SKRIPSI

PELEPASAN BEBAN AKIBAT DROP TEGANGAN DAN OVERLOAD SALURAN TRANSMISI BERDASARKAN FLUKTUASI BEBAN

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD NASHIHIN NUR PERMADI

(03041181520019)

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

LEMBAR PENGESAHAN

PELEPASAN BEBAN AKIBAT DROP TEGANGAN DAN OVERLOAD SALURAN TRANSMISI BERDASARKAN FLUKTUASI BEBAN

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Syarat Wisuda Ke-144 Universitas Sriwijaya:

Oleh :

MUHAMMAD NASHIHIN NUR PERMADI

(03041181520019)

Indralaya, Agustus 2019

Mengetahui,	**Menyetujui,**
Ketua Jurusan Teknik Elektro	**Pembimbing Utama**
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.	**Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc.**
NIP :197108141999031005	**NIP. 195601051985031003**

LEMBAR PENGESAHAN

PELEPASAN BEBAN AKIBAT DROP TEGANGAN DAN OVERLOAD SALURAN TRANSMISI BERDASARKAN FLUKTUASI BEBAN

SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

MUHAMMAD NASHIHIN NUR PERMADI

(03041181520019)

Indralaya, Agustus 2019

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc.

NIP. 195601051985031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP :197108141999031005

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan : _____

Pembimbing Utama : Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc.

Tanggal : 28 / 08 / 2019

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Nashihin Nur Permadi
NIM : 03041181520019
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PELEPASAN BEBAN AKIBAT *DROP* TEGANGAN DAN *OVERLOAD* SALURAN TRANSMISI BERDASARKAN FLUKTUASI BEBAN

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memplubikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilikHak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya
Tanggal : Agustus 2019

M. Nashihin Nur Permadi
NIM. 03041181520019

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Nashihin Nur Permadi
NIM : 03041181520019
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 16%

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul "**Pelepasan Beban Akibat Drop Tegangan Dan Overload Saluran Transmisi Berdasarkan Fluktuasi Beban**" merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, 27 Agustus 2019

METERAI TEMPEL
DD2E3AFF081337901
6000
ENAM RIBU RUPIAH

M. Nashihin Nur Permadi
NIM. 03041181520019

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT serta salam dan shalawat agar tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Pelepasan Beban Akibat Drop Tegangan Dan Overload Saluran Transmisi Berdasarkan Fluktuasi Beban".

Pembuatan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua beserta keluarga besar yang senantiasa mendo'akan kelancaran dalam penulisan skripsi.
2. Bapak Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc. selaku pembimbing akademik dan pembimbing utama penulisan dan penyusunan tugas akhir dengan sabar telah memberikan bimbingan, nasehat, arahan dan bantuan dari awal hingga terselesaikan skripsi ini. .
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya beserta staff.
4. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta staff.
5. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan
7. Ahmad Khairul Rizal, M. Alfi Firrizky, Balqis Safarah dan Novrizal E.P yang selalu memberikan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir
8. Kak Arie Ferdiansyah Yang telah membantu dalam memahami aplikasi digsilent power factory, Adhani Aprita W. dan Budi Kurniawan yang selalu memberikan motivasi.

9. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2015 yang selalu memberikan dukungan.
10. Serta semua pihak yang sudah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per-satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Indralaya, Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
LEMBAR PERSETUJUAN iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI iv
LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
ABSTRAK xiv
ABSTRACT xv
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penulisan 2
1.4 Pembatasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penulisan 3
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB II 6
TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Dasar Sistem Tenaga Listrik 6
2.2 Keandalan Sistem Tenaga Listrik 8
2.3 Saluran Transmisi 9
2.3.1 Klasifikasi Saluran Transmisi 10
2.3.2 Rugi – Rugi Kabel Pada Saluran Transmisi 10
2.4 Jatuh Tegangan 11
2.5 Kemampuan Hantar Arus (KHA) 12

2.5.1 Kemampuan Hantar Arus Saluran Udara 12
2.5.2 Kemampuan Hantar Arus Saluran Kabel Bawah Tanah 13
2.6 Klasifikasi Beban 13
2.7 Sistem Pelepasan Beban 16
2.7.1 Tujuan Pelepasan Beban 17
2.7.2 Strategi Pelepasan Beban 17
2.7.3 Pertimbangan Pelepasan Beban 18
2.8 Analisa Aliran Daya 19
2.8.1 Repesentasi Sistem Tenaga Listrik 19
2.8.2 Metode Newton-Rapshon Untuk Analisa Aliran Daya 22
BAB III 27
METODOLOGI PENELITIAN 27
3.1 Umum 27
3.2 Lokasi Analisa Data 27
3.3 Lepas Saluran Transmisi 27
3.4 Pengaturan Tegangan 28
3.5 Kemampuan Hantar Arus 28
3.6 Langkah – Langkah Penetuan Pelepasan Beban 28
3.5.1 Fluktuasi Beban 28
3.5.2 Syarat Pelepasan Beban 29
3.7 Diagram Alir Penelitian 30
BAB IV 32
HASIL DAN PEMBAHASAN 32
4.1 Simulasi Skema Pelepasan Beban 32
4.2 Pelepasan Beban Akibat Tegangan Kurang 37
4.2.1 Skenario Lepas Saluran Transmisi (Dari Bus B ke Bus D) 38
4.2.2 Tahap 1 Pelepasan Beban 41
4.3 Pelepasan Beban Akibat *Overload* Pada Saluran Transmisi 46
4.3.1 Skenario Lepas Saluran Transmisi (Dari Bus C ke Bus I) 46
4.3.2 Tahap 1 Pelepasan Beban 49
4.4 Pembahasan 51

BAB V 52
KESIMPULAN DAN SARAN 52
5.1 Kesimpulan 52
5.2 Saran 53
DAFTAR PUSTAKA 54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Sistem Tenaga Listrik..... 6

Gambar 4.1 Rangkaian Diagram Satu Garis Subsistem Tenaga Listrik 150kV..... 33

Gambar 4.2 Saluran Transmisi (Dari Bus B ke Bus D) Keadaan Normal..... 38

Gambar 4.3 Lepas Salah Satu Saluran Transmisi (Dari Bus B ke Bus D).... 39

Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Tegangan [p.u] Bus A 500 kV..... 43

Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Tegangan [p.u] Bus 150 kV..... 43

Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Tegangan [p.u] Bus 20 kV..... 45

Gambar 4.7 Saluran Transmisi (Dari Bus C ke Bus I) Keadaaan Normal.... 47

Gambar 4.8 Lepas Salah Satu Saluran Transmisi (Dari Bus C ke Bus I)..... 48

Gambar 4.9 Grafik Presentase Pembebanan Arus Saluran Transmisi..... 50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 KHA Penghantar Tak Berisolasi Pada Suhu Maksimum 80°..... 13

Tabel 2.2 Klasifikasi Beban Konsumen Listrik..... 15

Tabel 4.1 Beban Pada IBT (Interbus Transformator) 1..... 34

Tabel 4.2 Beban Pada IBT (Interbus Transformator) 2..... 35

Tabel 4.3 Tegangan Subsistem Tenaga Dalam Keadaan Normal..... 36

Tabel 4.4 Arus Saluran Transmisi Subsistem Tenaga Dalam Keadaan Normal..... 37

Tabel 4.5 Tegangan Setiap Bus Setelah Lepas Saluran Transmisi..... 40

Tabel 4.6 Tegangan Setiap Bus Setelah Tahap 1 Pelepasan Beban..... 42

Tabel 4.7 Arus Saluran Transmisi Setelah Lepas Saluran Transmisi..... 48

Tabel 4.8 Arus Saluran Transmisi Setelah Tahap 1 Pelepasan Beban..... 49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Langkah – Langkah Melakukan Simulasi Aliran Daya Menggunakan Perangkat Lunak *DIgSILENT Power Factory* 15.1.7.
Lampiran 2	Data Realisasi Aliran Daya Pada Subsistem Tenaga Listrik 150kV
Lampiran 3	Data Spesifikasi Komponen
Lampiran 4	Arus dan Tegangan Pada Simulasi Pertama dan Simulasi Kedua
Lampiran 5	Presentase Plagiarisme

ABSTRAK

PELEPASAN BEBAN AKIBAT DROP TEGANGAN DAN OVERLOAD SALURAN TRANSMISI BERDASARKAN FLUKTUASI BEBAN

(Muhammad Nashihin Nur Permadi 03041181520019. 2019)

Kestabilan sistem tenaga listrik dapat terganggu akibat gangguan besar yang terjadi secara tiba–tiba, oleh karena itu untuk mencegah hal ini tidak terjadi, dibutuhkan suatu penanggulangan, salah satu cara untuk mempertahankan stabilitas pada sistem adalah dengan pelepasan beban. Pada penelitian ini dilakukan dua simulasi, yaitu simulasi pertama pelepasan beban akibat jatuh tegangan dibawah standar dari tegangan nominal dan simulasi kedua pelepasan beban akibat *overload* saluran transmisi, pada simulasi digunakan perangkat lunak *DIgSILENT power factory* 15.1.7. Skema pelepasan beban ini berdasarkan fluktuasi beban, dimana mempertimbangkan tingkat fluktuasi beban terendah untuk dilepas dengan mensimulasikan tahapan pelepasan beban yang telah dipilih untuk mengembalikan stabilitas sistem kembali. Didapatkan hasil simulasi pertama (lepas saluran A 1) tegangan bus terendah pada bus beban bus 6 (0,894 p.u) dan bus 8 (0,894 p.u), setelah dilakukan pelepasan beban sebesar 15 MVA didapatkan tegangan bus beban meningkat menjadi bus 6 (0,901 p.u) dan bus 8 (0,902 p.u). Pada simulasi kedua (lepas saluran B 1) arus yang mengalir pada saluran transmisi B (2) meningkat menjadi 0,442 kA atau 102,86%, setelah pelepasan beban sebesar 24 MVA saluran transmisi B (2) menurun menjadi 0,337 kA atau 78,50%. Metode pelepasan beban berdasarkan fluktuasi beban dapat mempertahankan stabilitas sistem dan menjaga kelanjutan pelayanan listrik dengan pelepasan beban dengan prioritas terendah dan mempertahankan beban prioritas tinggi.

Kata Kunci : Fluktuasi Beban, KHA, Pelepasan Beban, Tegangan Jatuh.

Indralaya, Agustus 2019

Mengetahui,	**Menyetujui,**
Ketua Jurusan Teknik Elektro	**Pembimbing Utama**
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.	**Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc.**
NIP.197108141999031005	**NIP. 195601051985031003**

ABSTRACT

PELEPASAN BEBAN AKIBAT DROP TEGANGAN DAN OVERLOAD SALURAN TRANSMISI BERDASARKAN FLUKTUASI BEBAN

(Muhammad Nashihin Nur Permadi 03041181520019. 2019)

The stability of an electrical power system could be disrupted due to large disturbances that somehow could occur abruptly. To prevent this situation, a prevention steps in needed, one of those method to keep the power system stability is load shedding. This research is done by doing two simulations, the first simulation is load shedding by voltage drop under its nominal standard on transmission line, and the second simulation is load shedding by overload on transmission line, In simulation used DIgSILENT Power Factory software version 15.1.7. This schematic load shedding is based on the load fluctuation, which considering the low rate of the load fluctuations to be released by simulating load shedding on the chosen load in order to get the stability back to normal. On the first simulation (Line A 1 released), the lowest voltage drop is on bus 6 (0,894 p.u.) and bus 8 (0,894 p.u.), right after we load shedding about 15 MVA we got that the voltage bus is increasing on bus 6 became 0,901 p.u., and on the bus 8 became 0,902 p.u. Then on the second simulation (Line B 1 released) the current through the transmission line (Line B 2) increased at 0,442 kA or about 102,86%, right after the load shedding about 24 MVA on the transmission line (Line B 2) there was a decreasing current value running through the line about 0,337 kA or about 78,50%. Thus, this load shedding method which based on the load fluctuation could maintain the stability of a power system and keep the continuity of an electricity by load shedding some low rate priority and keep the highest priority.

Keywords *: KHA, load fluctuation, load shedding, voltage drop.*

Indralaya, Agustus 2019

Mengetahui,	**Menyetujui,**
Ketua Jurusan Teknik Elektro	**Pembimbing Utama**
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.	**Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc.**
NIP.197108141999031005	**NIP. 195601051985031003**

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan akan permintaan jumlah beban listrik yang terus – menerus harus diiringi dengan jumlah pembangkitan agar pelayanan listrik dapat terus dilakukan. Perkembangan sistem tenaga listrik baik dari segi beban maupun dari segi pembangkitan masalah yang dihadapi akan semakin kompleks, salah satunya yakni mengenai kesetabilan sistem tenaga listrik.

Stabilitas dalam sistem tenaga listrik merupakan salah satu faktor penting dalam upaya menjaga keandalan dan juga menjaga kelanjutan pelayanan listrik dalam sekala yang besar. Kestabilan sistem tenaga listrik dapat terganggu akibat gangguan besar yang terjadi secara tiba – tiba seperti pemutusan saluran transmisi secara tiba – tiba pada circuit breaker (CB), hubung singkat, lepasnya generator ataupun efek dari perubahan beban yang mendadak akan menyebabkan sistem keluar dari daerah kestabilanya. Maka peristiwa tersebut dapat menyebabkan penurunan tegangan, apabila kondisi ini tidak segera diperbaiki maka pada sistem tenaga listrik dapat terjadi pemadaman total (*black out*). Oleh karena itu untuk mencegah hal ini tidak terjadi dibutuhkan suatu penanggulangan, salah satu cara untuk mempertahankan stabilitas pada tegangan sistem adalah dengan pelepasan beban (*load shedding*).

Pelepasan beban yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah pelepasan beban karena tegangan sistem menurun (*undervoltage*) dan pelepasan beban akibat pembebanan berlebih pada saluran transmisi. Metode pelepasan beban berdasarkan fluktuasi beban, dimana beban akan dikelompokan dari beban tingkat fluktusi rendah ke beban tingkat fluktuasi tinggi. Pelepasan beban pada lokasi yang tepat akan menaikan tegangan secara signifikan atau dapat kembali

ketegangan normal yang masih dalam batas toleransi yang diijikan yakni untuk jaringan tegangan menengah 20kV -10% dan +5% dari tegangan nominalnya, untuk jaringan tegangan tinggi 150kV ± 5% dari tegangan nominal.

Adapun referensi rujukan dalam penulisan tugas akhir ini antara lain, Simulasi Pemisahan Beban Berdasarkan Tingkat Fluktuasi Beban Pada Subsistem Tenaga Listrik 150kV, dari Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Indonesia, Samia Sofian, Tahun 2013 dan Sudi *Undervoltage Load Shedding* Untuk Stabilitas Tegangan Pada Jaringan PT. PLN (Persero) APB Jakarta & Banten, dari Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Indonesia, Yohan Binsar Hasoloan Gultom, Tahun 2015.

Berdasarkan latar belakang diatas penulis mengambil judul pada tugas akhir ini yakni, **"Pelepasan Beban Akibat Drop Tegangan Dan Overload Saluran Transmisi Berdasarkan Fluktuasi Beban".**

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas penulis akan membahas mengenai analisa pelepasan beban apabila adanya gangguan pada saluran transmisi paralel sehingga menyebabkan salah satu saluran transmisi harus terputus yang mengakibatkan terjadi penurunan tegangan sistem dan arus yang mengalir melebihi kemampuan hantar arus pada saluran transmisi tersebut. Beban yang akan dilepas adalah beban yang sudah dikelompokan berdasarkan beban dengan tingkat fluktuasi rendah ke beban dengan tingkat fluktuasi tinggi.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk :

1. Mensimulasikan tahapan pelepasan beban yang telah dipilih untuk

mengembalikan stabilitas sistem kembali.

2. Analisis metode pelepasan beban berdasarkan fluktuasi beban.

1.4 Pembatasan Masalah

Pada penelitian yang dilakukan ini agar pembahasanya menjadi jelas dan tidak terlalu melebar dari topik bahasan maka penelitian ini hanya akan membahas mengenai:

1. Tegangan sistem menurun dan pembebanan berlebih pada saluran transmisi akibat adanya salah satu saluran transmisi yang paralel terputus pada subsistem tenaga listrik 150kV.
2. Simulasi pelepasan beban menggunakan software DIgSILENT 15.1.7 dengan ketentuan :
   a. Standar yang digunakan adalah aturan jaringan tahun 2008 (Permen ESDM No.37 2008).
   b. Analisa pelepasan beban yang digunakan untuk simulasi pada DIgSILENT 15.1.7 adalah analisa aliran daya.
   c. Metode analisa aliran daya yang digunakan adalah Newton-Raphson.
   d. Batas tegangan (pu) yaitu dari -10% dari tegangan nominal.
   e. Batas arus pada saluran transmisi yaitu 80% dari kemampuan hantar arus (KHA).

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diambil dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai bahan menambah pengetahuan penulis dalam melakukan simulasi pelepasan beban yang terlebih dahulu mengidentifikasi beban berdasarkan fluktuasi beban.

2. Sebagai bahan referensi bagi pihak – pihak yang membutuhkan untuk menentukan metode yang efisien dalam melakukan pelepasan beban pada jaringan sistem tenaga listrik.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada sistematikan penulisan skripsi ini disusun dengan urutan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab satu berisi latar belakang alasan penulis melakukan pelesan beban, kemudian dijelaskan mengenai tujuan yang ingin dicapai, manfaat dari penulisan ini, perumusan masalah, pembatasan masalah yang dibahas dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab dua membahas mengenai landasan teori pendukung yang berkaitan dalam pembahasan seperti dasar sistem tenaga listrik, klasifikasi beban serta prioritas beban yang akan dipisah.

BAB III METODOLOGI

Bab tiga membahas metodelogi yang akan digunakan dalam proses pembahasan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab empat menjelaskan hasil penelitian mengenai proses tahapan pelepasan beban menurut tingkat fluktuasi beban konsumen, hasil simulasi pelepasan beban dan hasil aliran daya menggunakan metode Newton-Raphson dengan bantuan perangkat lunak DIgSILENT 15.7.1.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kemudian bab lima berisi hasil pembahasan dalam suatu uraian kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

[1] T. Penyusun. 2010. *Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*. PT PLN (PERSERO) : Jakarta.

[2] S. Sudirham. 2012. *Analisis Sistem Tenaga*. Darpublic : Bandung.

[3] J. Pramono. Zamrudi. Buwono, Montario C. 2010. *Teknik Tenaga Listrik*. Universitas Indonesia : Depok.

[4] G. Yohan Binsar Hasoloan. 2015. *Studi Undervoltage Load Shedding Untuk Stabilitas Tegangan Pada Jaringan Pt . PLN (Persero) APB Jakarta & Banten*. Universitas Indonesia : Depok.

[5] S. Sofyan. 2013. *Simulasi Pemisahan Beban Berdasarkan Tingkat Fluktuasi Beban Pada Subsistem Tenaga Listrik 150kv*. Universitas Indonesia : Depok.

[6] P. Kundur. 2007. *Power System Stability And Control*. *CRC Presss* : United States of Amerika.

[7] D. Suswanto. 2009. *Sistem distribusi tenaga listrik*. Universitas Negeri Padang : Padang.

[8] "Peraturan Menteri ESDM Nomor 19 2017 tentang Tarif Dasar listrik PT. PLN (2017).

[9] H. Basri. 1996. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Balai Penerbit dan Humas ISTN : Jakarta.

[10] O. Handayani. 2015. *Analisa Kuat Hantar Arus Kabel Tanah 150 Kv Yang Melintasi Jembatan*. STT-PLN : Jakarta.

[11] T. Penyusun. 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. PT PLN (PERSERO) : Jakarta.

[12] A. Hamdadi. 2005. *Analisa Sistem Tenaga Listrik*. Diktat Kuliah Analisa Sistem Tenaga : Indralaya.