

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK**



**ANALISA DAMPAK PEMASANGAN REAKTOR SERI SEBAGAI
PENURUN ARUS TRANSIEN PADA INSTALASI
KAPASITOR BANK SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK
PT.SANKOSHA INDONESIA, KARAWANG,
DENGAN BANTUAN PERANGKAT LUNAK VISUAL BASIC**

SKRIPSI

MALANG

Disusun Oleh :

**LUKMAN FERDINAN YUSUF
Nim. 97.12.093**

SEPTEMBER 2006

卷之三

卷之三

卷之三

故其子曰：「吾父之子，其名何？」子曰：「汝勿外也。」

卷之三

ପ୍ରକାଶକ

卷之三

مکالمہ

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA DAMPAK PEMASANGAN REAKTOR SERI SEBAGAI
PENURUN ARUS TRANSIEN PADA INSTALASI
KAPASITOR BANK SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK
PT.SANKOSHA INDONESIA, KARAWANG,
DENGAN BANTUAN PERANGKAT LUNAK VISUAL BASIC**

SKRIPSI

Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat-Syarat

Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

LUKMAN FERDINAN YUSUF

97.12.093

Diperiksa dan disetujui



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. F. YUDI LIMPRAPTONO, MT
NIP. Y 1039500274

Diperiksa dan disetujui

Dosen Pembimbing

Ir. TEGUH HERBASUKI, MT
NIP. Y.1039000209

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Special Thanks To :

- ❖ Para Dosen ITN Malang; Bapak Djojo Priatmono yang telah sabar menjadi dosen wali selama kuliah di ITN, Bapak Almizan Abdullah dan Pak Teguh Herbasuki atas ketelitian dalam mengoreksi skripsi ini, Pak Sidik N, Pak Taufik, Pak Chairul, S, Pak Widodo Pudji M atas kesedianya sharing selama ini, Pak Eko N, Pak Abraham Lomi, sebagai seorang master dibidangnya, Pak Yudi L, yang teliti mengijinkan saya kuliah kembali, bunda Harimbi dan jajarannya (mbak nana & Mbak nanik) di jurusan Gula yang telah setia menanyakan kapan saya akan lulus :D
- ❖ Jajaran Staf Administrasi di Jurusan Elektro S-1 ITN Malang, Ibu Pudji sebagai recording yang telah dengan sabar kurepotin selama ini, Mas jaeng, hehehe oom akhire aq lulus, "mbak" Bu Mimin S, yang telah banyak juga kurepotin sebagai Sekjur Elektro S-1
- ❖ Para Lulusan Lab. Internet ITN Malang angkatan pertama, especially bapak Edi Hargono as a chief of Internet Laboratory, also Mas Didien "Mr. Tekeq", Oon "Mengong", Heru "Sutimbol", Ajiea "Teh_djie", Eko "Kepet", Deni "Sixsoul", Hosen "Iwak Terry", Mas Gun "Gunambing", Mas Ismawan serta semua yang pernah menjadi alumnus Lab. Internet ITN Malang (*When All of U will Graduate?????, Yes this is still an option*)
- ❖ Para Alumni Lintas Langit "n Pixel Computer Crew: Mbah Bino (maturnuwon sanget, ilmunipun mbah), Mbak Endang (supporting person 'till my graduation"), Mas Tri (As a Marketing People), Iwan "playboy cap kampung", Aulia "Playboy baek hati" and Mas Daniel also every people on this section **Thank You SO much**", dan semoga bisnis kalian semua tetep lancar
- ❖ Semua Rekan angkatan '97 dimanapun berada, Budi Tailaso 'n Puput Thanks For the Inspiration, Bimo Wicaksono atas bantuan Data Perusahaan, Widi n Supri also Sumawan...hehehi barengan masuk sekarang qta barengan keluar yak, Rusdi, Ari hadi, Rendy, Dedet "Jiayooo..guys masih ada waktu untuk menyelesaikan apa yang sudah q-ta mulai), Rully n Dian, Kapan nih jadi merit ???, Lukman Hakim, n Novi H, kapanq-ta ngumpul lagi???? Dan Para Personel angkatan '96 yang sampai sekarang tetep Kompak ajah....
- ❖ Semua Punggawa Air Putih (www.airputih.or.id) Aku sekarang sudah lulus, dan siap untuk segera beraksi lagi bersama kalian, especially thanks to: Mas Heru Nugroho 4 Supporting Person, My daughter Indah, AP Crew From Malang (Chikung, Keceng, Rudi, Otong, Heru, Okta, muleh rek mulehhhhh ojo suwe suwe nang negorone wong hehehehe), also for my Mom Peggy on Michigan, thanks 4 Your support when i decided back to campuss, earl "dammed Grandpa", also every people who i met on Aceh 'N Nias, I Wish can go back to dissaster area as soon as possible
- ❖ Untuk semuanya yang sudah kukenal selama berkemimpung di ITN Malang, even you're my ex girlfriend, without All of you i can't feel how to love and How to be loved, that would be special moment for me...dan semua petugas cleaning service di kampus 1.....serta tak lupa juga semua orang yang tak bisa kusebutkan satu-persatu disini **thanks a lot**.
- ❖ Secara lengkap dapat dilihat di <http://nd0w3h.blogspot.com> (will be update soon!!!!!) hehehe...

LUKMAN FERDINAN YUSUF

ABSTRACT

**ANALISA DAMPAK PENAMBAHAN REAKTOR SERI
SEBAGAI PENURUN ARUS TRANSIEN PADA INSTALASI
KAPASITOR BANK, SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK
PT. SANKOSHA INDONESIA, KARAWANG
DENGAN BANTUAN PERANGKAT LUNAK VISUAL BASIC**
(Lukman Ferdinan Yusuf , Nim : 9712093, TEKNIK ENERGI LISTRIK)
(Advisor : Ir. Teguh Herbasuki, MT)

Word Key : Pre-Insertion Resistors in High Voltage Capacitor Bank Switching

When two or more capacitor banks are in parallel on a common bus, the back-to-back switching of a bank against one or more already energized banks can produce high peak transient inrush values. Typically ,these current can exceed the available fault current levels previously present at the bus. The relatively high level and short duration of these currents can damage substation and control equipment necessitating that appropriate precautions be taken during the design process.

This paper explores the methods for estimating capacitor bank transient currents, based on ANSI/IEEE C37.012-1979. From calculation analysis it can be seen that capacitor installation without reactor,will cause an inrush current of 200 times fault current of capacitor.

To renew the situation it is suggested to increase the reactor capacity up to 215 μ H each, in order to supriss the inrush current down below 2500 A.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, serta tak lupa sholawat dan salam semoga tercurahkan bagi junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan segenap kemampuan, sebagai salah satu syarat guna mencapai gelar Sarjana Teknik Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses hingga penyelesaian skripsi ini, sangat disadari banyak melibatkan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa masukan pengetahuan, motivasi, diskusi, dan lain sebagainya. Dalam hal ini penulis mengucapkan terima kasih pada :

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan FTI, ITN Malang.
3. Bapak Ir. F . Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Ir. Teguh Herbasuki, MT selaku Dosen Pembimbing
5. Bapak Ir. Djojo Priatmono, MT selaku Dosen Wali
6. Ayah, Ibu dan adik-adikku yang selalu memberi dorongan motivasi dan do'a.
7. Teman-temanku se-jurusan elektro disemua angkatan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan – kekurangan baik isi maupun penyajian, hal ini tidak lain karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun guna kesempurnaan skripsi ini.

DATA MANAGEMENT

Analisi dei dati per la gestione della produzione e del marketing. I dati sono raccolti da diversi sistemi aziendali come il sistema di gestione della produzione (MRP), il sistema di gestione della vendita (CRM) e il sistema di gestione della logistica (WMS). I dati vengono analizzati per identificare tendenze e pattern di consumo, per ottimizzare i processi produttivi e per supportare le decisioni di marketing.

Analisi delle vendite

L'analisi delle vendite è un processo che coinvolge l'elaborazione dei dati di vendita per scopi di pianificazione, controllo e controllo. I dati vengono analizzati per identificare le tendenze di consumo, le preferenze dei clienti e le performance dei prodotti. L'analisi delle vendite aiuta l'azienda a ottimizzare i processi di produzione e di distribuzione, a ridurre i costi e a aumentare le vendite.

Analisi dei costi

L'analisi dei costi è un processo che coinvolge l'elaborazione dei dati di costo per scopi di pianificazione, controllo e controllo.

L'analisi dei costi aiuta l'azienda a ridurre i costi di produzione e di distribuzione, a ottimizzare i processi produttivi e a aumentare le vendite.

L'analisi dei costi è un processo che coinvolge l'elaborazione dei dati di costo per scopi di pianificazione, controllo e controllo.

L'analisi dei costi aiuta l'azienda a ridurre i costi di produzione e di distribuzione, a ottimizzare i processi produttivi e a aumentare le vendite.

L'analisi dei costi è un processo che coinvolge l'elaborazione dei dati di costo per scopi di pianificazione, controllo e controllo.

L'analisi dei costi aiuta l'azienda a ridurre i costi di produzione e di distribuzione, a ottimizzare i processi produttivi e a aumentare le vendite.

Analisi dei rischi

L'analisi dei rischi è un processo che coinvolge l'elaborazione dei dati di rischio per scopi di pianificazione, controllo e controllo.

L'analisi dei rischi aiuta l'azienda a ridurre i rischi di produzione e di distribuzione, a ottimizzare i processi produttivi e a aumentare le vendite.

L'analisi dei rischi è un processo che coinvolge l'elaborazione dei dati di rischio per scopi di pianificazione, controllo e controllo.

L'analisi dei rischi aiuta l'azienda a ridurre i rischi di produzione e di distribuzione, a ottimizzare i processi produttivi e a aumentare le vendite.

Pada akhirnya penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi yang membutuhkan.

Malang, 2006

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PERSEMPBAHAN	iii
ABSTRAKSI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi	4
1.6. Sistematika Pembahasan	4
BAB II PRINSIP DASAR KAPASITOR	6
2.1. Prinsip Dasar Energi.....	6
2.2. Penggunaan Kapasitor dalam Sistem Distribusi.....	7
2.3. Jenis Kapasitor	8

52	Люди Казахстана.....	2
53	Болгарские казаки: фольклорные традиции.....	3
54	Башкирская речь.....	9
ЧАСТЬ II	БЫВАТЬ ВЪГУЗИКУМЪЛОВЪ	9
55	Алтайская Семиречье.....	1
56	Улусообразъ	1
57	Древний узбек.....	3
58	Джек.....	3
59	Джизик.....	3
60	Горы Родиной.....	4
ЧАСТЬ III	БЕЗДУНОГОУ	4
ДРЕВНИЕ СЧЕТЫ		69
ДРЕВНИЕ СЧАСТЬЯ		70
ДРЕВНИЕ КУВЕЙТ		71
ДРЕВНИЕ ИМЯ		71
КУЛУ БЕЛСОЗЫК		71
УЗЕЛЫКСА		71
СЕМЬЯК БЕКСЕМІННІ		71
СЕМЬЯК БЕКСЕМІННІ		71
ИЧРІАНЫ АПДОС		71
	ПРИЛОЖЕНИЯ	

2.3.1	Kapasitor Seri dan Paralel.....	8
2.3.2	Kapasitor Paralel dalam Sistem Tenaga.....	11
2.3.3	Lokasi Penempatan Kapasitor.....	12
2.4	Konfigurasi Perbaikan Faktor Daya.....	13
2.5	Pengaman Kapasitor Paralel.....	15
BAB III	ARUS SESAAAT DAN SISTEM PENGAMANNYA	17
3.1.	Arus Sesaat pada Switching Kapasitor	17
3.1.1.	Arus Sesaat pada Kapasitor Tunggal	18
3.1.2.	Arus Sesaat pada Kapasitor Pararel	19
3.2.	Sistem Pengamanan Kapasitor secara umum	22
3.2.1.	Fuse Kapasitor	23
3.2.2.	Pengaman Breaker	24
3.2.3.	Fuse Group	26
3.2.4.	Fuse Tunggal	27
3.2.5.	Sistem Pengamanan Kapasitor pararel terhadap Arus Sesaat.....	27
3.2.6.	Pengaman Reaktor Seri.....	28
3.2.7.	Pengaman Pemutus Rangkaian	29
BAB IV	ANALISA DAMPAK PENAMBAHAN REAKTOR SERI SEBAGAI PENURUN ARUS TRANSIEN, PADA INSTALASI KAPASITOR BANK, SISTEM DISTRIBUSI PT.SANKOSHA INDONESIA, KARAWANG.....	31
4.1.	Data – data Sistem Tenaga Listrik	31
4.2.	Flow chart Penyelesaian Masalah	32

8	.....	3.3.1. Kebutuhan bagi dunia bantuan.....	1.3.
11	.....	3.3.2. Kebutuhan bantuan dalam sistem transfer.....	
15	.....	3.3.3. Faktor-faktor dalam klasifikasi.....	
17	.....	3.4. Analisis Persepsi Penduduk Dalam.....	
19	.....	3.5. Pendekatan Klasifikasi Penduduk.....	
21	.....	BAB III ANALISIS DAN SISTEM KLASIFIKASI	III
24	.....	3.1. Analisis pendekatan klasifikasi.....	
28	.....	3.1.1. Analisis pendekatan klasifikasi fungsi.....	
29	.....	3.1.2. Analisis pendekatan klasifikasi faktor.....	
33	.....	3.2. Analisis pendekatan klasifikasi berorientasi output.....	
35	.....	3.2.1. Pendekatan klasifikasi.....	
36	.....	3.2.2. Pendekatan klasifikasi.....	
39	.....	3.2.3. Pendekatan klasifikasi.....	
42	.....	3.2.4. Pendekatan klasifikasi.....	
44	.....	3.2.5. Pendekatan klasifikasi berorientasi faktor.....	
47	.....	3.3. Analisis pendekatan klasifikasi berorientasi fungsi.....	
50	.....	3.3.1. Pendekatan klasifikasi berorientasi fungsi.....	
52	.....	3.3.2. Pendekatan klasifikasi berorientasi fungsi.....	
55	.....	3.3.3. Pendekatan klasifikasi berorientasi fungsi.....	
58	.....	3.3.4. Pendekatan klasifikasi berorientasi fungsi.....	
60	.....	3.3.5. Pendekatan klasifikasi berorientasi fungsi.....	
64	.....	BAB IV ANALISIS DAN PEMERKIRAN KEBUTUHAN BANTUAN	IV
66	.....	4.1. Pendekatan klasifikasi bantuan.....	
68	.....	4.1.1. Pendekatan klasifikasi bantuan.....	
70	.....	4.1.2. Pendekatan klasifikasi bantuan.....	

4.3. Perhitungan Arus Sesaat	33
4.3.1. Perhitungan Nilai induktansi	33
4.3.2. Menghitung Arus Sesaat sebelum penambahan nilai Induktansi pada Kapasitor Paralel.....	34
4.3.2.1. Kondisi Kesatu.....	34
4.3.2.2. Kondisi Kedua.....	34
4.3.2.3. Kondisi Ketiga.....	35
4.3.2.4. Kondisi Keempat.....	35
4.3.2.5. Kondisi Kelima.....	36
4.3.2.6. Kondisi Keenam.....	36
4.3.2.7. Kondisi Ketujuh.....	37
4.3.2.8. Kondisi Kedelapan.....	37
4.4. Penentuan Kapasitas Pengaman Kapasitor terhadap arus Inrush	39
4.4.1. Kapasitas Peredaman dengan Reaktor seri	39
4.4.2. Kapasitas pengaman dengan Pemutus Rangkaian	40
4.5. Perhitungan arus inrush setelah penambahan nilai induktansi	41
4.5.1. Menghitung arus inrush setelah penambahan nilai induktansi	42
4.6. Tabel Dan grafik Perbandingan Arus Inrush sebelum dan sesudah penambahan Reaktor Seri.....	43
4.7 Tampilan Program Perhitungan Arus Inrush Kapasitor	

4.7.1 Analisa Perhitungan Program.....	47
4.7.2 Masukkan Inputan.....	47
4.7.2.1 Percobaan Pertama.....	48
4.7.2.2 Percobaan Kedua.....	49
4.7.2.3 Percobaan Ketiga.....	50
4.7.2.4 Percobaan Keempat.....	51
4.7.2.5 Percobaan Kelima.....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2 - 1 Konstanta Beberapa Jenis Bahan Dielektrik	10
3 - 1 Nilai Dari Induktansi Diantara Kapasitor Bank	22
3 - 2 Peralatan Switching Kapasitor Bank	30
4 - 1 Hasil Perhitungan Sebelum Penambahan Reaktor Seri.....	38
4 - 2 Nilai Induktansi Setelah Penambahan Reaktor Seri Pada Masing – Masing Step	41
4 - 3 Hasil Perhitungan Sesudah Penambahan Reaktor Seri.....	42
4 - 4 Perbandingan I_{max} sebelum dan sesudah Penambahan Reaktor seri..	43
4 - 5 Perbandingan Arus Inrush sebelum dan sesudah Penambahan Reaktor seri sebesar $215 \mu H$	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2 - 1	Segitiga Daya.....	6
2 - 2	Rangkaian Dasar Kapasitor.....	8
2 - 3	Contoh penempatan kapasitor	12
2 - 4	Contoh Konfigurasi Perbaikan Faktor Daya	15
3 - 1	Analogi Terjadinya Arus Inrush	17
3 - 2	Rangkaian Dasar Kapasitor.....	18
3 - 3	Kapasitor Yang Dipararel	20
3 - 4	Contoh Pemasangan Kapasitor Bank Pada Suatu Sistem	21
3 - 5	Contoh Rangkaian Pengaman Kapasitor Delta	23
3 - 6	Contoh Rangkaian Kapasitor Dengan Reaktor Seri	28
4 - 1	Tampilan depan Program Skripsi.....	45
4 - 2	Tampilan Form Inputan.....	46
4 - 3	Tampilan Grafik Arus Inrush.....	46
4 - 4	Tampilan tabel Hasil Perhitungan program.....	47
4 - 5	Tampilan Tabel dengan menggunakan Reaktor seri 50 μ H.....	48
4 - 6	Tampilan Tabel dengan menggunakan Reaktor seri 100 μ H.....	49
4 - 7	Tampilan Tabel dengan menggunakan Reaktor seri 150 μ H.....	50
4 - 8	Tampilan Tabel dengan menggunakan Reaktor seri 200 μ H.....	51
4 - 9	Tampilan Tabel dengan menggunakan Reaktor seri 215 μ H.....	52
4 - 10	Tampilan Grafik Perbandingan Arus Inrush.....	53
4 - 11	Tampilan Grafik Perbandingan Arus Inrush sebelum dan sesudah diberi reaktor seri sebesar 215 μ H, serta Arus Nominal.....	53

DAFTAR GRAFIK

Gambar	Halaman
4 - 1 Arus Sesaat Sebelum Penambahan.....	39
4 - 2 Grafik Arus Sesaat Sesudah Penambahan Reaktor Seri.....	43
4 - 3 Grafik Perbandingan Arus Inrus sebelum dan sesudah ditambah reaktor seri.....	44
4 - 4 Perbandingan kVAR (C) dan kVAR (L)	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan pesatnya kemajuan teknologi dan terus berkembangnya industri serta pertumbuhan konsumen tenaga listrik, maka diperlukan keandalan suatu sistem tenaga listrik. Untuk itu beberapa industri menggunakan kapasitor bank sebagai penunjang dalam memenuhi kebutuhan diatas.

Kapasitor sama seperti halnya dengan peralatan listrik yang lainnya rentan terhadap gangguan, maupun kondisi operasi yang tidak normal, maka disini perlu adanya koordinasi pengaman yang harus digunakan untuk mengamankan kapasitor. Salah satu gangguan yang timbul pada instalasi kapasitor bank adalah adanya arus sesaat (*inrush current*) yang timbul pada saat kapasitor dihubungkan ke sumber tegangan dan besar arus sesaat ini bisa mencapai 25 sampai 200 kali arus normal kapasitor dalam keadaan *steady state*. Setiap perubahan pada waktu penyalaan maupun pemadaman selalu disertai fluktuasi singkat yang dapat menyebabkan kerusakan pada kapasitor bank maupun pada alat-alat yang terhubung dengan kapasitor bank. Kegagalan peralatan dan peralatan yang aus, elektromagnetic interfrensi, kerusakan pada peralatan control, tegangan tanah yang tinggi, merupakan contoh kerusakan yang biasanya terjadi

Tingginya arus sesaat yang timbul dan dampak yang diakibatkan oleh tingginya arus sesaat, diperlukan sebuah alat tambahan untuk meredam arus sesaat. Salah satu metode yang dipakai untuk meredam arus *inrush* ini adalah dengan memasang reaktor seri.

1.2 Rumusan Masalah

Mengingat besarnya arus sesaat (inrush) dan sensitifnya kapasitor terhadap gangguan maupun kondisi operasi yang tidak normal, maka akan timbul permasalahan sebagai berikut :

1. Berapa besar nilai arus inrush *Capasitor Bank* sebelum dipasang reaktor seri.
2. Apa dampak dari pemasangan reaktor seri pada sebuah sistem distribusi yang menggunakan capacitor bank.

Berdasarkan pada diskripsi permasalahan dan latar belakang tersebut diatas maka skripsi ini mencoba untuk membahas pendekatan penyelesaian masalah tersebut dengan judul :

**“ANALISA DAMPAK PEMASANGAN REAKTOR SERI SEBAGAI
PENURUN ARUS TRANSIEN PADA INSTALASI KAPASITOR BANK
SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK PT. SANKOSHA INDONESIA
DENGAN BANTUAN PERANGKAT LUNAK VISUAL BASIC”**

1.3 Tujuan

Dengan menggunakan perangkat lunak VISUAL BASIC sebagai simulasi, berdasarkan ANSI/IEEE C.37012-1979 di PT. SANKOSHA INDONESIA, KARAWANG, tujuan penulisan skripsi ini adalah:

- a. Mengetahui besarnya arus inrush sebelum dan sesudah dipasang reaktor seri.
- b. Mengetahui dampak pemasangan reaktor seri sebagai penurun arus inrush di suatu perusahaan yang menggunakan *capacitor bank*.

1.4 Batasan Masalah

Analisa perhitungan ini ditekankan pada arus inrush transien yang ditimbulkan ketika sebuah atau beberapa kapasitor bank dihubungkan ke sebuah sumber tegangan.

Analisa perhitungan ini direncanakan dan ditunjang oleh data-data yang diambil dari sistem tenaga di PT. SANKOSHA INDONESIA. KARAWANG. Agar pembahasan yang dilakukan tidak terlalu meluas dan lebih terarah maka perlu diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Tidak menghitung koordinasi pengaman dan komponen harmonisa
2. Dengan data kapasitas *Capacitor Bank* yang diperoleh dari PT. SANKOSHA INDONESIA, KARAWANG dapat dihitung besarnya arus transien yang timbul.
3. Analisa perhitungan dihitung dengan menggunakan perangkat lunak VISUAL BASIC.

1.5 Metodologi Pembahasan

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah :

1. Mencari dan mengumpulkan data yang dipergunakan di PT.SANKOSHA INDONESIA. Data-data yang dimaksud adalah:
 - ☞ Tegangan sumber
 - ☞ Frekwensi sumber
 - ☞ Jarak Switch ke kapasitor
 - ☞ Panjang bus
 - ☞ Jarak Bus Ke Sumber
 - ☞ Total kapasitas kapasitor
 - ☞ Jumlah step atau tingkat
2. Perhitungan besar arus short circuit dan arus dasar
3. Perhitungan arus inrush dan frekwensi pada masing-masing kondisi.
4. Menentukan kapasitas dan jenis pengaman guna meredam arus inrush pada kapasitor bank
5. Menyimpulkan hasil analisa.

1.6 Sistematika Pembahasan

Dalam pembahasan skripsi ini untuk dapat memberi pengertian yang jelas serta mencapai sasaran yang diinginkan, maka dalam pembahasan dibagi menjadi sub bab. Sistematika pembahasan selengkapnya adalah sebagai berikut :

BAB I : Merupakan pendahuluan yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi dan sistematika pembahasan.

BAB II : Pembahasan teori dasar yang berhubungan dengan kapasitor dalam sistem industri.

BAB III : Menjelaskan penyebab dari adanya arus inrush serta pengamannya.

BAB IV : Analisis teknis menggunakan teori yang ada untuk menentukan besar kapasitas peredaman kapasitor untuk meredam arus inrush yang cukup besar.

BAB V : Berikan kesimpulan dan saran.

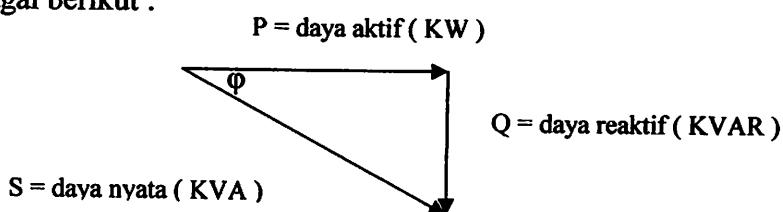
BAB II

PRINSIP DASAR KAPASITOR

2.1 Prinsip Dasar Energi

Dalam sebuah sumber listrik AC mengeluarkan energi listrik dalam bentuk energi “aktif” dan energi “reaktif”. Energi aktif (KW) adalah energi yang diperlukan untuk ditransformasikan / diubah ke bentuk energi yang lain, misalnya: energi mekanik, panas, cahaya. Sedangkan energi reaktif (KVAR) diperlukan oleh peralatan yang bekerja dengan sistem elektromagnet, yaitu untuk pembentukan medan magnetnya. Peralatan yang demikian diantaranya trafo, motor listrik dan sebagainya.

Kedua energi diatas membentuk daya total yang disebut dengan daya nyata (dinyatakan dalam KVA), daya nyata ini merupakan penjumlahan vektor dari daya aktif dan daya reaktif. Hubungan ketiga jenis energi ini dapat kita gambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1
Segitiga Daya

$$\text{Jika daya aktif (KW) : } \quad P = \sqrt{3} V \cdot I \cos \phi \quad (2.1)$$

$$\text{Daya reaktif (KVAR) : } \quad Q = \sqrt{3} V \cdot I \sin \phi \quad (2.2)$$

$$\text{Daya nyata (KVA) : } \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (2.3)$$

Dimana : V = tegangan antar fasa

I = arus jaringan

$\cos \phi$ = faktor daya

Faktor daya ($\cos \phi$) adalah perbandingan antara daya aktif (KW)

dengan daya nyata (KVA). Sebuah peralatan listrik akan semakin optimum , baik dari segi teknis maupun ekonomis, jika nilai faktor dayanya mendekati / mencapai nilai 1. Untuk memperbaiki faktor daya salah satunya adalah dengan aplikasi dari kapasitor shunt.

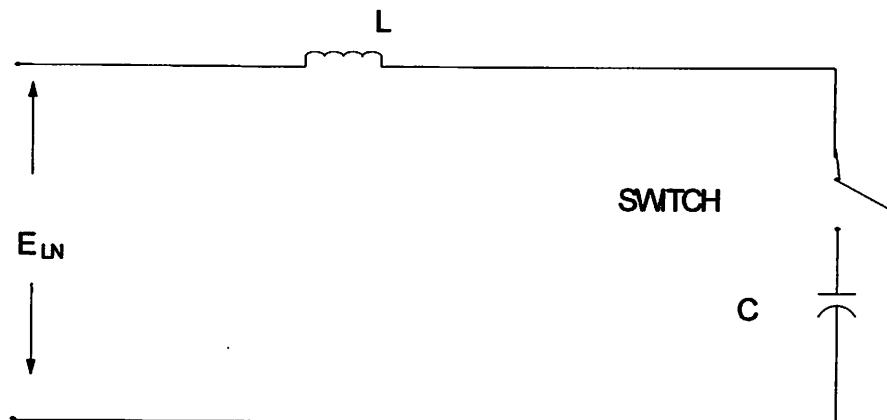
Kapasitor yang digunakan dalam sistem tenaga adalah kapasitor elektrostatis dengan semacam kertas (kraff paper) sebagai bahan dielektrik utamanya. Biasanya kertas tersebut diperkuat dengan minyak atau zat organik lain untuk mempertinggi kapasitasnya.

Penentuan suatu kapasitor dalam sistem tenaga listrik arus bolak balik akan menyebabkan arus yang melaluinya terdahulu (leading) terhadap tegangan, arus ini disebut dengan arus kapasitif. Oleh karena itu kapasitor digunakan untuk mengkompensir arus induktif yang sangat dibutuhkan dalam sistem tenaga.

2.2 Penggunaan Kapasitor Dalam Sistem Distribusi

Seperti telah dijelaskan diatas cara yang sangat penting dalam penguatan faktor daya dalam suatu industri ialah dengan penempatan kapasitor shunt (*parallel capacitor bank*). Pada dasarnya kapasitor adalah suatu alat untuk mencatu VAR pada titik pemasangannya. Untuk pengaturan tegangan kapasitor dapat dihubungkan secara tetap (*fixed capacitor*) maupun yang dapat di switch

(switched capacitor), untuk switched capacitor dapat dihubungkan dan diputuskan dari sistem melalui suatu saklar sesuai dengan perubahan pada permintaan beban.



Gambar 2.2 Rangkaian Dasar Kapasitor

Penghubungan dan pemutusan (switching) ini dapat diatur dengan tangan atau secara otomatis baik dengan jam waktu atau sebagai respon terhadap permintaan tegangan atau daya reaktif. Jika terhubung paralel dengan beban yang mempunyai faktor daya yang tertinggal, kapasitor merupakan sumber dari sebagian atau seluruh daya reaktif beban. Jadi kapasitor memperkecil arus saluran yang diperlukan untuk mencatut beban dan mengurangi jatuh tegangan pada saluran sementara faktor daya yang diperbaiki. Karena kapasitor mengurangi kebutuhan reaktif pada generator, hasil keluar daya nyata yang tersedia juga bertambah besar.

2.3 Jenis Kapasitor

2.3.1 Kapasitor Seri dan Paralel

Kapasitor seri dan paralel pada sistem daya menimbulkan daya reaktif untuk memperbaiki faktor daya dan tegangan., karena dapat menambah kapasitas

sistem dan mengurangi kerugian. Kedua pemasangan ini mempunyai perbedaan yang khusus untuk tujuan pemakaianya. Ada dua macam cara pemasangan kapasitor statis pada sistem tenaga yaitu secara seri dan paralel. Pada kapasitor seri daya reaktif sebanding dengan kuadrat tegangan. Ada beberapa aspek yang tidak menyenangkan pada kapasitor seri, secara umum dapat dikatakan biaya pemasangan seri lebih tinggi daripada pemasangan kapasitor paralel. Hal ini disebabkan karena peralatan perlindungan untuk kapasitor seri lebih kompleks, dan juga biasanya kapasitor seri didesain untuk daya yang lebih besar daripada kapasitor paralel untuk mengatasi perkembangan beban pada nantinya.

Pada kapasitor seri yang dialiri arus beban, maka pengaruhnya juga sesuai dengan perubahan beban, sedangkan kapasitor paralel memberikan pengaruh yang diberikan oleh arus kapasitif yang sesuai dengan tegangan sistem pada tempat pemasangannya. energi elektrostatik yang bisa disimpan oleh kapasitor ditentukan melalui persamaan:

$$C = K \cdot C_0 \cdot A / d \quad (2.4)$$

Dimana : K = Koefisien dielektrik

C₀ = Konstanta ($8,85 \times 10^{-12} \text{ C / Nm}^2$)

A = Luas penampang lempeng

D = Jarak kedua ujung

Tabel 2.1
Konstanta Beberapa Jenis Bahan Dielektrik

No	JENIS BAHAN	KOEFISIEN DIELEKTRIK
1	Udara	1,0
2	Barium titanite	3000,0
3	Selulose	6,5
4	Gelas	7,0
5	Oli	2,13
6	Mika	5,6
7	Polypropene	2,2
8	polyester	2,9

Sedangkan nilai kapasitor KVAR-nya adalah :

$$KVAR_o = \frac{E^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot 10^{-6}}{1000} \quad (2.5)$$

dimana : $KVAR_o$ = KVAR pada saat operasi

E = Tegangan (Volt)

f = Frekuensi (Hz)

C = Capasitor (μH)

Persamaan diatas digunakan untuk menghitung KVAR kapasitor yang dipasang pada jaringan yang sesuai dengan rating kapasitor. Untuk kapasitor yang dipasang pada rating tegangan yang berbeda , maka KVAR yang dibangkitkan adalah:

$$KVARo = \left(\frac{V_o}{V_r} \right)^2 \cdot KVARr \quad (2.6)$$

Dimana : $KVAR_o$ = KVAR pada saat operasi

$KVAR_r$ = KVAR pada rating kapasitor

V_o = Tegangan operasi

$$V_r = \text{Tegangan rating}$$

Sedangkan apabila kapasitor dipasang pada frekuensi yang lain maka :

$$KVAR = \left(\frac{F_o}{F_r} \right)^2 \cdot KVAR_r \quad (2.7)$$

Dimana : F_o = frekuensi operasi (Hz)

F_r = frekuensi rating (Hz)

2.3.2 Kapasitor Paralel dalam Sistem Tenaga

Pemasangan kapasitor paralel sangat penting untuk pendanaan daya reaktif dari sebuah sistem daya. Selain itu pemasangan kapasitor dapat menghindari :

1. Trafo kelebihan beban (over load) sehingga memberi tambahan daya yang tersedia.
2. Voltage drop pada line ends
3. Kenaikan Arus / suhu pada kabel, sehingga mengurangi rugi-rugi

Kapasitor-kapasitor dalam sistem disusun dalam bentuk rangkaian penyimpan dan dapat dihubungkan dalam sembarang bintang ditanahkan, bintang yang tidak ditanahkan, bintang ganda netral melayang, bintang ganda netral ditanahkan, delta dan sebagainya.

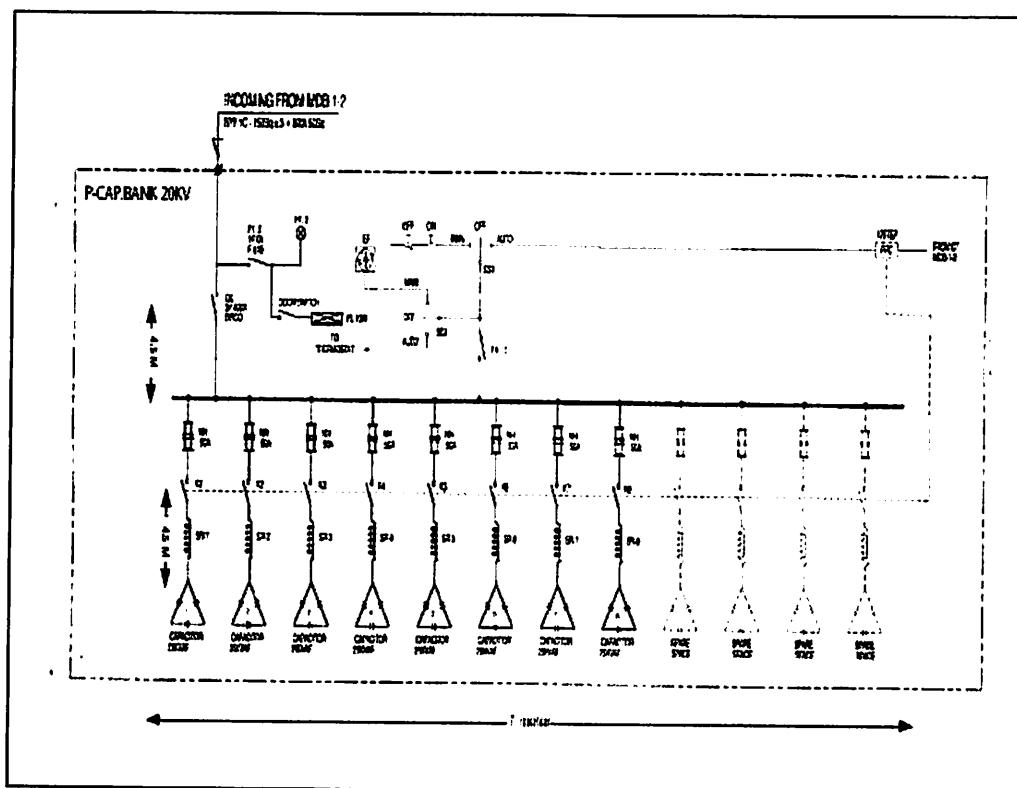
Untuk rangkaian penyimpan sambungan bintang pada umumnya netral kapasitor hanya ditanahkan bila sistem atau transformator substasiun ditanahkan secara efektif. Untuk pemasangan kapasitor diperlukan:

- ❖ Kapasitor, dengan jenis yang cocok dengan kondisi jaringan.
- ❖ Regulator, untuk pengaturan daya tumpuk kapasitor
- ❖ Kontaktor, untuk switching kapasitor.
- ❖ Pemutus tenaga, untuk proteksi tumpuk kapasitor.

2.3.3 Lokasi Penempatan Kapasitor

Banyak faktor yang dijadikan pertimbangan dalam penempatan kapasitor dalam jaringan tenaga listrik, diantaranya adalah panjang saluran , variasi beban, faktor beban, jenis motor, distribusi beban dan penempatan untuk industri.

Contoh penempatan kapasitor pada suatu sistem tenaga dapat digambarkan pada gambar 2.1 berikut ini. Penempatan yang paling efektif adalah pada beban seperti C1 , C2 dan seterusnya



Gambar 2.3 Contoh Penempatan Kapasitor

Namun pada umumnya penempatan kapasitor dapat dilakukan dengan keperluan seperti dibawah ini :

- a. Perbaikan kelompok – kelompok pada sisi primer transformator.
- b. Perbaikan kelompok – kelompok pada sisi sekunder transformator
- c. Perbaikan kelompok – kelompok diluar plant, misalnya dalam sebuah bangunan.
- d. Perbaikan lokal pada feeder yang kecil
- e. Perbaikan lokal pada jaringan motor

Kapasitor sebaiknya dipasang sedekat mungkin dengan beban atau diakhir feeder , dengan alasan :

- a. Dapat mengurangi rugi – rugi saluran ke beban.
- b. Menaikkan tegangan didekat beban , sehingga dapat memperbaiki kerja motor

Dapat melakukan perubahan KVAR kapasitor bila terjadi perubahan beban , yaitu bila kapasitor dipasang langsung pada beban.

2.4 Konfigurasi Perbaikan Faktor Daya

Terdapat tiga kemungkinan perbaikan faktor daya , dimana pemilihan biasa didasarkan atas pertimbangan ekonomis dan teknis. Kemungkinan konfigurasi tersebut adalah :

1. Secara tersendiri

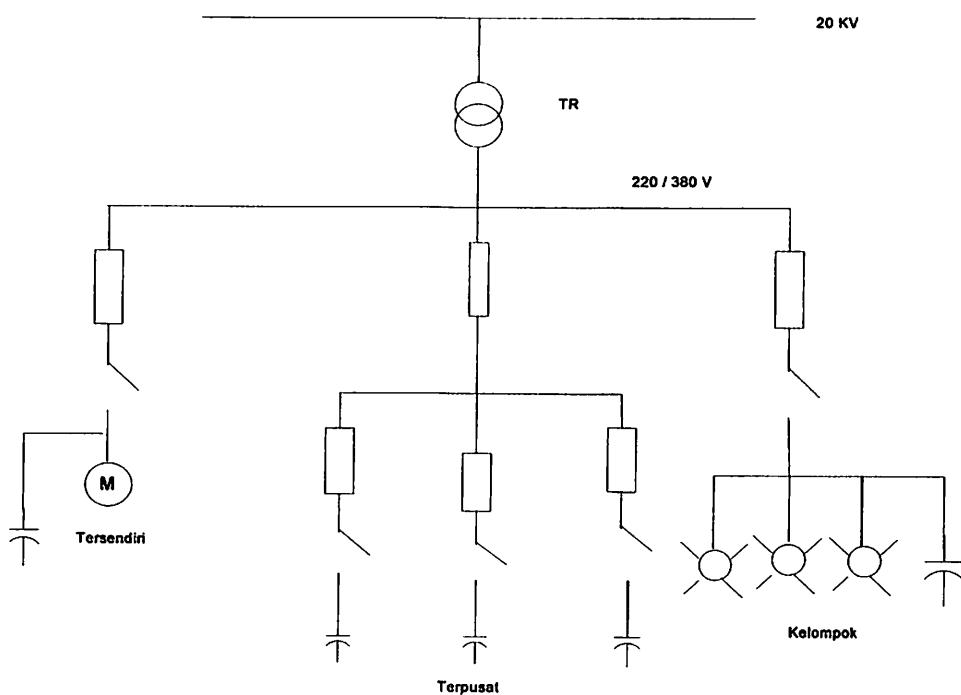
Sistem ini biasanya banyak digunakan pada beban – beban yang besar, untuk faktor daya yang konstan dan untuk jangka waktu yang lama.

2. Secara kelompok

Pada konfigurasi ini suatu unit peralatan perbaikan faktor daya dihubungkan dengan kelompok beban yang dapat terdiri dari motor – motor atau lampu TL. Untuk sistem yang terdiri dari lampu TL sering sudah dilengkapi dengan kapasitor untuk perbaikan faktor daya menjadi 0,8. Secara ekonomis daerah yang dipilih untuk pemasangan peralatan perbaikan faktor daya pada tempat – tempat yang paling induktif.

3. Secara terpusat

Konfigurasi ini paling sering digunakan, terutama pada beban – beban kecil dengan jumlah yang banyak, pemakaian daya dan periode waktu yang berbeda beda. Sistem ini mempunyai keuntungan yaitu mudah diperiksa jika terjadi gangguan , instalasi relatif lebih sederhana. Rating kapasitor yang digunakan sesuai dengan kebutuhan daya reaktif dan lebih rendah bila dibandingkan dengan faktor daya secara tersendiri.



GAMBAR 2 - 4
Contoh Konfigurasi Perbaikan Faktor Daya

2.5 Pengaman Kapasitor Paralel

Dalam pengamanan kapasitor kita membutuhkan kontaktor sebagai peralatan kontrol. Dalam pemilihannya harus melihat arus puncak yang terjadi pada saat penyambungan. Arus puncak ini bisa mencapai 200 kali arus nominal kapasitor. Dengan penambahan coil, arus puncak tersebut bisa dibatasi mencapai 100 In.

Pemutus tenaga diperlukan sebagai alat proteksi tumpuk kapasitor. Kapasitas pemutus dari alat ini minimal harus sama dengan arus hubung singkat maksimum yang mungkin terjadi pada sekitar pangkal tumpuk kapasitor.

Untuk menghitung besarnya arus tersebut dapat digunakan rumus berikut :

$$I_n = \frac{Q_c}{V\sqrt{3}} \quad (2.8)$$

Dimana : I_n = arus nominal kapasitor (Amp)

Q_c = daya kapasitor (Var)

V = tegangan jaringan 3-fasa (Volt)

“rating” minimum untuk pemutus tenaga = 1,5 I_n .

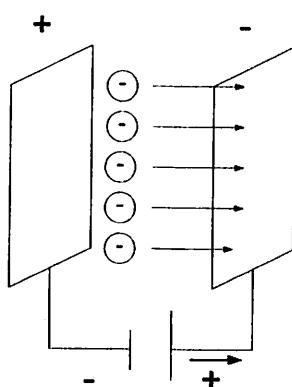
BAB III

ARUS SESAAT DAN SISTEM PENGAMANNYA

3.1 Arus Sesaat pada Switching Kapasitor

Sebelum sebuah kapasitor dihubungkan dengan sumber tegangan, lempeng-lempeng pada kapasitor bermuatan netral, dimana muatan positif dan negatif berjumlah sama. Ketika sebuah kapasitor dihubungkan pada sebuah sumber tegangan, arus akan mengalir dan terjadilah perpindahan elektron dari satu lempeng ke lempeng yang lain. Perpindahan elektron ini menyebabkan timbulnya beda potensial dan juga menyebabkan satu lempeng pada kapasitor menjadi bermuatan negatif dan lempeng lainnya bermuatan positif.

Perpindahan elektron ini akan berlangsung terus menerus sampai beda potensial antara kapasitor dan sumber tegangan sama. Proses perpindahan elektron dari satu lempeng ke lempengan kapasitor inilah yang dinamakan dengan **Arus Sesaat (*Inrush Current*)**.



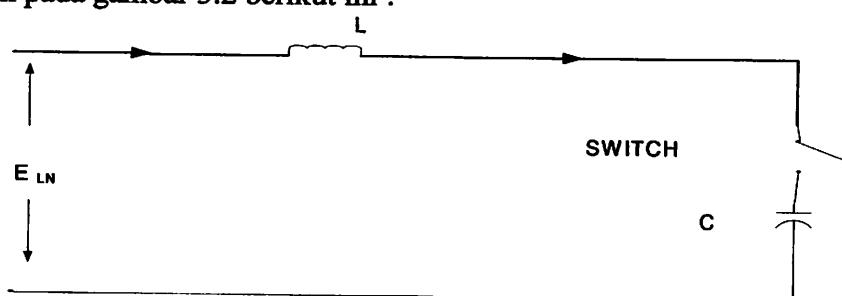
Gambar 3-1
Analogi Terjadinya Inrush Current

Besar dan frekuensi dari arus sesaat (*inrush current*) ini tergantung dari nilai kapasitansi dan induksi dari rangkaian suatu sistem. Frekuensi tegangan dan arus yang tinggi yang terjadi selama kapasitor dihubungkan, dimana jika tidak dikontrol akan mengakibatkan kerusakan pada peralatan atau sistem tenaga yang ada. Kerusakan ini diakibatkan karena perubahan arus dan frekwensi tegangan yang mendadak dan nilainya sangat tinggi. Dimana perubahan arus dan tegangan yang terjadi diatas ambang toleransi mdari suatu alat yang terhubung dengan kapasitor.

Untuk kapasitor tunggal, arus sesaat (*inrush*) selalu kurang dari nilai arus hubung singkat pada lokasi kapasitor dipasang. Untuk kapasitor paralel ,arus sesaat selalu lebih besar dari kapasitor tunggal. Magnetisasi dari arus sesaat (*inrush*) tergantung pada keadaan rangkaian dan karakteristik kapasitor dan nilai dapat melebihi nilai dari arus hubung singkat pada lokasi kapasitor ditempatkan.

3.1.1 Arus Sesaat pada Kapasitor Tunggal

Apabila kita tinjau rangkaian sederhana kapasitor tunggal yang ditunjukkan pada gambar 3.2 berikut ini :



Gambar 3 - 2
Rangkaian Dasar Kapasitor

Untuk nilai dari arus sesaat (inrush) dapat ditunjukkan pada hubungan berikut :

$$I_{\max \text{ pk}} = \frac{\sqrt{2}E_{UL}}{\sqrt{3}} \sqrt{\frac{C_{eq}}{L_{eq}}} \quad (\text{Amp}) \quad (3.1)$$

Dimana :

$I_{\max \text{ pk}}$ = Crest value / nilai maksimum

Besar arus sesaat (inrush) mengikuti tegangan sistem (nilai tegangan pada saat penutupan), kapasitansi sirkuit, induktansi sirkuit (jumlah dan lokasi), pengisian beberapa kapasitor pada saat menutup dan resistansi yang lain dalam sirkuit.

Arus sesaat (inrush) pada kapasitor tunggal (isolated) tidak sebesar arus hubung singkat pada terminal kapasitor bank. Ketika sebuah kapasitor bank di switch dan kemudian sebuah kapasitor bank diswitch pada bus yang sama maka arus sesaat (inrush) yang terjadi akan besar.

3.1.2 Arus Sesaat pada Kapasitor Paralel

Pada kapasitor – kapasitor yang terhubung paralel, arus sesaat yang mengalir akan bertambah akibat pemberian energi dari kapasitor yang telah diisi ke kapasitor yang belum diisi, pada saat pengisian sedang berlangsung besar arus sesaat dari kapasitor paralel tergantung pada nilai KVAR masing-masing kapasitor dan nilai reaktansi induktif antara step – step kapasitor.

Pada pengisian step yang baru ditutup pada nilai tegangan yang nominal pada saat ini, step – step kapasitor yang telah diisi dengan nilai maksimum yang

Chancery Court of India, New Delhi – 110 001
Court of Appeal, New Delhi – 110 001

Perpetrator of the offence, if any, and the date of birth of the accused.

(16) Name of the accused (if any) and the date of birth of the accused.

Defendant's address.

Officer in charge of the police station where the accused was arrested.

Date when the accused was arrested (including the day, month and year).

Accused's residence address (including the day, month and year).

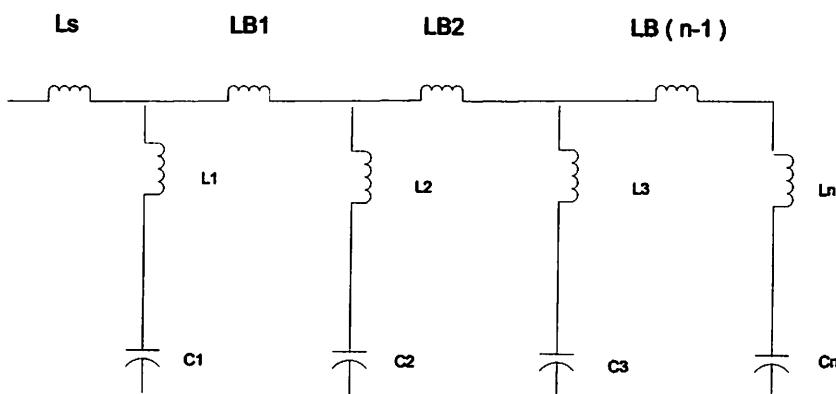
Accused's occupation (including the day, month and year).

Accused's age at the time of the offence (including the day, month and year).

Accused's name and address.

mana akan menghasilkan arus sesaat (inrush) yang tinggi juga. Pada nilai tegangan nominal besarnya arus sesaat adalah mendekati nilai 0

Besar arus sesaat (inrush) untuk kapasitor paralel biasanya relatif tinggi dari nilai arus normal kapasitor. Model pemasangan kapasitor paralel diperlihatkan pada gambar 3.3. berikut :



Gambar 3 – 3 Kapasitor Yang Diparalel

Untuk menentukan perhitungan arus sesaat (inrush) maksimum pada kapasitor yang paralel , sesuai dengan ANSI / IEEE C37.012-1979 didapat rumusan sebagai berikut :

1. Kondisi pengisian (energized) pada kapasitor bank yang diisolasi :

$$I_{\text{mak pk}} = 1,4 \sqrt{I_{sc} \times I_1} \quad \text{Ampere} \quad (3.2)$$

2. Kondisi pengisian pada kapasitor bank yang lain pada bus yang sama :

$$I_{\text{mak pk}} = 1747 \sqrt{\frac{V_{LL}(I_1 + I_2)}{Leq(I_1 + I_2)}} \quad \text{Ampere} \quad (3.3)$$

3. Kondisi pengisian pada kapasitor bank yang sederajat pada bus yang

sama :

$$I_{\text{mak pk}} = 1235 \sqrt{\frac{(V_{LL})(I_1)}{(Leq)}} \quad \text{Ampere} \quad (3.4)$$

20000 : μ m/sig = $\approx 13.72 \frac{\mu\text{m}}{(\text{A.U.})^{1/2}}$ Viscous (27)

γενικές διαδικασίες της φύσης γενετικού ποικιλομορφισμού στην οποία συμβαίνει η απόδοση της γενετικής πληροφορίας στην επίδραση της φύσης στην ζωή.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{x^2 + 1} = \pi i \operatorname{Res}(z=0) = \pi i \frac{1}{2i} = \frac{\pi}{2} \quad (\text{by residue theorem})$$

Στη μουσική των θεατρών γνωστό ως ποίηση της αρχαίας ελληνικής λογοτεχνίας.

Figure 1. The effect of the number of nodes on the performance of the proposed scheme.

Exploratory study aimed to develop a brief (by design) (unstructured) questionnaire

INDIANA REPORTS (CONT'D.)

Later, a committee (described) bases some recommendations on the following principles:

Спиртът е също така хигиеничен.

• 100 100 100

Fig. 1. - A photograph of the same field as Fig. 1, but taken at a later date.

ERI ERI⁺ ER(+) ER(-)

Digitized by srujanika@gmail.com

to discuss the following topics:

Figure 1. A model of the relationship between depression, aggression, and self-esteem.

(b) The term "information technology" means the equipment and systems used to collect, process, store, transmit, or display information.

и също така във времето на първите изследвания на земята и небето.

Dimana :

f_s = frekuensi sistem

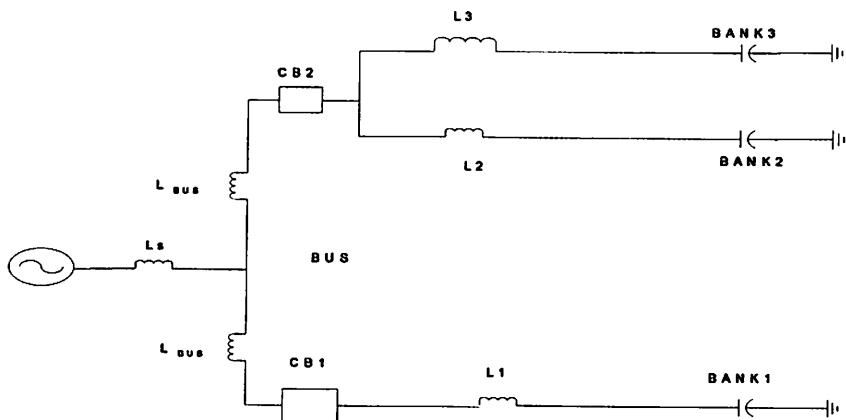
L_{eq} = total eqivalen induktansi per phasa kapasitor bank
dalam microhenry.

I_1, I_2 = arus kapasitor bank selama diswitch

$I_{mak\ pk}$ = nilai arus puncak

V_{LL} = tegangan maksimum rata – rata , dalam Kilovolt

I_{sc} = arus hubung singkat , dalam Ampere



Gambar 3 – 4. Contoh Pemasangan Kapasitor Bank Pada Suatu Sistem

Induktansi pada rangkaian adalah untuk membatasi arus transient. Dalam beberapa kasus, induktansi total antara kapasitor bank tidak melebihi satu persen dari induktansi sumber dan hasilnya arus transient dari sumber dapat diabaikan.

Tabel 3 - 1
Nilai Dari Induktansi Diantara Kapasitor Bank

Tegangan maksimum (KV)	Induktansi per phasa pada bus ($\mu\text{H}/\text{ft}$)	Induktansi diantara bank (μH)
15,5 dan dibawahnya	0,214	10 – 20
38	0,238	15 – 30
48,3	0,256	20 – 40
72,5	0,256	25 – 50
121	0,261	35 – 70
145	0,261	40 – 80
169	0,268	60 – 120
242	0,285	85 - 170

3.2 Sistem Pengaman Kapasitor secara Umum

Macam – macam pengaman kapasitor bank dalam ukuran yang besar adalah :

1. Fuse untuk kapasitor
2. Relai arus lebih untuk mentripkan CB jika ada gangguan .
3. Potensial transformator (PT)
4. Arus transformator (CT)

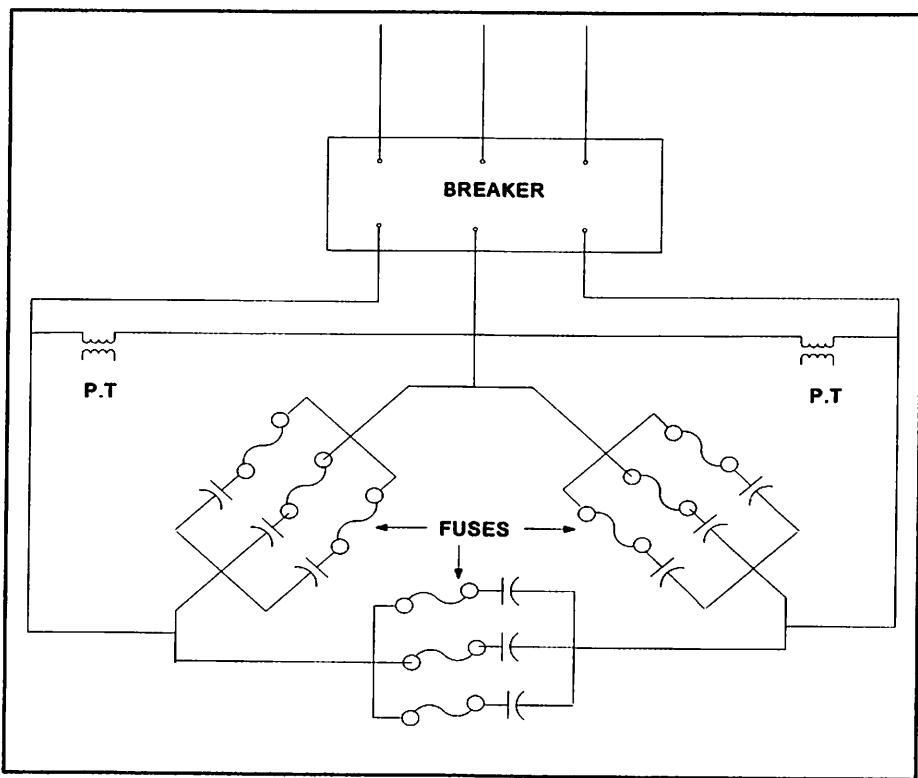
Table 3

Annual Direct Operational Income from Equipment Sales

Category	Revenue (\$)	Margin (%)
01 - 01	411,0	52,1
02 - 02	875,0	38
03 - 03	625,0	58
04 - 04	925,0	25
05 - 05	102,0	121
06 - 06	195,0	241
07 - 07	875,0	901
08 - 08	285,0	345
Total	3,121,0	

Table 4

Annual Direct Operational Income from Equipment Sales

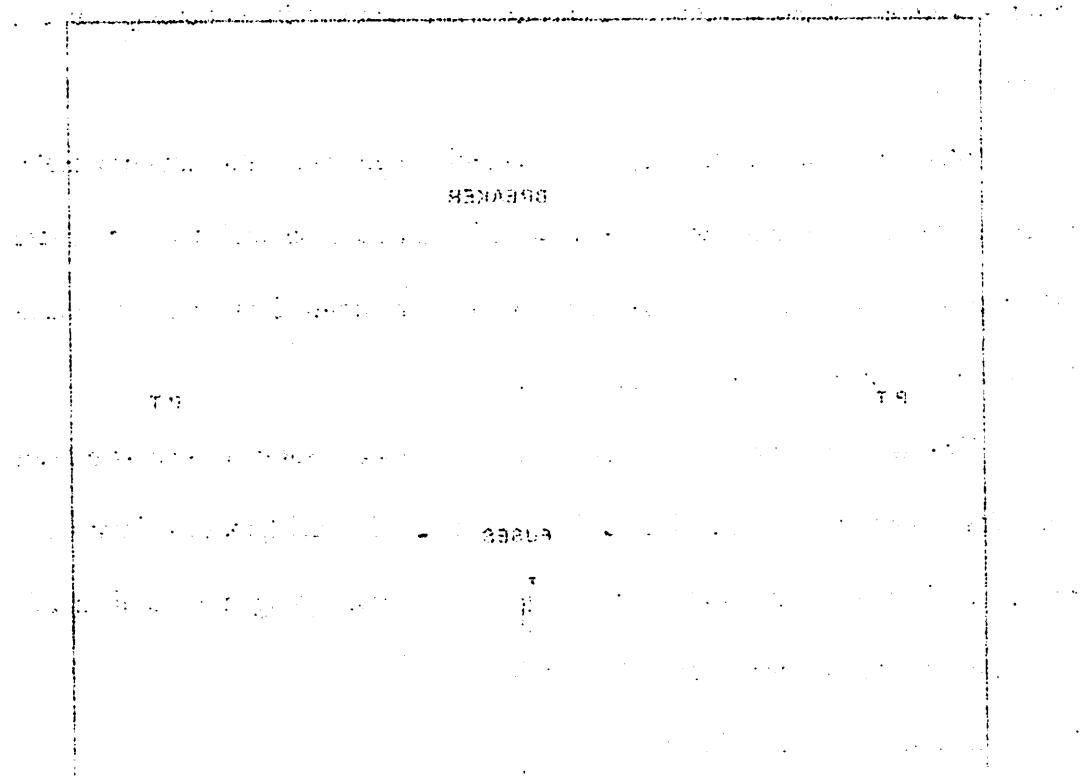


Gambar 3 – 5 Contoh Rangkaian Kapasitor Delta

3.2.1 Fuse Kapasitor

Setiap unit kapasitor mempunyai daerah yang luas untuk isolasi, ketika beberapa kapasitor dibuat dalam sebuah rangkaian instalasi maka kemungkinan kegagalan isolasinya makin besar. Sebuah kapasitor yang besar umumnya mampu menghasilkan arus fault yang besar. Kemampuan short circuit kapasitor untuk mengalirkan arus dibatasi oleh kemampuan membawa arus dari aluminium foil tipis pada permukaan elektroda.

Jika foil ini diijinkan membawa arus fault yang besar, maka foil dapat bersifat seperti fuse. Ini sangat berkaitan dengan masalah fuse karena arus fault dalam sebuah kapasitor dapat mencairkan foil lebih mudah dan arus fault bisa membersihkan dan juga kadang – kadang merusak. Adanya kapasitor - kapasitor



Chapter 7 - 5G Control Relycation Implementation Details

Digitized by srujanika@gmail.com

yang lain diparalel dan dischange kapasitor meningkatkan kecenderungan untuk mencairkan fault clear.

Jika arus fault dalam kapasitor melebihi beberapa ratus ampere maka tekanan akan naik secara berlahan dan akan berlangsung sampai beberapa cycle sebelum akhirnya akan merusak. Ketika arus melebihi 3000 ampere maka kerusakan mekanik akan terjadi akan besar.

Jika loncatan bunga api pada kapasitor dibiarkan sampai mengakibatkan kerusakan, maka unit – unit dan bagian – bagian lain dari kapasitor juga akan rusak. Oleh karena itu dibutuhkan suatu pengaman yang memadai untuk mengamankan kapasitor dari arus short circuit.

Fungsi dari pengaman tersebut adalah :

1. Untuk memproteksi rangkaian dan kapasitor agar bisa memperpanjang umur peralatan.
2. Untuk memproteksi kapasitor yang lain dari gangguan arus transient
3. Untuk memproteksi unit – unit kapasitor bank lainnya dari kerusakan mekanik akibat arus lebih.
4. Untuk meminimkan bahaya bagi operator dan anggota maintenance

3.2.2 Pengaman Breaker

Breaker dengan pengaman beban lebih dan rating pengaman rangkaian yang memadai, tidak dapat mengamankan kapasitor dari gangguan short circuit, harus ada tambahan individual fuse kapasitor atau relay yang berfungsi untuk mentripkan breaker, karena adanya arus atau tegangan yang tidak seimbang

dengan menggunakan hanya breaker tidak cukup untuk mengamankan sebuah kapasitor unit dimana faultnya tinggi.

Sebuah breaker harus dipertimbangkan terutama sebagai peralatan switching dan peralatan pengaman rangkaian dan bukan sebagai pengaman dari arus fault yang besar didalam unit kapasitor. Namun breaker juga sebagai back – up pengaman dari unit kapasitor atau pengaman kegagalan lainnya.

Pemasangan circuit breaker disesuaikan dengan arus kapasitor ,dan harus memperhatikan faktor – faktor berikut :

1. Faktor Tegangan

Untuk menghitung kapasitansi dari kapasitor bank pada tegangan yang digunakan , dapat diperoleh dengan mengalikan daya reaktif yang tercantum dalam name plate kapasitor dalam KV dengan rasio tegangan maksimal yang digunakan pada tegangan kapasitor yang terdapat name plate kapasitor.

Faktor ini besarnya 1.1 ketika sebuah kapasitor dioperasikan terus menerus sampai diatas 10% dari tegangan rata – rata kapasitor

2. Toleransi kapasitor

Toleransi pada kapasitor adalah 0 sampai 15% atau rata-rata lebih dari –0 sampai +5%. Faktor pengali antar 1,05 sampai 1,15 digunakan untuk menyesuaikan arus nominal dengan batas toleransi dalam kapasitansi yang diijinkan.

Следует отметить, что введение в суперпозицию неизвестных величин неизменяло значение коэффициентов при известных величинах, а также не изменило значение коэффициентов при неизвестных величинах, если бы неизвестные величины не были связаны с известными величинами линейными соотношениями.

3. Komponen harmonisa

Kapasitor bank yang mempunyai impedansi kecil menyebabkan akan mengalirnya arus harmonisa pada rangkaian. Pada kapasitor yang dipasang pada sistem yang tidak ditanahkan ,tidak menghasilkan harmonisa. Faktor pengali 1.1 umumnya digunakan untuk pentahanan netral kapasitor bank dan 1.05 untuk netral kapasitor yang tidak ditanahkan. Apabila informasi tentang faktor pengali untuk faktor-faktor diatas tidak ada, biasanya menggunakan faktor pengali 1.2 dikalikan arus nominal kapasitor pada tegangan rata-rata untuk netral kapasitor yang tidak ditanahkan dan 1.35 dikalikan arus nominal untuk netral kapasitor yang ditanahkan

3.2.3 Fuse Group

Ukuran maksimum untuk fuse group ditentukan oleh waktu peleburan short circuit kapasitor. Nilai fuse group ini ditentukan oleh arus normal dikapasitor dan arus harmonisa.

Adapun yang perlu diperhatikan dalam menggunakan pengaman fuse group adalah :

1. Fuse group lebih baik digunakan tidak lebih dari rating 85 ampere (pada 100% rating dasar)
2. Rangkaian akan aman dengan fuse group dengan rating pengaman gangguan sesuai dengan rating fuse group.

Ե՞ւ քանիզո՞ւ ոչու պատս զօնէսո ցըռ մոտի զօնէսո ուլութ եօնէսոսո

• 15 •

Հայության համար պիտակական գործառնություններին վեց գործադրություն կազմում:

maioria das cidades da província de São Paulo, que é a maior produtora de café do Brasil.

333 East Columbia

3. Концепция патологии

3. Untuk meminimalkan bahaya kerusakan mekanik, fuse group harus ditentukan dengan individual fuse.

Instalasi kapasitor bank dengan ukuran yang besar biasanya diamankan oleh pengaman fuse group atau breaker. Dimana arus fault yang terjadi besar, kegagalan dari satu unit akan merusak unit – unit kapasitor bank yang lain.

3.2.4 Fuse Tunggal

Rating dari individual fuse tergantung dari rating arus normal dari kapasitor. Arus harmonik dan jumlah derasnya arus discharge yang melewati fuse membawa arus discharge dari kapasitor yang baik ke fuse tunggal.

Fuse tunggal biasanya digunakan untuk mengamankan unit kapasitor dari gangguan elektrik jika hanya satu fuse digunakan untuk setiap unit kapasitor, maka fuse ini tidak dapat diharapkan untuk mengamankan gangguan pentahanan didalam unit kapasitor. Untuk mengatasi masalah tersebut maka harus ditambahkan relay pendeksi gangguan pentahanan.

3.2.5 Sistem Pengamanan Kapasitor Paralel terhadap Arus Sesaat

Salah satu fenomena yang timbul pada instalasi kapasitor bank adalah adanya arus sesaat (inrush) pada saat kapasitor ini dihubungkan ke sebuah sumber tegangan dan besar arus sesaat pada sistem instalasi kapasitor yang paralel relatif tinggi.

Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada kapasitor bank, sehingga sangat berpengaruh pada sistem tenaga listrik yang ada .

Kelebihan dan kekurangan pada sistem ini - atau klasifikasi pertama yang pertama

Digitized by srujanika@gmail.com

Легко заметить, что в первом предложении глагол *записать* не имеет прямого объекта, а в остальных — есть. Второе предложение можно считать синтаксически неправильным, так как в нем отсутствует подлежащее, но это не мешает ему быть правильным языком. Видимо, в этом случае имеется в виду, что запись ведется вручную.

ищет зрителя в себе? Чему предстоит встретиться с ним в будущем? Итак, в СССР

Seitdem sind Tiefenwasser und Grundwasser insbesondere durch die
verschiedenen (durch) den Boden und die Wasserschichten
verursachten Veränderungen des Wasserspiegels und der
Wasserqualität verändert worden.

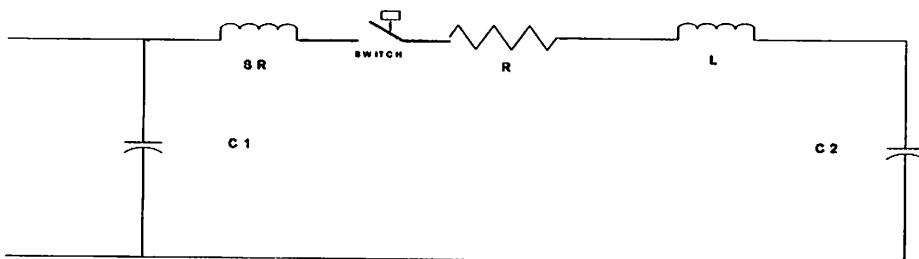
... , abeit am Ende der Saison 1998/99 mit dem Gewinn des Meisterschaftstitels und dem Aufstieg in die 1. Bundesliga.

Adapun cara untuk membatasi atau meredam arus sesaat yaitu :

1. Menambah reaktor seri pada rangkaian kapasitor
2. Memberikan pemutus rangkaian

3.2.6 Pengaman Reaktor Seri

Bila sejumlah kapasitor penyimpan dipakai secara paralel, maka diperlukan penggunaan reaktor seri untuk membatasi arus sesaat. Masalah penting yang harus diperiksa adalah bahwa kapasitor semacam ini harus mempunyai batas tegangan yang sama dengan reaktor seri.



Gambar 3 – 6 Contoh Rangkaian Kapasitor Dengan Reaktor Seri

Sebuah reaktor seri dinamakan juga dengan peredam lilitan dimana lilitan disini adalah lilitan induksi. Besarnya kapasitas rating suatu reaktor seri dapat diperoleh melalui persamaan berikut :

$$Q_{3\text{phasa}} = 3 \times (I_{\text{dasar}}) X_L \cdot 1/1000 \quad (3.5)$$

Dimana :

Q = kapasitas reaktor (kVAR)

F = frekuensi sumber (Hz)

L = induktansi (Henry)

1. Wirtschaftsprüfungskontrolle nach dem zweiten Jahr
/Vorstand einer Aktiengesellschaft

2. Wirtschaftsprüfungskontrolle nach dem zweiten Jahr
/Vorstand einer Aktiengesellschaft

3. Wirtschaftsprüfungskontrolle nach dem zweiten Jahr
/Vorstand einer Aktiengesellschaft

E. 6. Periodische Kontrollen

Blieben die finanziellen Ergebnisse der vergangenen drei Jahre so gut, dass es keinen Bedarf mehr für eine detaillierte Prüfung gibt, kann die Prüfungskontrolle leichter ausführbar sein. Wenn jedoch keine wesentlichen Veränderungen im Betrieb oder im Markt zu erwarten sind, kann die Prüfungskontrolle weiter fortgesetzt werden.

Periodische Kontrollen sind durch die folgenden Methoden zu realisieren:

1. Durch die Prüfungskontrolle nach dem zweiten Jahr
2. Durch die Prüfungskontrolle nach dem dritten Jahr
3. Durch die Prüfungskontrolle nach dem vierten Jahr

E. 7. Periodische Kontrollen nach dem dritten Jahr

Sehr häufig werden diese Kontrollen durch die Prüfungskontrolle nach dem dritten Jahr durchgeführt. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Ergebnisse der vergangenen drei Jahre so gut waren, dass es keinen Bedarf mehr für eine detaillierte Prüfung gibt.

- (E.7) 1. 000151.12. (Ausgabe) x € 1000000
2. 000151.12. (Ausgabe) x € 1000000
3. 000151.12. (Ausgabe) x € 1000000
4. 000151.12. (Ausgabe) x € 1000000

X_L = reaktansi (Ω)

V = tegangan (Volt)

I_{dasar} = arus dasar (A)

Makin besar nilai L makin kecil nilai Ipk / arus sesaat maksimum.

3.2.7 Pengaman Pemutus Rangkaian

Faktor – faktor yang mengatur desain pemutus rangkaian adalah :

1. Kecepatan pelepasan kontak
2. Kecepatan hilangnya partikel yang terionisasi antar kontak
3. Tegangan sisi tertinggi yang dapat ditahan oleh kontak
4. Tegangan induksi yang tinggi dibolehkan ditahan sistem bila dipakai untuk mengatur transformator.

Faktor terakhir ini sangat penting untuk desain pemutus rangkaian penggunaan umum dan tidak sesuai untuk mengatur kapasitor. Switching kapasitor menyebabkan terjadinya erosi pada kontak dengan cepat. Pada saat kontak lepas mereka meninggalkan energi buang yang cukup tinggi , faktor – faktor ini dapat menurunkan batas kemampuan pemutus.

Bila pemutus rangkaian memakai minyak mempunyai kontak tambahan , ini perlu diperhatikan. Beberapa pabrik pembuat pemutus rangkaian menggunakan tahanan diantara kontak – kontak utama dan tambahan sebagai ganti kapasitor. Dalam memilih pemutus rangkaian harus dilakukan secara hati – hati jangan menyebabkan tegangan lebih berlebihan pada saat penyambungan kembali

Wahrscheinlichkeit einer Kette mit Ω ist $P(\Omega) = \prod_{i=1}^n P(A_i)$

Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses A ist $P(A) = 1 - P(A^c)$

Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses A ist $P(A) = \frac{N_A}{N}$

Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses A ist $P(A) = \frac{\text{Anzahl von Fällen}}{\text{Anzahl aller möglichen Fälle}}$

3.5.3 Pauschalierungsaufgaben

Frage: - Welche Zählemauer kann aus den unten dargestellten Blöcken gebaut werden?

1. Kreisblöcke für die Außenwand

2. Kreisblöcke für die Innenwand

3. Dreiecksblöcke für die Außenwand

4. Dreiecksblöcke für die Innenwand

5. Dreiecksblöcke für die Außenwand

Frage: Welche Zählemauer kann aus den unten dargestellten Blöcken gebaut werden?

Frage: Welche Zählemauer kann aus den unten dargestellten Blöcken gebaut werden?

Frage: Welche Zählemauer kann aus den unten dargestellten Blöcken gebaut werden?

Frage: Welche Zählemauer kann aus den unten dargestellten Blöcken gebaut werden?

Frage: Welche Zählemauer kann aus den unten dargestellten Blöcken gebaut werden?

Frage: Welche Zählemauer kann aus den unten dargestellten Blöcken gebaut werden?

Frage: Welche Zählemauer kann aus den unten dargestellten Blöcken gebaut werden?

Frage: Welche Zählemauer kann aus den unten dargestellten Blöcken gebaut werden?

Frage: Welche Zählemauer kann aus den unten dargestellten Blöcken gebaut werden?

Frage: Welche Zählemauer kann aus den unten dargestellten Blöcken gebaut werden?

Frage: Welche Zählemauer kann aus den unten dargestellten Blöcken gebaut werden?

Untuk melepas dan menutup kapasitor penyimpan, disarankan penggunaan pemutus rangkaian yang tidak memukul kembali. Sangat penting untuk mendesain pemutus rangkaian yang mampu untuk menahan arus sesaat dan frekuensinya.

Pemutus rangkaian diperlukan sebagai alat pengaman tumpuk kapasitor dan besar kapasitas minimal harus sama dengan arus hubung singkat maksimum yang mungkin terjadi pada sekitar pangkal tumpuk kapasitor.

Besarnya arus tersebut dapat dihitung dengan persamaan :

$$I_{\text{nominal}} = \frac{Q_c}{\sqrt{3} \times V} \quad (3.6)$$

Dimana :

Q_c = daya kapasitor (KVAR)

V = tegangan jaringan (KV)

TABEL 3 - 2
Peralatan Switching Kapasitor Bank

Type peralatan switching	Faktor pengali rating kapasitor
Circuit breaker type magnetik	1,35
Molded-case circuit	1,35
Breaker type magnetik	1,5
Kontaktor	1,5
Switch pengaman	1,65

Հայրենիք Խոհեմայություն	178
Կոմիտաս	172
Բաշկարձելիք պահանջման	172
ՀՅՈՒՅՆ-ՀԱՅԵԱ ԾՐԸՆԻ	172
Հայոց բարեկարգությունը	172
Հայության ազգագրական բանականությունը	172

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ

卷之三

≡ (ເຕີມາຕົວ ໄສລະນິກາ) (໢່າ)

Qc - Quality Control (KAVK)

PUNJAB :

$$P_{\text{dissipative}} = \frac{137 A}{G} \quad (37)$$

Յաջութակ առաջնային գործադրությունը կազմության համար առաջարկված է առաջնային գործադրությունը՝

డెం రోడు కొబర్లు ఉన్నామని ఉత్తరానికి ఉండుటకు వ్యవస్థలు చేయాలి.

Համարությունը պահպանության տակ է գտնվում և այս պահին առաջ է բարեկարգ գործություն:

ხელმისაწვდომი პირი მოახდინ მიზანის მიღებას უკავშირო და უსტურებელი

ബഹുമാനപ്പെട്ട ഒരു മലബാറി കവിയാണ് ദാസൻ കെമ്പൽ നോയ് മംഗലക്കാം

Ըստ այսինքն զարգացնելու համար պահանջվում է առաջարկություն

BAB IV

ANALISA DAMPAK PENAMBAHAN REAKTOR SERI SEBAGAI PENURUN ARUS TRANSIEN PADA INSTALASI KAPASITOR BANK, SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK PT. SANKOSHA INDONESIA, KARAWANG

4.1. Data - data Sistem Tenaga Listrik

Data yang diperoleh dari PT.SANKOSHA INDONESIA sebagai berikut :

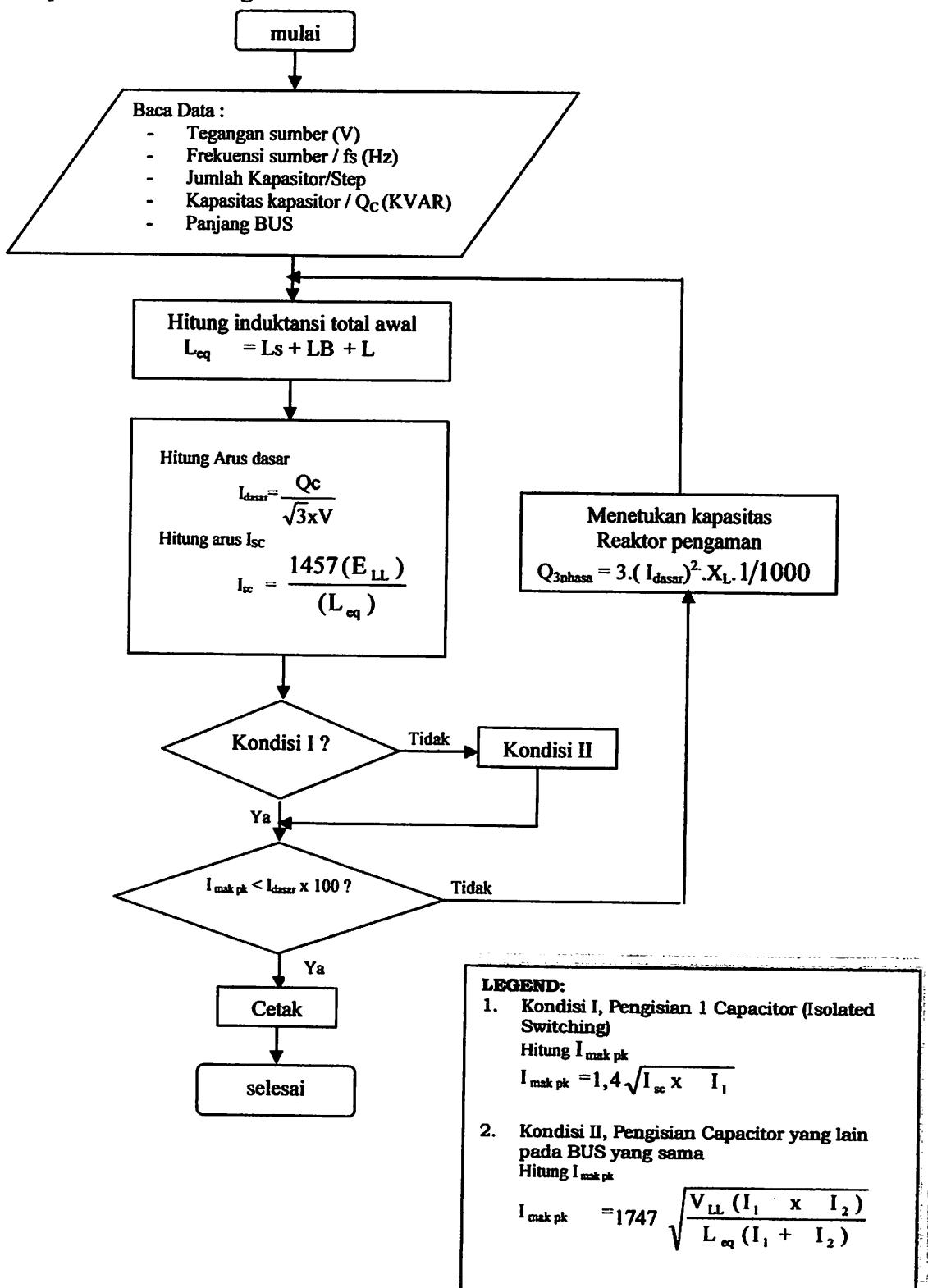
- Tegangan sumber : 20 KV
- Frekuensi sumber : 50 Hz
- Kapasitas total kapasitor : 200 KVA
- Kapasitas tiap kapasitor : 25 KVAR
- Jumlah tingkat / step : 8 Step
- Jarak antara bus dengan sumber : 4,5 M
- Panjang bus : 7 M
- Jarak antar switch dengan susunan kapasitor : 4,5 M
- Reaktor Seri : 15 μ H
- Rating pengaman fuse NT : 50 A

4.1.1 Sistem penyalaan Capacitor Bank

Penyalaan Kapasitor Bank dilakukan secara berurutan, dimana rangkaian kapasitor 1 dinyalakan terlebih dahulu, baru kemudian menyusul rangkaian kapasitor yang lain.

4.2. Flow chart Penyelesaian Masalah

Untuk menentukan besar dari arus sesaat pada masing – masing kondisi dapat dilihat dari diagram alir berikut :



4.3. Perhitungan Arus Sesaat dan Frekuensi

4.3.1. Perhitungan Nilai Induktansi

Menghitung harga induktansi pada incoming line , bus dan antara kapasitor berdasarkan ANSI / IEEE C37.012.1979 sebagai berikut :

$$1 \text{ ft} = 0,3048 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 1 / 0,3048 = 3,2808 \text{ ft}$$

$$L_s = (r_s) . (L_t)$$

$$= (11,5) . (3,2808) (0,238)$$

$$= 8,97 \mu\text{H}$$

$$L_B = (r_b) . (L_t)$$

$$= (7) . (3,2808) (0,238)$$

$$= 5,46 \mu\text{H}$$

$$L_1=L_2=\dots=L_{10} = (r_l) (L_t) + (L_c)$$

$$= (4,5) (3,2808) (0,238) + (5)$$

$$= 8.5137368 \mu\text{H}$$

dimana :

L_s = induktansi sumber

L_B = induktansi bus

L_t = induktansi (lihat tabel)

r_s = jarak induktansi ke sumber

r_b = jarak induktansi ke bus

r_l = jarak induktansi antar CB ke kapasitor

4.3.2. Menghitung Arus Sesaat dan Frekuensi sebelum penambahan nilai

Induktansi pada Kapasitor Pararel.

Besar kapasitor tiap step adalah 25KVAR, $I_{nominal}$ 20 A

4.3.2.1 Kondisi kesatu (isolated), hanya kapasitor C1 yang bekerja

$$L_{eq} = L_s + L_l$$

$$= 8,97 + 8,51 = 17,49 \mu H$$

$$I_{sc} = \frac{E_{LL}}{\sqrt{3} \sqrt{2\pi f L_{eq}}} = \frac{20}{\sqrt{3} \sqrt{2191,491}} = 0,15580 KA$$

$$= 155,80 A$$

$$I_l = I_{nominal} \times 1.05 \times 1.1$$

$$= 20 \times 1.05 \times 1.1 = 28,875 A$$

$$I_{mak\ pk} = 1,4 \sqrt{I_{sc} x I_l}$$

$$= 1,4 \sqrt{137,43 \times 28,875}$$

$$= 93,90 A_{peak}$$

4.3.2.2 Kondisi Kedua (Back to back), Kapasitor C2 bekerja sementara

kapasitor C1 juga bekerja

$$L_{eq2} = L_B + L_{1-2}/2 + L_2$$

$$= 5,46 + 8,51/2 + 8,51$$

$$= 18,234 \mu H$$

$$I_l = I_2 = 28,875 A$$

$$I_{mak\ pk} = 1747 \sqrt{\frac{V_{LL}(I_1 \times I_2)}{Leq_2(I_1 + I_2)}}$$

$$= 1747 \sqrt{\frac{(20)(28,875 \times 28,875)}{18,234(28,875 + 28,875)}}$$

$$= 6951,589 \text{ A}_{\text{peak}}$$

4.3.2.3 Kondisi Ketiga (Back to back), Kapasitor C3 bekerja sementara kapasitor C1&C2 juga bekerja

$$\text{Leq}_3 = L_B + (L_2)/3 + L_3$$

$$= 5,46 + (8,51)/3 + 8,51 = 16,817 \mu\text{H}$$

$$I_1 = I_3 = 28,875 \text{ A}$$

$$I_{\text{mak pk}} = 1747 \sqrt{\frac{(V_{LL})(I_1)(I_2 + I_3)}{(Leq_3)(I_1 + I_2 + I_3)}}$$

$$= 1747 \sqrt{\frac{(20)(28,875)(28,875 + 28,875)}{16,817(28,875 + 28,875 + 28,875)}}$$

$$= 8358,782 \text{ A}_{\text{peak}}$$

4.3.2.4 Kondisi Keempat (Back to back), Kapasitor C4 bekerja sementara kapasitor C1&C2&C3 juga bekerja

$$\text{Leq}_4 = L_B + (L_2)/2 + (L_3)/2 + L_4$$

$$= 5,46 + (8,51)/2 + (8,51)/2 + 8,51$$

$$= 22,49 \mu\text{H}$$

$$I_1 = I_4 = 28,875 \text{ A}$$

$$I_{\text{mak pk}} = 1747 \sqrt{\frac{V_{LL}(I_1)(I_2 + I_3 + I_4)}{Leq(I_1 + I_2 + I_3 + I_4)}}$$

$$= 1747 \sqrt{\frac{(20)(28,875)(3 \times 28,875)}{22.49(4 \times 28,875)}}$$

$$= 7666.07 \text{ A}_{\text{peak}}$$

4.3.2.5 Kondisi Kelima (Back to back), Kapasitor C5 bekerja sementara kapasitor C1&C2&C3&C5 juga bekerja

$$\begin{aligned} Leq_5 &= L_B + (L_2)/2 + (L_3)/2 + (L_4)/2 + L_5 \\ &= 5,46 + (8,51)/2 + (8,51)/2 + (8,51)/2 + 8,51 \\ &= 26.750 \mu\text{H} \end{aligned}$$

$$I_1 = I_2 = 28,875 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{mak pk}} &= 1747 \sqrt{\frac{(V_L)(I_1)(I_2 + I_3 + I_4 + I_5)}{(Leq_5)(I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5)}} \\ &= 1747 \sqrt{\frac{(20)(28,875)(4 \times 28,875)}{26.750(5 \times 28,875)}} \\ &= 7260.236 \text{ A}_{\text{peak}} \end{aligned}$$

4.3.2.6 Kondisi Keenam (Back to back), Kapasitor C6 bekerja sementara kapasitor C1&C2&C3&C5&C6 juga bekerja

$$\begin{aligned} Leq &= L_B + (L_2)/2 + (L_3)/2 + (L_4)/2 + (L_5)/2 + L_6 \\ &= 5,46 + (8,51)/2 + (8,51)/2 + (8,51)/2 + (8,51)/2 + 8,51 \\ &= 31.007 \mu\text{H} \end{aligned}$$

$$I_1 = I_2 = I_3 = 28,875 \text{ A}$$

$$I_{\text{mak pk}} = 1747 \sqrt{\frac{(V_L)(I_1)(I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6)}{(Leq_5)(I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6)}}$$

$$= 1747 \sqrt{\frac{(20)(28,875)(5 \times 28,875)}{31.007(6 \times 28,875)}}$$

$$= 6882.531 \text{ A}_{\text{peak}}$$

4.3.2.7 Kondisi Ketujuh (Back to back), Kapasitor C7 bekerja sementara

kapasitor C1-C6 juga bekerja

$$\begin{aligned} Leq_7 &= L_B + (L_2)/2 + (L_3)/2 + (L_4)/2 + (L_5)/2 + (L_6)/2 + L_7 \\ &= 5,46 + \left(5\left(\frac{13,51}{2}\right)\right) + 8,51 \\ &= 35.263 \mu\text{H} \end{aligned}$$

$$I_1 = I_7 = 28,875 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{mak pk}} &= 1747 \sqrt{\frac{(V_{LL})(I_1) + (I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7)}{(Leq_7)(I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7)}} \\ &= 1747 \sqrt{\frac{(20)(28,875)(6 \times 28,875)}{35,263(7 \times 28,875)}} \\ &= 6545.312 \text{ A}_{\text{peak}} \end{aligned}$$

4.3.2.8 Kondisi Kedelapan (Back to back), Kapasitor C8 bekerja

sementara kapasitor C1-C6 juga bekerja

$$\begin{aligned} Leq_8 &= L_B + (L_2)/2 + (L_3)/2 + (L_4)/2 + (L_5)/2 + (L_6)/2 + L_7/2 + L_8 \\ &= 5,46 + \left(6\left(\frac{13,51}{2}\right)\right) + 8,51 \\ &= 39.521 \mu\text{H} \end{aligned}$$

$$I_1 = I_8 = 28,875 \text{ A}$$

$$I_{\text{mak pk}} = 1747 \sqrt{\frac{(V_{LL})(I_1) + (I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8)}{(Leq_8)(I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8)}}$$

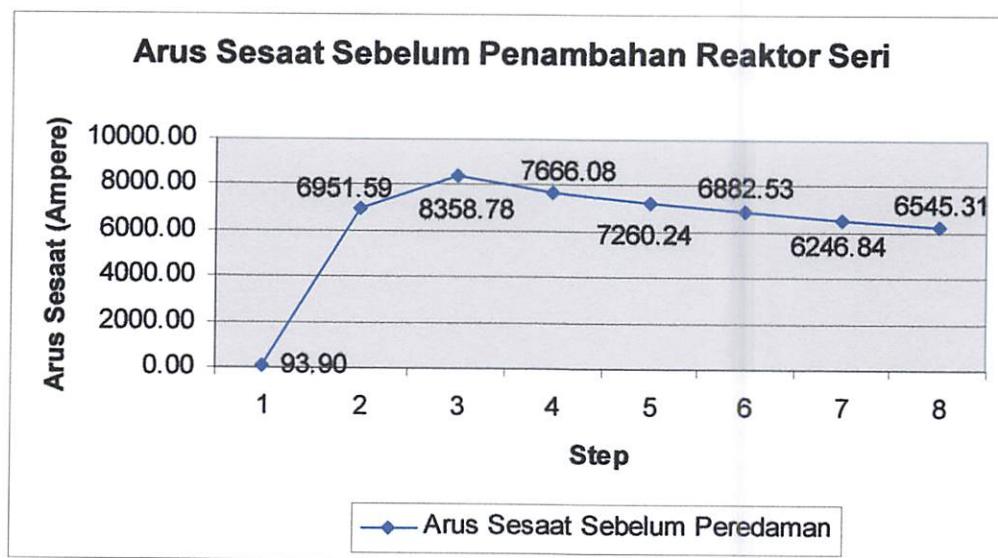
$$= 1747 \sqrt{\frac{(20)(28,875)(7 \times 28,875)}{39,521(8 \times 28,875)}}$$

$$= 6246.838 \text{ A}_{\text{peak}}$$

Hasil penyalan kedelapan kapasitor dapat dilihat pada tabel 4-1. Dengan penyalan rangkaian kapasitor yang berurutan, maka bila hanya rangkaian kapasitor 1 yang menyala, maka besarnya arus inrush pada kapasitor ke satu dapat dilihat pada step pertama (1), bila yang menyala hanya rangkaian kapasitor C1 dan C2, maka besar arus inrush yang timbul di rangkaian kapasitor C2 terdapat di step 2 dimana nilai arus inrush dari kapasitor C1 tetap. Bila ke delapan rangkaian kapasitor menyala semua maka besarnya arus sesaat (inrush) yang muncul di masing-masing kapasitor dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4 - 1
Hasil Perhitungan Sebelum Penambahan Reaktor Seri

Step	Capacitor Yang bekerja	$L_{\text{eq}} (\mu\text{H})$	$I_{\text{mak pk}} (\text{A})$	C (KVAR)
1	C1	17.49329	93.90	25
2	C1,C2	18.23642	6951.59	50
3	C1,C2,C3	16.81746	8358.78	75
4	C1,C2,C3,C4	22.49329	7666.08	100
5	C1,C2,C3,C4,C5	26.75015	7260.24	125
6	C1,C2,C3,C4,C5,C6	31.00702	6882.53	150
7	C1,C2,C3,C4,C5,C6,C7	35.26389	6545.31	175
8	C1,C2,C3,C4,C5,C6,C7,C8	39.52076	6246.84	200



Grafik 4 - 1
Grafik Arus Sesaat Sebelum Penambahan Reaktor Seri

4.4. PENENTUAN KAPASITAS PENGAMAN KAPASITOR TERHADAP ARUS INRUSH

4.4.1. Kapasitas peredaman dengan reaktor seri

Karena kapasitas reaktor seri yang harus digunakan sesuai dengan standart internasional JIS-C-4092 yaitu dengan kapasitas reaktor seri maksimum sebesar 6% dari kapasitas dasar kapasitor yang dipasang maka :

- Menentukan Impedansi dasar

$$Z_{\text{dasar}} = \frac{V_{\text{dasar}}}{I_{\text{dasar}}} = \frac{20000/\sqrt{3}}{25} = 461.88 \Omega$$

- Menentukan reaktansi induktif

$$\begin{aligned} X_L &= 6\% \times Z_{\text{dasar}} = 0,06 \times 461.88 \\ &= 27.7128129 \Omega \end{aligned}$$

Ania Baszak September Penmanship Review Set

निम्नों विषयों पर जागतिक विचार करें।

(C)Diff. A in Gated Segments' Transcription Rate for each (N=4-5)

ЧАСЫ ДЛЯ СПОРТИВНОЙ АКТИВНОСТИ

HEUPTA 209A

1.4.3. Kebutuhan berdasarkan dampak lingkungan

представляют моделью -

$$\Omega_{\text{obs}}(t) = \frac{\pi^2}{3} \approx 10000 \text{ rad}^{-1}$$

Techniken im Unterricht

總計 99.0% - 100.0% = 0.0%

© 2012 KTC

- Menentukan kapasitas reaktor seri dalam kVAR

$$\begin{aligned}
 Q_{3 \text{ phasa}} &= 3 \cdot (I_{\text{dasar}})^2 \cdot X_L \cdot \frac{1}{1000} \\
 &= 3 \cdot (20)^2 \cdot 27.712 \cdot \frac{1}{1000} \\
 &= 51.96152 \text{ KVAR}
 \end{aligned}$$

sehingga didapat

- Kapasitas reaktor seri dalam kVAR = 41,5692 kVAR

4.4.2. Kapasitas Pengaman dengan Pemutus Rangkaian

Diketahui :

- Tegangan antar saluran : 20 KV
- Kapasitas total kapasitor : 200 KVAR
- $I_{\text{nominal}} = 25 \text{ A}$

Untuk menentukan rating minimum dari pengaman pemutus rangkaian (CB) rating fuse NT dan rating minimum dari pengaman kontaktor switch mengacu pada standart IEEE 141-1993, tentang pengaman kapasitor bank.

a. Rating minimum pemutus rangkaian type standart :

$$\begin{aligned}
 I &= 1,35 \times I_{\text{nominal}} \\
 &= 1,35 \times 25 \\
 &= 33,75 \text{ A}
 \end{aligned}$$

b. Rating minimum fuse NT type standart

$$I = 1,65 \times I_{\text{nominal}}$$

$$= 1,65 \times 25$$

$$= 41,25 \text{ A}$$

c.Rating minimum kontaktor switch

$$I = 1,5 \times I_{\text{nominal}}$$

$$= 1,5 \times 25$$

$$= 37,5 \text{ A}$$

4.5. PERHITUNGAN ARUS INRUSH SETELAH PENAMBAHAN NILAI INDUKTANSI

Diketahui data – data perhitungan sama seperti bagian 4.2 dengan tambahan data berupa tambahan induktansi total masing – masing step adalah

Tabel 4 - 2
Nilai Induktansi Setelah Penambahan Reaktor Seri
Pada Masing – Masing Step

No Step	Nilai Induktansi Sebelum Penambahan (μH)	Nilai Induktansi Sesudah Penambahan (μH)
1	17.49329	32.49
2	18.23642	33.24
3	16.81746	31.82
4	22.49329	37.49
5	26.75015	41.75
6	31.00702	46.01
7	35.26389	50.26
8	39.52076	54.52

A 82,1 =

• Gegenwart und Zukunft der Arbeitswelt

• Arbeitsmarkt und Wirtschaft

A 82,1 =

A 82,2 =

• DER ARBEITSMARKT AUF DER ZEITLICHEN PERIODISCHEN BASIS

• INDIKATOREN

• Die wichtigsten Indikatoren des Arbeitsmarkts sind die folgenden:

• Arbeitslosenquote - jährlich aktualisierte Angabe über die Anzahl der arbeitslosen Personen im Vergleich zur gesamten Bevölkerung

S - 4 Seite 7

• Bruttoinlandsprodukt je Einwohner - Bruttoinlandsprodukt je Einwohner

• Bruttoinlandsprodukt je Erwerbstätigen - Bruttoinlandsprodukt je Erwerbstätigen

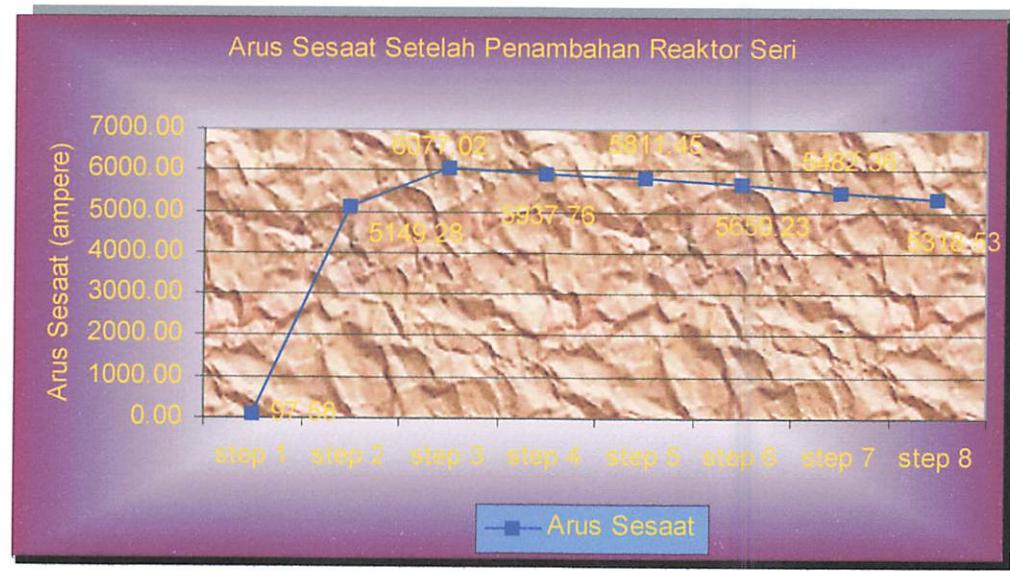
• Indikatoren des Arbeitsmarktes (B)	• Indikatoren des Bruttoinlandsproduktes (B)	• Indikatoren des Bruttoinlandsproduktes je Erwerbstätigen (B)
• 33,40	• 90304,71	• 1
• 43,62	• 977045	• 2
• 58,14	• 915128,01	• 3
• 64,50	• 92204,55	• 4
• 65,14	• 91025,30	• 5
• 10,84	• 90700,16	• 6
• 40,02	• 90393,86	• 7
• 52,42	• 88250,50	• 8

4.5.1. Menghitung Arus Inrush setelah penambahan nilai Induktansi pada Kapasitor Bank.

Dengan Perubahan nilai induktansi seperti terlihat pada tabel 4.4 maka besar nilai arus sesaat tiap kondisi setelah diberi reaktor seri akan menjadi seperti tabel 4.5

Tabel 4 - 3
Hasil Perhitungan Sesudah Penambahan Reaktor Seri

Step	Kapasitor Bank Yang bekerja	Leq + SR (μH)	I_{mak pk} (A)	C (KVAR)
1	C1	32.49	97.58	25
2	C1,C2	33.24	5149.28	50
3	C1,C2,C3	31.82	6077.02	75
4	C1,C2,C3,C4	37.49	5937.76	100
5	C1,C2,C3,C4,C5	41.75	5811.45	125
6	C1,C2,C3,C4,C5,C6	46.01	5650.23	150
7	C1,C2,C3,C4,C5,C6,C7	50.26	5482.36	175
8	C1,C2,C3,C4,C5,C6,C7,C8	54.52	5318.53	200



Grafik 4 - 2
Grafik Arus Sesaat Sesudah Penambahan Reaktor Seri

4.6 Tabel dan Grafik Perbandingan Arus Transien sebelum dan sesudah penambahan Reaktor Seri

Tabel 4-4

Perbandingan I_{max} pk sebelum dan sesudah penambahan reaktor seri

STEP	Sebelum		Sesudah	
	Leq (μ H)	Imax (A)	Leq (μ H)	Imax (A)
1	17.49	93.90	32.49	97.58
2	18.24	6951.59	33.24	5149.28
3	16.82	8358.78	31.82	6077.02
4	22.49	7666.08	37.49	5937.76
5	26.75	7260.24	41.75	5811.45
6	31.01	6882.53	46.01	5650.23
7	35.26	6545.31	50.26	5482.36
8	39.52	6246.84	54.52	5318.53

3

1	30'25	0518'34	07'23	2318'23
2	32'56	0212'31	20'58	2485'38
3	31'04	0805'23	49'01	2220'53
4	58'12	1500'54	44'12	2844'42
5	55'48	1800'08	31'46	2231'12
6	49'85	8308'18	34'85	0011'05
7	46'54	0021'20	33'54	0140'58
8	11'46	03'00	35'40	01'28

Հարցումների պատճենը կազմության համար առաջարկված է առաջարկագիր համար՝ ուղարկելու համար:

二四〇

HOWARD YORK 261

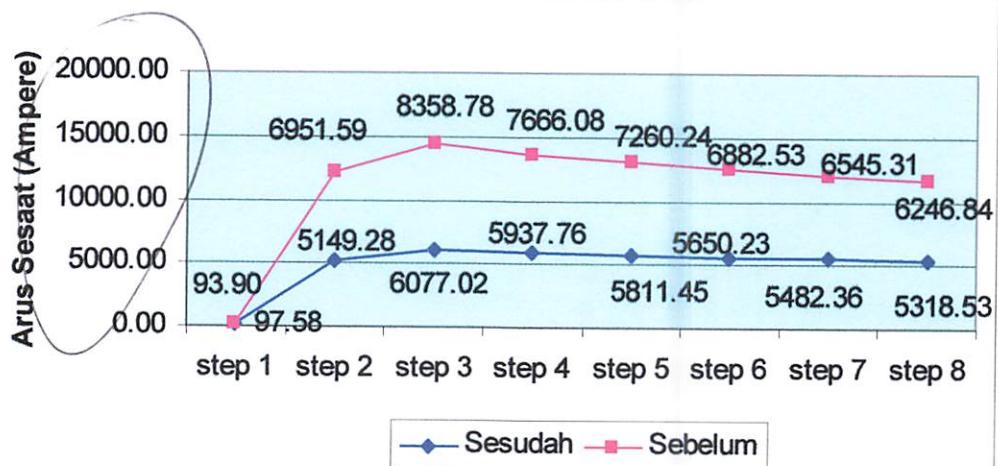
ՀԱՅՈՒԹՅՈՒՆ ԽՈՎԱԿԱՐ ԵՎ ԽՈՎԱԿԱՐ ԽՈՎԱԿԱՐ ԵՎ

卷之三

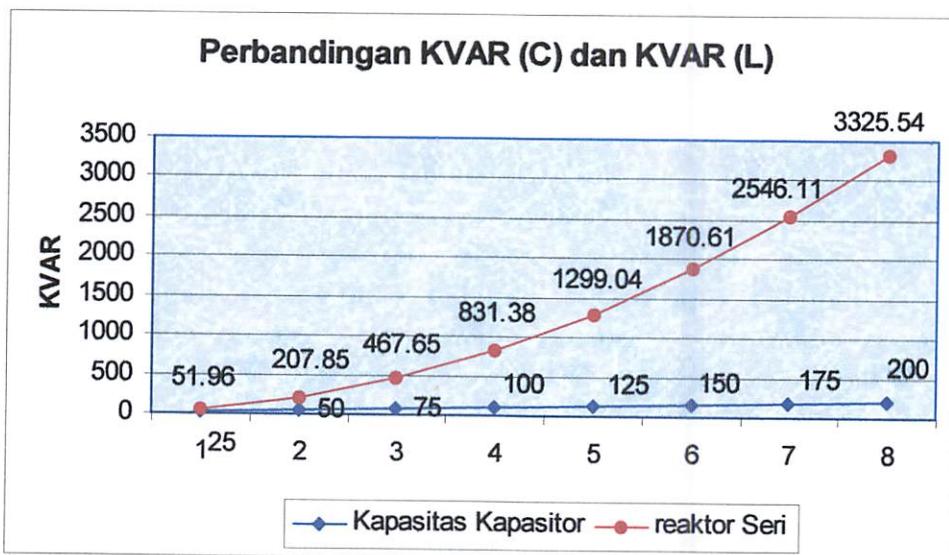
X

9

Perbandingan Arus Sesaat sebelum dan sesudah Penambahan Reaktor Seri



Grafik 4 - 3
Grafik Arus Inrush Sebelum Dan Sesudah penambahan reaktor seri
Pada Kondisi Beban Puncak



Grafik 4 - 4
Persamaan Kvar (C) Dan Kvar (L)
Setelah Penambahan Reaktor Seri

Генератори Редиктор 500
Ана-Геасі Сепаратор 500

Part Number	Description	QTY	Unit	UOM	Unit Price	Ext. Price
4845898	AS-CAST 80-6000 LB 316L	1	PC	PC	120000.00	120000.00
4845899	AS-CAST 80-6000 LB 316L	1	PC	PC	200000.00	200000.00
4845900	AS-CAST 80-6000 LB 316L	1	PC	PC	300000.00	300000.00
4845901	AS-CAST 80-6000 LB 316L	1	PC	PC	400000.00	400000.00

B gate Y gate Z gate C gate A gate G gate S gate T gate

muteded shueed

卷之三

Reseñarán medidas que deban ser tomadas para el desarrollo sostenible.

Digitized by srujanika@gmail.com

Kapitel 26 Klassische Kategorien

Geotropis Pseudogymnosperma (Berg) Kuntze (F)

4.7 Tampilan Program Perhitungan Kapasitor

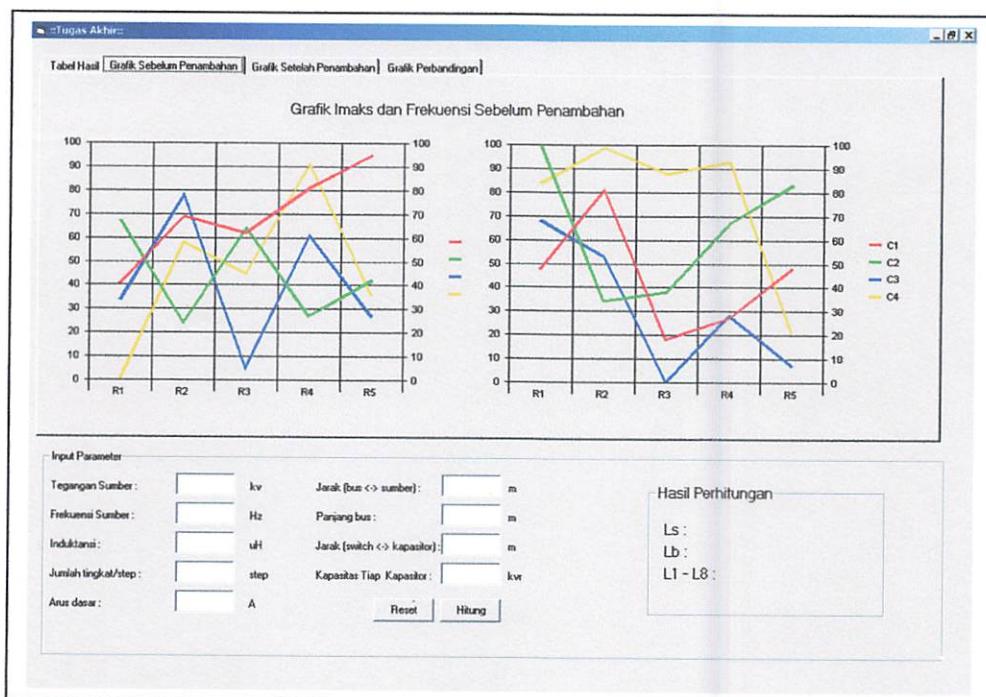
Dewasa ini terdapat banyak sekali macam program yang beredar di internet. Program-program ini dapat membantu perhitungan arus transien, sebagai contoh EMTP,PSCAD, PSpice, akan tetapi sangat disayangkan sekali bahwa program-program tersebut hanya bisa di *download* dengan status *evaluation copy*, yang berarti bahwa program yang didownload memiliki banyak sekali keterbatasan dibandingkan dengan program yang sifatnya *full copy*.

Hal inilah yang menyebabkan dalam skripsi ini, kami mencoba membuat program yang bisa membantu untuk perhitungan arus transien. Banyak sekali kekurangan yang terdapat dalam software yang dibuat ini. Walaupun begitu program ini dapat membantu perhitungan arus transien yang mempunyai struktur jaringan seperti yang dijadikan tolak ukur untuk pembuatan software ini.

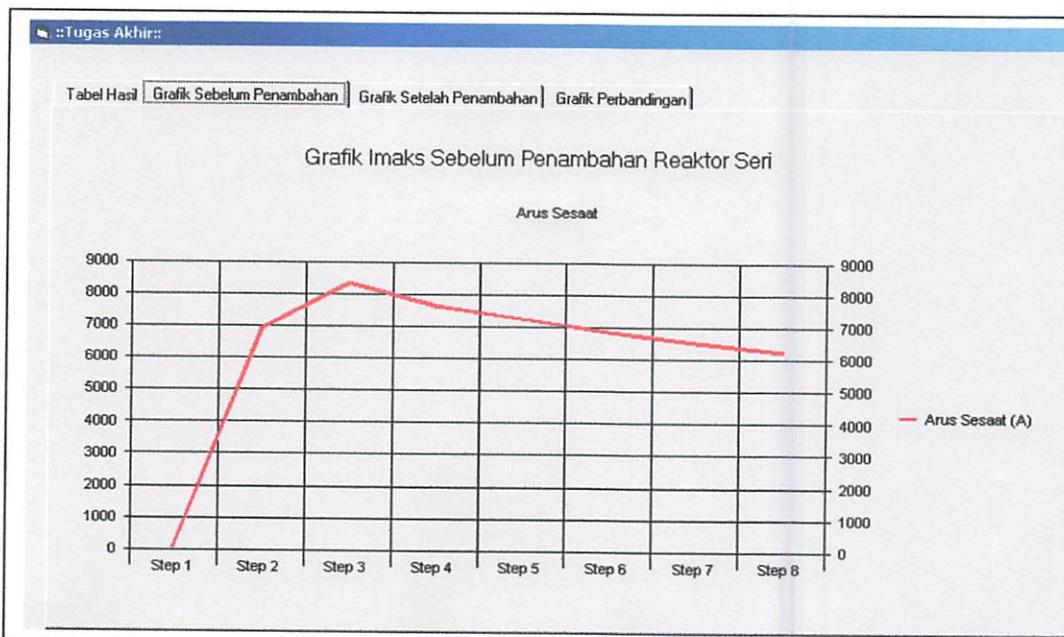
Berikut ini beberapa tampilan yang terdapat dalam software buatan kami



**Gambar 4-1
Tampilan Depan Program Skripsi**



Gambar 4-2
Tampilan Form Inputan



Gambar 4-3
Tampilan Grafik Arus Inrush

Step	Leq	Imax
Step 1	17.493	93.90
Step 2	18.236	6.951.669
Step 3	16.817	8.358.898
Step 4	22.493	7.666.124
Step 5	26.760	7.260.257
Step 6	31.007	6.882.536
Step 7	35.264	6.545.302
Step 8	39.521	6.246.820

Step	Leq	Imax
Step 1	32.493	97.582
Step 2	33.236	5.149.316
Step 3	31.817	6.077.062
Step 4	37.493	5.937.785
Step 5	41.760	5.811.466
Step 6	46.007	5.660.232
Step 7	50.264	5.482.353
Step 8	54.521	5.318.523

Gambar 4-4
Tampilan Tabel Hasil Perhitungan Program

4.7.1 Analisa Perhitungan Program

Analisa hasil perhitungan dengan menggunakan program ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil arus inrush yang maksimal dengan penambahan nilai reaktor seri yang tepat. Berdasarkan ANSI / IEEE C37.012-1979, nilai arus inrush yang diijinkan adalah $100 \times I_{nominal}$, sedangkan dengan menggunakan nilai reaktor seri yang terpasang sekarang, nilai arus inrush walaupun sudah mengalami penurunan, tetapi masih melebihi nilai yang diijinkan.

Karena nilai arus inrush masih berada dibawah nilai yang diijinkan maka, dengan menggunakan software, diharapkan mampu mencari nilai reaktor seri yang tepat.

4.7.2 Masukan Inputan

Inputan yang dimasukkan berupa kondisi saat ini dengan memasukkan nilai reaktor seri (induktansi) yang berbeda-beda sampai didapatkan nilai arus inrush yang sesuai.

4.7.2.1 Percobaan Pertama

Nilai Reaktor seri dirubah menjadi $50 \mu\text{H}$, dimana nilai Tegangan Sumber, kapasitas kapasitor, frekwensi sumber, Panjang Bus sama dengan data yang didapat dari PT.SANKOSHA INDONESIA, didapatkan nilai arus inrush seperti pada tabel dibawah berikut:

The screenshot shows a software window titled "Tugas Akhir". At the top, there are tabs: "Tabel Hasil" (selected), "Grafik Sebelum Penambahan", "Grafik Setelah Penambahan", and "Grafik Perbandingan". Below the tabs are two tables side-by-side.

Step	Leq	Imax
Step 1	17.493	93.90
Step 2	18.236	6.951.669
Step 3	16.817	8.358.898
Step 4	22.493	7.666.124
Step 5	26.750	7.260.257
Step 6	31.007	6.882.535
Step 7	35.264	6.545.302
Step 8	39.521	6.246.820

Step	Leq	Imax
Step 1	67.493	72.219
Step 2	68.236	3.593.744
Step 3	66.817	4.193.530
Step 4	72.493	4.270.232
Step 5	76.750	4.286.222
Step 6	81.007	4.268.111
Step 7	85.264	4.209.327
Step 8	89.521	4.150.596

**Gambar 4-5
Tampilan Tabel dengan menggunakan Reaktor seri $50 \mu\text{H}$**

Dari tabel diatas terlihat bahwa nilai arus inrush sudah turun bila tidak memakai raktor seri, tetapi nilainya masih belum memenuhi persyaratan ($I_{\text{max}} < I_{\text{Nominal}} \times 100$)

4.7.2.2 Percobaan Kedua

Dengan memasukkan nilai inputan reaktor seri sebesar $100 \mu\text{H}$, dimana nilai inputan yang lain sama dengan percobaan pertama (I) didapatkan nilai arus inrush seperti pada tabel dibawah ini:

The screenshot shows a software interface titled "Tugas Akhir". At the top, there are four tabs: "Tabel Hasil", "Grafik Sebelum Penambahan", "Grafik Setelah Penambahan", and "Grafik Perbandingan". Below the tabs, there are two tables side-by-side.

Tabel Sebelum Penambahan

Step	Leq	Imax
Step 1	17.493	93.90
Step 2	18.236	6.951.669
Step 3	16.817	8.358.898
Step 4	22.493	7.666.124
Step 5	26.750	7.260.257
Step 6	31.007	6.882.535
Step 7	35.264	6.545.302
Step 8	39.521	6.246.820

Tabel Sesudah Penambahan

Step	Leq	Imax
Step 1	117.493	60.728
Step 2	118.236	2.730.103
Step 3	116.817	3.171.540
Step 4	122.493	3.285.064
Step 5	126.750	3.335.338
Step 6	131.007	3.348.351
Step 7	135.264	3.341.984
Step 8	139.521	3.324.705

Gambar 4-6
Tampilan tabel dengan nilai Reaktor seri $100 \mu\text{H}$

Seperti halnya percobaan pertama, pada percobaan kedua ini nilai Arus Inrush berkurang, tetapi tidak memenuhi persyaratan, sehingga perlu dicari lagi nilai reaktor seri yang tepat.

4.7.2.3 Percobaan keTiga

Memasukkan nilai reaktor seri sebesar $150 \mu\text{H}$, dengan nilai inputan yang lain sama dengan data yang didapatkan dari perusahaan. Dengan nilai reaktor seri $150 \mu\text{H}$ didapatkan hasil arus inrush seperti tabel berikut :

Step	Leq	Imax
Step 1	17.493	93.90
Step 2	18.236	6.951.669
Step 3	16.817	8.358.898
Step 4	22.493	7.666.124
Step 5	28.750	7.260.257
Step 6	31.007	6.882.536
Step 7	36.264	6.545.302
Step 8	39.521	6.246.820

Step	Leq	Imax
Step 1	167.493	54.874
Step 2	168.236	2.288.729
Step 3	166.817	2.654.013
Step 4	172.493	2.768.304
Step 5	176.750	2.824.452
Step 6	181.007	2.848.594
Step 7	185.264	2.865.617
Step 8	189.521	2.852.622

**Gambar 4-7
Tampilan tabel dengan nilai Reaktor seri $150 \mu\text{H}$**

Dari tabel diatas terlihat bahwa arus Inrush yang mengalir di Rangkaian kapasitor C1 dan Rangkaian kapasitor C2 sudah memenuhi persyaratan ($I_{Mak Pk} < I_{Nominal} \times 100$), tetapi untuk rangkaian Kapasitor yang lain (Rangkaian Kapasitor C3 – C8) masih belum memenuhi sehingga perlu dilakukan percobaan untuk mencari nilai reaktor seri yang tepat

4.7.2.4 Percobaan Ke Empat

Dengan merubah nilai Reaktor seri menjadi sebesar $200 \mu\text{H}$, dan inputan yang lain sama dengan data yang didapat di perusahaan didapatkan hasil berikut:

Step	Leq	Imax
Step 1	17.493	93.90
Step 2	18.236	6.951.669
Step 3	16.817	8.358.898
Step 4	22.493	7.666.124
Step 5	26.750	7.260.257
Step 6	31.007	6.882.535
Step 7	35.264	6.545.302
Step 8	39.521	6.246.820

Step	Leq	Imax
Step 1	217.493	51.066
Step 2	218.236	2.009.512
Step 3	216.817	2.327.966
Step 4	222.493	2.437.482
Step 5	226.750	2.493.677
Step 6	231.007	2.521.539
Step 7	235.264	2.534.065
Step 8	239.521	2.537.471

**Gambar 4-8
Tampilan tabel dengan nilai Reaktor seri $200 \mu\text{H}$**

Dengan Nilai reaktor seri sebesar $200 \mu\text{H}$, nilai arus inrush yang terjadi di rangkaian Kapasitor C1- C5 sudah sesuai dengan persyaratan, dimana nilai arus inrushnya sudah dibawah 2500A. Tetapi untuk nilai C6 – C8 masih belum memenuhi, sehingga perlu dilakukan percobaan lagi agar nilai arus Inrush yang terjadi disetiap rangkaian kapasitor sesuai dengan persyaratan yang sudah ditentukan.

4.7.2.5 Percobaan Ke Lima

Dari percobaan ke empat diketahui bahwa nilai arus inrush sudah hampir mendekati persyaratan yang ditentukan, hanya saja pada rangkaian kapasitor C6 sampai C8 masih belum memenuhi persyaratan. Oleh karenanya dilakukan percobaan sekali lagi dengan menaikkan nilai reaktor seri sebesar $215 \mu\text{H}$ dan nilai inputan yang lain sama dengan data yang didapat dari perusahaan

Dari hasil percobaan dengan menggunakan program, dengan reaktor seri sebesar $215 \mu\text{H}$ maka didapatkan nilai arus inrus sebagai berikut:

The screenshot shows a software interface titled "Tugas Akhir". At the top, there are tabs: "Tabel Hasil", "Grafik Sebelum Penambahan", "Grafik Setelah Penambahan", and "Grafik Perbandingan".

Tabel Sebelum Penambahan

Step	Leq	Imax
Step 1	17.493	93.90
Step 2	18.236	6,951.669
Step 3	16.817	8,358.898
Step 4	22.493	7,666.124
Step 5	26.750	7,260.257
Step 6	31.007	6,882.535
Step 7	35.264	6,545.302
Step 8	39.521	6,246.820

Tabel Sesudah Penambahan

Step	Leq	Imax
Step 1	232.493	50.151
Step 2	233.236	1,943.820
Step 3	231.817	2,261.389
Step 4	237.493	2,359.251
Step 5	241.760	2,415.075
Step 6	246.007	2,443.456
Step 7	250.264	2,456.950
Step 8	254.521	2,461.564

Input Parameter

Tegangan Sumber :	20	KV	Jarak (bus <> sumber) :	11.5	m	Tentang Penulis..
Frekuensi Sumber :	50	Hz	Panjang bus :	7	m	Gambar Rangkaian
Induktansi :	215	uH	Jarak (switch <> kapasitor) :	4.5	m	
Jumlah tingkat/step :	8	step	Kapasitas Tiap Kapasitor :	25	KVAR	
Arus dasar :	25	A				

Hasil Perhitungan

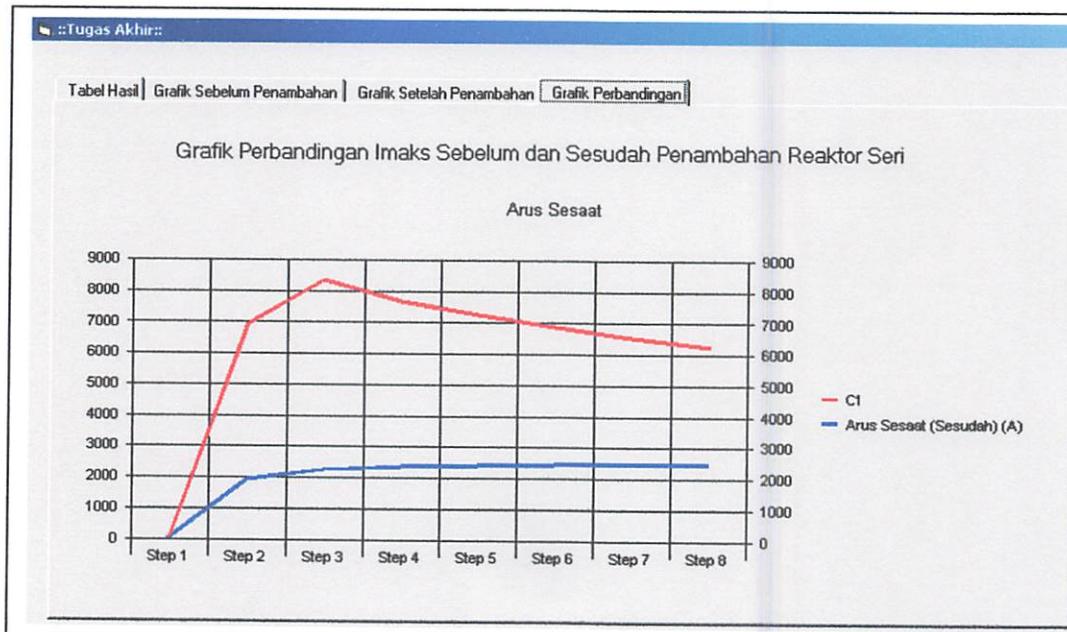
Ls : 8.9795496
Lb : 5.4658128
L1 - L8: 8.5137368

Buttons at the bottom: "Reset" and "Hitung".

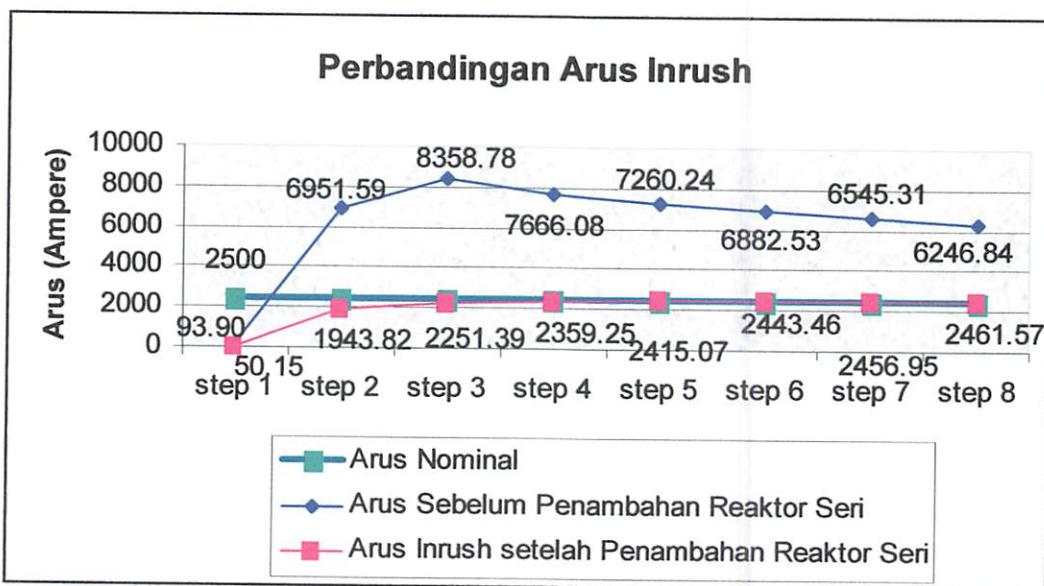
**Gambar 4-9
Tampilan tabel dengan nilai Reaktor seri $215 \mu\text{H}$**

Terlihat dari tabel diatas bahwa dengan nilai Reaktor seri sebesar $215 \mu\text{H}$, selain mampu mengurangi arus inrush yang terjadi di C1-C8 juga sudah

memenuhi persyaratan bahwa arus inrush yang diijinkan haruslah dibawah $100 \times$ arus nominal kapasitor (2500 A). Dari tabel diatas didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.10
Tampilan Program yang menunjukkan Grafik Arus Inrush sebelum dan sesudah penambahan reaktor seri sebesar $215 \mu\text{H}$



Gambar 4.11
Tampilan Grafik yang menunjukkan Arus Inrush sebelum dan Sesudah penambahan reaktor seri, dengan nilai Arus Nominal $\times 100$

Terlihat digambar 4.8 nilai arus inrush yang dihasilkan dengan penambahan reaktor seri sebesar $215 \mu\text{H}$ masih dibawah nilai yang diijinkan oleh ANSI / IEEE C37.012-1979 yaitu sebesar $100 \times I_{\text{Nominal}}$. Berikut ini tabel perbandingan antara nilai arus nominal dengan arus inrush sebelum dan sesudah penambahan reaktor seri sebesar $215 \mu\text{H}$.

Tabel 4-5
Perbandingan Arus Inrush sebelum dan sesudah Penambahan
Reaktor seri sebesar $215 \mu\text{H}$

STEP	Arus Nominal $\times 100 (\text{A})$	Arus Inrush (A)	
		Sebelum	Sesudah
1	2500	93.90	50.15
2	2500	6951.59	1943.82
3	2500	8358.78	2251.39
4	2500	7666.08	2359.25
5	2500	7260.24	2415.07
6	2500	6882.53	2443.46
7	2500	6545.31	2456.95
8	2500	6246.84	2461.57

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Dengan adanya kenaikan arus sesaat yang sangat besar, maka sangat perlu diberikan peredam untuk membatasi arus sesaat yang timbul. Dengan penambahan reaktor seri atau peredam lilitan sebesar 6% (IEC 70,1987) dari kapasitas kapasitor pada instalasi kapasitor pararel ternyata mampu meredam atau memperkecil arus sesaat .
2. Semakin besar nilai induktansi/reaktor seri maka akan semakin menurunkan nilai Arus Inrush (Inrush Current) yang terjadi. Dengan menggunakan reaktor seri sebesar 15 μH seperti yang telah terpasang di PT.SANKOSHA INDONESIA, KARAWANG maka:

Nilai Induktansi sebelum diberi reaktor seri : 17.49 μH , 18.24 μH , 16.82 μH , 22.49 μH , 26.75 μH , 31.01 μH , 35.26 μH , 39.52 μH .

Nilai Induktansi setelah diberi reactor seri : 32.49 μH , 33.24 μH , 31.82 μH , 37.49 μH , 41.75 μH , 46.01 μH , 50.26 μH , 54.52 μH

Arus inrush sebelum diberi reaktor seri : 93.90 A, 6951.59 A, 8358.78 A, 7666.08A, 7260.24 A, 6882.53 A, 6546.31 A, 6246.94 A

Arus Inrush Sesudah diberi reaktor seri : 97.58A, 5149.28A, 6077.02A, 5937.76A, 5811.45A, 5850.23A, 5482.36A, 5318.53A

3. Pemasangan reaktor seri sebesar 15 μH memang mampu mengurangi timbulnya arus inrush yang terjadi di tiap kapasitor, tetapi masih melebihi

ketentuan ANSI / IEEE C37.012-1979, dimana arus inrush yang diijinkan setelah penambahan reaktor seri maksimal $100 \times I_{\text{Nominal}}$.

Supaya penambahan reaktor seri harus sesuai ANSI / IEEE C37.012-1979, dengan menggunakan bantuan program didapatkan nilai raktor seri yang sesuai dan harus terpasang sebesar $215 \mu\text{H}$, dimana dengan reaktor seri sebesar $215 \mu\text{H}$ didapatkan hasil sebagai berikut:

Nilai Induktansi setelah diberi reactor seri : $232.49 \mu\text{H}$, $233.24 \mu\text{H}$, $231.82 \mu\text{H}$, $237.49 \mu\text{H}$, $241.75 \mu\text{H}$, $246.01 \mu\text{H}$, $250.26 \mu\text{H}$, $254.52 \mu\text{H}$

Arus Inrush Sesudah diberi reaktor seri : 50.15A , 1943.82A , 2251.39A , 2359.25A , 2415.07A , 2443.46A , 2456.95A , 2461.57A

Terlihat bahwa nilai arus inrush yang timbul di tiap kapasitor ketika menyala semua nilainya masih dibawah $I_{\text{Nominal}} \times 100$ (2500 A)

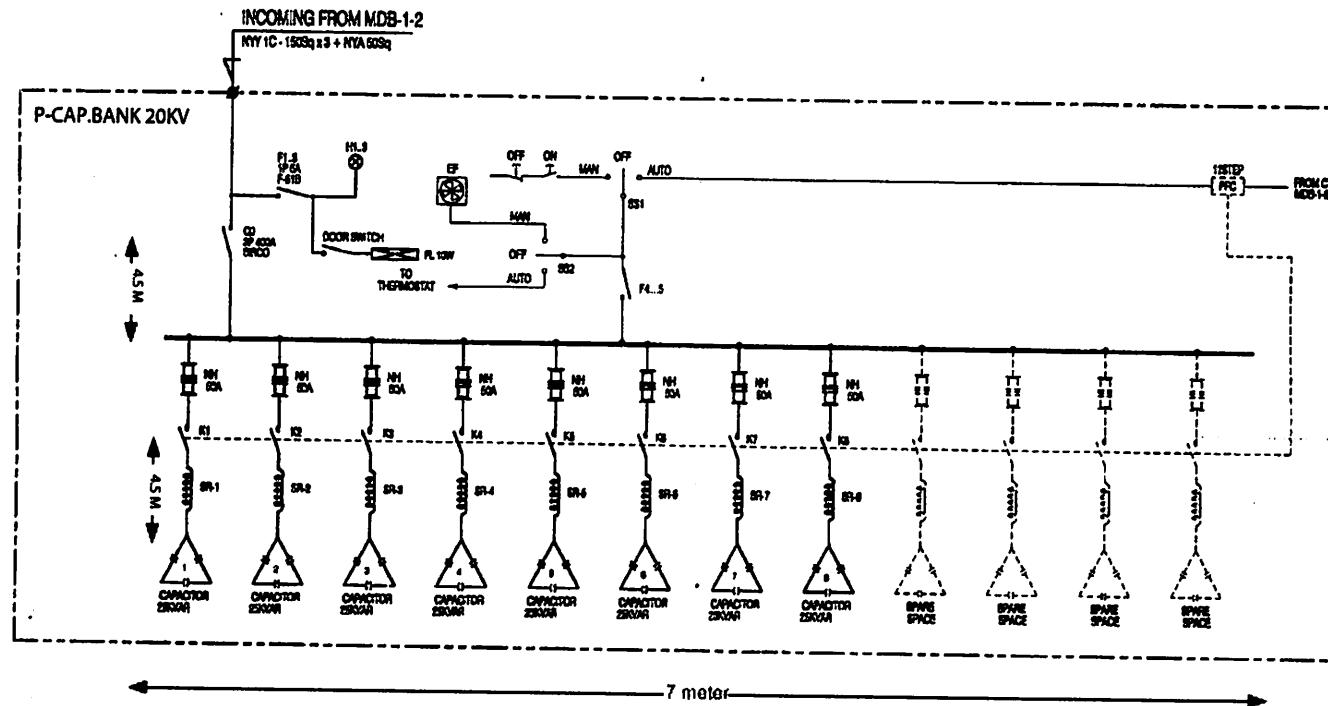
5.2. Saran

Dalam penelitian selanjutnya diharapkan peneliti dapat memperluas area penelitian sehingga didapatkan masukan – masukan yang baru dari hasil penelitian. Sehingga ilmu yang didapatkan juga bertambah.

Daftar Pustaka

- ❖ Larry M. Smith,1995, “A Practical Approach in Substation Capacitor Bank Applications to Calculating ,Limiting and Reducing the effects of Transient Current” , IEEE,vol.31,No 4 juli / August 1995.
- ❖ ANSI / IEEE C37.012 – 1979. IEEE Application Guide for Capacitance Current Switching for AC High – Voltage Circuit Breaker Rated on Symmetrical Current Basis.
- ❖ PT Schneider Ometraco, Katalog Harga 1997.
- ❖ Data – data Teknik PT. SANKOSHA INDONESIA, KARAWANG
- ❖ Diktat Rangkaian Listrik 1, 1998

LAMPIRAN



PT DAKO BUAJA PRIMA	DRAWING TITLE	REV	DATE	DRAWN	CHECKED	APPROVED	PANELINDO MAS	DRW NO	10002-02DX	PAGE
PT SANKOSHA INDONESIA	SINGLE LINE DIAGRAM	0	18-07-2003	KONO	BADROLI		Manufacturer Of Electrical Substation & LV Transformer	SCALE	M3	C1.
	CAPACITOR BANK 5x25KVAR	1	22-07-2003	KONO	BADROLI		JAKARTA	NO. FILE	SAH-OP-01	1

R.ELEKTRICAL 1 DATA PT.SANKOSHA INDONESIA

Tegangan Sumber	: 20 KV
Frek	: 20 Hz
Kapasitas Total Kapasitor	: 200 KVA
Kapasitas Tiap kapasitor	: 25 KVAR
Jumlah Step	: 8 step
Jarak Antara Bus dengan Sumber	: 4.5 Meter
Panjang BUS	: 7 Meter
Jarak Susunan Switch dgn Capacitor	: 4.5 Meter
Reaktor Seri	: 15 uH
Rating Pengaman Fuse (NT)	: 50 A



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : LUKMAN FERDINAN YUSUF
NIM : 97.12.093
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
Judul Skripsi : ANALISA DAMPAK PEMASANGAN
REAKTOR SERI SEBAGAI PENURUN
ARUS TRANSIEN PADA INSTALASI
KAPASITOR BANK SISTEM DISTRIBUSI
TENAGA LISTRIK PT.SANKOSHA
INDONESIA, KARAWANG, DENGAN
BATUAN PERANGKAT LUNAK VISUAL
BASIC

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 22 September 2006
Dengan Nilai : 81,75 (A) 8

Panitia Ujian Skripsi



Ir. Mochtar Asroni, MSME

Ketua



Ir. F. Yudi Limproptono, MT

Sekretaris

Anggota Penguji

Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE

Penguji Pertama

Ir. Chairul Saleh, MT

Penguji Kedua



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang Strata Satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 22 September 2006

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : LUKMAN FERDINAN YUSUF
NIM : 97.12.093
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
Judul Skripsi :

ANALISA DAMPAK PEMASANGAN REAKTOR SERI SEBAGAI PENURUN ARUS TRANSIEN PADA INSTALASI KAPASITOR BANK SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK PT.SANKOSHA INDONESIA, KARAWANG, DENGAN BATUAN PERANGKAT LUNAK VISUAL BASIC

Perbaikan meliputi :

No.	Materi perbaikan	Keterangan
1.	Yang dimaksud dengan step (1,2,3,4)	<i>✓</i>
2.	Poin 3 di kesimpulan diganti dengan usulan perubahan nilai reaktor seri	

Disetujui/Diperiksa

Dr. H. Almizan Abdullah, MSEE
Penguji Pertama

Ir. Chairul Saleh, MT
Penguji Kedua

Mengetahui/Menyetujui
Dosen Pembimbing

Ir. Teguh Herbasuki, MT



LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

1. Nama : LUKMAN FERDINAN YUSUF
2. NIM : 97.12.093
3. Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
4. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
5. Program Pendidikan : STRATA SATU (S-1)
6. Judul Skripsi : ANALISA DAMPAK PEMASANGAN
REAKTOR SERI SEBAGAI PENURUN
ARUS TRANSIEN PADA INSTALASI
KAPASITOR BANK SISTEM DISTRIBUSI
TENAGA LISTRIK PT.SANKOSHA
INDONESIA, KARAWANG, DENGAN
BATUAN PERANGKAT LUNAK VISUAL
BASIC
7. Tanggal Mengajukan Skripsi : 23 Juni 2006
8. Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 23 Desember 2006
9. Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Herbasuki, MT
10. Telah Dievaluasi dengan nilai : 90 (Sembilan Puluh)

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 103 950 0274

Malang, September 2006

Disetujui:
Dosen Pembimbing

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. 103 890 0209



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Lukman F. Yusuf
NIM : 97.12.093
Masa Bimbingan : 23 Juni – 23 Desember 2006
Judul Skripsi : Analisa Dampak Pemasangan Reaktor Seri sebagai Penurun Arus Transien Pada Instalasi Kapasitor Bank Sistem Distribusi Tenaga Listrik PT.Bentoel Malang Dengan Bantuan Perangkat Lunak PSCAD

Malang;

Dosen Pembimbing

(Ir. Teguh Herbasuki, MT)
NIP. Y. 1039000209



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Lukman F. Yusuf
NIM : 97.12.093
Masa Bimbingan : 23 Juni – 23 Desember 2006
Judul Skripsi : Analisa Dampak Pemasangan Reaktor Seri sebagai Penurun Arus Transien Pada Instalasi Kapasitor Bank Sistem Distribusi Tenaga Listrik PT.SANKOSHA INDONESIA,KARAWANG Dengan Bantuan Perangkat Lunak VISUAL BASIC

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1	30/07/06	Konsultasi Judul, perubahan tempat pengambilan data	
2	12/08/06	Konsultasi perubahan program dr. PSCAD ke Visual Basic	
3	26/08/06	Konsultasi bab I & II	
4	02/09/06	Konsultasi bab III & IV	
5	13/09/06	Konsultasi bab V.	
6	16/09/06	Acc seminar	
7	20/09/06	Acc ujian	

Malang;

Dosen Pembimbing

(Ir. Teguh Herbasuki, MT)

NIP/Y.1039000209