



**SIMULATOR SISTEM TENAGA LISTRIK  
JARINGAN TUNGGAL DAN GANDA  
*SINGLE FEEDER***

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Oleh

Ahmad Supandi

5301411033

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2015**

## PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul “**Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder***” yang disusun oleh Ahmad Supandi, NIM 5301411033 ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Semarang, Juni 2015

Pembimbing,



Drs. Henry Ananta, M.Pd.  
NIP. 195907051986011002

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini adalah benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari hasil karya orang lain. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Juni 2015  
Penulis,



Ahmad Supandi  
NIM. 5301411033

## PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 10 Agustus 2015.

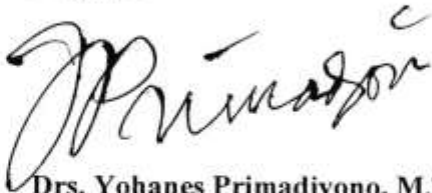
Panitia

Ketua



**Drs. Suryono, M.T.**  
NIP. 195503161985031001

Penguji I



**Drs. Yohanes Primadiyono, M.T.**  
NIP. 196209021987031002

Penguji III/Pembimbing



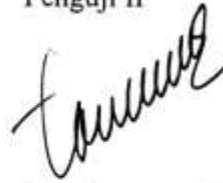
**Drs. Henry Ananta, M.Pd.**  
NIP. 195907051986011002

Sekretaris



**Drs. Agus Suryanto, M.T.**  
NIP. 196708181992031004

Penguji II



**Drs. Sutarno, M.T.**  
NIP. 195510051984031001

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknik



**Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.**  
NIP. 196602151991021001

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO:**

Do'a adalah hal yang gratis, maka berdo'alah kepada Allah dengan ikhlas

Orang tua adalah faktor penyemangat yang mutlak dalam hidup

Menjadi bermanfaat di sekeliling kita adalah hal yang membahagiakan

### **PERSEMBAHAN:**

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

Untuk kedua Orang tua Ku, Bapak Solehudin dan Mama Warningsih yang tak kenal lelah dalam bekerja dan mendo'akanku

Mbah Kalimah yang tak pernah lupa mengingatkanku untuk selalu mengingat Mu Ya Allah

Adikku tercinta, Nok Ayu yang Paling Ayu dan adik kecil ku Alya Nadhifa Zahra yang semoga berguna terhadap bangsa dan negara

Seseorang untukku yang tertulis di laful mahfudz yang masih sangat rahasia

Untuk sahabat yang selalu menemani dalam susah dan senangnya menggarap skripsi ini M. Kaanal Miska, semoga bisa meraih Ummi dan hidup bahagia

Para sahabat, kolega, rival yang senantiasa memberi canda dan tawa dalam hidup

Untuk Desa tempat kelahiran ku, Penjalin Banyu Siandong, Brebes

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder*”.

Selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis sampaikan terimakasih kepada, yang terhormat:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum Rektor Universitas Negeri Semarang,
2. Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang,
3. Drs. Suryono, M.T. Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang,
4. Drs. Agus Suryanto, M.T. Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang,
5. Drs. Henry Ananta, M.Pd. Dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis,
6. Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang yang telah memberi ilmu dan kenangan yang tak akan terlupakan bagi penulis,
7. Kedua Orang Tua tercinta serta adik-adik kecil ku,
8. Teman-teman teknik elektro angkatan 2011, serta kolega yang selalu menemani, menginspirasi dan memotivasi,
9. Serta semua pihak yang telah membantu terselesainya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu oleh penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangannya dan hal-hal yang perlu disempurnakan, oleh sebab itu kami sangat mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Terimakasih.

Semarang, Juni 2015  
Penulis

Ahmad Supandi  
NIM. 5301411033

## ABSTRAK

Supandi, Ahmad. 2015. *Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda Single Feeder*. Skripsi. Pendidikan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Drs. Henry Ananta, M.Pd.

Kata kunci: Simulator, Praktik Sistem Tenaga.

Praktik Sistem Tenaga merupakan salah satu mata kuliah yang ada pada Prodi Pendidikan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Mata kuliah ini merupakan salah satu mata kuliah yang harus diikuti oleh Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro peminatan arus kuat. Kegiatan pembelajaran pada mata kuliah ini berupa praktik yang dilakukan di laboratorium. Dalam mata kuliah praktik diperlukan media praktik yang berupa alat untuk mempraktikkan semua percobaan yang ada pada *jobsheet* dari suatu mata kuliah. Tetapi belum tersedianya alat praktik pada mata kuliah praktik sistem tenaga membuat mahasiswa menggunakan alat seadanya untuk melakukan praktik-praktik yang ada pada mata kuliah praktik sistem tenaga. Dari masalah tersebutlah yang mendasari penulis untuk membuat alat praktik untuk digunakan pada mata kuliah praktik sistem tenaga. Alat tersebut yaitu, Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder*.

Penelitian ini bertujuan untuk mewujudkan Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder* untuk digunakan pada mata kuliah praktik sistem tenaga. Simulator sebagai pelengkap dari materi praktikum yang sudah ada. penelitian ini juga bertujuan untuk menguji simulator sistem tenaga listrik. Prosedur yang diterapkan dalam penelitian ini antara lain Observasi Materi Praktikum Unit Uji Sistem Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder*, Perencanaan Desain, Validasi Desain, Pembuatan Simulator, Uji Coba Simulator, Uji Kelayakan oleh Ahli, dan Simulasi Implementasi Terbatas.

Simulator diuji coba dengan mempraktikkan seluruh materi unit uji jaringan tunggal dan ganda *single feeder* yang ada. Uji coba dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Gedung E6 lantai 1 Universitas Negeri Semarang. Setelah itu dilakukan uji kelayakan oleh Ahli yang dalam hal ini dosen bidang keahlian dan teknisi laboratorium yang ahli di bidang sistem tenaga dan kemudian diimplementasikan pada mahasiswa. Tahap selanjutnya dilakukan penilaian dengan menggunakan kuesioner oleh Ahli dan Mahasiswa. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan metode statistik deskriptif.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan telah diwujudkan Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder* yang telah diuji kelayakannya oleh Ahli. Hasil uji kelayakan yang dilakukan menyatakan bahwa simulator dinyatakan baik dan layak untuk digunakan sebagai media praktik pada mata kuliah Praktik Sistem Tenaga. Hasil Simulasi Implementasi Terbatas juga menunjukkan bahwa simulator sudah baik dan layak sehingga dapat diimplementasikan sebagai media praktik pada mata kuliah Praktik Sistem Tenaga.



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN .....	ii
PERNYATAAN.....	iii
PENGESAHAN .....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Pembatasan Masalah .....	3
D. Perumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
G. Penegasan Istilah.....	5
H. Sistematika Penulisan.....	7
BAB II LANDASAN TEORI .....	9
A. Simulator.....	9
B. Sistem Tenaga Listrik .....	10
C. Klasifikasi Saluran Transmisi .....	11
a. Saluran Pendek.....	11
b. Saluran Menengah.....	12
c. Saluran Panjang.....	13
D. Jaringan Tunggal.....	14
E. Jaringan Ganda.....	15
F. <i>Single Feeder</i> .....	16
G. Daya .....	17
a) Pengertian Daya .....	17
b) Jenis Daya .....	19
1. Daya Aktif.....	19
2. Daya Reaktif.....	19
3. Daya Semu .....	20
c) Segitiga Daya .....	20
d) Faktor Daya.....	21
e) Rugi-rugi Daya.....	22

	Halaman
H. Tegangan.....	23
a) Pengertian Tegangan.....	23
b) Rugi-rugi Tegangan .....	24
I. Beban Listrik.....	25
a) Beban Resistif .....	25
b) Beban Induktif .....	25
c) Beban Kapasitif.....	26
J. Resistansi, Induktansi dan Kapasitansi .....	27
a) Resistansi .....	27
b) Induktansi.....	28
c) Kapasitansi .....	29
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
A. Metode Penelitian .....	31
B. Subyek Penelitian.....	32
C. Tempat dan Waktu Penelitian .....	32
D. Prosedur Penelitian .....	33
1. Mulai .....	34
2. Observasi Materi Praktikum Unit Uji Sistem Jaringan Tunggal dan Ganda <i>single feeder</i> .....	34
3. Perencanaan Desain.....	35
a. Perencanaan Besaran Resistansi (R), Induktansi (L), dan Kapasitansi (C).....	36
b. Keterbatasan Penelitian .....	42
4. Validasi Desain .....	43
5. Pembuatan Simulator .....	44
6. Uji Coba Simulator.....	45
7. Uji Kelayakan oleh Ahli.....	46
8. Simulasi Implementasi Terbatas .....	47
E. Teknik Pengumpulan Data.....	47
1. Kuesioner (Angket).....	47
F. Teknik Analisis Data.....	49
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	51
A. Hasil Penelitian .....	51
1. Hasil Penelitian Uji Kelayakan .....	51
2. Uji Coba Simulator .....	53
1) Grafik Rugi Tegangan .....	56
a. Jaringan Tunggal .....	56
b. Jaringan Ganda .....	58

	Halaman
2) Grafik Rugi Daya (P), Daya Reaktif (Q) dan Daya Semu (S) ..	59
a. Jaringan Tunggal .....	59
b. Jaringan Ganda .....	62
B. Pembahasan.....	65
1. Penilaian Ahli.....	66
2. Penilaian Pengguna.....	67
BAB V PENUTUP.....	69
A. Simpulan .....	69
B. Saran .....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	70
LAMPIRAN.....	72

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Diagram Satu Garis Sistem Tenaga Listrik.....	10
Gambar 2.2. Diagram Pengganti Saluran Pendek.....	11
Gambar 2.3. Saluran Pendek pada Simulator .....	11
Gambar 2.4. Diagram Pengganti Saluran Menengah, Nominal T .....	12
Gambar 2.5. Diagram Pengganti Saluran Menengah, Nominal <i>PI</i> .....	12
Gambar 2.6. Saluran Menengah pada Simulator .....	13
Gambar 2.7. Diagram Pengganti Saluran Panjang.....	13
Gambar 2.8. Saluran Panjang pada Simulator .....	14
Gambar 2.9. Jaringan Tunggal .....	14
Gambar 2.10. Jaringan Ganda.....	15
Gambar 2.11. Sistem <i>Single Feeder</i> .....	16
Gambar 2.12. Sistem <i>Double Feeder</i> .....	17
Gambar 2.13. Segitiga Daya .....	20
Gambar 2.14. Diagram Faktor Daya .....	22
Gambar 2.15. Vektor Tegangan dan Arus .....	24
Gambar 2.16. Grafik Arus Tegangan pada Beban Resistif.....	25
Gambar 2.17. Grafik Arus Tegangan pada Beban Induktif.....	26
Gambar 2.18. Grafik Arus Tegangan pada Beban Kapasitif .....	27
Gambar 2.19. Resistor Daya .....	28
Gambar 2.20. Induktor .....	29
Gambar 3.1. Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	33
Gambar 3.2. Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda <i>Single Feeder</i> .....	43
Gambar 3.3. Rangkaian Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda <i>Single Feeder</i> .....	45
Gambar 4.1. Grafik Rugi Tegangan Jaringan Tunggal dengan Beban Lampu Pijar .....	56
Gambar 4.2. Grafik Rugi Tegangan Jaringan Tunggal dengan Beban Motor AC.....	57
Gambar 4.3. Grafik Rugi Tegangan Jaringan Tunggal dengan Beban Lampu Elektronik .....	57
Gambar 4.4. Grafik Rugi Tegangan Jaringan Ganda dengan Beban Lampu Pijar .....	58
Gambar 4.5. Grafik Rugi Tegangan Jaringan Ganda dengan Beban Motor AC.....	58
Gambar 4.6. Grafik Rugi Tegangan Jaringan Ganda dengan Beban Lampu Elektronik .....	59

	Halaman
Gambar 4.7. Grafik Daya Jaringan Tunggal dengan Beban Lampu Pijar (Tanpa C) .....	59
Gambar 4.8. Grafik Daya Jaringan Tunggal dengan Beban Lampu Pijar (Dengan C).....	60
Gambar 4.9. Grafik Daya Jaringan Tunggal dengan Beban Motor AC (Tanpa C) .....	60
Gambar 4.10. Grafik Daya Jaringan Tunggal dengan Beban Motor AC (Dengan C).....	61
Gambar 4.11. Grafik Daya Jaringan Tunggal dengan Beban Lampu Elektronik (Tanpa C) .....	61
Gambar 4.12. Grafik Daya Jaringan Tunggal dengan Beban Lampu Elektronik (Dengan C).....	62
Gambar 4.13. Grafik Daya Jaringan Ganda dengan Beban Lampu Pijar (Tanpa C) .....	62
Gambar 4.14. Grafik Daya Jaringan Ganda dengan Beban Lampu Pijar (Dengan C) .....	63
Gambar 4.15. Grafik Daya Jaringan Ganda dengan Beban Motor AC (Tanpa C) .....	63
Gambar 4.16. Grafik Daya Jaringan Ganda dengan Beban Motor AC (Dengan C) .....	64
Gambar 4.17. Grafik Daya Jaringan Ganda dengan Beban Lampu Elektronik (Tanpa C) .....	64
Gambar 4.18. Grafik Daya Jaringan Ganda dengan Beban Lampu Elektronik (Dengan C) .....	65
Gambar 4.19. Diagram Batang Hasil Penilaian oleh Ahli .....	66
Gambar 4.20. Diagram Batang Hasil Penilaian oleh Pengguna.....	67

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Besar Resistor, Induktor dan Kapasitor dari ketiga Bus .....	42
Tabel 3.2. Besar Resistor, Induktor dan Kapasitor dari ketiga Bus dengan Perbandingan .....	42
Tabel 4.1. Hasil Penilaian Ahli .....	52
Tabel 4.2. Hasil Penilaian Pengguna.....	53
Tabel 4.3. Tabel Tegangan Hasil Uji Coba Simulator .....	54
Tabel 4.4. Tabel Daya Hasil Uji Coba Simulator .....	55
Tabel 4.5. Kriteria Nilai .....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Desain Awal Produk.....	72
Lampiran 2 Desain Produk Setelah Revisi .....	73
Lampiran 3 Observasi Awal di Lab Teknik Elektro E6 It1 UNNES .....	75
Lampiran 4 Pengujian Simulator di Lab Teknik Elektro UNNES.....	76
Lampiran 5 Data Hasil Uji Laboratorium dan Perhitungan .....	77
Lampiran 6 Angket Uji Kelayakan .....	115
Lampiran 7 Angket Ahli .....	120
Lampiran 8 Simulasi Implementasi Terbatas.....	132
Lampiran 9 Data Uji Kelayakan Simulator Sistem Tenaga Listrik oleh Ahli.....	133
Lampiran 10 Data Uji Kelayakan Simulator Sistem Tenaga Listrik oleh Pengguna .....	135
Lampiran 11 Analisis Data Uji Kelayakan .....	142

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Listrik memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia, apalagi dengan zaman yang semakin modern seperti ini. Zaman yang semakin canggih di mana teknologi berkembang sangat pesat. Tentunya, teknologi tersebut diciptakan dan dipelajari oleh manusia. Begitu pula dengan teknologi listrik, di mana listrik merupakan kebutuhan yang paling mendasar pada zaman yang semakin modern ini. Hampir di semua sektor kehidupan manusia memerlukan listrik dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga perkembangan teknologi listrik pun bergerak sangat cepat untuk selalu memberikan kemudahan bagi kehidupan manusia. Perkembangan listrik yang sangat cepat tersebut tak terlepas dari pembelajaran manusia terhadap listrik itu sendiri. Di mana listrik dipelajari dari jenjang sekolah dasar, menengah, hingga universitas diseluruh dunia. Tak terkecuali Universitas Negeri Semarang yang juga berpartisipasi dalam memberikan ilmu di bidang kelistrikan ini. Dibuktikan dengan adanya Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Di Jurusan Teknik Elektro inilah pembelajaran tentang listrik diselenggarakan oleh Universitas Negeri Semarang. Tentunya, dalam pembelajaran teknik elektro membutuhkan alat-alat praktik dalam mempelajari kelistrikan, karena



pembelajaran teknik elektro tidak lepas dari praktik untuk memahami gejala kelistrikan. Salah satu mata kuliah di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang yang membutuhkan praktik yaitu praktik sistem tenaga.

Praktik sistem tenaga listrik adalah mata kuliah yang mengulas tentang sistem tenaga listrik. Sistem tenaga listrik adalah rangkaian instalasi tenaga listrik dari pembangkitan, transmisi, dan distribusi yang dioperasikan secara serentak dalam rangka penyediaan tenaga listrik (Pasal 1 Angka 6 UU Nomor 20 Tahun 2002 Tentang Ketenagalistrikan).

Salah satu materi dalam praktik sistem tenaga listrik adalah materi uji sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda dengan *single feeder*. Dalam materi tersebut mahasiswa diharapkan mampu menganalisis sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda dengan *single feeder* mulai dari perhitungan tegangan input (tegangan sumber), tegangan pada tiap bus yaitu dari bus saluran pendek, menengah dan panjang, tegangan pada output (tegangan pada beban), arus yang mengalir, faktor daya, hingga dicari rugi-rugi daya dan tegangannya.

Kegiatan praktik tersebut di atas tentunya membutuhkan alat untuk digunakan dalam praktik sistem tenaga. Hal inilah yang menjadi kendala dalam mata kuliah praktik sistem tenaga, dikarenakan belum adanya alat untuk bisa melakukan praktik tersebut secara maksimal. Sehingga pada saat praktik mahasiswa hanya menggunakan alat seadanya untuk bisa melakukan praktik dalam mata kuliah praktik sistem tenaga. Dengan alat seadanya sehingga hasil pengamatan mahasiswa pun kurang maksimal. Alat yang

dibutuhkan untuk praktik pun tidak ada di pasaran sehingga masalah disini belum bisa dipecahkan. Oleh karena itu, alat perlu dibuat sendiri untuk digunakan dalam praktik sistem tenaga mengingat komponen-komponen yang dibutuhkan tersedia di pasaran.

Dari masalah tersebut lah yang melatarbelakangi peneliti untuk mengambil judul penelitian “SIMULATOR SISTEM TENAGA LISTRIK JARINGAN TUNGGAL DAN GANDA *SINGLE FEEDER*”.

## **B. IDENTIFIKASI MASALAH**

Identifikasi masalah dari judul Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder* adalah: Tidak adanya alat praktik pada mata kuliah Praktik Sistem Tenaga, sehingga penulis terdorong untuk membuat alat praktik untuk digunakan dalam mata kuliah Praktik Sistem Tenaga.

## **C. PEMBATAHAN MASALAH**

Agar permasalahan lebih terfokus, maka dilakukan pembatasan permasalahan diantaranya adalah:

1. Simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *single feeder* hanya menggunakan tegangan 220 volt sebagai tegangan sumbernya (input) dikarenakan tidak tersedianya laboratorium tegangan tinggi di Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.

2. Simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *single feeder* merupakan representasi dari saluran pendek, menengah dan panjang, jadi penentuan besaran-besaran yang ada menggunakan besaran dari saluran transmisi pendek, menengah dan panjang dengan mengacu pada literatur yang ada.
3. Nilai komponen yang telah ditentukan berupa perbandingan dan pembulatan dari nilai komponen yang telah dihitung, dengan pembulatan mendekati dari nilai yang sebenarnya telah dihitung. Dikarenakan menyesuaikan ketersediaan nilai komponen yang ada di pasaran.
4. Tidak membahas konstruksi menara transmisi, isolator-isolator, maupun peralatan-peralatan pada menara.
5. Nilai induktansi dan kapasitansi akibat pengaruh GMD, GMR, dan bundled diabaikan.
6. Tidak membahas perhitungan medan listrik dan medan elektromagnet yang terjadi pada saluran udara.

#### **D. PERUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Apakah simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *single feeder* dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan pada mata kuliah praktik sistem tenaga listrik?

## **E. TUJUAN PENELITIAN**

Berdasarkan judul yang diambil penulis, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah: Mengetahui bahwa simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *single feeder* dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan pada praktik sistem tenaga listrik.

## **F. MANFAAT PENELITIAN**

### 1. Bagi Penulis

Memberi masukan dalam meningkatkan pengetahuan dan pemahaman terhadap sistem tenaga listrik.

### 2. Bagi Akademik

Dapat menambah kepustakaan dalam kajian sistem tenaga listrik dan dapat dijadikan alat untuk praktik pada mata kuliah praktik sistem tenaga.

## **G. PENEGASAN ISTILAH**

Sesuai dengan judul skripsi ini terkandung beberapa istilah penting. Supaya didapat keseragaman pengertian dan tidak menimbulkan salah tafsir maka akan dijelaskan istilah-istilah yang dipakai dalam judul skripsi ini. Adapun istilah-istilah yang perlu ditegaskan pengertiannya adalah:

### 1. Simulator

Simulator merupakan suatu alat atau media tambahan mirip dengan aslinya, yang kegunaannya dalam pendidikan adalah membantu seorang pendidik dalam menyampaikan suatu pengetahuan kepada peserta didik

baik dijadikan materi maupun replika penggunaan suatu alat yang skalanya lebih besar (Arief S. Sadiman; 2010: 76-77). Simulator dalam penelitian ini adalah alat untuk digunakan dalam mata kuliah Praktik Sistem Tenaga.

## 2. Jaringan Tunggal dan Ganda

Pada buku Panduan Praktikum Sistem Tenaga Listrik, Jaringan tunggal adalah jaringan sistem tenaga listrik yang hanya terdiri dari satu unit hantar (kabel) yang menghantarkan tenaga listrik dari pembangkit yang dalam hal ini input pada bus I.

Pada buku Panduan Praktikum Sistem Tenaga Listrik, Jaringan ganda adalah jaringan sistem tenaga listrik yang memiliki dua unit hantar (kabel) yang menghantarkan tenaga listrik dari pembangkit yang dalam hal ini input pada bus I dan output dari 2 unit hantar ini bersatu kembali dibagian output untuk menyuplai beban.

## 3. *Single Feeder*

Pada buku Panduan Praktikum Sistem Tenaga Listrik, *Single feeder* atau pengisian tunggal adalah input tenaga listrik tunggal atau pengisian tenaga listrik hanya pada satu titik untuk menyuplai beban yang ada di ujung titik lain.

## 4. Praktik Sistem Tenaga Listrik

Pada buku Panduan Praktikum Sistem Tenaga Listrik, Praktik Sistem Tenaga Listrik adalah salah satu mata kuliah kejuruan yang harus ditempuh oleh mahasiswa konsentrasi Arus Kuat Program Studi S1

Pendidikan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Pada mata kuliah ini diajarkan mengenai sistem tenaga dari pembangkitan listrik hingga mencapai konsumen dengan menggunakan alat praktik yang disebut simulator. Sistem tenaga listrik yang dipraktikkan memuat beberapa jaringan, dan yang diangkat dalam penelitian ini yaitu, jaringan tunggal dan ganda.

## **H. SISTEMATIKA PENULISAN**

Sistematika penulisan skripsi terdiri atas lima bab yang secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut :

### **1. Bab 1 Pendahuluan**

Bab ini memuat tentang latar belakang dari penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

### **2. Bab 2 Landasan Teori Penelitian**

Bab ini membahas tentang pengertian simulator, sistem tenaga listrik, jaringan tunggal dan ganda, *single feeder*, daya, dan tegangan.

### **3. Bab 3 Metode Penelitian**

Bab ini membahas pengumpulan data dari simulator jaringan tunggal dan ganda *single feeder*, pengolahan data, dan diakhiri dengan analisis data dari simulator *single feeder*.

#### 4. Bab 4 Analisis Hasil Penelitian dan pembahasan

Bab ini dijelaskan hasil proses pengujian dari simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *single feeder* yaitu, analisis data dari hasil yang didapat lewat pengujian-pengujian yang dilakukan.

#### 5. Bab 5 Penutup berisi simpulan dan saran

Bab ini berisi simpulan atas hasil analisis dan saran yang mendukung penelitian agar memberikan hasil yang lebih baik lagi untuk pengembangannya serta berisi keinginan penulis menyampaikan suatu gagasan yang belum dicapai dalam tujuan penelitian demi perbaikan.

Bagian akhir berisi Daftar Pustaka dan Lampiran-lampiran

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. SIMULATOR**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2005), Simulator adalah alat untuk melakukan simulasi; alat yang dapat menyimulasikan. Simulator juga dapat diartikan sebagai simulasi atau objek fisik-benda nyata.

Arief S. Sadiman (2010: 76-77) berpendapat tentang simulasi yang merupakan suatu model hasil penyederhanaan suatu realitas. Selain harus mencerminkan situasi yang sebenarnya, simulasi harus bersifat operasional, artinya simulasi menggambarkan proses yang sedang berlangsung.

Berdasarkan pendapat diatas dapat disimpulkan simulator merupakan suatu alat atau media tambahan mirip dengan aslinya, yang kegunaannya dalam pendidikan adalah membantu seorang pendidik dalam menyampaikan suatu pengetahuan kepada peserta didik baik dijadikan materi maupun replika penggunaan suatu alat yang skalanya lebih besar. Pernyataan-pernyataan tersebut diatas sudah sesuai dengan simulator yang akan dibuat pada penelitian ini, dimana simulator disini bertujuan untuk digunakan sebagai media praktik, agar mahasiswa lebih memahami tentang proses sistem tenaga listrik yang sebenarnya dari PLN tetapi dalam bentuk alat yang kecil yaitu simulator sistem tenaga listrik *single feeder*.



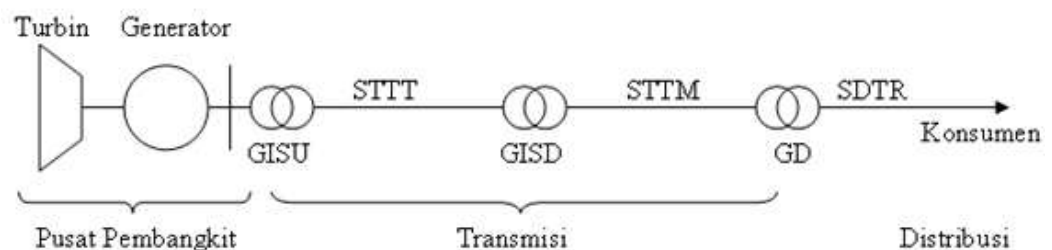
## B. SISTEM TENAGA LISTRIK

Sistem Tenaga Listrik adalah rangkaian instalasi tenaga listrik dari pembangkitan, transmisi, dan distribusi yang dioperasikan secara serentak dalam rangka penyediaan tenaga listrik (Pasal 1 Angka 6 UU Nomor 20 Tahun 2002 Tentang Ketenagalistrikan). Sistem tenaga listrik yang baik adalah sistem tenaga yang dapat melayani beban secara kontinu tegangan dan frekuensi yang konstan (Fazri, 2010). Sistem tenaga listrik terdiri dari tiga komponen utama, yaitu pembangkitan tenaga listrik, transmisi dan distribusi. Pada pusat listrik dilakukan pembangkitan tenaga listrik dengan cara memanfaatkan generator sinkron.

Tiga komponen utama dari sistem tenaga listrik

- a. Pembangkit Tenaga Listrik
- b. Transmisi Tenaga Listrik
- c. Distribusi Tenaga Listrik

Penyaluran energi listrik dari pusat pembangkit sampai ke konsumen dapat digambarkan seperti gambar 2.1, pada gambar di bawah ini sudah mencakup ketiga unsur dari tiga komponen utama sistem tenaga listrik.

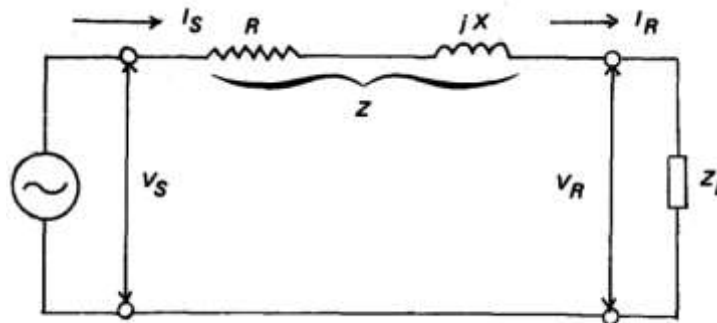


Gambar 2.1 Diagram Satu Garis Sistem Tenaga Listrik

## C. KLASIFIKASI SALURAN TRANSMISI

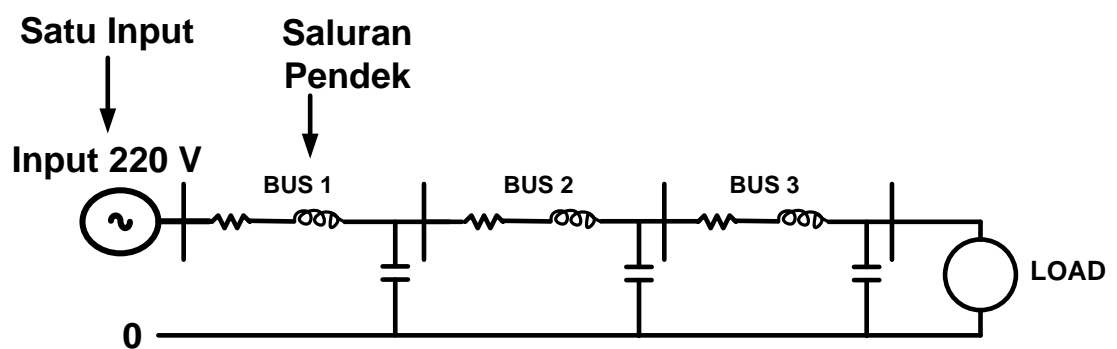
### a. Saluran Pendek

Saluran pendek adalah saluran transmisi yang panjangnya kurang dari 80 km (50 mil) (Sulasno, 1993: 3). Pada saluran pendek ini nilai kapasitansi penghantar dapat diabaikan sehingga penghantar dimodelkan dengan impedansi ( $R$  dan  $X_L$ ), maka saluran transmisi dimodelkan sebagai berikut :



Gambar 2.2 Diagram Pengganti Saluran Pendek (Hutauruk, 1990: 61)

Dalam penelitian ini saluran pendek ada pada bus pertama yaitu bus yang pertama menerima input tegangan sumber 220 volt. Berikut gambar saluran pendek pada simulator:

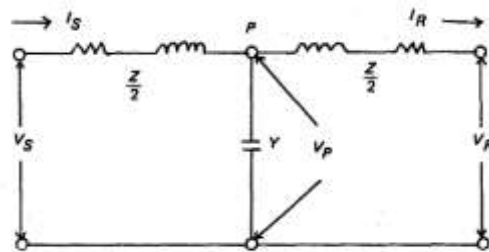


Gambar 2.3 Saluran Pendek pada Simulator

## b. Saluran Menengah

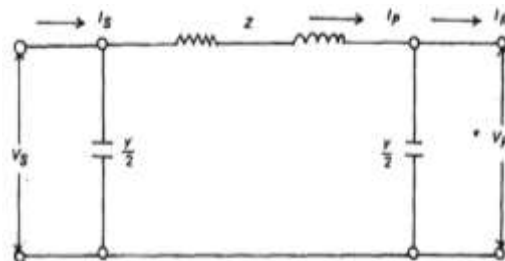
Saluran menengah adalah saluran transmisi yang panjangnya antara 80 km dan 240 km (50 - 150 mil) (Sulasno, 1993: 3). Pada saluran menengah nilai kapasitansi tidak dapat diabaikan sehingga penghantar dimodelkan dengan impedansi penghantar ( $R$  dan  $X_L$ ) dan kapasitansi yang dapat dimodelkan dalam bentuk nominal T dan PI ( $\pi$ ).

### 1. Saluran Menengah Nominal T (Hutauruk, 1990: 62)



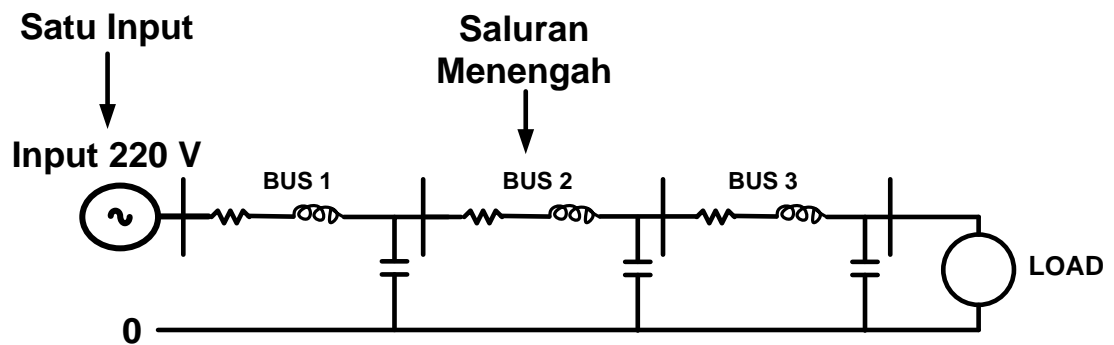
Gambar 2.4 Diagram Pengganti Saluran Menengah, Nominal T

### 2. Saluran Menengah Nominal PI ( $\pi$ ) (Hutauruk, 1990: 62)



Gambar 2.5 Diagram Pengganti Saluran Menengah, Nominal PI

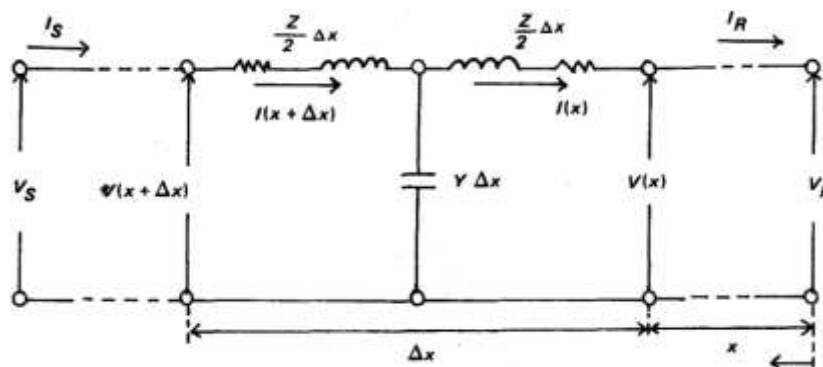
Dalam penelitian ini saluran menengah ada pada bus kedua yaitu bus yang berada ditengah yang menghubungkan antara bus pertama dan ketiga. Berikut gambar saluran menengah pada simulator:



Gambar 2.6 Saluran Menengah pada Simulator

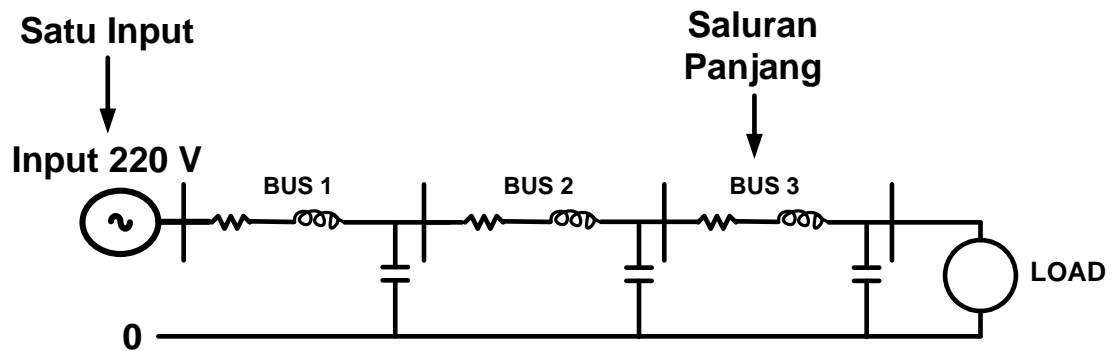
### c. Saluran Panjang

Saluran panjang adalah saluran transmisi yang panjangnya lebih dari 240 km (lebih dari 150 mil) (Sulasno, 1993: 3). Pada saluran panjang, nilai kapasitansi dan impedansi penghantar ( $R$  dan  $XL$ ) diasumsikan terdapat pada sepanjang penghantar hingga batas tak hingga, untuk itu dilakukan metoda pendekatan per elemen panjang, sebagai berikut :



Gambar 2.7 Diagram Pengganti Saluran Panjang (Hutauruk, 1990: 70)

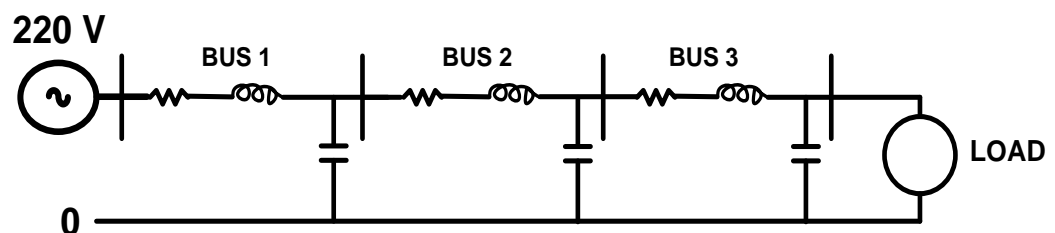
Dalam penelitian ini saluran panjang ada pada bus ketiga yaitu bus yang berada diakhir jaringan atau dekat dengan beban. Berikut gambar saluran panjang pada simulator:



Gambar 2.8 Saluran Panjang pada Simulator

#### D. JARINGAN TUNGGAL

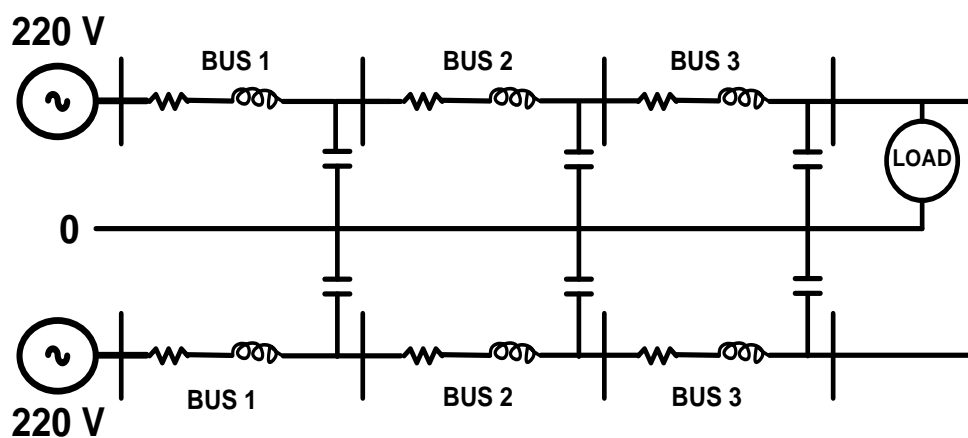
Jaringan tunggal adalah jaringan sistem tenaga listrik yang hanya terdiri dari satu unit hantar (konduktor) yang menghantarkan tenaga listrik dari pembangkit yang dalam hal ini input pada bus I. Jaringan listrik terdiri dari jaringan tunggal, ganda, ring, segitiga dan masih banyak lagi model jaringan yang ada pada sistem tenaga listrik. Dalam penelitian ini hanya menggunakan jaringan tunggal dan ganda satu phase. Pada penelitian ini pula hanya menggunakan tegangan 220 volt. Berikut gambar jaringan tunggal yang akan digunakan pada penelitian:



Gambar 2.9 Jaringan Tunggal

## E. JARINGAN GANDA

Jaringan ganda adalah jaringan sistem tenaga listrik yang memiliki dua unit hantar (kabel) yang menghantarkan tenaga listrik dari pembangkit yang dalam hal ini input pada bus I dan output dari 2 unit hantar ini bersatu kembali dibagian output untuk menyuplai beban. Berikut gambar jaringan ganda yang akan digunakan pada penelitian:



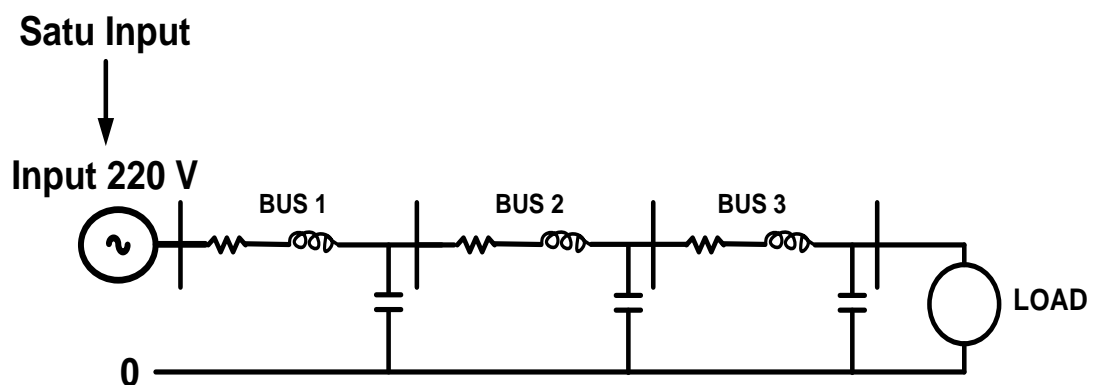
Gambar 2.10 Jaringan Ganda

Pada gambar jaringan tunggal dan ganda yang ada pada gambar 2.9 dan 2.10 diatas memiliki 3 bus dengan penjelasan 3 bus tersebut sebagai berikut:

- Bus 1 : Jaringan pusat pembangkit (saluran pendek)
- Bus 2 : Jaringan transmisi (saluran menengah)
- Bus 3 : Jaringan distribusi (saluran panjang)

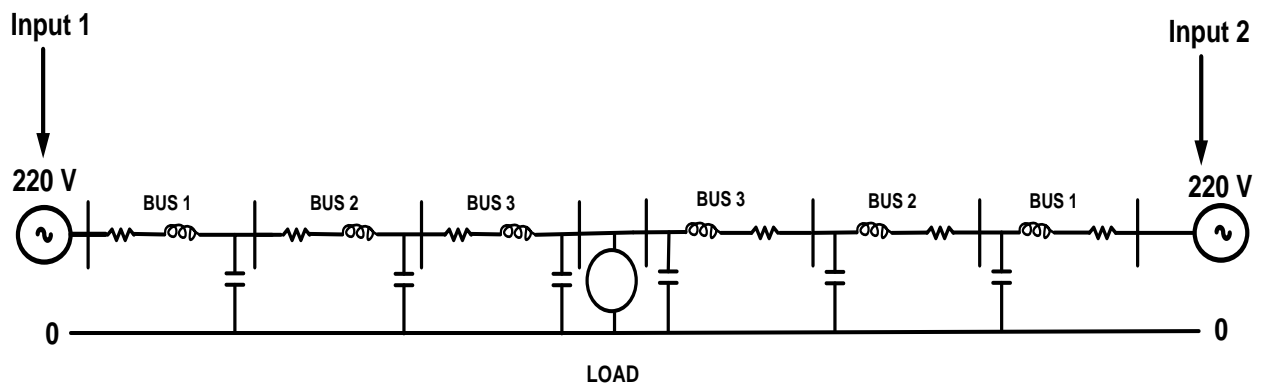
## F. *SINGLE FEEDER*

*Single feeder* atau pengisian tunggal adalah input tenaga listrik tunggal atau pengisian tenaga listrik hanya pada satu titik untuk menyuplai beban yang ada di ujung titik lain. Tentunya *single feeder* bukanlah satu-satunya cara pengisian tenaga pada sistem tenaga listrik, tetapi dalam penelitian ini kami hanya menggunakan cara *single feeder* untuk menyuplai tenaga pada jaringan sistem tenaga listrik yang kami buat. Berikut gambar dari sistem *single feeder*:



Gambar 2.11 Sistem *Single Feeder*

Pengisian tenaga lain selain *single feeder* yaitu *double feeder* atau pengisian ganda. *Double feeder* adalah input tenaga listrik ganda atau pengisian tenaga listrik pada dua titik untuk menyuplai beban yang ada di tengah. Jadi pada *double feeder* input terdapat pada ujung-ujung pengisian. Berikut gambar dari sistem *double feeder*:



Gambar 2.12 Sistem *Double Feeder*

Dari gambar *single feeder* dan *double feeder* diatas terlihat sekali perbedaannya, bahwa pada *single feeder* pengisian tenaga hanya pada satu titik tunggal sedangkan pada *double feeder* pengisian tenaga terdapat pada dua titik ganda di ujung kanan dan kiri.

Ditekankan sekali lagi bahwa pada penelitian ini hanya menggunakan sistem *single feeder* untuk menyuplai tenaga pada jaringan.

## G. DAYA

### a) Pengertian Daya

Menurut kamus besar bahasa Indonesia, daya adalah kemampuan melakukan sesuatu atau kemampuan bertindak; kekuatan; tenaga. Daya hantar adalah kemampuan menghantarkan (mengalirkan) kalor atau arus listrik. Menurut Kamus Fisika, daya adalah laju usaha yang dilakukan atau laju perubahan energi, dengan satuan SI-nya adalah watt (W) yang setara dengan 1 joule per detik. Sedangkan menurut Wikipedia, daya



listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik.

Daya listrik merepresentasikan laju perubahan energi yang dihasilkan oleh sebuah perangkat listrik, dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Sebagai contoh sebuah pemanas ruangan mengubah energi listrik menjadi energi panas. Laju perubahan ini dinyatakan dalam satuan watt. Simbol untuk besaran watt adalah W (Bishop, 2004:13).

Dapat diperlihatkan bahwa daya yang dibangkitkan sebuah perangkat listrik sebanding dengan besarnya arus yang mengalir melewatinya. Daya juga sebanding dengan tegangan yang menggerakkan arus tersebut. Semakin besar arus dan semakin besar gaya gerak listriknya, semakin besar pulalah daya yang dihasilkan. Daya disimbolkan dengan huruf P, arus disimbolkan dengan huruf I dan tegangan disimbolkan dengan huruf V. Apabila kita menuliskannya dalam bentuk persamaan:

$$\text{Daya (P)} = \text{Arus (I)} \times \text{Tegangan (V)}$$

- Daya (P) dinyatakan dalam satuan watt
- Arus (I) dalam satuan ampere
- Tegangan (V) dalam satuan volt

## **b) Jenis Daya**

### **1. Daya Aktif**

Daya aktif adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya (Belly, *at al*, 2010: 3). Satuan daya aktif adalah Watt. Misalnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain – lain. Daya aktif atau disebut daya nyata dirumuskan dengan  $S \cos \phi$  atau  $VI \cos \phi$  dengan simbol P. Dalam satuan Watt (W), kilo Watt (kW), Mega Watt (MW) (Cekdin dan Taufik, 2013: 74). Jadi,

$$P = S \cos \phi = VI \cos \phi$$

### **2. Daya Reaktif**

Daya reaktif adalah daya yang dibutuhkan oleh sistem tenaga listrik untuk keperluan magnetisasi. Daya ini diperlukan untuk membangkitkan fluks-fluks magnetik pada peralatan listrik dalam rangkaian. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Daya reaktif dapat dicatu dari eksitasi berlebih mesin-mesin sinkron maupun static kapasitor. Daya reaktif dapat terjadi karena induktansi atau kapasitansi yang diakibatkan komponen berbentuk kumparan sedangkan kapasitansi diakibatkan oleh kapasitor.

Daya reaktif dirumuskan dengan  $S \sin \phi$  atau  $VI \sin \phi$  dengan simbol Q dalam satuan Volt Ampere Reaktif (VAR), kilo Volt Ampere

Reaktif (kVAR), Mega Volt Ampere Reaktif (MVAR) (Cekdin dan Taufik, 2013: 74). Jadi,

$$Q = S \sin \varphi = VI \sin \varphi$$

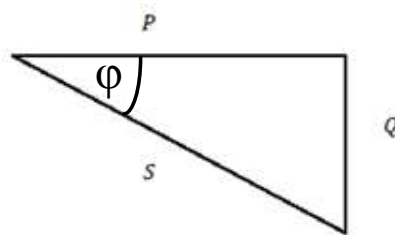
### 3. Daya Semu

Daya Semu adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan. Satuan daya semu adalah Volt Ampere (VA), kilo Volt Ampere (kVAR), Mega Volt Ampere (MVA). Daya semu dirumuskan dengan VI dan disimbolkan dengan S. Jadi,

$$S = VI$$

#### c) Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan segitiga yang menggambarkan hubungan matematika antara tipe - tipe daya yang berbeda antara daya semu, daya aktif dan daya reaktif berdasarkan prinsip trigonometri.



Gambar 2.13 Segitiga Daya

Dimana berlaku hubungan :

$$S = V \cdot I$$

$$P = S \cos \varphi$$

$$Q = S \sin \varphi$$

#### d) Faktor Daya

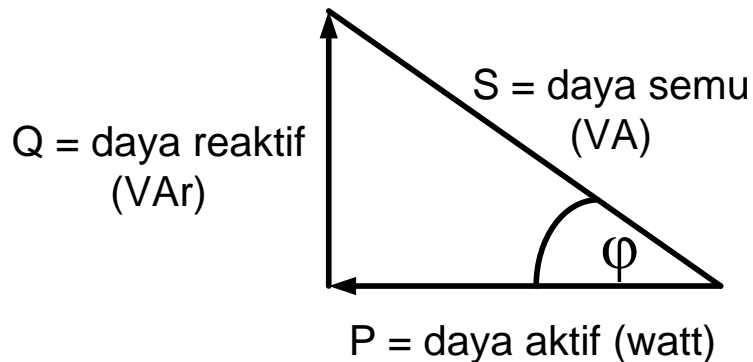
Perbandingan antara besarnya daya aktif dengan daya semu disebut faktor daya ( $\cos \varphi$ ),  $\varphi$  merupakan sudut yang dibentuk antara daya aktif dan daya semu. Faktor daya ini terjadi karena adanya pergeseran fasa yang disebabkan oleh sifat beban induktif atau kapasitif. Arus bolak-balik penjumlahan daya dilakukan secara vektoris, yang dibentuk vektornya merupakan segitiga siku-siku, yang sering dikenal dengan segitiga daya yang telah dibahas sebelumnya.

Sudut  $\varphi$  merupakan sudut pergeseran fasa, apabila besarnya daya aktif (P) tetap dan besarnya sudut  $\varphi$  semakin besar, maka semakin besar pula daya semu (S), dan semakin besar pula daya reaktif (Q), sehingga faktor dayanya ( $\cos \varphi$ ) semakin kecil. Daya reaktif merupakan daya yang hilang atau rugi-rugi sehingga semakin besar sudutnya atau semakin kecil faktor dayanya maka rugi-ruginya semakin besar. Nilai faktor daya ini mempengaruhi jumlah arus yang mengalir pada saluran untuk suatu beban yang sama.

Faktor daya salah satunya disebabkan oleh penggunaan peralatan pada pelanggan yang menyimpang dari syarat-syarat penyambungan yang telah ditetapkan, dapat mengakibatkan pengaruh balik terhadap saluran, antara lain faktor daya yang rendah dan ketidakseimbangan beban.

$$\text{Faktor daya } (\cos \varphi) = \frac{P(\text{watt})}{S(\text{VA})}$$

Hubungan ketiga jenis energi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.14 Diagram Faktor Daya

#### e) Rugi-rugi Daya

Rugi-rugi daya merupakan rugi-rugi yang terjadi akibat adanya daya yang hilang pada jaringan seperti daya aktif dan daya reaktif. Semakin panjang saluran yang ada maka nilai tahanan dan reaktansi jaringan akan semakin besar, sehingga rugi-rugi bertambah besar baik itu pada rugi-rugi daya aktif maupun rugi-rugi daya reaktif (Bien, Kasim dan Pratiwi, 2009: 55).

Rugi-rugi ini timbul diakibatkan oleh pemanasan yang terjadi pada kawat penghantar sewaktu dilalui arus bolak-balik. Daya yang dikirimkan sumber sinyal sebagian berubah menjadi panas yang terjadi pada bahan dielektrik. Ketika dilalui arus bolak-balik, maka struktur atom dari bahan dielektrik akan mengalami perubahan dan perubahan ini membutuhkan energi. Energi inilah yang mengakibatkan timbulnya rugi-

rugi daya. Semakin sulit struktur atom suatu bahan dielektrik berubah, maka semakin besar energi yang dibutuhkan, yang berarti semakin besar rugi daya yang disebabkan.

Dalam teori listrik arus bolak-balik penjumlahan daya dilakukan secara vektoris, yang dibentuk vektornya merupakan segitiga siku-siku, yang dikenal dengan segitiga daya. Sudut  $\phi$  merupakan sudut pergeseran fasa, semakin besar sudutnya, semakin besar Daya Semu (S), dan semakin besar pula Daya Reaktif (Q), sehingga faktor dayanya ( $\cos \phi$ ) semakin kecil.

## **H. TEGANGAN**

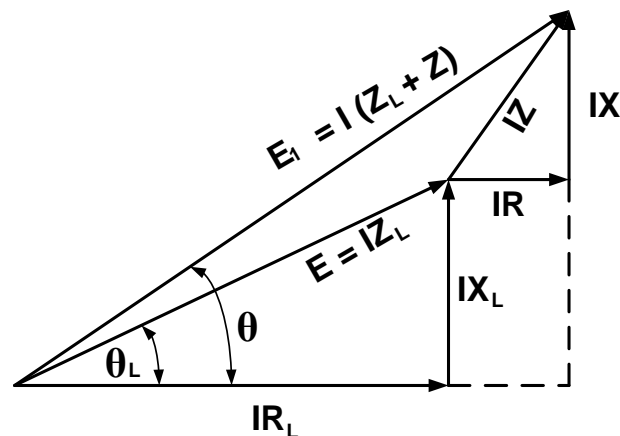
### **a) Pengertian Tegangan**

Menurut kamus besar bahasa Indonesia, tegangan adalah tekanan yang diakibatkan oleh tarikan; (tek) arus atau aliran listrik. Tegangan biasa disebut juga beda potensial. Menurut Kamus Fisika, beda potensial adalah perbedaan potensial antara dua titik, yang sama dengan perubahan energi, saat satu satuan muatan positif bergerak dari satu tempat ke tempat lain dalam medan listrik. Satuan beda potensial adalah volt (V). Satu volt berarti ada perubahan energi sebesar satu joule jika ada muatan bergerak sebesar satu coulomb. Tegangan listrik adalah gaya listrik yang menggerakkan arus untuk mengalir di sepanjang sebuah rangkaian listrik (Bishop, 2004:12).

Tergantung pada perbedaan potensial listriknya, suatu tegangan listrik dapat dikatakan sebagai ekstra rendah, rendah, tinggi atau ekstra tinggi. Secara definisi tegangan listrik menyebabkan obyek bermuatan listrik negatif tertarik dari tempat bertegangan rendah menuju tempat bertegangan lebih tinggi. Sehingga arah arus listrik konvensional di dalam suatu konduktor mengalir dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah.

### b) Rugi-rugi Tegangan

Rugi tegangan pada saluran distribusi sebagai akibat adanya R dan X pada saluran. Gambar vektor tegangan dan arus pada jaringan distribusi dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 2.15 Vektor Tegangan dan Arus

Besar rugi tegangan adalah:

$$V = E_1 - E$$

Rugi tegangan atau disebut juga regulasi tegangan biasanya dinyatakan dalam persen:

$$\% V_L = \frac{E_1 - E}{E} \times 100$$

Prosentasi tersebut dinyatakan terhadap tegangan beban.

Apabila dinyatakan terhadap sumber maka:

$$\% V_L = \frac{E_1 - E}{E_1} \times 100$$

## I. BEBAN LISTRIK

### a) Beban Resistif

Beban yang merupakan suatu resistor murni, contoh: lampu pijar, pemanas. Beban ini hanya menyerap daya aktif dan tidak menyerap daya reaktif sama sekali. Tegangan dan arus se-fasa. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa rumusan daya adalah sebagai berikut:

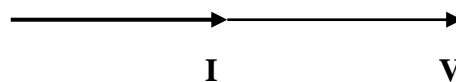
$$P = V I$$

Dimana:

**P** = Daya aktif yang diserap beban (watt)

**V** = Tegangan yang mencatu beban (volt)

**I** = Arus yang mengalir pada beban (ampere)



Gambar 2.16 Grafik Arus Tegangan pada Beban Resistif

### b) Beban Induktif

Beban induktif adalah beban yang mengandung komponen reaktans karena pemakaian kumparan kawat yang dililitkan pada sebuah inti, biasanya inti besi. Contoh motor-motor listrik, transformator, induktor.

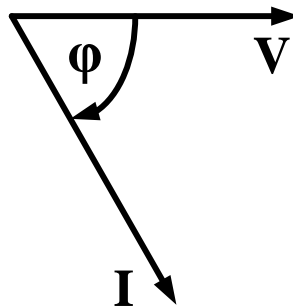


Beban ini mempunyai faktor daya  $< 1$  dengan arus tertinggal terhadap tegangan (*lagging*) sebesar sudut  $\phi$ . Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan menyerap daya reaktif (kVAR). Daya dirumuskan:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$

Dimana:

- P** = Daya aktif yang diserap beban (watt)  
**V** = Tegangan yang mencatu beban (volt)  
**I** = Arus yang mengalir pada beban (ampere)  
 **$\phi$**  = Sudut antara tegangan dan arus (derajat)  
 **$\cos \phi$**  = Faktor daya



Gambar 2.17 Grafik Arus Tegangan pada Beban Induktif

### c) Beban Kapasitif

Beban kapasitif adalah beban yang mengandung suatu rangkaian kapasitor. Beban ini mempunyai faktor daya  $< 1$  dengan arus mendahului tegangan sebesar  $\phi$  derajat (*leading*). Beban ini menyerap daya aktif dan mengeluarkan daya reaktif. Daya dirumuskan:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$

Dimana:

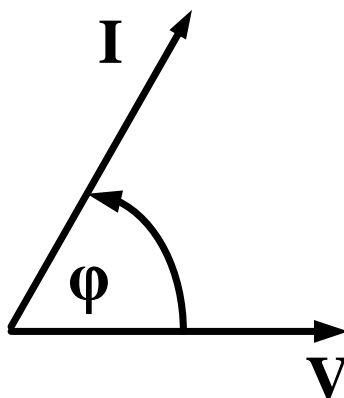
**P** = Daya aktif yang diserap beban (watt)

**V** = Tegangan yang mencatu beban (volt)

**I** = Arus yang mengalir pada beban (ampere)

$\phi$  = Sudut antara tegangan dan arus (derajat)

$\cos \phi$  = Faktor daya



Gambar 2.18 Grafik Arus Tegangan pada Beban Kapasitif

## J. RESISTANSI, INDUKTANSI DAN KAPASITANSI

### a) Resistansi

Stevenson (1990: 39) menyatakan resistansi penghantar saluran transmisi adalah penyebab yang terpenting dari rugi daya pada saluran transmisi. Jika tidak ada keterangan lain, maka yang dimaksudkan dengan istilah resistansi adalah resistansi efektif. Resistansi efektif dari suatu penghantar adalah:

$$R = \frac{\text{rugi daya pada penghantar}}{(I)^2} \quad \text{Ohm}$$

Dimana daya dinyatakan dalam watt dan I adalah arus rms pada penghantar dalam ampere. Resistansi efektif sama dengan resistansi arus searah (dc) dari saluran jika terdapat distribusi arus yang merata di seluruh penghantar. Resistansi diberikan oleh rumus dibawah ini

$$R_{dc} = \rho \frac{L}{A} \text{ Ohm}$$

Dimana

$\rho$  = resistivitas penghantar (ohm.m)

L = panjang (meter)

A = luas penampang ( $m^2$ )

I = arus (ampere)

Resistansi dalam penelitian ini akan menggunakan resistor daya sebagai penggantinya. Resistor daya yang akan digunakan adalah seperti gambar berikut:



Gambar 2.19 Resistor Daya (ozyrizka.mywapblog.com)

## b) Induktansi

Induktansi adalah komponen listrik yang nilainya berbanding terbalik terhadap perubahan arus. Nilai induktansi merupakan fungsi dari konstruksi fisik. Jumlah lilitan, permeabilitas bahan, dan geometris menentukan induktansi suatu komponen.

$$E_L = L \frac{di}{dt}$$

Dimana

$E_L$  = tegangan pada induktor (Ohm/m)

$L$  = Induktansi (Henry)

$\frac{di}{dt}$  = kecepatan perubahan arus (A/s)

Induktansi dalam penelitian ini akan menggunakan induktor sebagai penggantinya. induktor yang akan digunakan adalah seperti gambar berikut:



Gambar 2.20 Induktor (teknikelektronika.com)

### c) Kapasitansi

Kapasitansi suatu saluran transmisi adalah akibat beda potensial antar penghantar (konduktor); kapasitansi menyebabkan penghantar tersebut bermuatan seperti yang terjadi pada pelat kapasitor bila terjadi beda potensial di antaranya. Kapasitansi antara penghantar adalah muatan per unit beda potensial. Kapasitansi antara penghantar sejajar adalah suatu konstanta yang tergantung pada ukuran dan jarak pemisah antara penghantar (Stevenson, 1990: 65).

Menurut Hardiyanto (2008: 5) kapasitansi dihasilkan dari dua buah konduktor sejajar yang dipisahkan oleh isolator. Ketika dua buah konduktor pada potensial yang berbeda medan listrik mengkonsentrasikan muatan pada permukaan konduktor yang terdekat. Apabila dielektrik dimana molekulnya mudah terpolarisasi ditempatkan diantara konduktor tersebut menyebabkan jarak diantara kedua konduktor tersebut seolah-olah lebih dekat dibandingkan jarak fisiknya, hal ini disebabkan atom yang terpolarisasi atau molekul di dalam dielektrik mentransfer medan listrik melewati dielektrik. Kapasitansi satu kapasitor berbanding lurus terhadap konstanta dielektrik, luas penampang konduktor dan berbanding terbalik terhadap jarak diantara kedua konduktor.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan “Penelitian Pengembangan” (*Research and Development*). Menurut Sugiyono (2012: 297) “Metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa Inggrisnya *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut”. Metode penelitian ini dipilih karena relevan dengan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menghasilkan produk tertentu. Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder*.

Hasil dari Metode *Research and Development* tidak selalu berbentuk benda atau perangkat keras (*hardware*), seperti buku, modul, alat bantu pembelajaran di kelas atau laboratorium, tetapi dapat juga perangkat lunak (*software*), seperti program komputer untuk pengolahan data, pembelajaran di kelas, perpustakaan atau laboratorium, ataupun model-model pendidikan, pembelajaran, pelatihan, bimbingan, evaluasi, manajemen dan lain-lain. Tetapi dalam penelitian ini hanya akan menghasilkan produk berupa perangkat keras (*hardware*) saja.

Metode *Research and Development* banyak digunakan pada bidang teknik dimana hampir semua produk teknologi seperti alat-alat elektronik, perangkat keras (*hardware*), kendaraan bermotor, pesawat terbang, senjata dan alat-alat rumah tangga yang modern diproduksi dan dikembangkan melalui penelitian ini. Metode penelitian ini selain digunakan di bidang teknik juga digunakan pada bidang ilmu alam, administrasi dan sosial.

## **B. SUBYEK PENELITIAN**

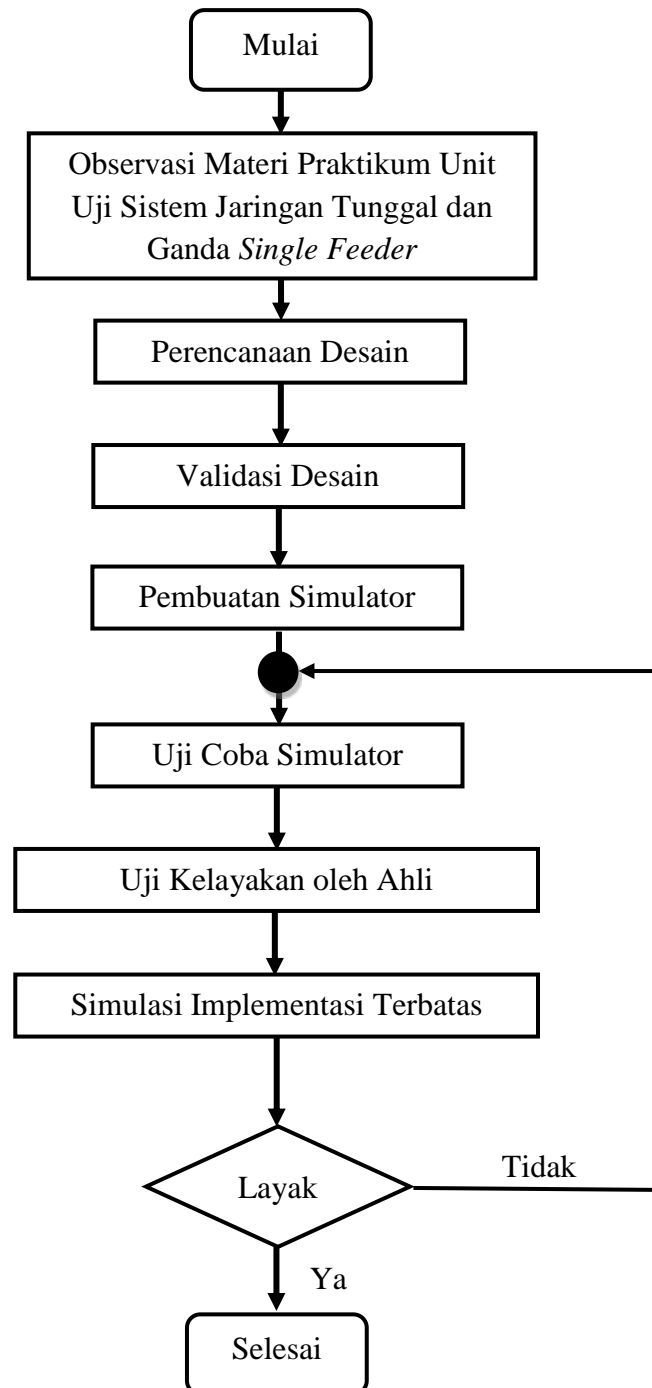
Subyek pada penelitian ini adalah Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder* dengan Bus Saluran Pendek, Menengah dan Panjang. Simulator ini diuji kelayakannya apakah sudah memenuhi kriteria untuk digunakan dalam mata kuliah Praktik Sistem Tenaga. Simulator diharapkan dapat digunakan sebagai media praktik pada mata kuliah Praktik Sistem Tenaga.

## **C. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Jurusan Teknik Elektro Gedung E6 Lt.1 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada April 2015 sampai Juni 2015.

#### D. PROSEDUR PENELITIAN

Prosedur penelitian yang dilakukan disajikan pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian



### 1) Mulai

Tahapan yang pertama sebelum memulai pembuatan simulator adalah menentukan rumusan masalah dan tujuan terlebih dahulu. Perumusan tujuan pembelajaran sangat penting untuk digunakan sebagai acuan dalam pembuatan simulator.

### 2) Observasi Materi Praktikum Unit Uji Sistem Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder*

Observasi Materi Praktikum Unit Uji Sistem Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder* dilakukan sebelum merencanakan simulator. Observasi dilakukan sebagai acuan dalam merencanakan dan menentukan komponen apa saja yang akan dipakai serta besarnya komponen berapa saja yang akan digunakan. Simulator yang dibuat harus sesuai dengan materi praktikum yang ada. Oleh karena itu, observasi ini dilakukan agar simulator yang akan dibuat nanti benar-benar sesuai dengan apa yang ada pada materi praktikum unit uji sistem jaringan tunggal dan ganda *single feeder*. Observasi dilakukan dengan melihat dan menganalisis materi praktikum pada mata kuliah Praktik Sistem Tenaga yaitu unit uji sistem jaringan tunggal dan ganda *single feeder* serta mengamati alat praktik yang sebelumnya digunakan untuk praktik sistem tenaga. Kemudian dengan melihat dan menganalisis apa yang ada pada unit uji sistem jaringan tunggal dan ganda *single feeder*, peneliti menentukan langkah selanjutnya yaitu menentukan jenis komponen apa

saja yang akan digunakan dalam pembuatan simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *single feeder*.

Tujuan utama dalam mendesain simulator adalah agar simulator dapat digunakan sebagai media praktik dimana sebelumnya sudah ada materi praktikum unit uji sistem jaringan tunggal dan ganda *single feeder* namun belum ada simulator sebagai media praktiknya. Konsekuensinya mahasiswa hanya menggunakan trafo ballast sebagai pengganti R, L, C tetapi hasil dari praktik menggunakan trafo ballast ini tidak maksimal. Oleh karena itulah tujuan dibuatnya simulator ini untuk dapat digunakan dalam mata kuliah praktik sistem tenaga.

### **3) Perencanaan Desain**

Komponen yang akan digunakan pada simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *single feeder* adalah resistor (R), induktor (L) dan kapasitor (C). Setelah komponen yang akan dijadikan sebuah simulator sudah ditentukan, peneliti melakukan analisis terhadap komponen-komponen yang ada dengan tujuan menentukan besaran-besaran satuan yang akan digunakan semisal berapa *ohm* yang akan dipakai pada resistor, berapa *henry* yang akan dipakai pada induktor dan berapa *farad* yang akan dipakai pada kapasitor.

Analisis penentuan besaran komponen dengan cara mencari, membaca, memahami dan mempelajari literatur yang berhubungan dengan objek yang akan diujikan, sehingga akan ditemukan hitungan-hitungan untuk menentukan besaran suatu komponen

Simulator sistem tenaga listrik *single feeder* disini merupakan simulasi dari jaringan nyata yang ada di PLN, jadi dari perhitungan untuk penentuan komponen menggunakan teori yang mengacu pada tegangan pembangkit hingga beban. Pembuatan simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *single feeder* menggunakan catu daya AC 1 fasa yaitu 220 volt, serta membutuhkan beberapa komponen yaitu Resistor (R), Induktor (L) dan Kapasitor (C) dengan beban pengujian yang akan digunakan yaitu lampu pijar (220 volt/100 watt), lampu elektronik (220 volt/15 watt) dan motor listrik (220 volt/35 watt). Simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *single feeder* terdiri atas 3 bus yaitu bus pertama saluran pendek, bus kedua saluran menengah dan bus ketiga saluran panjang.

**a. Penentuan Besaran Resistansi (R), Induktansi (L) dan Kapasitansi (C)**

Simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *single feeder* terdiri dari bus saluran pendek, bus saluran menengah dan bus saluran panjang. Dari ketiga bus tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda, dalam penentuan besar resistansi (R), induktansi (L) dan kapasitansi (C) dari setiap busnya pun berbeda. Perbedaan tersebut terjadi karena Bus I mengacu pada saluran pendek 80 km, Bus II mengacu pada saluran menengah 160 km, dan Bus III mengacu pada saluran panjang 250 km.

Menurut Sumarsono dalam jurnalnya yang berjudul “*Analisis Perhitungan Jarak antar Kawat dan Clearance Saluran Transmisi Udara*” menganalisis bahwa:  $R = 0,08551 \text{ ohm/km}$  (ACSR Gannet)

Dalam penelitian ini pula, peneliti menggunakan ACSR Gannet sebagai acuan yang akan dijadikan dalam perhitungan resistor, induktor dan kapasitor.

Kemudian untuk jarak antar konduktor (D), dan diameter konduktor (d) untuk ACSR Gannet menurut SNI 04-6918-2002:

Bus I Saluran Pendek

Jarak antar konduktor (D) = 12 meter

Diameter = 25,76 mm

Bus II Saluran Menengah

Jarak antar konduktor (D) = 2,25 meter

Diameter = 25,76 mm

Bus III Saluran Panjang

Jarak antar konduktor (D) = 1,80 meter

Diameter = 25,76 mm

- **Bus I**

Bus I dalam simulator ini sebagai representasi dari saluran pendek yang panjangnya  $\leq 80 \text{ km}$ . Menurut Sulasno (1993: 3) Saluran pendek adalah saluran transmisi yang panjangnya kurang dari 80 km (50 mil). Pada saluran pendek ini nilai kapasitansi penghantar dapat diabaikan.

Tetapi pada simulator nanti akan tetap dipakai C untuk menyesuaikan pada praktik yang ada pada materi unit uji Praktik Sistem Tenaga Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder*.

Untuk mengetahui besar resistansi pada bus I:

Diketahui:  $R = 0,08551 \text{ ohm/km}$

Panjang saluran pendek = 80 km

$$R = 0,08551 \times 80 = 6,8408 \text{ ohm}$$

Untuk mengetahui besar induktansi digunakan rumus sebagai berikut (Zuhal, 1992: 152):

$$L = \left\{ 0,5 + 4,6 \log \frac{D-r}{r} \right\} \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

Dimana

L = induktansi (H)

D = jarak antara dua konduktor (cm)

r = jari-jari konduktor (cm)

Diketahui:

D = 12 m = 1200 cm

Diameter (d) = 25,76 mm

$r = 25,76 : 2 = 12,88 \text{ mm} = 1,288 \text{ cm}$

$$L = \left\{ 0,5 + 4,6 \log \frac{D-r}{r} \right\} \times 10^{-7}$$

$$L = \left\{ 0,5 + 4,6 \log \frac{1200-1,288}{1,288} \right\} \times 10^{-7}$$

$$L = 14,15 \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$L \text{ untuk } 80 \text{ km} = 14,15 \times 10^{-7} \times 8 \times 10^4 = 0,1132 \text{ H}$$

Untuk mengetahui besar kapasitansi digunakan rumus sebagai berikut (Saadat, 2004: 123):

$$C = \frac{0,0556}{\ln \frac{D}{r}} \mu\text{F/km}$$

$$C = \frac{0,0556}{\ln \frac{1200}{1,288}}$$

$$C = 0,0081322 \mu\text{F/km}$$

$$C \text{ untuk } 80 \text{ km} = 0,0081322 \times 80 = 0,6505 \mu\text{F}$$

- **Bus II**

Bus II dalam simulator ini sebagai representasi dari saluran menengah yang panjangnya antara 80 - 240 km. Saluran menengah adalah saluran transmisi yang panjangnya antara 80 km dan 240 km (50 - 150 mil) (Sulasno, 1993: 3). Dalam hal ini peneliti tetapkan 160 km.

Untuk mengetahui besar resistansi pada bus II:

Diketahui:  $R = 0,08551 \text{ ohm/km}$

Panjang saluran menengah = 160 km

$$R = 0,08551 \times 160 = 13,6816 \text{ ohm}$$

Untuk mengetahui besar induktansi:

$$L = \left\{ 0,5 + 4,6 \log \frac{D-r}{r} \right\} \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

Diketahui:

$$D = 2,25 \text{ m} = 225 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter (d)} = 25,76 \text{ mm}$$

$$r = 25,76 : 2 = 12,88 \text{ mm} = 1,288 \text{ cm}$$

$$L = \left\{ 0,5 + 4,6 \log \frac{D-r}{r} \right\} \times 10^{-7}$$

$$L = \left\{ 0,5 + 4,6 \log \frac{225-1,288}{1,288} \right\} \times 10^{-7}$$

$$L = 10,8 \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$L \text{ untuk } 160 \text{ km} = 10,8 \times 10^{-7} \times 16 \times 10^4 = 0,1728 \text{ H}$$

Untuk mengetahui besar kapasitansi digunakan rumus sebagai berikut (Saadat, 2004: 123):

$$C = \frac{0,0556}{\ln \frac{D}{r}} \mu\text{F/km}$$

$$C = \frac{0,0556}{\ln \frac{225}{1,288}}$$

$$C = 0,01077 \mu\text{F/km}$$

$$C \text{ untuk } 160 \text{ km} = 0,01077 \times 160 = 1,7232 \mu\text{F}$$

- **Bus III**

Bus III dalam simulator ini sebagai representasi dari saluran panjang yang panjangnya lebih dari 240 km. Saluran panjang adalah saluran transmisi yang panjangnya lebih dari 240 km (lebih dari 150 mil) (Sulasno, 1993: 3). Dalam hal ini kita tetapkan 250 km.

Untuk mengetahui besar resistansi pada bus III:

Diketahui:  $R = 0,08551 \text{ ohm/km}$

Panjang saluran panjang = 250 km

$$R = 0,08551 \times 250 = 21,3775 \text{ ohm}$$

Untuk mengetahui besar induktansi:

$$L = \left\{ 0,5 + 4,6 \log \frac{D-r}{r} \right\} \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

Diketahui:

$$D = 1,80 \text{ m} = 180 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter (d)} = 25,76 \text{ mm}$$

$$r = 25,76 : 2 = 12,88 \text{ mm} = 1,288 \text{ cm}$$

$$L = \left\{ 0,5 + 4,6 \log \frac{D-r}{r} \right\} \times 10^{-7}$$

$$L = \left\{ 0,5 + 4,6 \log \frac{180-1,288}{1,288} \right\} \times 10^{-7}$$

$$L = 10,35 \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$L \text{ untuk } 250 \text{ km} = 10,35 \times 10^{-7} \times 25 \times 10^4 = 0,25875 \text{ H}$$

Untuk mengetahui besar kapasitansi digunakan rumus sebagai berikut (Saadat, 2004: 123):

$$C = \frac{0,0556}{\ln \frac{D}{r}} \mu\text{F/km}$$

$$C = \frac{0,0556}{\ln \frac{180}{1,288}}$$

$$C = 0,01125 \mu\text{F/km}$$

$$C \text{ untuk } 250 \text{ km} = 0,01125 \times 250 = 2,8125 \mu\text{F}$$

Tabel 3.1 menerangkan besar resistor, induktor dan kapasitor dari ketiga bus:



	Resistor (R)	Induktor (L)	Kapasitor (C)
Bus I	6,8408 ohm	0,1132 H	0,6505 $\mu$ F
Bus II	13,6816 ohm	0,1728 H	1,7232 $\mu$ F
Bus III	21,3775 ohm	0,25875 H	2,8125 $\mu$ F

Tabel 3.1 Besar Resistor, Induktor dan Kapasitor dari Ketiga Bus

Dikarenakan dari besar nilai komponen diatas tidak terdapat di pasaran, maka dari hasil perhitungan diatas dibagi 40 untuk diperoleh hasil perhitungan yang besar nilai komponennya ada di pasaran, sehingga dihasilkan besar nilai komponen sebagai berikut:

	Resistor (R)	Induktor (L)	Kapasitor (C)
Bus I	0,1 ohm	2,5 mH	15 nF
Bus II	0,2 ohm	5 mH	15 nF
Bus III	0.3 ohm	7,5 mH	15 nF

Tabel 3.2 Besar Resistor, Induktor dan Kapasitor dari Ketiga Bus

dengan Perbandingan

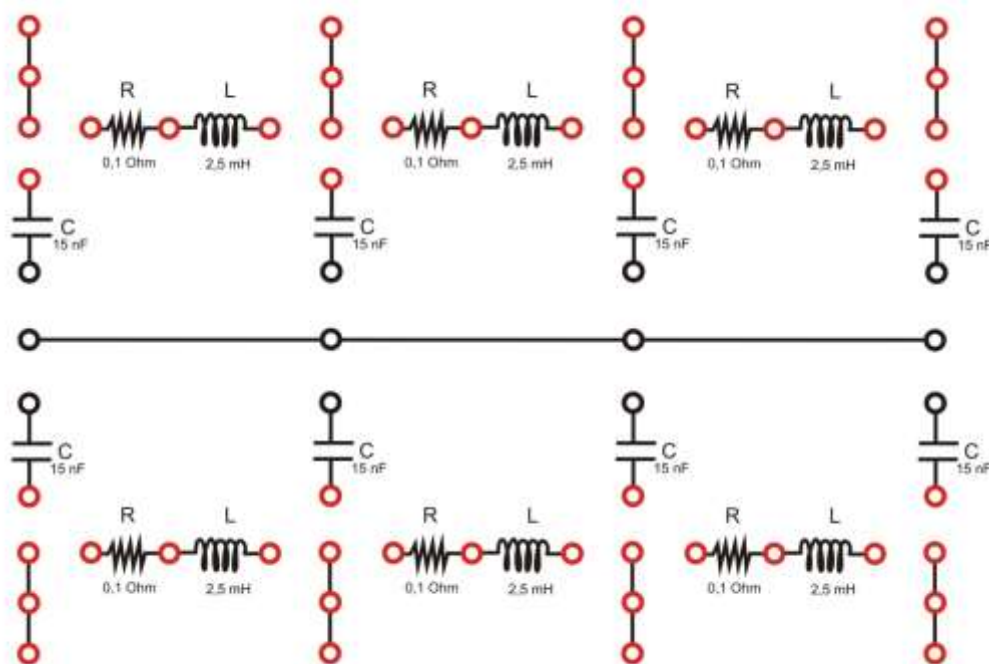
Untuk kapasitansi sama, karena menyesuaikan pada mata kuliah praktik sistem tenaga yang menggunakan kapasitor yang sama pada setiap busnya.

#### **b. Keterbatasan Penelitian**

Dari perhitungan diatas, semua komponen yang ditentukan tidak bisa untuk dilalui oleh arus yang besar, arus yang bisa digunakan pada induktor hanya 600 mA sehingga simulator tidak bisa digunakan untuk beban besar. Jika simulator digunakan untuk beban besar akan

terjadi panas pada komponen seperti Resistor dan Induktor yang dapat mengakibatkan putusnya komponen tersebut. Tetapi dengan beban kecil seperti lampu pijar, lampu elektronik dan motor kipas angin simulator ini sudah bisa mensimulasikan sistem tenaga listrik walau pun bukan dalam kondisi yang sebenarnya.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, secara umum didesain seperti desain perangkat keras pada gambar berikut ini:



Gambar 3.2 Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder*

#### 4) Validasi Desain

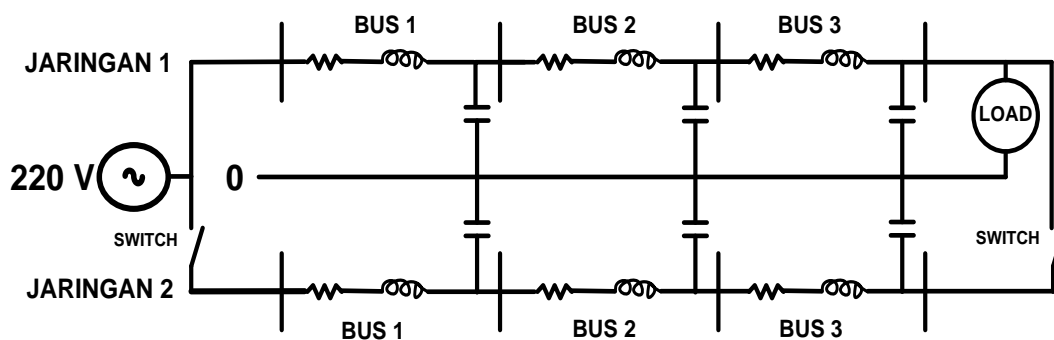
Pengujian validitas menggunakan validitas muka (*face validity*). Validitas muka (*face validity*) merujuk kepada derajat kesesuaian antara penampilan luar alat ukur dan atribut-atribut variabel yang ingin diukur (Murti, 2011: 3). Validitas ini menunjukkan apakah alat pengukur

penelitian dari segi penampilan nampak mengukur apa yang ingin diukur, validitas ini lebih mengacu pada bentuk dan penampilan instrumen. Validasi desain simulator dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari desain simulator. Pengujian validasi desain simulator menggunakan pendapat dari dosen pembimbing yang diminta untuk menilai desain, sehingga dapat diketahui kekurangan dan kelebihan desain. Kekurangan desain selanjutnya diperbaiki kemudian dibuat menjadi produk berupa simulator.

#### **5) Pembuatan Simulator**

Tahap pembuatan simulator dimulai dari membuat desain simulator. Desain simulator dilakukan dengan mengacu pada materi unit uji Praktik Sistem Tenaga Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder* yang telah ada. Setelah desain simulator dibuat dan sudah divalidasi maka selanjutnya mempersiapkan semua bahan dan alat yang dibutuhkan untuk membuat simulator. Alat dan bahan yang digunakan diantaranya resistor, induktor, kapasitor, solder, kabel, bor, tang potong, tang jepit, tenol, jumper, kabel jack banana dan akrilik. Tahap pertama yang dilakukan dalam pembuatan simulator setelah mempersiapkan alat dan bahan adalah menyablون desain layout atas simulator pada akrilik dan mengebor bagian yang diperlukan. Setelah penyablون selesai kemudian dilakukan pengeboran pada lubang-lubang steker bus, saklar, dan tempat soket.

Tahap berikutnya adalah merangkai dan memasang komponen resistor (R), induktor (L) dan kapasitor (C) sesuai dengan rangkaian simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *single feeder*. Berikut rangkaian untuk simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *single feeder*:



Gambar 3.3 Rangkaian Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder*

Rangkaian resistor, induktor dan kapasitor dipasang dibawah akrilik sesuai dengan layout desain pada sisi atas akrilik dengan cara disolder. Kemudian memasang komponen lain seperti saklar MCB, jack banana. Kabel-kabel jack banana digunakan untuk memasang secara manual pada saat praktik secara langsung, tujuannya agar mahasiswa benar-benar tahu rangkaian dari simulator.

#### 6) Uji Coba Simulator

Setelah tahap pembuatan simulator selesai, selanjutnya dilakukan uji coba simulator. Uji coba simulator dilakukan untuk mengetahui apakah simulator dapat digunakan untuk mempraktikan percobaan sesuai pada materi praktikum unit uji sistem jaringan tunggal dan ganda *single*

*feeder*. Apabila terjadi kesalahan maka dianalisis dan diperbaiki sehingga simulator dapat berfungsi dengan semestinya. Uji coba dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro, Gedung E6 lantai 1 Universitas Negeri Semarang pada April 2015 sampai Juni 2015. Uji coba simulator dilakukan dengan mempraktikkan semua percobaan yang ada pada materi praktikum unit uji sistem jaringan tunggal dan ganda *single feeder*. Percobaan dilakukan berkali-kali sampai memperoleh hasil yang diharapkan dari simulator tersebut.

#### **7) Uji Kelayakan oleh Ahli**

Setelah simulator diuji coba secara mandiri, selanjutnya dilakukan uji kelayakan di depan pakar atau dosen bidang keahlian untuk menguji kelayakan simulator. Uji kelayakan simulator dilakukan untuk mengetahui kelayakan simulator tersebut. Uji kelayakan simulator dilakukan dengan tujuan mengetahui pendapat para ahli yang dalam hal ini adalah dosen bidang keahlian dan teknisi laboratorium mengenai kelayakan simulator untuk digunakan pada mata kuliah Praktik Sistem Tenaga. Dosen bidang keahlian dan teknisi laboratorium akan diberi kuesioner yang berisi tentang penilaian untuk simulator tersebut jika dilihat dari segi kemudahan pengoperasian simulator, desain dan unjuk kerja simulator, kesesuaian simulator dengan praktik sistem tenaga, kinerja simulator, kelayakan simulator untuk praktik sistem tenaga dan tingkat manfaat simulator.

## 8) Simulasi Implementasi Terbatas

Simulasi implementasi terbatas dilakukan setelah simulator diujikan pada dosen bidang keahlian dan teknisi laboratorium kemudian dinyatakan valid. Simulasi implementasi terbatas dilakukan untuk mengetahui kinerja simulator dan juga kevalidan simulator bila diimplementasikan pada mahasiswa. Simulasi implementasi terbatas ini dilakukan dengan mengumpulkan beberapa mahasiswa yang pernah mengikuti mata kuliah Praktik Sistem Tenaga, kemudian mengimplementasikan alat tersebut dengan mempraktikkan percobaan-percobaan yang ada pada materi unit uji praktik sistem tenaga jaringan tunggal dan ganda *single feeder* oleh mahasiswa sehingga alat dinyatakan layak digunakan sebagai media praktik pada Mata Kuliah Praktik Sistem Tenaga.

## E. TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Teknik pengumpulan data digunakan untuk mengumpulkan data penelitian, agar memperoleh data-data yang diinginkan sesuai dengan tujuan penelitian. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner (angket).

### 1. Kuesioner (Angket)

Sugiyono (2012: 142) menyebutkan “Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya.”

Melalui pengumpulan data dengan menggunakan kuesioner ini diharapkan data mengenai kemudahan pengoperasian simulator, desain dan unjuk kerja simulator, kesesuaian simulator dengan praktik sistem tenaga, kinerja simulator, kelayakan simulator untuk praktik sistem tenaga dan tingkat manfaat simulator untuk digunakan dalam mata kuliah praktik sistem tenaga dapat terkumpul. Responden dalam hal ini ditujukan kepada pakar yang dalam hal ini dilakukan oleh dosen sesuai dengan keahliannya, teknisi laboratorium dan mahasiswa yang pernah mengikuti mata kuliah praktik sistem tenaga.

Teknik pengumpulan data dengan menggunakan kuesioner ini dipilih karena dapat menghasilkan data yang dibutuhkan peneliti, yaitu data mengenai kemudahan pengoperasian simulator, desain dan unjuk kerja simulator, kesesuaian simulator dengan praktik sistem tenaga, kinerja simulator, kelayakan simulator untuk praktik sistem tenaga dan tingkat manfaat dari simulator sistem tenaga listrik jaringan tunggal dan ganda *single feeder* untuk dapat dipakai dalam mata kuliah praktik sistem tenaga. Perhitungan kuesioner berdasar pada skala *Likert* yaitu skala psikometrik yang paling banyak digunakan dalam riset berupa survey. Sewaktu menanggapi pertanyaan dalam skala *Likert* responden menentukan tingkat persetujuan mereka terhadap suatu pernyataan dengan memilih salah satu dari pilihan yang tersedia. Untuk keperluan analisis kuantitatif maka jawaban dapat diberi skor sebagai berikut:

Angka 1 = Sangat Tidak Setuju

Angka 2 = Tidak Setuju

Angka 3 = Setuju

Angka 4 = Sangat Setuju

Jawaban dilakukan dengan cara membubuhkan tanda cek (√) pada salah satu kolom dari 4 kolom yaitu: Sangat Setuju, Setuju, Tidak Setuju, Sangat Tidak Setuju.

## **F. TEKNIK ANALISIS DATA**

Setelah data diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis data. Analisis data kelayakan menggunakan metode statistik deskriptif. Sugiyono (2012: 147) menyatakan statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul, sebagaimana adanya tanpa maksud membuat kesimpulan yang berlaku umum atau generalisasi.

Bogdan dalam buku Sugiyono (2012: 244) menyebutkan “*Data analysis is the process of systematically searching and arranging the interview transcripts, fieldnotes, and other materials that you accumulate to increase your own understanding of them and to enable you to present what you have discovered to others*” Analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, dan bahan-bahan lain, sehingga mudah dipahami dan temuannya dapat diinformasikan kepada orang lain. Analisis data dilakukan dengan mengorganisasikan data, menjabarkannya ke dalam unit-unit,



melakukan sintesa, menyusun ke dalam pola, memilih mana yang penting dan yang akan dipelajari, dan membuat kesimpulan yang dapat diceritakan kepada orang lain.

Data kelayakan dianalisis dengan menggunakan teknik perhitungan mean, median, dan juga modulus.

- Mean adalah teknik penjelasan kelompok yang didasarkan atas nilai rata-rata dari kelompok tersebut.

Rumus Mean untuk data tunggal:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Keterangan :

$$\bar{x} = \text{rata-rata hitung (mean)}$$

$$x_n = \text{data ke-}n$$

$$n = \text{banyaknya data}$$

- Median adalah teknik penjelasan kelompok data yang telah disusun berdasarkan atas nilai tengah dari kelompok data yang telah disusun urutannya dari yang terkecil sampai yang terbesar atau sebaliknya.

Rumus Median:

$$Me = Q_2 = \begin{cases} \frac{x_{\frac{n+1}{2}}, & \text{jika } n \text{ ganjil} \\ \frac{x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n+1}{2}}}{2}, & \text{jika } n \text{ genap} \end{cases}$$

- Modus merupakan teknik penjelasan kelompok yang didasarkan atas nilai yang sedang populer atau frekuensi nilai yang paling sering muncul dalam kelompok data. Modus untuk data tunggal dapat ditentukan dengan mencari data yang frekuensinya paling banyak.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder* dapat mensimulasikan sistem tenaga listrik sesuai yang ada pada mata kuliah Praktik Sistem Tenaga.
2. Pengujian Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder* bekerja dengan baik dan dapat digunakan pada mata kuliah Praktik Sistem Tenaga.
3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder* sudah layak digunakan dalam mata kuliah Praktik Sistem Tenaga.

#### **B. SARAN**

Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda *Single Feeder* menurut satu dosen ahli dikatakan kurang layak pada segi penampilan dan kelengkapan komponen, diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat menyempurnakan simulator agar lebih baik lagi.

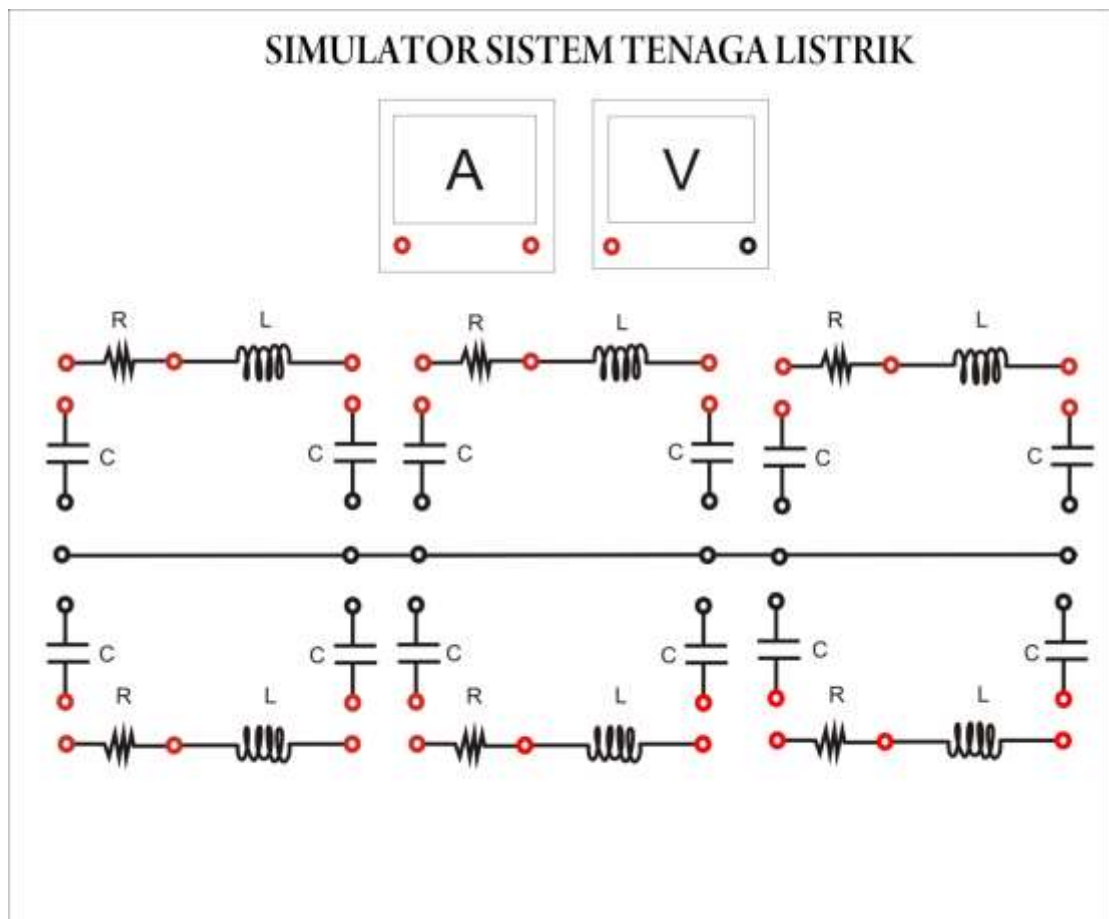
## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Ruang Bebas dan Jarak Bebas Minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)*. Jakarta: SNI 04-6918-2002.
- Belly, alto, at al. 2010. *Daya Aktif, Reaktif & Nyata*. Depok: Universitas Indonesia.
- Bien, Liem Ek., Kasim, Ishak., dan Pratiwi, Erni Aprianti. 2009. *Analysis of power losses calculation in medium voltage network of feeder serimpi, pam 1 and pam 2 at network Area gambir pt.pln (persero) distribution jakarta raya And tangerang*. Jurnal: Universitas Trisakti.
- Bishop, Owen. 2004. *Dasar-dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Cahyanto, Restu Dwi. 2008. *Studi Perbaikan Kualitas Tegangan dan Rugi-rugi Daya pada Penyulang Pupur dan Bedak menggunakan Bank Kapasitor, Trafo pengubah Tap dan Penggantian Kabel Penyulang*. Skripsi: Universitas Indonesia.
- Cekdin, Cekmas dan Taufik Barlian. 2013. *Rangkaian Listrik*. Yogyakarta: Andi.
- Hardiyanto, Eko. 2008. *Evaluasi Instalasi Jaringan Tegangan Rendah untuk Menekan Rugi-rugi Daya dan Tegangan Jatuh*. Skripsi: Universitas Indonesia.
- Hutauruk, T.S.. 1990. *Transmisi Daya Listrik*. Bandung: Erlangga.
- Murti, Bhisma. 2011. *Validitas dan Reliabilitas Pengukuran*. <http://fk.uns.ac.id/index.php/download/file/61> (diakses 09-03-2015)
- Mustofa, Agus. 2008. *Analisis Kebutuhan Daya Area Purwodadi (Tinjauan terhadap Kapasitas Trafo Gardu Induk)*. Skripsi: Unnes.

- Saadat, Hadi. 2004. *Power System Analysis*. Singapore: Mc Graw Hill.
- Soepariono, A. Rida Ismu. 1980. *Teknik Tenaga Listrik*. Jakarta: Penerbit Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Stevenson, William D. 1990. *Analisis Sistem Tenaga Listrik Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sulasno. 1993. *Analisa Sistem Tenaga Listrik*. Semarang: Satya Wacana.
- Sumarsono, Heru. 2009. *Analisis Perhitungan Jarak antar Kawat dan Clearance Saluran Transmisi Udara*. Jurnal: Universitas Diponegoro.
- Tim penyusun. 2005. *Kamus Besar Bahasa Indonesia (edisi ketiga)*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Zuhal. 1992. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: Gramedia.

**Lampiran 1****Desain Awal Produk**

Tampilan Produk



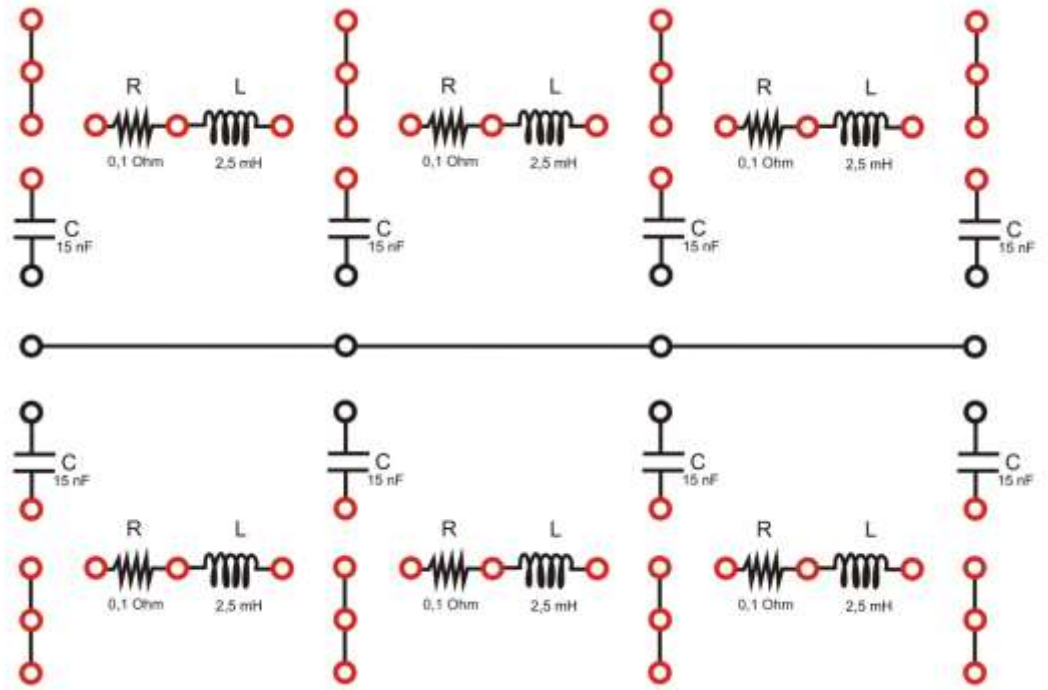
## Lampiran 2

### Desain Produk Setelah Revisi

#### 1. Dimensi Produk



2. Desain Produk



### Lampiran 3

#### Observasi Awal di Lab Teknik Elektro E6 lt. 1 UNNES



Alat praktik yang dulu digunakan untuk Praktik Sistem Tenaga



Lampiran 4

Pengujian Simulator di Lab Teknik Elektro



## Lampiran 5

### DATA HASIL UJI LABORATORIUM DAN PERHITUNGAN

#### a. Jaringan Tunggal

##### 1) Saluran Pendek (Satu Bus)

###### Hasil Pengamatan Uji 1

Pengukuran	Lampu Pijar		Motor AC		Lampu Elektronik	
	Tanpa C	Dengan C	Tanpa C	Dengan C	Tanpa C	Dengan C
Tagangan Sumber ( $V_S$ )	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt
Tegangan Beban ( $V_L$ )	200 volt	201 volt	205 volt	207 volt	208 volt	209 volt
Arus Listrik (I)	0,5 A	0,5 A	0,15 A	0,15 A	0,05 A	0,05 A
Rugi Daya Listrik (P)	12 watt	11 watt	6 watt	5 watt	6 watt	5 watt

##### 2) Saluran Menengah (Dua Bus)

###### Hasil Pengamatan Uji 2

Pengukuran	Lampu Pijar		Motor AC		Lampu Elektronik	
	Tanpa C	Dengan C	Tanpa C	Dengan C	Tanpa C	Dengan C
Tagangan Sumber ( $V_S$ )	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt
Tegangan Beban ( $V_L$ )	195 volt	196 volt	201 volt	203 volt	206 volt	207 volt
Arus Listrik (I)	0,5 A	0,5 A	0,15 A	0,15 A	0,05 A	0,05 A
Rugi Daya Listrik (P)	17 watt	15 watt	7 watt	6 watt	6 watt	5 watt

##### 3) Saluran Panjang (Tiga Bus)

###### Hasil Pengamatan Uji 3

Pengukuran	Lampu Pijar		Motor AC		Lampu Elektronik	
	Tanpa C	Dengan C	Tanpa C	Dengan C	Tanpa C	Dengan C
Tagangan Sumber ( $V_S$ )	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt
Tegangan Beban ( $V_L$ )	191 volt	192 volt	199 volt	200 volt	205 volt	206 volt
Arus Listrik (I)	0,5 A	0,5 A	0,15 A	0,15 A	0,05 A	0,05 A
Rugi Daya Listrik (P)	24 watt	22 watt	8 watt	7 watt	7 watt	6 watt

## b. Jaringan Ganda

### 1) Saluran Pendek

Hasil Pengamatan uji 4

Pengukuran	Lampu pijar		Motor ac		Lampu elektronik	
	Tanpa C	Dengan C	Tanpa C	Dengan C	Tanpa C	Dengan C
Tagangan Sumber ( $V_S$ )	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt
Tegangan Beban ( $V_L$ )	202 volt	203 volt	207 volt	208 volt	207 volt	208 volt
Arus Listrik (I)	0,5 A	0,5 A	0,15 A	0,15 A	0,05 A	0,05 A
Rugi Daya Listrik (P)	16 watt	14 watt	6 watt	5 watt	6 watt	5 watt

### 2) Saluran Menengah

Hasil Pengamatan uji 5

Pengukuran	Lampu pijar		Motor ac		Lampu elektronik	
	Tanpa C	Dengan C	Tanpa C	Dengan C	Tanpa C	Dengan C
Tagangan Sumber ( $V_S$ )	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt
Tegangan Beban ( $V_L$ )	198 volt	200 volt	206 volt	207 volt	205 volt	206 volt
Arus Listrik (I)	0,5 A	0,5 A	0,15 A	0,15 A	0,05 A	0,05 A
Rugi Daya Listrik (P)	20 watt	18 watt	7 watt	6 watt	7 watt	6 watt

### 3) Saluran Panjang

Hasil Pengamatan uji 6

Pengukuran	Lampu pijar		Motor ac		Lampu elektronik	
	Tanpa C	Dengan C	Tanpa C	Dengan C	Tanpa C	Dengan C
Tagangan Sumber ( $V_S$ )	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt	210 volt
Tegangan Beban ( $V_L$ )	196 volt	198 volt	204 volt	205 volt	203 volt	204 volt
Arus Listrik (I)	0,5 A	0,5 A	0,15 A	0,15 A	0,05 A	0,05 A
Rugi Daya Listrik (P)	22 watt	20 watt	7 watt	6 watt	8 watt	7 watt

## PERHITUNGAN DAYA REAKTIF DAN DAYA SEMU HASIL PENELITIAN

### A. JARINGAN TUNGGAL

#### 1. Beban Lampu 100 Watt

##### a. Saluran Pendek

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$12 = (0,5)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{12}{0,25}$$

$$R = 48 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,785$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{48^2 + 0,785^2}$$

$$= 48,0064188$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,5)^2 \cdot 0,785$$

$$= 0,19625 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,5)^2 \cdot 48,0064188$$

$$= 12,0016047 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{12}{12,0016047}$$

$$\cos \varphi = 0,99986629 \quad \varphi = 0,936957^\circ \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$11 = (0,5)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{11}{0,25}$$

$$R = 44 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,785$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{44^2 + 0,785^2}$$

$$= 44,0070019$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,5)^2 \cdot 0,785$$

$$= 0,19625 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,5)^2 \cdot 44,0070019$$

$$= 11,00175049 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{11}{11,00175049}$$

$$\cos \varphi = 0,9998408$$

$$\varphi = 1,022097^0 \text{ (Dengan C)}$$

## b. Saluran Menengah

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$17 = (0,5)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{17}{0,25}$$

$$R = 68 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 5 \times 10^{-3}$$

$$= 1,57$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{68^2 + 1,57^2}$$

$$= 68,018121$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,5)^2 \cdot 1,57$$

$$= 0,3925 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,5)^2 \cdot 68,018121$$

$$= 17,00453025 \text{ VA}$$

$$\text{Cos } \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{17}{17,00453025}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,9997335857$$

$$\varphi = 1,3225924^0 \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$15 = (0,5)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{15}{0,25}$$

$$R = 60 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 5 \times 10^{-3}$$

$$= 1,57$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{60^2 + 1,57^2}$$

$$= 60,0205373$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,5)^2 \cdot 1,57$$

$$= 0,3925 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,5)^2 \cdot 60,0205373$$

$$= 15,0051343 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{15}{15,0051343}$$

$$\cos \varphi = 0,99965783$$

$$\varphi = 1,4988932^0 \text{ (Dengan C)}$$

c. Saluran Panjang

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$24 = (0,5)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{24}{0,25}$$

$$R = 96 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 7,5 \times 10^{-3}$$

$$= 2,355$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{96^2 + 2,355^2}$$

$$= 96,0288812$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,5)^2 \cdot 2,355$$

$$= 0,58875 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,5)^2 \cdot 96,0288812$$

$$= 24,0072203 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{24}{24,0072203}$$

$$\cos \varphi = 0,9996992446$$

$$\varphi = 1,40525519^0 \text{ (Tanpa C)}$$



(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$22 = (0,5)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{22}{0,25}$$

$$R = 88 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 7,5 \times 10^{-3}$$

$$= 2,355$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{88^2 + 2,355^2}$$

$$= 88,0315058$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,5)^2 \cdot 2,355$$

$$= 0,58875 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,5)^2 \cdot 88,0315058$$

$$= 22,00787645 \text{ VA}$$

$$\text{Cos } \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{22}{22,00787645}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,999642107$$

$$\varphi = 1,5329457^0 \text{ (Dengan C)}$$

## 2. Beban Motor AC

## a. Saluran Pendek

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$6 = (0,15)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{6}{0,0225}$$

$$R = 266,6 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,785$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{266,6^2 + 0,785^2}$$

$$= 266,6678221329$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,15)^2 \cdot 0,785$$

$$= 0,0176625 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,15)^2 \cdot 266,6678221329$$

$$= 6,00002599 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{6}{6,00002599}$$

$$\cos \varphi = 0,999995667$$

$$\varphi = 0,1686673^0 \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$5 = (0,15)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{5}{0,0225}$$

$$R = 222,2222 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,785$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{222,2222^2 + 0,785^2}$$

$$= 222.22360878$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,15)^2 \cdot 0,785$$

$$= 0,0176625 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,15)^2 \cdot 222.22360878$$

$$= 5,0000311975589 \text{ VA}$$

$$\text{Cos } \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{5}{5,0000311975589}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,9999937605271$$

$$\varphi = 0,2024006047571^0 \text{ (Dengan C)}$$

## b. Saluran Menengah

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$7 = (0,15)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{7}{0,0225}$$

$$R = 311,1111 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 5 \times 10^{-3}$$

$$= 1,57$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{311,1111^2 + 1,57^2}$$

$$= 311,115072532319$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,15)^2 \cdot 1,57$$

$$= 0,035325 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,15)^2 \cdot 311,115072532319$$

$$= 7,000089131977 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{7}{7,000089131977}$$

$$\cos \varphi = 0,999987267$$

$$\varphi = 0,2891366043469^0 \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$6 = (0,15)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{6}{0,0225}$$

$$R = 266,66666 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 5 \times 10^{-3}$$

$$= 1,57$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{266,66666^2 + 1,57^2}$$

$$= 266,671288314$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,15)^2 \cdot 1,57$$

$$= 0,035325 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,15)^2 \cdot 266,671288314$$

$$= 6,000103987067 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{6}{6,000103987067}$$

$$\cos \varphi = 0,9999826691224$$

$$\varphi = 0.3373250043924^0 \text{ (Dengan C)}$$

c. Saluran Panjang

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$8 = (0,15)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{8}{0,0225}$$

$$R = 355,55555 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 7,5 \times 10^{-3}$$

$$= 2,355$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{355,55555^2 + 2,355^2}$$

$$= 355,5633545676$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,15)^2 \cdot 2,355$$

$$= 0,0529875 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,15)^2 \cdot 355,5633545676$$

$$= 8,00017547777 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{8}{8,00017547777}$$

$$\cos \varphi = 0,9999780657$$

$$\varphi = 0,37948946529^\circ \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$7 = (0,15)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{7}{0,0225}$$

$$R = 311,1111 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 7,5 \times 10^{-3}$$

$$= 2,355$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{311,1111^2 + 2,355^2}$$

$$= 311,12002423$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,15)^2 \cdot 2,355$$

$$= 0,0529875 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,15)^2 \cdot 311,12002423$$

$$= 7,000200545 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{7}{12,0016047}$$

$$\cos \varphi = 0,999971351484$$

$$\varphi = 0,433700304659^0 \text{ (Dengan C)}$$

## 3. Beban Lampu Elektronik

## a. Saluran Pendek

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$6 = (0,05)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{6}{0,0025}$$

$$R = 2400 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,785$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{2400^2 + 0,785^2}$$

$$= 2400,000012838$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,05)^2 \cdot 0,785$$

$$= 0,0019625 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2400,000012838$$

$$= 6,0000003209 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{6}{6,0000003209}$$

$$\cos \varphi = 0,9999999465$$

$$\varphi = 0,018740874024^0 \text{ (Tanpa C)}$$



(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$5 = (0,05)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{5}{0,0025}$$

$$R = 2000 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,785$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{2000^2 + 0,785^2}$$

$$= 2000,000154062494$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,05)^2 \cdot 0,785$$

$$= 0,0019625 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2000,000154062494$$

$$= 5,0000003851562 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{5}{5,0000003851562}$$

$$\cos \varphi = 0,9999999229687589$$

$$\varphi = 0,02248904847^0 \text{ (Dengan C)}$$

## b. Saluran Menengah

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$6 = (0,05)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{6}{0,0025}$$

$$R = 2400 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 5 \times 10^{-3}$$

$$= 1,57$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{2400^2 + 1,57^2}$$

$$= 2400,00051352$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,05)^2 \cdot 1,57$$

$$= 0,003925 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2400,00051352$$

$$= 6,0000012838 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{6}{6,0000012838}$$

$$\cos \varphi = 0,999999786$$

$$\varphi = 0,0374809837^0 \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$5 = (0,05)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{5}{0,0025}$$

$$R = 2000 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 5 \times 10^{-3}$$

$$= 1,57$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{2000^2 + 1,57^2}$$

$$= 2000,000616224$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,05)^2 \cdot 1,57$$

$$= 0,003925 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2000,000616224$$

$$= 5,0000015405622 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{5}{5,0000015405622}$$

$$\cos \varphi = 0,99999969$$

$$\varphi = 0,044977177^0 \text{ (Dengan C)}$$

## c. Saluran Panjang

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$7 = (0,05)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{7}{0,0025}$$

$$R = 2800 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 7,5 \times 10^{-3}$$

$$= 2,355$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{2800^2 + 2,355^2}$$

$$= 2800,000990361$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2,355$$

$$= 0,0058875 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2800,000990361$$

$$= 7,0000024759 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{7}{12,0016047}$$

$$\cos \varphi = 0,999999646299$$

$$\varphi = 0,048189831763^{\circ} \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$6 = (0,5)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{6}{0,0025}$$

$$R = 2400 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 7,5 \times 10^{-3}$$

$$= 2,355$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{2400^2 + 2,355^2}$$

$$= 2400,00115542$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2,355$$

$$= 0,0058875 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2400,00115542$$

$$= 6,0000028885 \text{ VA}$$

$$\text{Cos } \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{6}{6,0000028885}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,999999518574$$

$$\varphi = 0,0562214656029^0 \text{ (Dengan C)}$$

## B. JARINGAN GANDA

### 1. Beban Lampu 100 Watt

#### a. Saluran Pendek

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$16 = (0,5)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{16}{0,25}$$

$$R = 64 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,785$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{64^2 + 0,785^2}$$

$$= 64,00481427$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,5)^2 \cdot 0,785$$

$$= 0,19625 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,5)^2 \cdot 64,00481427$$

$$= 16,00120356 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{16}{16,00120356}$$

$$\cos \varphi = 0,99992478265$$

$$\varphi = 0,70274755919^\circ \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$14 = (0,5)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{14}{0,25}$$

$$R = 56 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,785$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{56^2 + 0,785^2}$$

$$= 56,0055019618$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,5)^2 \cdot 0,785$$

$$= 0,19625 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,5)^2 \cdot 56,0055019618$$

$$= 14,00137549 \text{ VA}$$

$$\text{Cos } \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{14}{14,00137549}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,99990176$$

$$\varphi = 0,8031277396^0 \text{ (Dengan C)}$$

## b. Saluran Menengah

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$20 = (0,5)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{20}{0,25}$$

$$R = 80 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 5 \times 10^{-3}$$

$$= 1,57$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{80^2 + 1,57^2}$$

$$= 80,0154041419$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,5)^2 \cdot 1,57$$

$$= 0,3925 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,5)^2 \cdot 80,0154041419$$

$$= 20,00385103548 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{20}{12,0016047}$$

$$\cos \varphi = 0,99980748529$$

$$\varphi = 1,1242853517^0 \text{ (Tanpa C)}$$



(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$18 = (0,5)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{18}{0,25}$$

$$R = 72 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 5 \times 10^{-3}$$

$$= 1,57$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{72^2 + 1,57^2}$$

$$= 72,017115326$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,5)^2 \cdot 1,57$$

$$= 0,3925 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,5)^2 \cdot 72,017115326$$

$$= 18,00427883171 \text{ VA}$$

$$\text{Cos } \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{18}{18,00427883171}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,99976234362$$

$$\varphi = 1,24916834257^0 \text{ (Dengan C)}$$

## c. Saluran Panjang

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$22 = (0,5)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{22}{0,25}$$

$$R = 88 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 7,5 \times 10^{-3}$$

$$= 2,355$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{88^2 + 2,355^2}$$

$$= 88,0315058657$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,5)^2 \cdot 2,355$$

$$= 0,58875 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,5)^2 \cdot 88,0315058657$$

$$= 22,007876466449 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{22}{22,007876466449}$$

$$\cos \varphi = 0,9996421069$$

$$\varphi = 1,53294730965^{\circ} \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$20 = (0,5)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{20}{0,25}$$

$$R = 80 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 7,5 \times 10^{-3}$$

$$= 2,355$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{80^2 + 2,355^2}$$

$$= 80,03465515012$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,5)^2 \cdot 2,355$$

$$= 0,19625 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,5)^2 \cdot 80,03465515012$$

$$= 20,008663787532 \text{ VA}$$

$$\text{Cos } \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{20}{20,008663787532}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,99956699819$$

$$\varphi = 1,686157566^0 \text{ (Dengan C)}$$

## 2. Beban Motor AC

## a. Saluran Pendek

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$6 = (0,15)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{6}{0,0225}$$

$$R = 266,6 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,785$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{266,6^2 + 0,785^2}$$

$$= 266,6678221329$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,15)^2 \cdot 0,785$$

$$= 0,0176625 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,15)^2 \cdot 266,6678221329$$

$$= 6,00002599 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{6}{6,00002599}$$

$$\cos \varphi = 0,999995667$$

$$\varphi = 0,1686673^0 \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$5 = (0,15)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{5}{0,0225}$$

$$R = 222,2222 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,785$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{222,2222^2 + 0,785^2}$$

$$= 222,22360878$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,15)^2 \cdot 0,785$$

$$= 0,0176625 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,15)^2 \cdot 222,22360878$$

$$= 5,0000311975589 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{5}{5,0000311975589}$$

$$\cos \varphi = 0,9999937605271$$

$$\varphi = 0,2024006047571^0 \text{ (Dengan C)}$$

## b. Saluran Menengah

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$7 = (0,15)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{7}{0,0225}$$

$$R = 311,1111 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 5 \times 10^{-3}$$

$$= 1,57$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{311,1111^2 + 1,57^2}$$

$$= 311,115072532319$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,15)^2 \cdot 1,57$$

$$= 0,035325 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,15)^2 \cdot 311,115072532319$$

$$= 7,000089131977 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{7}{7,000089131977}$$

$$\cos \varphi = 0,999987267$$

$$\varphi = 0,2891366043469^0 \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$6 = (0,15)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{6}{0,0225}$$

$$R = 266,666666 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 5 \times 10^{-3}$$

$$= 1,57$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{266,666666^2 + 1,57^2}$$

$$= 266,671288314$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,15)^2 \cdot 1,57$$

$$= 0,035325 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,15)^2 \cdot 266,671288314$$

$$= 6,000103987067 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{6}{6,000103987067}$$

$$\cos \varphi = 0,9999826691224$$

$$\varphi = 0,3373250043924^0 \text{ (Dengan C)}$$

c. Saluran Panjang

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$7 = (0,15)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{7}{0,0225}$$

$$R = 311,1111 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 7,5 \times 10^{-3}$$

$$= 2,355$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{311,1111^2 + 2,355^2}$$

$$= 311,12002423$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,15)^2 \cdot 2,355$$

$$= 0,0529875 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,15)^2 \cdot 311,12002423$$

$$= 7,000200545 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{7}{12,0016047}$$

$$\cos \varphi = 0,999971351484$$

$$\varphi = 0,433700304659^0 \text{ (Tanpa C)}$$



(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$6 = (0,15)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{6}{0,0225}$$

$$R = 266,6666 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 7,5 \times 10^{-3}$$

$$= 2,355$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{266,6666^2 + 2,355^2}$$

$$= 266,67706526$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,15)^2 \cdot 2,355$$

$$= 0,0529875 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,15)^2 \cdot 266,67706526$$

$$= 6,00023396836 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{6}{6,00023396836}$$

$$\cos \varphi = 0,99996100679$$

$$\varphi = 0,505980199^0 \text{ (Dengan C)}$$

## 3. Beban Lampu Elektronik

## a. Saluran Pendek

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$6 = (0,05)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{6}{0,0025}$$

$$R = 2400 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,785$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{2400^2 + 0,785^2}$$

$$= 2400,000012838$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,05)^2 \cdot 0,785$$

$$= 0,0019625 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2400,000012838$$

$$= 6,0000003209 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{6}{6,0000003209}$$

$$\cos \varphi = 0,9999999465$$

$$\varphi = 0,018740874024^0 \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$5 = (0,05)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{5}{0,0025}$$

$$R = 2000 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 2,5 \times 10^{-3}$$

$$= 0,785$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{2000^2 + 0,785^2}$$

$$= 2000,000154062494$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,05)^2 \cdot 0,785$$

$$= 0,0019625 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2000,000154062494$$

$$= 5,0000003851562 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{5}{5,0000003851562}$$

$$\cos \varphi = 0,9999999229687589$$

$$\varphi = 0,02248904847^0 \text{ (Dengan C)}$$

## b. Saluran Menengah

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$7 = (0,05)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{7}{0,0025}$$

$$R = 2800 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 5 \times 10^{-3}$$

$$= 1,57$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{2800^2 + 1,57^2}$$

$$= 2800,00044016$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,05)^2 \cdot 1,57$$

$$= 0,003925 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2800,00044016$$

$$= 7,0000011004 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{7}{7,0000011004}$$

$$\cos \varphi = 0,999999842799$$

$$\varphi = 0,032126558717^\circ \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$6 = (0,05)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{6}{0,0025}$$

$$R = 2400 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 5 \times 10^{-3}$$

$$= 1,57$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{2400^2 + 1,57^2}$$

$$= 2400,00051352$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,05)^2 \cdot 1,57$$

$$= 0,003925 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2400,00051352$$

$$= 6,0000012838 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{6}{6,0000012838}$$

$$\cos \varphi = 0,999999786$$

$$\varphi = 0,0374809837^0 \text{ (Dengan C)}$$

c. Saluran Panjang

(Tanpa C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$8 = (0,05)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{8}{0,0025}$$

$$R = 3200 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 7,5 \times 10^{-3}$$

$$= 2,355$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{3200^2 + 2,355^2}$$

$$= 3200,000866566$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2,355$$

$$= 0,0058875 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,05)^2 \cdot 3200,000866566$$

$$= 8,0000021664 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{8}{8,0000021664}$$

$$\cos \varphi = 0,99999972919$$

$$\varphi = 0,04216610512^\circ \text{ (Tanpa C)}$$

(Dengan C)

$$P = I^2 \cdot R$$

$$7 = (0,05)^2 \cdot R$$

$$R = \frac{7}{0,0025}$$

$$R = 2800 \text{ ohm}$$

$$XL = 2 \pi F L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 7,5 \times 10^{-3}$$

$$= 2,355$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2}$$

$$= \sqrt{2800^2 + 2,355^2}$$

$$= 2800,000990361$$

$$Q = I^2 \cdot XL$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2,355$$

$$= 0,0058875 \text{ VAR}$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$= (0,05)^2 \cdot 2800,000990361$$

$$= 7,0000024759 \text{ VA}$$

$$\text{Cos } \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{7}{12,0016047}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,999999646299$$

$$\varphi = 0,048189831763^0 \text{ (Dengan C)}$$

## Lampiran 6

### ANGKET UJI KELAYAKAN

---

*Angket uji kelayakan ini merupakan instrumen penelitian pada Skripsi yang berjudul **Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal Dan Ganda Single Feeder**. Instrumen ini dimaksudkan untuk mengukur tingkat kelayakan produk media pembelajaran yang berupa Simulator sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran praktikum*



**Identitas Penguji**

Mohon tuliskan identitas Anda pada form dibawah ini dan cantumkan tanda tangan untuk menyatakan bahwa yang mengisi kuesioner ini adalah benar-benar Anda. Segala jawaban yang ditulis di kuesioner ini terjamin kerahasiaannya.

Nama :	
NIP/NIM :	
Tanda Tangan	
_____	

**Petunjuk Pengisian**

1. Mohon isikan tanda *check* (✓) pada kolom jawaban yang menurut Anda merupakan jawaban yang paling sesuai dengan statemen yang diajukan.
2. Statemen dikelompokkan dalam kolom menurut pada masing-masing aspek yang dinilai
  - Nomor 1-4 : Tingkat kemudahan pengoperasian Simulator
  - Nomor 5-8 : Desain dan unjuk kerja Simulator
  - Nomor 9-11 : Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga
  - Nomor 12-14 : Kinerja Simulator
  - Nomor 15-17 : Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga
  - Nomor 18-21 : Tingkat Manfaat Simulator
3. Keterangan kode jawaban  
**SS** = Sangat Setuju; **S** = Setuju; **TS** = Tidak Setuju; **STS** = Sangat Tidak Setuju
4. Contoh pengisian jawaban

No	Statemen	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1	Alat penunjang praktik di Lab. Teknik Elektro perlu peremajaan		✓		

Jawaban statemen : saya setuju bahwa alat penunjang praktik di lab. Teknik elektro perlu peremajaan

**Pengujian**

No	Statement	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
<b><i>Kemudahan Pengoperasian Simulator</i></b>					
1	Saya mudah memahami Keterangan pada tiap bagian Simulator				
2	Saya mudah memahami alur rangkaian, yaitu kejelasan <i>Input-Output</i> yang telah dibuat pada Simulator				
3	Saya dapat dengan mudah memasang dan merangkai rangkaian unit praktikum sistem tenaga pada Simulator				
4	Saya mudah mengukur tegangan, arus, watt, $\cos \phi$ karena tersedianya banana plug sebagai titik-titik untuk melakukan pengukuran				
<b><i>Desain dan Unjuk Kerja Simulator</i></b>					
5	Simulator ini memiliki desain tampilan yang menarik				
6	Simulator memiliki komponen yang lengkap bagi kegiatan Praktik Sistem Tenaga				
7	Tata letak komponen pada Simulator rapi dan runtut				
8	Simulator praktis, karena bentuknya yang portabel atau bisa dipindah-pindah dengan mudah				
<b><i>Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga</i></b>					
9	Komponen-komponen yang digunakan pada Simulator sesuai dengan praktikum pada materi Praktik Sistem Tenaga				
10	Alat dan bahan yang digunakan pada Simulator sesuai dengan yang ada pada Praktik Sistem Tenaga				
11	Data uji coba Simulator menunjukkan data yang sesuai dengan Praktik Sistem Tenaga				
<b><i>Kinerja Simulator</i></b>					
12	Tiap komponen pada Simulator bekerja dengan baik, sesuai fungsinya masing-masing				
13	Beban-beban pada Simulator Sistem Tenaga Listrik bekerja dengan baik				

14	Pengamanan terhadap hubung singkat cukup baik dengan penggunaan MCB				
<b><i>Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga</i></b>					
15	Simulator Sistem Tenaga Listrik layak digunakan karena sesuai dengan materi unit uji Praktik Sistem Tenaga Listrik				
16	Kelengkapan Simulator Sistem Tenaga Listrik sudah sesuai dengan Praktik Sistem Tenaga				
17	Dilihat dari tampilan dan kinerja Simulator Sistem Tenaga Listrik sudah layak digunakan pada Praktik Sistem Tenaga				
<b><i>Manfaat Trainer</i></b>					
18	Simulator ini membantu pembelajaran saat praktikum				
19	Simulator ini memotivasi untuk lebih mempelajari Sistem Tenaga Listrik				
20	Simulator ini membantu meningkatkan konsentrasi belajar terhadap materi Praktik Sistem Tenaga				
21	Simulator ini mampu menambah pemahaman tentang Sistem Tenaga Listrik				

### **Pertanyaan Pendukung**

1. Menurut Anda apa kekurangan – kekurangan yang harus disempurnakan pada media pembelajaran Simulator ini ?

Jawab :

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana pendapat dan saran Anda tentang media pembelajaran Simulator ini ?

Jawab :

.....  
.....  
.....  
.....

3. Apakah media pembelajaran Simulator ini layak digunakan sebagai media pembelajaran di perkuliahan Praktik Sistem Tenaga? Mohon untuk memberikan alasannya.

Jawab :

.....  
.....  
.....  
.....

..... Juni 2015


.....  
.....  
.....

..

## Lampiran 7

### Identitas Penguji

Mohon tuliskan identitas Anda pada form dibawah ini dan cantumkan tanda tangan untuk menyatakan bahwa yang mengisi kuesioner ini adalah benar-benar Anda. Segala jawaban yang ditulis di kuesioner ini terjamin kerahasiaannya.

Nama :	<u>Agus Murnomo</u>
NIP/NIM :	<u>195506061986031002</u>
Tanda Tangan	

### Petunjuk Pengisian

1. Mohon isikan tanda *check* (✓) pada kolom jawaban yang menurut Anda merupakan jawaban yang paling sesuai dengan statemen yang diajukan.
2. Statemen dikelompokkan dalam kolom menurut pada masing-masing aspek yang dinilai
  - Nomor 1-4 : Tingkat kemudahan pengoperasian Simulator
  - Nomor 5-8 : Desain dan unjuk kerja Simulator
  - Nomor 9-11 : Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga
  - Nomor 12-14 : Kinerja Simulator
  - Nomor 15-17 : Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga
  - Nomor 18-21 : Tingkat Manfaat Simulator

3. Keterangan kode jawaban

SS = Sangat Setuju; S = Setuju; TS = Tidak Setuju; STS = Sangat Tidak Setuju

4. Contoh pengisian jawaban

No	Statemen	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1	Alat penunjang praktik di Lab. Teknik Elektro perlu peremajaan	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Jawaban statemen saya setuju bahwa alat penunjang praktik di lab. Teknik elektro perlu peremajaan

No	Statement	Jawaban			
		SS	S	TS	SIS
<i>Kemudahan Pengoperasian Simulator</i>					
1	Saya mudah memahami Keterangan pada tiap bagian Simulator		✓		
2	Saya mudah memahami alur rangkaian, yaitu kejelasan <i>Input-Output</i> yang telah dibuat pada Simulator			✓	
3	Saya dapat dengan mudah memasang dan merangkai rangkaian unit praktikum sistem tenaga pada Simulator		✓		
4	Saya mudah mengukur tegangan, arus, watt, $\cos \phi$ karena tersedianya banana plug sebagai titik-titik untuk melakukan pengukuran	✓			
<i>Desain dan Unjuk Kerja Simulator</i>					
5	Simulator ini memiliki desain tampilan yang menarik			✓	
6	Simulator memiliki komponen yang lengkap bagi kegiatan Praktik Sistem Tenaga		✓		
7	Tata letak komponen pada Simulator rapi dan runtut		✓		
8	Simulator praktis, karena bentuknya yang portabel atau bisa dipindah-pindah dengan mudah	✓			
<i>Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga</i>					
9	Komponen-komponen yang digunakan pada Simulator sesuai dengan praktikum pada materi Praktik Sistem Tenaga	✓			
10	Alat dan bahan yang digunakan pada Simulator sesuai dengan yang ada pada Praktik Sistem Tenaga		✓		
11	Data uji coba Simulator menunjukkan data yang sesuai dengan Praktik Sistem Tenaga		✓		
<i>Kinerja Simulator</i>					
12	Tiap komponen pada Simulator bekerja dengan baik, sesuai fungsinya masing-masing		✓		
13	Beban-beban pada Simulator Sistem Tenaga Listrik bekerja dengan baik		✓		
14	Pengamanan terhadap hubung singkat cukup baik dengan penggunaan MCB		✓		

Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga				
15	Simulator Sistem Tenaga Listrik layak digunakan karena sesuai dengan materi unit uji Praktik Sistem Tenaga Listrik		✓	
16	Kelengkapan Simulator Sistem Tenaga Listrik sudah sesuai dengan Praktik Sistem Tenaga		✓	
17	Dilihat dari tampilan dan kinerja Simulator Sistem Tenaga Listrik sudah layak digunakan pada Praktik Sistem Tenaga		✓	
Manfaat Trainer				
18	Simulator ini membantu pembelajaran saat praktikum	✓		
19	Simulator ini memotivasi untuk lebih mempelajari Sistem Tenaga Listrik		✓	
20	Simulator ini membantu meningkatkan konsentrasi belajar terhadap materi Praktik Sistem Tenaga		✓	
21	Simulator ini mampu menambah pemahaman tentang Sistem Tenaga Listrik	✓		

#### Pertanyaan Pendukung

1. Menurut Anda apa kekurangan – kekurangan yang harus disempurnakan pada media pembelajaran Simulator ini ?

Jawab :

Pembuatan Simulator kurang rapi.

2. Bagaimana pendapat dan saran Anda tentang media pembelajaran Simulator ini ?

Jawab :

Sebaiknya media ini dibuat lebih rapi dan menarik. Kelengkapan komponen sesuai dg tujuan atau kegiatan praktik.

3. Apakah media pembelajaran Simulator ini layak digunakan sebagai media pembelajaran di perkuliahan Praktik Sistem Tenaga? Mohon untuk memberikan alasannya.

Jawab :

Untuk kegiatan praktik bagi mahasiswa, dilihat dari sisi penampilan dan kelengkapan komponen/peralatan terkait dg praktik Sistem tenaga listrik sebenarnya kurang layak

12, Juni 2015

  
Agus Murnomo



### Identitas Penguji

Mohon tuliskan identitas Anda pada form dibawah ini dan cantumkan tanda tangan untuk menyatakan bahwa yang mengisi kuesioner ini adalah benar-benar Anda. Segala jawaban yang ditulis di kuesioner ini terjamin kerahasiaannya.

Nama : _____ NIP/NIM : _____	Tanda Tangan  _____
---------------------------------	---------------------------

### Petunjuk Pengisian

1. Mohon isikan tanda *check* (√) pada kolom jawaban yang menurut Anda merupakan jawaban yang paling sesuai dengan statemen yang diajukan.
2. Statemen dikelompokkan dalam kolom menurut pada masing-masing aspek yang dinilai
  - Nomor 1-4 : Tingkat kemudahan pengoperasian Simulator
  - Nomor 5-8 : Desain dan unjuk kerja Simulator
  - Nomor 9-11 : Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga
  - Nomor 12-14 : Kinerja Simulator
  - Nomor 15-17 : Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga
  - Nomor 18-21 : Tingkat Manfaat Simulator

#### 3. Keterangan kode jawaban

SS = Sangat Setuju; S = Setuju; TS = Tidak Setuju; STS = Sangat Tidak Setuju

#### 4. Contoh pengisian jawaban

No	Statemen	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1	Alat penunjang praktik di Lab. Teknik Elektro perlu peremajaan		√		

Jawaban statemen : saya setuju bahwa alat penunjang praktik di lab. Teknik elektro perlu peremajaan

### Pengujian

No	Statement	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
<i>Kemudahan Pengoperasian Simulator</i>					
1	Saya mudah memahami Keterangan pada tiap bagian Simulator		✓		
2	Saya mudah memahami alur rangkaian, yaitu kejelasan <i>Input-Output</i> yang telah dibuat pada Simulator	✓			
3	Saya dapat dengan mudah memasang dan merangkai rangkaian unit praktikum sistem tenaga pada Simulator		✓		
4	Saya mudah mengukur tegangan, arus, watt, $\cos \phi$ karena tersedianya banana plug sebagai titik-titik untuk melakukan pengukuran		✓		
<i>Desain dan Unjuk Kerja Simulator</i>					
5	Simulator ini memiliki desain tampilan yang menarik		✓		
6	Simulator memiliki komponen yang lengkap bagi kegiatan Praktik Sistem Tenaga		✓		
7	Tata letak komponen pada Simulator rapi dan runtut			✓	
8	Simulator praktis, karena bentuknya yang portabel atau bisa dipindah-pindah dengan mudah		✓		
<i>Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga</i>					
9	Komponen-komponen yang digunakan pada Simulator sesuai dengan praktikum pada materi Praktik Sistem Tenaga		✓		
10	Alat dan bahan yang digunakan pada Simulator sesuai dengan yang ada pada Praktik Sistem Tenaga		✓		
11	Data uji coba Simulator menunjukkan data yang sesuai dengan Praktik Sistem Tenaga		✓		
<i>Kinerja Simulator</i>					
12	Tiap komponen pada Simulator bekerja dengan baik, sesuai fungsinya masing-masing		✓		
13	Beban-beban pada Simulator Sistem Tenaga Listrik bekerja dengan baik		✓		
14	Pengamanan terhadap hubung singkat cukup baik dengan penggunaan MCB		✓		

<i>Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga</i>				
15	Simulator Sistem Tenaga Listrik layak digunakan karena sesuai dengan materi untuk uji Praktik Sistem Tenaga Listrik		✓	
16	Kelengkapan Simulator Sistem Tenaga Listrik sudah sesuai dengan Praktik Sistem Tenaga		✓	
17	Dilihat dari tampilan dan kinerja Simulator Sistem Tenaga Listrik sudah layak digunakan pada Praktik Sistem Tenaga		✓	
<i>Manfaat Trainer</i>				
18	Simulator ini membantu pembelajaran saat praktikum	✓		
19	Simulator ini memotivasi untuk lebih mempelajari Sistem Tenaga Listrik	✓		
20	Simulator ini membantu meningkatkan konsentrasi belajar terhadap materi Praktik Sistem Tenaga	✓		
21	Simulator ini mampu menambah pemahaman tentang Sistem Tenaga Listrik	✓		

### Pertanyaan Pendukung

- Menurut Anda apa kekurangan – kekurangan yang harus disempurnakan pada media pembelajaran Simulator ini ?

Jawab :

*Belekas diproses terus*  
*Baru panel " "*

- Bagaimana pendapat dan saran Anda tentang media pembelajaran Simulator ini ?

Jawab :

*Okup bisa*

- .....  
.....
3. Apakah media pembelajaran Simulator ini layak digunakan sebagai media pembelajaran di perkuliahan Praktik Sistem Tenaga? Mohon untuk memberikan alasannya.

Jawab :

*Belum layak*

.....  
.....  
.....  
.....


*07/16*  
..... Juni 2015

*Ali*

.....  
.....

**Identitas Penguji**

Mohon tuliskan identitas Anda pada form dibawah ini dan cantumkan tanda tangan untuk menyatakan bahwa yang mengisi kuesioner ini adalah benar-benar Anda. Segala jawaban yang ditulis di kuesioner ini terjamin kerahasiaannya.

Nama :	<u>GURON</u>
NIP/NIM :	<u>131650981</u>
	Tanda Tangan  <u>(GURON)</u>

**Petunjuk Pengisian**

- Mohon isikan tanda *check* (√) pada kolom jawaban yang menurut Anda merupakan jawaban yang paling sesuai dengan statemen yang diajukan.
- Statemen dikelompokkan dalam kolom menurut pada masing-masing aspek yang dinilai
  - Nomor 1-4 : Tingkat kemudahan pengoperasian Simulator
  - Nomor 5-8 : Desain dan unjuk kerja Simulator
  - Nomor 9-11 : Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga
  - Nomor 12-14 : Kinerja Simulator
  - Nomor 15-17 : Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga
  - Nomor 18-21 : Tingkat Manfaat Simulator

## 3. Keterangan kode jawaban

SS = Sangat Setuju; S = Setuju; TS = Tidak Setuju; STS = Sangat Tidak Setuju

## 4. Contoh pengisian jawaban

No	Statemen	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1	Alat penunjang praktik di Lab. Teknik Elektro perlu pcremajaan		√		

Jawaban statemen : saya setuju bahwa alat penunjang praktik di lab. Teknik elektro perlu pcremajaan

Pengujian

No	Statement	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
<i>Kemudahan Pengoperasian Simulator</i>					
1	Saya mudah memahami Keterangan pada tiap bagian Simulator		✓		
2	Saya mudah memahami alur rangkaian, yaitu kejelasan <i>Input-Output</i> yang telah dibuat pada Simulator		✓		
3	Saya dapat dengan mudah memasang dan merangkai rangkaian unit praktikum sistem tenaga pada Simulator		✓		
4	Saya mudah mengukur tegangan, arus, watt, $\cos \phi$ karena tersedianya banana plug sebagai titik-titik untuk melakukan pengukuran		✓		
<i>Desain dan Unjuk Kerja Simulator</i>					
5	Simulator ini memiliki desain tampilan yang menarik		✓		
6	Simulator memiliki komponen yang lengkap bagi kegiatan Praktik Sistem Tenaga		✓		
7	Tata letak komponen pada Simulator rapi dan runtut		✓		
8	Simulator praktis, karena bentuknya yang portabel atau bisa dipindah-pindah dengan mudah		✓		
<i>Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga</i>					
9	Komponen-komponen yang digunakan pada Simulator sesuai dengan praktikum pada materi Praktik Sistem Tenaga		✓		
10	Alat dan bahan yang digunakan pada Simulator sesuai dengan yang ada pada Praktik Sistem Tenaga		✓		
11	Data uji coba Simulator menunjukkan data yang sesuai dengan Praktik Sistem Tenaga		✓		
<i>Kinerja Simulator</i>					
12	Tiap komponen pada Simulator bekerja dengan baik, sesuai fungsinya masing-masing		✓		
13	Beban-beban pada Simulator Sistem Tenaga Listrik bekerja dengan baik		✓		
14	Pengamanan terhadap hubung singkat cukup baik dengan penggunaan MCB		✓		

<i>Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga</i>				
15	Simulator Sistem Tenaga Listrik layak digunakan karena sesuai dengan materi unit uji Praktik Sistem Tenaga Listrik		✓	
16	Kelengkapan Simulator Sistem Tenaga Listrik sudah sesuai dengan Praktik Sistem Tenaga		✓	
17	Dilihat dari tampilan dan kinerja Simulator Sistem Tenaga Listrik sudah layak digunakan pada Praktik Sistem Tenaga		✓	
<i>Manfaat Trainer</i>				
18	Simulator ini membantu pembelajaran saat praktikum		✓	
19	Simulator ini memotivasi untuk lebih mempelajari Sistem Tenaga Listrik		✓	
20	Simulator ini membantu meningkatkan konsentrasi belajar terhadap materi Praktik Sistem Tenaga		✓	
21	Simulator ini mampu menambah pemahaman tentang Sistem Tenaga Listrik		✓	

### Pertanyaan Pendukung

1. Menurut Anda apa kekurangan – kekurangan yang harus disempurnakan pada media pembelajaran Simulator ini ?

Jawab :

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana pendapat dan saran Anda tentang media pembelajaran Simulator ini ?

Jawab :

.....

.....

- .....  
.....
3. Apakah media pembelajaran Simulator ini layak digunakan sebagai media pembelajaran di perkuliahan Praktik Sistem Tenaga? Mohon untuk memberikan alasannya.

Jawab :

.....  
.....  
.....  
.....

9 Juni 2015

  
.....  
( PUKA BO )  
.....



**Lampiran 8**

**Simulasi Implementasi Terbatas**



## Lampiran 9

### Data Uji Kelayakan Simulator Sistem Tenaga Listrik oleh Ahli

Penguji 1	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	3	2	3	4	12	75%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	2	3	3	4	12	75%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	4	3	3		10	83,3%
Kinerja Simulator	3	3	3		9	75%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Manfaat Simulator	4	3	3	4	14	87,5%

Penguji 2	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	3	4	3	3	13	81,25%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	3	3	2	3	11	68,75%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Kinerja Simulator	3	3	3		9	75%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Manfaat Simulator	4	4	4	4	16	100%

Penguji 3	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	3	3	3	3	12	75%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	3	3	3	3	12	75%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Kinerja Simulator	3	3	3		9	75%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Manfaat Simulator	3	3	3	3	12	75%

Keterangan:

Persentase = jumlah / jumlah nilai sempurna dari aspek tersebut x 100%

Rentang nilai:

Sangat Setuju = 4

Setuju = 3

Tidak Setuju = 2

Sangat Tidak Setuju = 1

## Lampiran 10

### Data Uji Kelayakan Simulator Sistem Tenaga Listrik oleh Pengguna

Pengguna 1	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	4	4	3	2	13	81,25%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	3	3	4	4	14	87,5%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Kinerja Simulator	3	3	4		10	83,3%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	4	4	3		11	91,67%
Manfaat Simulator	4	4	4	4	16	100%

Pengguna 2	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	3	3	3	3	12	75%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	4	4	4	4	16	100%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	4		10	83,3%
Kinerja Simulator	3	3	3		9	75%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Manfaat Simulator	4	3	4	4	15	93,75%

Pengguna 3	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	4	4	4	3	15	93,75%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	3	3	3	3	12	75%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Kinerja Simulator	3	3	3		9	75%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Manfaat Simulator	3	3	3	3	12	75%

Pengguna 4	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	3	3	3	3	12	75%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	3	3	3	3	12	75%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Kinerja Simulator	3	3	3		9	75%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Manfaat Simulator	3	3	3	3	12	75%

Pengguna 5	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	3	3	3	3	12	75%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	3	4	3	4	14	87,5%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Kinerja Simulator	3	3	4		10	83,3%
Kelayakan Simulator untuk Praktik	3	3	4		10	83,3%

Sistem Tenaga						
Manfaat Simulator	4	4	4	4	16	100%

Pengguna 6	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	4	3	4	3	14	87,5%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	3	3	3	4	13	81,25%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Kinerja Simulator	3	4	4		11	91,67%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Manfaat Simulator	4	4	4	4	16	100%

Pengguna 7	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	3	3	4	4	14	87,5%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	4	4	3	3	14	87,5%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Kinerja Simulator	3	3	3		9	75%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	4	4	4		12	100%
Manfaat Simulator	3	4	4	3	14	87,5%

Pengguna 8	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	3	3	4	3	13	81,25%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	3	4	4	3	14	87,5%

Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Kinerja Simulator	4	3	3		10	83,3%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	3	3	4		10	83,3%
Manfaat Simulator	4	4	3	3	14	87,5%

Pengguna 9	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	4	4	4	4	16	100%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	4	3	4	3	14	87,5%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	4	3	3		10	83,3%
Kinerja Simulator	3	3	4		10	83,3%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	4	4	4		12	100%
Manfaat Simulator	4	4	4	4	16	100%

Pengguna 10	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	3	3	3	3	12	75%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	3	3	4	3	13	81,25%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	4	3		10	83,3%
Kinerja Simulator	3	4	3		10	83,3%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Manfaat Simulator	3	3	3	3	12	75%

Pengguna 11	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	4	3	3	4	14	87,5%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	3	3	4	3	13	81,25%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Kinerja Simulator	3	3	3		9	75%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	4	3	4		11	91,67%
Manfaat Simulator	3	4	3	3	13	81,25%

Pengguna 12	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	4	3	3	4	14	87,5%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	3	3	3	4	13	81,25%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	4	4	3		11	91,67%
Kinerja Simulator	4	4	3		11	91,67%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	4	3	3		10	83,3%
Manfaat Simulator	4	4	4	3	15	93,75%



Pengguna 13	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	4	3	3	3	13	81,25%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	4	3	3	3	13	81,25%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Kinerja Simulator	3	3	3		9	75%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	4	3	3		10	83,3%
Manfaat Simulator	3	4	3	3	13	81,25%

Pengguna 14	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	3	3	3	4	13	81,25%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	3	3	4	3	13	81,25%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	4		10	83,3%
Kinerja Simulator	3	3	4		10	83,3%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	3	3	4		10	83,3%
Manfaat Simulator	3	4	3	4	14	87,5%

Pengguna 15	Nilai				Jumlah	Persentase (%)
Kemudahan Pengoperasian Simulator	3	3	3	3	12	75%
Desain dan Unjuk Kerja Simulator	4	3	4	4	15	93,75%
Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Kinerja Simulator	3	3	3		9	75%
Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga	3	3	3		9	75%
Manfaat Simulator	4	3	3	4	14	87,5%

Keterangan:

Persentase = jumlah / jumlah nilai sempurna dari aspek tersebut x 100%

Rentang nilai:

Sangat Setuju = 4

Setuju = 3

Tidak Setuju = 2

Sangat Tidak Setuju = 1

## Lampiran 11

### ANALISIS DATA

#### 1. Data Uji Kelayakan

Dari data uji kelayakan yang telah didapat, maka data dianalisis dalam dua bentuk, yaitu data uji kelayakan ahli dan data penilaian pengguna.

##### a. Uji Kelayakan Ahli

Data dari uji kelayakan ahli dapat dilihat pada tabel 4.1, dan didapat perhitungan statistiknya sebagai berikut:

- Kemudahan Pengoperasian Simulator

$$\text{Mean} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{231,25}{3} = 77,08$$

$$\text{Median data tunggal} = X_{\frac{n+1}{2}}$$

$$= X_{\frac{3+1}{2}}$$

$$= X_2$$

Median ada pada data ke dua

Data diurutkan: 75 ; 75 (data ke dua) ; 81,25

Median = 75

Modus = 75

- Desain dan Unjuk Kerja Simulator

$$\text{Mean} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{218,75}{3} = 72,91$$

$$\text{Median data tunggal} = X_{\frac{n+1}{2}}$$

$$= X_{\frac{3+1}{2}}$$

$$= X_2$$

Median ada pada data ke dua

Data diurutkan: 68,75 ; 75 (data ke dua) ; 75

Median = 75

Modus = 75

- Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga

$$\text{Mean} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{233,33}{3} = 77,76$$

Median data tunggal =  $X_{\frac{n+1}{2}}$

$$\begin{aligned} &= X_{\frac{3+1}{2}} \\ &= X_{2} \end{aligned}$$

Median ada pada data ke dua

Data diurutkan: 75 ; 75 (data ke dua) ; 83,3

Median = 75

Modus = 75

- Kinerja Simulator

$$\text{Mean} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{225}{3} = 75$$

Median data tunggal =  $X_{\frac{n+1}{2}}$

$$\begin{aligned} &= X_{\frac{3+1}{2}} \\ &= X_{2} \end{aligned}$$

Median ada pada data ke dua

Data diurutkan: 75 ; 75 (data ke dua) ; 75

Median = 75

Modus = 75

- Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga

$$\text{Mean} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{225}{3} = 75$$

$$\begin{aligned} \text{Median data tunggal} &= X_{\frac{n+1}{2}} \\ &= X_{\frac{3+1}{2}} \\ &= X_2 \end{aligned}$$

Median ada pada data ke dua

Data diurutkan: 75 ; 75 (data ke dua) ; 75

Median = 75

Modus = 75

- Manfaat Simulator

$$\text{Mean} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{262,5}{3} = 87,5$$

$$\begin{aligned} \text{Median data tunggal} &= X_{\frac{n+1}{2}} \\ &= X_{\frac{3+1}{2}} \\ &= X_2 \end{aligned}$$

Median ada pada data ke dua

Data diurutkan: 75 ; 87,5 (data ke dua) ; 100

Median = 87,5

Modus = -

b. Penilaian Pengguna

Data dari penilaian pengguna dapat dilihat pada tabel 4.2, dan didapat perhitungan statistiknya sebagai berikut:

- Kemudahan Pengoperasian Simulator

$$\text{Mean} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{1243,75}{15} = 82,91$$

$$\begin{aligned} \text{Median data tunggal} &= X_{\frac{n+1}{2}} \\ &= X_{\frac{15+1}{2}} \\ &= X_8 \end{aligned}$$

Median ada pada data ke delapan

Data diurutkan: 75 ; 75 ; 75 ; 75 ; 75 ; 81,25 ; 81,25 ; 81,25 (data ke delapan) ; 81,25 ; 87,5 ; 87,5 ; 87,5 ; 87,5 ; 93,75 ; 100

Median = 81,25

Modus = 75

- Desain dan Unjuk Kerja Simulator

$$\text{Mean} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{1268,75}{15} = 84,58$$

$$\begin{aligned} \text{Median data tunggal} &= X_{\frac{n+1}{2}} \\ &= X_{\frac{15+1}{2}} \\ &= X_8 \end{aligned}$$

Median ada pada data ke delapan

Data diurutkan: 75 ; 75 ; 81,25 ; 81,25 ; 81,25 ; 81,25 ; 81,25 ; 81,25 (data ke delapan) ; 87,5 ; 87,5 ; 87,5 ; 87,5 ; 87,5 ; 93,75 ; 100

Median = 81,25

Modus = 81,25

- Kesesuaian Simulator dengan Praktik Sistem Tenaga

$$\text{Mean} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{1174,87}{15} = 78,32$$

$$\begin{aligned} \text{Median data tunggal} &= X_{\frac{n+1}{2}} \\ &= X_{\frac{15+1}{2}} \\ &= X_8 \end{aligned}$$

Median ada pada data ke delapan

Data diurutkan: 75 ; 75 ; 75 ; 75 ; 75 ; 75 ; 75 ; 75 (data ke delapan) ; 75 ; 75 ; 83,3 ; 83,3 ; 83,3 ; 83,3 ; 91,67

Median = 75

Modus = 75

- Kinerja Simulator

$$\text{Mean} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{1208,4}{15} = 80,54$$

$$\begin{aligned} \text{Median data tunggal} &= X_{\frac{n+1}{2}} \\ &= X_{\frac{15+1}{2}} \\ &= X_8 \end{aligned}$$

Median ada pada data ke delapan

Data diurutkan: 75 ; 75 ; 75 ; 75 ; 75 ; 75 ; 75 ; 83,3 (data ke delapan) ; 83,3 ; 83,3 ; 83,3 ; 83,3 ; 83,3 ; 91,67 ; 91,67

Median = 83,3

Modus = 75

- Kelayakan Simulator untuk Praktik Sistem Tenaga

$$\text{Mean} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{1249,84}{15} = 83,32$$

$$\begin{aligned} \text{Median data tunggal} &= X_{\frac{n+1}{2}} \\ &= X_{\frac{15+1}{2}} \\ &= X_8 \end{aligned}$$

Median ada pada data ke delapan

Data diurutkan: 75 ; 75 ; 75 ; 75 ; 75 ; 75 ; 83,3 ; 83,3 (data ke delapan) ; 83,3 ; 83,3 ; 83,3 ; 91,67 ; 91,67 ; 100 ; 100

Median = 83,3

Modus = 75

- Manfaat Simulator

$$\text{Mean} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{1325}{15} = 88,33$$

$$\begin{aligned} \text{Median data tunggal} &= X_{\frac{n+1}{2}} \\ &= X_{\frac{15+1}{2}} \\ &= X_8 \end{aligned}$$

Median ada pada data ke delapan

Data diurutkan: 75 ; 75 ; 75 ; 81,25 ; 81,25 ; 87,5 ; 87,5 ; 87,5 (data ke delapan) ; 87,5 ; 93,75 ; 93,75 ; 100 ; 100 ; 100 ; 100

Median = 87,5

Modus = 87,5 dan 100





**KEPUTUSAN  
DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Nomor: 886/PT-UNNES/2014

Tentang

**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER  
GASAL/GENAP  
TAHUN AKADEMIK 2014/2015**

Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.

Mengingat : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)  
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES  
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;  
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;

Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Tanggal 8 Desember 2014

**MEMUTUSKAN**

Menetapkan :

**PERTAMA**

Menunjuk dan menugaskan kepada:

Nama : Drs. Henry Ananta, M.Pd.

NIP : 195907051986011002

Pangkat/Golongan : IV/C

Jabatan Akademik : Lektor Kepala

Sebagai Pembimbing

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama : AHMAD SUPANDI

NIM : 5301411033

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro

Topik : Rancang Bangun Simulasi Sistem Tenaga Jaringan Tunggal &quot;Single Feeder&quot; atau Pengisian Tunggal untuk Menganalisis Rugi-rugi Daya dan Tegangan pada Mata Kuliah Praktik Sistem Tenaga

**KEDUA**

Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Tembusan

1. Pembantu Dekan Bidang Akademik

2. Ketua Jurusan

3. Petinggal



DITETAPKAN DI : SEMARANG

PADA TANGGAL : 8 Desember 2014

DEKAN

Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.

NIP.196602151991021001



5301411033



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E6 Lt 2, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229  
Telepon: 8508104  
Laman: www.te.unnes.ac.id, surel:

No. : 6971/UM 37.1.5/DT/2015  
Lamp. :  
Hal : Surat Tugas Panitia Ujian Sarjana

Dengan ini kami tetapkan bahwa ujian Sarjana Fakultas Teknik UNNES untuk jurusan Teknik Elektro adalah sebagai berikut:

I. Susunan Panitia Ujian:

a. Ketua : Drs. Suryono, M.T.  
b. Sekretaris : Drs. Agus Suryanto, M.T.  
c. Pembimbing Utama : Drs. Henry Ananta, M.Pd.  
d. Penguji : 1. Drs Yohanes Primadiyono, M.T  
: 2. Drs Sutarno, M.T

II. Calon yang diuji:

Nama : AHMAD SUPANDI  
NIM/Jurusan/Program Studi : 5301411033/Teknik Elektro  
/Pendidikan Teknik Elektro, S1  
Judul Skripsi : Simulator Sistem Tenaga Listrik Jaringan Tunggal dan Ganda "Single Feeder"

II. Waktu dan Tempat Ujian:

Hari/Tanggal : Senin / 10 Agustus 2015  
Jam : 11:00:00  
Tempat : E8 105  
Pakaian : .....

Tembusan

1. Ketua Jurusan Teknik Elektro
2. Calon yang diuji

Semarang, 20 Agustus 2015  
Dekan,  
  
Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.  
NIP.196602151991021001



5301411033