

**STUDI REKONFIGURASI BUS 20 KV AKIBAT PENAMBAHAN  
BEBAN PADA KILANG PERTAMINA RU-VI BALONGAN**

**SKRIPSI**

**TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI ENERGI ELEKTRIK**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



**IMANTAKA WIRA R A**  
**NIM. 145060307111001**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**MALANG**  
**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**STUDI REKONFIGURASI BUS 20 KV AKIBAT PENAMBAHAN  
BEBAN PADA KILANG PERTAMINA RU-VI BALONGAN**

**SKRIPSI**

**TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI ENERGI ELEKTRIK**

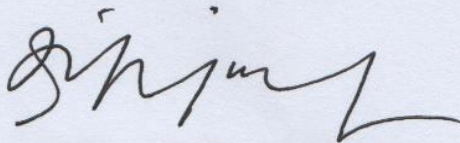
Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**IMANTAKA WIRA R A**  
**NIM. 145060307111001**

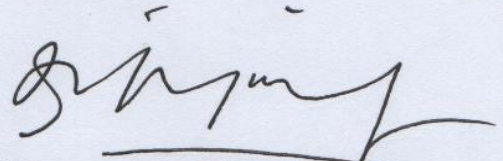
Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. IPM  
NIP. 19730520200801 1 013

Dosen Pembimbing I



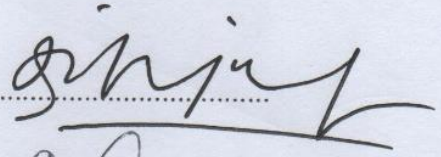
Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. IPM  
NIP. 19730520200801 1 013

JUDUL SKRIPSI

STUDI REKONFIGURASI BUS 20 KV AKIBAT PENAMBAHAN BEBAN PADA  
KILANG PERTAMINA RU-VI BALONGAN

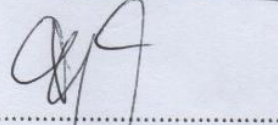
Nama Mahasiswa : Imantaka Wira R A  
NIM : 145060307111001  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO  
Konsentrasi : TEKNIK ENERGI ELEKTRIK

Dosen Pembimbing 1 : Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. IPM.



Tim Dosen Penguji :

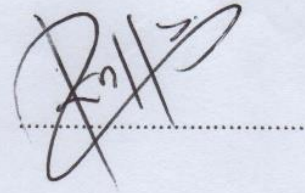
Dosen Penguji 1 : Ir. Teguh Utomo, M.T.



Dosen Penguji 2 : Drs. Ir. Moch. Dhofir, M.T.



Dosen Penguji 3 : Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc.



Tanggal Ujian : 27 April 2018

SK Penguji : 874/UN10.F07/SK/2018

## **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 12 Mei 2018

Mahasiswa,

IMANTAKA WIRA R A

NIM 145060307111001

## **RIWAYAT HIDUP**

Imantaka Wira Rizky Andana, Bontang, 21 November 1995 anak dari ayah Brampy Anggardani dan Ibu D.N Wahyu Prabasari, SD di kota bontang kemudia pindah dikota Indramayu sampai SMP dan SMA di kota Cirebon lulus SMA tahun 2014, lulus program sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2018 Pengalaman kerja sebagai asisten laboratorium di Laboratorium Dasar Elektrik dan Pengukuran Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2016 hingga 2017.

Malang, Mei 2018

Penulis

*Teriring Ucapan Terima Kasih Kepada:  
Ayahanda Brampy Anggardani dan Ibunda D.N Wahyu Prabasari Tercinta*



## RINGKASAN

**Imantaka Wira Rizky Andana**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Maret 2018, *Studi Rekonfigurasi Bus 20 kV Akibat Penambahan Beban Pada Kilang PERTAMINA RU-VI Balongan*, Dosen Pembimbing: Hadi Suyono.

Untuk meningkatkan kapasitas produksi kilang minyak, PT PERTAMINA RU-VI Balongan bermaksud untuk melakukan penambahan beban listrik. Terkait dengan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk Melakukan studi penambahan beban dan pemindahan beban pada sistem eksisting akibat dari keterbatasan bus 20 kV dalam menanggung arus hubung singkat dengan melakukan analisis terhadap beberapa konfigurasi jaringan serta Melakukan studi kelayakan dan rekonfigurasi bus serta penggunaan tenaga listrik dari sumber tambahan karena adanya kekurangan daya listrik yang dibutuhkan untuk memenuhi rencana pengembangan beberapa proyek agar dapat dioperasikan dengan aman. Pada kondisi sebelum ditambahkan beban, besar gangguan hubung singkat tiga fasa pada bus 20 kV yang mempunyai nilai arus gangguan 25 kilo Ampere adalah 26,54 kilo Ampere. Setelah ditambahkan beban adalah 29,916 kilo Ampere. Oleh karena itu perlu dilakukan konfigurasi terhadap bus 20 kV untuk mengurangi besarnya gangguan arus hubung singkat. Ada 3 macam rekonfigurasi yaitu peningkatan kapasitas panel menjadi 40 kA didapatkan besarnya gangguan hubung singkat tiga fasa pada bus 20 kV yang mempunyai nilai arus gangguan 40 kilo Ampere adalah 35,216 kilo Ampere, pembagian bus menjadi 2 daerah didapatkan besarnya gangguan hubung singkat tiga fasa pada bus 20 kV yang mempunyai nilai arus gangguan 25 kilo Ampere adalah 22,342 kilo Ampere pada daerah 1 dan 20,332 kilo Ampere pada daerah 2, dan pembagian 3 daerah didapatkan besarnya gangguan hubung singkat tiga fasa pada bus 20 kV yang mempunyai nilai arus gangguan 25 kilo Ampere adalah 14,266 kilo Ampere pada daerah 1, 10,632 kilo Ampere pada daerah 2 dan 5,462 kilo Ampere pada daerah 3, dengan pembagian bus ini besarnya arus gangguan hubung singkat dapat dikurangi. Selain itu dilakukan simulasi starting motor menggunakan software ETAP untuk mengetahui besarnya kontribusi arus pada bus 20 kV ketika sedang dilakukan *start*

**Kata kunci:** Rekonfigurasi bus, arus gangguan hubung singkat, simulasi *starting* motor





## **SUMMARY**

**Imantaka Wira Rizky Andana**, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering University of Brawijaya, March 2018, **Study of Reconfiguration 20 kV Bus Due to Added Load on PERTAMINA RU-VI Balongan Refinery**, Academic Supervisor: Hadi Suyono.

To increase the production capacity of refineries, PT PERTAMINA RU-VI Balongan want to increase the electrical loads. Therefore the purpose of this research are to find out the addition of load and load transfer on the existing system as a result of the limitations of 20 kV bus in bear the short circuit current by conducting analysis of several network configuration and to conduct feasibility and reconfiguration bus and the use of electric power from additional source because the lack of electrical power that required to develop some plans of several projects in order to operate safely. Before the loads are added the three-phase short circuit fault on a 20 kV bus which has 25 kilo Ampere of fault current is 25,54 kilo ampere. After the loads are added is 29,916 kilo Ampere. Therefore it is necessary to configure the 20 kV bus to reduce the amount of short circuit fault. There are three kinds of reconfiguration, increase the capacity of busbar into 40 kA which has 35,216 kilo Ampere fault current, the division of the bus into two section which have 22,342 kilo Ampere on section 1 and 20,322 kilo Ampere on section 2, the division of the bus into three section which have 14,266 kilo Ampere on section 1, 10,632 on section 2, and 5,462 on section 3, with the division of this bus, the amount of fault can be reduced. Besides that there are some simulations of starting motor using ETAP softwere to know the amount of current contribution on the bus 20 kV when the motor is started.

**Keywords:** Bus Reconfiguration, short circuit fault, simulations of starting motor





## PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT selalu tercurahkan karena hanya dengan rahmat, ridho, dan kasih sayang-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Studi Penambahan Beban dan Rekonfigurasi Bus 20 kV PT PERTAMINA (Persero) RU-VI Balongan dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Rasulullah Muhammad SAW sebagai suri tauladan terbaik sepanjang masa. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Disadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan serta dorongan dari semua pihak, penyelesaian skripsi ini tidak mungkin bisa terwujud. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan, saran, dan waktu untuk memberikan pelajaran agar segera terselesaikannya skripsi ini.
2. Ibu Ir. Nurussa'adah, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Ali Mustofa, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Jurusan Teknik Elektro.
4. Ibu Rini Nur Hasanah, Dr., S.T., M.Sc. selaku KKDK Teknik Energi Elektrik.
5. Bapak dan Ibu dosen serta segenap staf dan karyawan Jurusan Teknik Elektro.
6. Kedua orang tua yaitu Ayahanda Brampy Anggardani dan Ibunda Desak Nyoman Wahyu Prabasari yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk segera menyelesaikan studi.
7. Bapak Fari Pratomosiwi, Pandu Prabowo Nugroho, Muhammad Rian Faisal, dan Dwinanto Setyadi selaku pembimbing di *Schneider Electric* yang telah memberikan izin dan kesempatan serta membantu dalam melakukan penelitian.
8. Eka Citra Agustini, yang selalu memberikan arahan dalam pengerjaan skripsi dan dukungan sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.
9. Keluarga besar Asisten Laboratorium Dasar Elektrik dan Pengukuran.

10. Kepada semua teman-teman seperjuangan Dioda angkatan 2014, Teknik Energi Elektrik 2014.

11. Dan semua pihak yang telah membantu namun tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat beberapa kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun akan sangat dibutuhkan agar skripsi ini menjadi karya tulis yang lebih baik dan berguna bagi akademisi.

Malang, April 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| <b>PENGANTAR</b> .....   | <b>i</b>                            |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....  | <b>iii</b>                          |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                      | <b>vi</b>                           |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                     | <b>ix</b>                           |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                                   | <b>xii</b>                          |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.1 Latar Belakang.....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.3 Batasan Masalah.....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.4 Tujuan.....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.5 Manfaat.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.6 Sistematika Penulisan.....                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.1 Kriteria Desain.....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik di Kilang Perminyakan ... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2.1 <i>Simple Radial System</i> .....                        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2.2 <i>Primary Selective Radial System</i> .....             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2.3 <i>Secondary Selective Radial System</i> .....           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.3 Sistem Per Unit (pu).....                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.4 Arus Hubung Singkat.....                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.4.1 Hubung Singkat Satu Fasa Ke Tanah.....                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.4.2 Hubung Singkat Antar Fasa.....                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.4.3 Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah.....                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.4.4 Hubung Singkat Tiga Fasa.....                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.5 Komponen Simetris.....                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.6 Analisis <i>Starting Motor</i> .....                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.6.1 Tegangan Jatuh.....                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.6.2 Frekuensi.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.1 Pengambilan Data.....                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.1.1 Data Sekunder.....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.2 Pemodelan.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.3 Kondisi Awal Jaringan.....                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.4 Kondisi Awal Jaringan Setelah Ditambahkan Beban Baru .     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.5 Rekonfigurasi Jaringan Bus 20 kV.....                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|       |   |                                     |
|-------|---|-------------------------------------|
| 3.6   | Perhitungan, Simulasi dan Analisis Data ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.6.1 | Perhitungan Aliran Daya .....                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.6.2 | Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.6.3 | Simulasi <i>Starting</i> Motor .....          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.7   | Pengambilan Kesimpulan dan Saran .....        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

#### **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....****Error! Bookmark not defined.**

|       |  |                                     |
|-------|--|-------------------------------------|
| 4.1   | Sistem Kelistrikan PT PERTAMINA RU-VI Balongan .....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2   | Data Penambahan Beban Baru .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.3   | Kondisi Kelistrikan PT PERTAMINA RU-VI Balongan Sebelum Ditambahkan Beban Baru .....       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.3.1 | Perhitungan Aliran Daya .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.3.2 | Perhitungan Impedansi .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.3.3 | Perhitungan Arus Hubung Singkat.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.3.4 | Simulasi <i>Starting</i> Motor .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4   | Kondisi Sistem Kelistrikan PT PERTAMINA RU-VI Balongan Setelah Ditambahkan Beban Baru..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4.1 | Perhitungan Aliran Daya .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4.2 | Perhitungan Impedansi .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4.3 | Perhitungan Arus Hubung Singkat.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4.4 | Simulasi <i>Starting</i> Motor .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.5   | Peningkatan kapasitas panel menjadi 40 kA .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.5.1 | Perhitungan Aliran Daya .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.5.2 | Perhitungan Impedansi .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.5.3 | Perhitungan Arus Hubung Singkat.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.5.4 | Simulasi <i>Starting</i> Motor .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.6   | Pemisahan 2 <i>Section</i> dengan Rating Bus 25 kA....                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.6.1 | Perhitungan Aliran Daya .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.6.2 | Perhitungan Impedansi .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.6.3 | Perhitungan Arus Hubung Singkat.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.6.4 | Simulasi <i>Starting</i> Motor .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.7   | Pemisahan 3 <i>Section</i> dengan Rating Bus 25 kA....                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.7.1 | Perhitungan Aliran Daya .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.7.2 | Perhitungan Impedansi .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.7.3 | Perhitungan Arus Hubung Singkat.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.7.4 | Simulasi <i>Starting</i> Motor .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.8   | Perbandingan Solusi Konfigurasi Bus 20 kV Terhadap Gangguan Arus Hubung Singkat.....       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.9   | Spesifikasi penambahan material pada penambahan bus baru ...                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

#### **BAB V PENUTUP .....****Error! Bookmark not defined.**

|     |                 |                                     |
|-----|-----------------|-------------------------------------|
| 5.1 | Kesimpulan..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 5.2 | Saran .....     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

#### **DAFTAR PUSTAKA**



## **LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

| No.        | Judul   | Halaman                                 |
|------------|---|---|
| Tabel 4.1  | Data Generator.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.2  | Data Tranformator Step-Up.....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.3  | Data Tranformator Step-Down.....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.4  | Data Motor pada Bus 20 kV .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.5  | Data Beban H <sub>2</sub> Rich.....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.6  | Data Beban EWTP .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.7  | Data Beban SPM/SPL .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.8  | Data Beban SWS & SRU .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.9  | Load Flow pada bus 20 kV .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.10 | Impedansi Beban Substation .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.11 | Impedansi Saluran .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.12 | Impedansi Gangguan pada Titik 20 kV .....                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.13 | Besarnya arus gangguan hubung singkat sebelum ditambahkan beban .....     | <b>Error!<br/>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4.14 | Load Flow pada bus 20 kV .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.15 | Impedansi Beban Substation .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.16 | Impedansi Gangguan pada Titik 20 kV .....                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.17 | Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat Setelah Ditambahkan Beban .....     | <b>Error!<br/>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4.18 | Load Flow pada bus 20 kV .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.19 | Load Flow pada bus 20 kV .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.20 | Impedansi Beban Substation .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.21 | Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat bus 20 kV dengan rating 40 kA ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.22 | Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat bus 20 kV dengan rating 40 kA ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.23 | Load Flow pada bus 20 kV .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.24 | Load Flow pada bus 20 kV .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Tabel 4.25 | Impedansi Beban Substation pada section 1 .....                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |

Tabel 4.26 Impedansi Beban Substation pada section 2 .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.29 Impedansi Gangguan pada Titik 20 kV.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.28 Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat pada section 1 .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.29 Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat pada section 2.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.30 Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat pada section 1 .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.31 Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat pada section 2.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.32 Load Flow pada bus 20 kV .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.33 Load Flow pada bus 20 kV .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.34 Impedansi Beban Substation pada section 1 .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.35 Impedansi Beban Substation section 2.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.36 Impedansi Beban Substation section 3.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.37 Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat pada section 1 .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.38 Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat pada section 2.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.39 Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat pada section 3.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.40 Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat pada section 1 .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.41 Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat pada section 2.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.42 Besarnya Arus Gangguan Hubung Singkat pada section 3.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.43 Perbandingan rekonfigurasi antara eksisting, peningkatan kapasitas panel, pemisahan 2 *section* dan 3 *section* sebelum ditambahkan beban..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.44 Perbandingan rekonfigurasi antara eksisting, peningkatan kapasitas panel, pemisahan 2 *section* dan 3 *section* setelah ditambahkan beban ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.45 Penambahan material pada 2 *Section* ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.46 Penambahan material pada 3 *Section* ..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR GAMBAR

| No. | Judul   | Halaman                             |
|-----|---|-------------------------------------|
|     | Gambar 2.1 Diagram Satu Garis Simple Radial System.....                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 2.2 Diagram Satu Garis Primary Selective Radial System...                        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 2.3 Diagram Satu Garis Secondary Selective Radial System.....                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 2.4 Gelombang arus hubung singkat .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | <i>Gambar 2.5</i> Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah ..                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | <i>Gambar 2.6</i> Hubungan jala-jala urutan gangguan satu fasa ke tanah                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | <i>Gambar 2.7</i> Gangguan hubung singkat antar fasa .....                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | <i>Gambar 2.8</i> Hubungan jala-jala urutan gangguan antar fasa.....                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 2.9 Gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah ...                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | <i>Gambar 2.10</i> Gangguan hubung singkat tiga fasa .....                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 2.11 Komponen simetris tiga fasa untuk tegangan.                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 3.1 Diagram alir metode penelitian .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 3.2 Data Bus .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 3.3 Data Generator.....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 3.4 Data Transformator.....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 3.5 Data <i>circuit breaker</i> .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 3.6 Data <i>lumped load</i> .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 3.7 Data Motor Induksi .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 4.1 Simplifikasi diagram satu garis PT PERTAMINA RU-VI Balongan.....             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 4.2 Pemodelan diagram satu garis bus 20 kV PT PERTAMINA RU-VI Balongan .....     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 4.3 Penyederhanaan diagram satu garis bus 20 kV PT PERTAMINA RU-VI Balongan..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
|     | Gambar 4.4 Rangkaian Impedansi Urutan Positif.....                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

Gambar 4.5 Rangkaian Impedansi Urutan Negatif ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6 Rangkaian Impedansi Urutan Nol ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7 Simulasi starting motor pada kondisi sebelum ditambahkan beban baru. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.8 Kurva arus pada motor 12-K-501B terhadap waktu..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.9 Kurva daya aktif pada motor 12-K-501B terhadap waktu....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10 Kurva daya reaktif pada motor 12-K-501B terhadap waktu .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.11 Kurva tegangan pada bus 20 kV terhadap waktu ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.12 Kurva frekuensi pada bus 20 kV terhadap waktu..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.13 *Single Line Diagram* jaringan 20 kV pada saat ditambahkan beban baru ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.14 Rangkaian impedansi urutan positif..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.15 Rangkaian impedansi urutan negatif ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.16 Rangkaian impedansi urutan nol ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.17 Kurva arus pada motor 12-K-501B terhadap waktu.... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.18 Kurva daya aktif pada motor 12-K-501B terhadap waktu..**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.19 Kurva daya reaktif pada motor 12-K-501B terhadap waktu .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.20 Kurva tegangan pada bus 20 kV terhadap waktu ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.21 Kurva frekuensi pada bus 20 kV terhadap waktu..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.22 Simplifikasi diagram satu garis dengan rating 40 kA... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.23 Kurva arus pada motor 12-K-501B terhadap waktu..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.24 Kurva daya aktif pada motor 12-K-501B terhadap waktu. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.25 Kurva daya aktif pada motor 12-K-501B terhadap waktu. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.26 Kurva tegangan pada bus 20 kV terhadap waktu..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.27 Kurva frekuensi pada bus 20 kV terhadap waktu ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.28 Simplifikasi diagram satu garis dengan pemisahan 2 section..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.29 Rangkaian Impedansi Urutan Positif pada section 1 .... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.30 Rangkaian Impedansi Urutan Negatif pada section 1 .. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.31 Rangkaian Impedansi Urutan Nol pada section 1 ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.32 Simulasi starting motor pada kondisi 2 section..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.33 Kurva arus pada motor 12-K-501B terhadap waktu..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.34 Kurva daya aktif pada motor 12-K-501B terhadap waktu .. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.35 . Kurva daya reaktif pada motor 12-K-501B terhadap waktu ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.36 . Kurva tegangan pada bus 20 kV section 1 dan section 2 terhadap waktu ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.37 . Kurva frekuensi pada bus 20 kV terhadap waktu..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.38. Simplifikasi diagram satu garis dengan pemisahan 3 section ..... **Error! Bookmark not defined.**



Gambar 4.39. Kurva arus pada motor 12-K-501B terhadap waktu.... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.40. Kurva daya aktif pada motor 12-K-501B terhadap waktu.. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.41. Kurva daya reaktif pada motor 12-K-501B terhadap waktu ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.42. Kurva tegangan pada bus 20 kV *section* 1 dan *section* 2 ... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.43. Kurva frekuensi pada bus 20 kV pada pemisahan 3 *section terhadap* waktu ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.44. Penempatan panel pada solusi 2 *section*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.45. Penempatan panel pada solusi 3 *section*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.46. Konfigurasi panel pada solusi 3 *section* ..... **Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR LAMPIRAN

| No.         | Judul  | Halaman                                 |
|-------------|--|---|
| Lampiran 1. | Diagram Satu Garis Bus 20 kV PERTAMINA RU-VI Balongan .....                | <b>Error!<br/>Bookmark not defined.</b> |
| Lampiran 2. | Diagram Satu Garis Bus 20 kV PERTAMINA RU-VI Balongan Pemodelan ETAP ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Lampiran 3. | Data Sheet Kabel.....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |
| Lampiran 4. | Spesifikasi Panel Distribusi 20 kV.....                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b>     |



