VSD) adalah alat yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor induksi tiga phasa di wilayah pertambangan minyak dan gas bumi PT. Pertamina Hulu Rokan (PHR) dengan menggabungkan metode *pumping unit* pada proses pengangkatan *fluida*. Dalam pengoperasiannya VSD sering mengalami *trip* dan dapat menghambat produksi pertambangan. *Trip* nya VSD terjadi karena adanya *regenerative power* yang tidak mampu diserap dengan maksimal oleh *braking resistor* karena kurang tepatnya antara daya regenerasi dengan kapasitas *resistor*. Daya regenerasi terjadi akibat ketidakseimbangan antara berat keseluruhan *sucker rod* dengan *counter weight pumping unit* saat *up stroke* dan juga penerapan program *speed trim adjustment* (STA). Hasil pengamatan dan perhitungan *regenerative power* terjadi pada lokasi 7L-51 = 856,411 V_{DC}, lokasi 2R- 63 = 813,05 V_{DC} dan lokasi 7Q-23B = 802,208 V_{DC} yang memicu *chopper* untuk terbuka dan mengalirkan daya ke *braking resistor*. *Resistor* 15 Ohm / 5.000 Watt pada lokasi 7L-51 tidak cocok diterapkan untuk daya regenerasi yang terjadi secara terus-menerus, motor induksi tiga phasa menghasilkan daya 13.155,015 Watt sedangkan *braking resistor* hanya menyerap 4.889,5 Watt yang menyebabkan VSD *trip*. Pada lokasi 2R– 63 penerapan *resistor* 6 Ohm / 14.000 Watt sangat tepat, *resistor* menyerap 11.017,5 Watt dari 11.656,355 Watt daya regenerasi sehingga VSD tetap beroperasi normal. Namun ada pertimbangan khusus ketika penerapan program STA, motor menyuplai daya 21.358,871 Watt sedangkan *resistor* hanya menyerap 10.725,6 Watt (program STA sudah ditiadakan). Pemilihan nilai *resistor* pada sistem *braking* serta tindakan *preventive maintenance* VSD perlu diperhatikan serta pertimbangan pemanfaatan daya hasil regenerasi sebagai cadangan daya.

Kata kunci: VSD, *Resistor*, *Regenerative Power*, Daya.

ABSTRACT

Variable Speed Drive (VSD) is a tool used to regulate the speed of three-phase induction motors in the oil and gas mining area of PT. Pertamina Hulu Rokan (PHR) by combining the pumping unit method in the fluid lifting process. In its operation, the VSD often trips and can hamper mining production. The VSD trip occurs because the regenerative power cannot be absorbed optimally by the braking resistor due to the inaccuracy between the regeneration power and the resistor capacity. The regeneration power occurs due to an imbalance between the overall weight of the sucker rod and the counter weight of the pumping unit during the up stroke and also the application of the speed trim adjustment (STA) program. The results of observations and calculations of regenerative power occur at location 7L-51 = 856,411 V_{DC}, location 2R- 63 = 813,05 V_{DC} and location 7Q-23B = 802,208 V_{DC} which triggers the chopper to open and flow power to the braking resistor. The 15Ω / 5,000-Watt resistor at location 7L-51 is not suitable for continuous regeneration. The three-phase induction motor produces 13.155,015 Watts, while the braking resistor only absorbs 4.889,5 Watts, causing the VSD to trip. At location 2R-63, the 6Ω / 14,000-Watt resistor is very appropriate; the resistor absorbs 11.017,5 Watts of the 11.656,355 Watts of regeneration power, allowing the VSD to operate normally. However, special considerations are needed when implementing the STA program: the motor supplies 21.358,871 Watts, while the resistor only absorbs 10.725,6 Watts (the STA program has been discontinued). The selection of resistor values in the braking system and preventive maintenance measures for the VSD require careful consideration, as well as consideration of utilizing the regenerated power as a backup power source.

Keywords: VSD, Resistor, Regenerative Power, Power.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	ii
LEMBAR PELAKSANAAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Perumusan Masalah	2
1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pompa Angguk (<i>Pumping unit</i>)	4
2.1.1 Motor Induksi Tiga Fasa.....	5
2.1.2 <i>Gear Box (Gear Reducer)</i>	7
2.1.3 <i>Crank</i>	8
2.1.4 <i>Counter Weight</i>	8
2.1.5 <i>Pitman</i>	9
2.1.6 <i>Walking beam</i>	9
2.1.7 <i>Carrier Bar</i>	10
2.1.8 <i>Polished rod</i>	10
2.1.9 <i>Sucker rod</i>	11
2.1.10 <i>Plunger</i>	11

2.1.11	<i>Reservoir</i>	11
2.1.12	<i>Fluida</i>	12
2.2.	<i>Variable Speed Drive (VSD)</i>	12
2.2.1.	<i>Input Power</i>	13
2.2.2.	<i>Drive</i>	14
2.2.3.	<i>Transformator</i>	16
2.2.4.	<i>Braking resistor</i>	16
2.3	<i>Regenerative power</i>	20
2.3.1	Motor Bertindak Sebagai Generator.....	21
2.3.2	Momen Inersia.....	21
2.3.3	<i>Pumping unit</i> dalam kondisi <i>balance</i>	22
2.3.4	<i>Pumping unit</i> dalam kondisi <i>Unbalance</i>	22
2.3.5	Penerapan Program <i>Speed Trim Adjustement (STA)</i>	23
2.4	Proteksi VSD	24
2.4.1	<i>Over Voltage Alarm</i>	25
2.4.2	<i>Over Heat Alarm</i>	25
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1.	Objek Penelitian.....	26
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.3.	Metode Penelitian	27
3.4.	Pengumpulan Data Serta Rujukan	28
3.4.1.	<i>Pumping unit</i>	28
3.4.2.	Motor AC 3 Phasa	30
3.4.3.	<i>Fluida</i> Dalam Sumur	31
3.4.4.	<i>Variable Speed Drive (VSD)</i>	32
3.4.5.	<i>Braking resistor</i>	36
3.4.6.	Tegangan, Arus dan Frekuensi	37
3.5.	<i>Flowchart</i> Metode Penelitan.....	41
BAB 4	PEMBAHASAN.....	42
4.1.	Perhitungan Tegangan	42
4.1.1.	Tegangan AC Pada Drive	42
4.1.2.	Tegangan DC Pada Drive	43

4.2. Perhitungan Daya Regenerasi Saat Motor Bertindak Sebagai Generator.....	45
4.3. Perhitungan Daya Regenerasi yang diserap Resistor Saat Chopper Terbuka dan Energi yang dilepaskan keudara dalam Bentuk Panas.	46
4.4. Data Hasil Perhitungan Tegangan, Arus, Daya dan Energi Terhadap <i>Braking Resistor</i>	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN - LAMPIRAN.....	52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Stuktur pompa Angguk. Sumber: PT. Pertamina Hulu Rokan	5
Gambar 2. 2 Braking resistor	18
Gambar 2. 3 Rangkaian Braking resistor Pada Drive VSD	19
Gambar 3. 1 Pumping unit, terjadinya momen inersia.....	28
Gambar 3. 2 Nameplate Motor AC Tiga Phasa	31
Gambar 3. 3 Struktur VSD.....	32
Gambar 3. 4 Pengukuran tegangan <i>input</i> dan <i>output</i> pada VSD Lokasi 7L - 51..	38
Gambar 3. 5 Pengukuran tegangan <i>input</i> dan <i>output</i> pada VSD Lokasi 2R - 62..	39
Gambar 3. 6 Pengukuran tegangan <i>input</i> dan <i>output</i> pada VSD Lokasi 2R - 63..	39
Gambar 3. 7 Pengukuran Tegangan <i>input</i> dan <i>output</i> VSD Lokasi 7Q – 23B	40
Gambar 3. 8 Flowchart Metode Penelitian	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1 Pumping unit dalam Kondisi Balance.....	30
Tabel 3. 2 Pumping unit dalam Kondisi Unbalance	30
Tabel 3. 3 Detail Nameplate Motor AC Tiga Phasa	31
Tabel 3. 4 Data Beban sumur	31
Tabel 3. 5 Data Sheet Struktur VSD	33
Tabel 3. 6 Spesifikasi sistem kerja Braking resistor YASKAWA CIMR -A1000- 4A0058	36
Tabel 3. 7 Nameplate Braking Resistor 6 Ohm	37
Tabel 3. 8 Nameplate Braking Resistor 15 Ohm	37
Tabel 3. 9 Data Tegangan, Arus Dan Frekuensi pada VSD.....	37
Tabel 3. 10 Data Frekuensi dan Arus pada Lokasi 7L - 51.....	38
Tabel 3. 11 Data Frekuensi dan Arus pada Lokasi 2R - 62	39
Tabel 3. 12 Data Frekuensi dan Arus pada Lokasi 2R - 63	39
Tabel 3. 13 Data Frekuensi dan Arus pada Lokasi 7Q – 23B.....	40
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Tegangan AC Line to Line.....	43
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Tegangan DC pada DC Bus	44
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan tegangan dan daya pada braking resistor.....	48
Tabel 4. 4 Perbandingan Total Daya hasil Regenerasi dengan daya yang diserap Resistor	48

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Variable Speed Drive (VSD) yang biasa dikenal sebagai *inverter* adalah suatu alat yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran sebuah motor, diwilayah pertambangan minyak dan gas bumi yang berada didaerah Duri - Riau PT. Pertamina Hulu Rokan (PHR) merupakan perusahaan BUMN yang mengambil alih pertambangan ini yang sebelumnya dijalankan oleh PT. Chevron Pacific Indonesia (CPI). Diantara banyaknya perubahan yang dilakukan karena peralihan, namun hampir secara keseluruhan semua peralatan yang digunakan masih sama, salah satunya yaitu penggunaan *Variable Speed Drive* (VSD). VSD biasanya dipergunakan untuk berbagai alasan seperti meningkatkan produksi, mengantisipasi terjadinya masalah sumur, pengujian sumur baru hingga sebagai perbandingan produksi dalam proses *maintenance* tambang. PT. Pertamina Hulu Rokan (PHR) memiliki banyak mitra dalam menjalankan pertambangan minyak dan gas bumi. Seperti halnya pada VSD yang berkembang di pertambangan wilayah Duri dikelola dan di *maintenance* oleh PT. Wifgasindo Dinamika Instrument Engineering dengan tipe VSD Yaskawa CIMR-A1000-4A0058.

VSD sangat berperan besar dipertambangan minyak dan gas bumi, VSD mengendalikan kecepatan motor dengan cara mengatur frekuensi dari daya listrik yang dipasok dari aliran *motor control panel* (MCP) sebelum menuju motor. Motor yang dipergunakan pada umumnya merupakan motor induksi tiga fasa berkapasitas 20 HP sampai dengan 40 HP. VSD memegang peranan besar dan sangat dibutuhkan karena kegunaannya, namun dalam pengoperasiannya VSD sangat sensitif karena fungsi VSD juga sebagai pengaman. Karena sifat yang sensitif inilah VSD sering mengalami *trip* dan dapat menghambat produksi pertambangan. *Trip* nya VSD terjadi karena adanya tegangan balik (*regenerative power*) yang berasal dari motor induksi tiga fasa yang tidak dapat diredam dengan baik oleh *braking resistor* dan secara terus menerus terjadi, khususnya pada lokasi sumur : 7L-51, 2R-63 dan 7Q-23B yang sering muncul sebagai kandidat *trouble shooting* , ini sangat berbeda dengan lokasi 2R-62 yang hampir tidak terjadi masalah. Awalnya aliran listrik yang menuju motor langsung berasal

dari (MCP) karena adanya penggunaan VSD aliran listrik dialirkan terlebih dahulu ke VSD baru kemudian output VSD menuju motor, secara otomatis ketika VSD mengalami *trip* motor juga mati dan produksi terhenti.

Oleh karena itu masalah *trip* nya VSD perlu diketahui serta bagaimana VSD yang dilengkapi *braking resistor* dapat mengurangi tingkat kesensitifan terhadap tegangan lebih, sehingga penggunaan VSD sesuai dengan harapan dan peruntukannya di pertambangan ini.

1.2 Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui penyebab terjadinya *regeneratif power*.
2. Menganalisa pengaruh nilai resistor dalam menyerap daya regenerasi pada sistem *braking* terhadap kinerja *variabel speed drive*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di dapatkan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui secara teoritis tentang permasalahan VSD yang kerap kali timbul di pertambangan PT. Pertamina Hulu Rokan.
2. Mengetahui fungsi penerapan *braking resistor* terhadap kinerja *variabel speed drive* di PT. Pertamina Hulu Rokan.
3. Dapat menentukan nilai *resistor* yang sesuai untuk diaplikasikan pada VSD dengan kondisi aktual lapangan.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang timbul, bagaimana menentukan pusat permasalahan yang terjadi pada VSD , menentukan indikasi-indikasi kegagalan komponen dan keterkaitan peralatan lain selain komponen VSD terhadap kegagalan hingga penerapan sistem *braking resistor* terhadap kinerja *Variable Speed Drive* pada VSD Yaskawa, CIMR-A1000-4A0058.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Untuk mendapatkan tujuan penelitian yang diharapkan serta tidak meluasnya cakupan pembahasan, penulis memberi batasan masalah hanya berfokus pada masalah *trip* yang terjadi pada VSD Yaskawa, CIMR-A1000-4A0058 yang

berakibat terhambatnya produktifitas pertambangan minyak dan gas bumi di wilayah Duri - Riau oleh PT. Pertamina Hulu Rokan (PHR) serta Analisis Kinerja *Variable Speed Drive* (VSD) Menggunakan *braking resistor* di PT. Pertamina Hulu Rokan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibagi menjadi 5 (lima) bab, dimana setiap bab penulis akan membahas dalam suatu sistematika:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, rumusan masalah dan sistematika penulisan

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori yang bersangkutan tentang ringkasan penelitian lain yang berkaitan dengan penelitian dan teori dasar yang akan dibahas pada Analisis Kinerja *Variabel Speed Drive* (VSD) Menggunakan *Braking Resistor* di PT. Pertamina Hulu Rokan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini penulis membahas mengenai data-data tentang *pumping unit*, *Variabel Speed Drive* (VSD) serta sistem *Braking resistor*.

BAB 4 PEMBAHASAN

Bagian pembahasan menguraikan hasil perhitungan manual dari data yang didapatkan dan juga melakukan perbandingan serta analisis data diantara empat lokasi *pumping unit*.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dari tujuan tugas akhir dan saran pelaksanaan tugas akhir

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis kinerja *Variable Speed Drive* (VSD) menggunakan *Braking resistor* di PT. Pertamina Hulu Rokan adalah sebagai berikut:

1. Regenerasi power pada VSD terjadi akibat ketidakseimbangan antara berat keseluruhan *sucker rod* ditambah fluida dengan *counter weight Pumping unit* saat *up stroke* dan juga terjadi akibat penerapan program *Speed Trim Adjustment* (STA)
2. Hasil pengamatan dan perhitungan *Regenerative power* terjadi pada lokasi 7L-51 = 856,411 V_{DC}, lokasi 2R- 63 = 813,05 V_{DC} dan lokasi 7Q-23B = 802,208 V_{DC} yang memicu *chopper* untuk terbuka dan mengalirkan daya ke *braking resistor*. Penggunaan *Resistor* 15 Ohm /5.000 Watt pada lokasi 7L-51 tidak cocok diterapkan untuk daya regenerasi yang terjadi secara terus-menerus, motor induksi tiga phasa menghasilkan daya 13.155,015 Watt sedangkan *braking resistor* hanya menyerap 4.889,5 Watt yang menyebabkan VSD *trip*. Pada lokasi 2R– 63 penerapan *resistor* 6 Ohm /14.000 Watt sangat tepat, *resistor* menyerap 11.017,5 Watt dari 11.656,355 Watt daya regenerasi sehingga VSD tetap beroperasi normal. Namun ada pertimbangan khusus ketika penerapan program STA, motor menyuplai daya 21.358,871 Watt sedangkan *resistor* hanya menyerap 10.725,6 Watt (program STA sudah di tiadakan) .

5.2. Saran

Adapun saran dari hasil analisis kinerja *Variable Speed Drive* (VSD) menggunakan *Braking resistor* di PT. Pertamina Hulu Rokan adalah sebagai berikut:

1. Sebelum menentukan nilai *resistor* pada sistem *Braking VSD* yang akan digunakan sebaiknya dilakukan pengukuran tegangan dan arus serta pengamatan karakteristik sumur yang berpotensi terjadi daya regenerasi. Jika nilai hasil perhitungan regenerasi besar sebaiknya menggunakan nilai tahanan *resistor* yang kecil (6 Ohm) agar mampu menyerap daya lebih

besar sehingga VSD tetap berjalan dengan aman dan *resistor* pengereman dapat beroperasi maksimal sehingga produksi terjaga.

2. Tindakan *preventive maintenance* perlu dilakukan secara berkala guna memantau perubahan daya regenerasi yang mungkin terjadi.
3. Untuk kedepannya dapat dipertimbangkan pemanfaatan daya regenerasi sebagai sumber cadangan daya bagi PT. Pertamina Hulu Rokan dengan cara mengalirkan daya regenerasi menuju baterai untuk disimpan dayanya dan akan kembali mengalir menuju *braking resistor* saat baterai telah penuh terisi daya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. (2018). *Aplikasi Elektronika Daya Pada Sistem Tenaga Listrik*. Karangmalang, Yogyakarta: UNY Press.
- Andrew Causebrook, David J. Atkinson, and Alan G. Jack. 2007. *Fault Ride-Through of Large Wind Farms Using Series Dynamic Braking resistors*. Ieee Transactions On Power Systems, Vol. 22, No. 3
- Atmam, Tanjung, A., & Zulfahri. (2018). Analisis penggunaan energi listrik motor induksitiga fhasa menggunakan variabel speed drive (VSD). *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri)*, 52-59.
- Barnes, M. (2003). *Practical Variable Speed Drives and Power Electronics*. Perth, Australia: Newness.
- EI Engineering PT. Wifgasindo Dinamika Instrument Engineering 2022
- Erisman, Eteruddin H, dan Atmam. 2018. *Evaluasi Kinerja Motor Ship Moving 3 Fasa Menggunakan Variable Speed Drive (Vsd) Pada PLTU: Seminar Nasional Cendekiawan*.
- Padri, M., & Yuhendri, M. (2021). Inverter 3 Fasa Menggunakan Metoda Space Vector Pulse Width Modulation. *JTEIN : Jurnal Teknik Elektro Indonesia*.
- Prasetyo E, Zondra E, Situmeang U. 2018. *Studi Penggunaan Variable Speed Drive Untuk Pengaturan Kecepatan Motor Exhaust Fan Pada Dyno Test Room PT. Trakindo Utama Pekanbaru. : Jurnal Teknik*. Vol.12 .No.2.
- Rangkuti, R. A., Atmam, & Zondra, E. (2020). Studi Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Speed Drive (VSD) Berbasis Programmer Logic Controller (PLC). *Jurnal Teknik*, 121-128.
- Roza I, Pasaribu F.I, Yanie A, Almi A, dan Sinaga T.S. 2021. *Analisa Pengaruh Penggunaan VSD (Variable Speed Drive) Pada Konsumsi Energi Di PT. Lestari Alam Segar. : RELE*.
- Tanjung, A., Zulfahri, & Atmam. (2018). Analisis Penggunaan Energi Listrik Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Speed Drive (VSD). *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri)*, 52-59.
- Yaskawa Elecric SIEP C710606 18F Yaskawa AC Drive – V1000 Technical Manual 2008