



# Penentuan Besaran Kapasitor Bank sebagai Peningkatan Faktor Daya Menggunakan Software LabView

• Donny Dupang Sitorus\*  
Politeknik Negeri Jakarta  
Jurusan Teknik Elektro  
Jakarta, Indonesia

• donny.dupang@sitorus.te20@mhs.w.pnj.ac.id  
\*penulis

A. Tossin Alamsyah  
Politeknik Negeri Jakarta  
Jurusan Teknik Elektro  
Jakarta, Indonesia  
tossin.alamsyah@elektro.pnj.ac.id

Asrizal Tatang  
Politeknik Negeri Jakarta  
Jurusan Teknik Elektro  
Jakarta, Indonesia  
asrizal.tatang@elektro.pnj.ac.id

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**Abstrak**—Pengembangan sektor perumahan, hotel, mal telah menghasilkan permintaan energi listrik terus meningkat. Oleh karena itu, distribusi energi listriknya cepat, tepat, dan akurat. Memperhitungkan faktor daya, konduktor, dan keamanan diperlukan. Hal itu karena melibatkan keandalan sistem, kualitas faktor daya harus dijaga oleh standar diberikan oleh PLN untuk mengurangi biaya listrik yang digunakan, meningkatkan kapasitas tegangan, dan mengurangi beban pada sistem. Penentuan arus desain beban antar juga penting untuk memudahkan dalam menentukan luas penampang ukuran kabel yang akan digunakan dengan benar, aman, dan dengan standar telah ditentukan. Pada saat yang sama, menghitung kapasitas pemutus sangat penting untuk keamanan dan pemutus arus ketika ada korsleting (atau kelebihan beban) yang dapat menyebabkan kerusakan pada motor listrik dan kebakaran karena percikan api. Pada penelitian ini, kita merancang dan menghitung nilai Kapasitor berdasarkan perhitungan luas penampang kabel, dan kapasitas pemutus menggunakan *software* LabVIEW sehingga dapat memudahkan industri untuk melakukan perhitungan dengan cepat hanya dengan memasukkan data beban.

**Kata kunci**—*LabVIEW*, *Kapasitor Bank*, *ukuran kabel*, *Pemutus*, *Cos φ*

## I. PERKENALAN

Energi listrik adalah salah satu peran energi paling vital dalam kehidupan sehari-hari. Fakta ini memicu permintaan energi listrik dari tahun ke tahun meningkat seiring dengan perkembangan sektor perumahan, hotel, mal, dan sebagainya. Peningkatan ini harus diikuti dengan distribusi energi listrik yang baik dan efisien untuk

memperoleh energi listrik dengan kontinuitas pasokan yang tinggi [1].

Di Indonesia, konsumen tenaga listrik terdiri dari berbagai kalangan mulai dari rumah tangga, bisnis, hingga industri. Variasi beban ini menyebabkan fluktuasi kualitas daya bus jaringan PLN distribusi. Kualitas daya ditentukan oleh faktor daya (PF) pada bus PLN yang tinggi dan rendah. Penurunan nilai PF ( $\cos \phi$ ) merupakan masalah yang harus diminimalisir. Karena dengan penurunan PF, konsumen dan pemasok energi listrik akan mengalami kerugian [2]. Bagi konsumen, kerugiannya termasuk penurunan tegangan sistem, dan daya listrik tidak dapat dimaksimalkan. Faktor yang mempengaruhi penurunan PF adalah penggunaan beban induktif. Masalahnya adalah kualitas daya yang rendah yang disebabkan oleh beban induktif [3]. Beban induktif adalah jenis beban dengan elemen luka kawat. Peningkatan beban induktif menghasilkan peningkatan penggunaan daya reaktif, yang mempengaruhi kualitas tenaga listrik, terutama faktor daya. Perbandingan antara daya aktif (W) dan daya yang terlihat (VA) akan menghasilkan faktor daya yang rendah ( $\cos \phi$ ) sebagai akibat dari penggunaan beban induktif [4].

Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengurangi daya reaktif karena menggunakan beban induktif adalah dengan mengkompensasi daya reaktif [5]. Kompensasi daya reaktif akan mengurangi daya reaktif beban induktif [6]. Kapasitor bank adalah beban kapasitif yang dapat mengurangi daya reaktif dalam beban induktif [7].

Sehingga penggunaan Kapasitor Bank sebagai kompensator daya reaktif dapat memperbaiki faktor daya yang buruk dalam beban sehingga penggunaan daya listrik untuk kebutuhan beban

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kabel yang benar juga perlu diperhatikan karena berfungsi untuk melihat dan mencari distribusi energi listrik dari sumber ke beban [8]. Untuk memastikan sistem aman, pemutus juga diperlukan. Pemutus seperti MCCB berfungsi sebagai safety dan pemutus arus ketika terjadi korsleting atau overload [9].  
 Oleh karena itu, perhitungan Kapasitor Bank, penentuan ukuran kabel, dan kapasitas pemutus diperlukan untuk menjaga kualitas daya yang akan diterima bagi konsumen. Penelitian ini akan menggunakan *software* LabVIEW didalam perhitungan sehingga akan memudahkan berkembang dalam melakukan penentuan kebutuhan sistem tenaga.

**A. Menentukan Besaran Kapasitor Bank**

Kapasitor Bank digunakan untuk meningkatkan faktor daya dalam suatu sistem dengan memasukkan daya reaktif ke dalam sistem [5]. Kapasitas kapasitor yang dimasukkan dalam sistem tergantung pada kebutuhan daya reaktif (VAR). Perhitungan kebutuhan akan kompensasi VAR dapat dihitung menggunakan rumus [10]

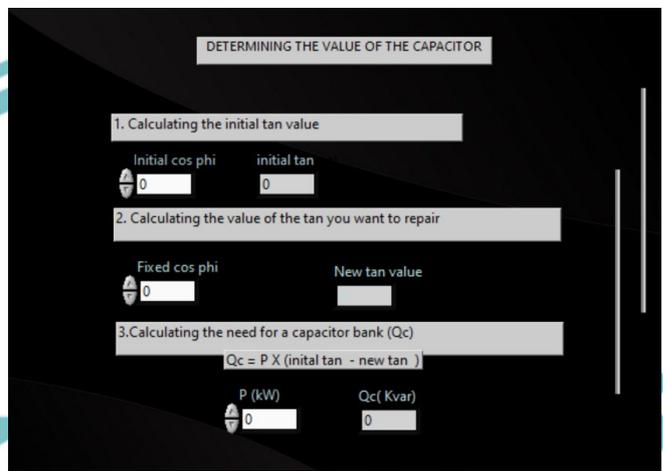
$$P \cdot (\tan(\cos^{-1} x_1) - \tan(\cos^{-1} x_2)) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

- P = Daya aktif
- X<sub>1</sub> = nilai faktor daya awal
- X<sub>2</sub> = nilai faktor daya target

Pada tahap ini, beberapa langkah harus dilakukan untuk menentukan nilai kapasitor Bank untuk meningkatkan nilai PF. Sebelum mencari nilai PF, hal pertama yang harus dilakukan adalah mencatat atau mengukur Cos φ rencana yang ada. Setelah mengetahui nilai Cos φ, maka tentukan

berapa target Cos φ baru yang Anda inginkan sehingga sistemnya jauh lebih baik dari sebelumnya. Beberapa input harus diketahui agar sistem dapat bekerja secara otomatis untuk perbaikan Cos φ yang diinginkan. Kita dapat melihat pada tampilan LabVIEW pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Gambar antarmuka dari tahapan penentuan nilai kapasitor

Dari Gambar 1 di atas, kita dapat memahami bahwa beberapa opsi output disajikan untuk menghitung besaran kapasitor Bank dan berapa banyak kapasitansi kapasitor yang diperlukan untuk memenuhi Kapasitor Bank yang terpasang.

**B. Menentukan Ukuran Kabel**

Dalam menentukan jenis kabel, Anda harus terlebih dahulu mempertimbangkan arus beban yang akan mengalir pada kabel. Setelah nilai arus beban ditentukan, maka akan dibandingkan dengan standar PUIL 2011 untuk menentukan luas penampang yang diperlukan. Berikut ini adalah perhitungan arus desain beban kabel berdasarkan aturan dalam PUIL 2011:

$$I_{Bk} = 125\% \times I_b \dots \dots \dots (2)$$

dimana:

- I<sub>Bk</sub> : Arus Desain Konduktor
- I<sub>b</sub> : Arus Beban

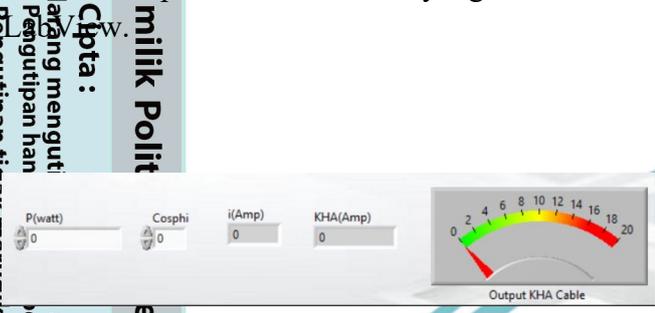
Pada tahap ini, antarmuka dibuat untuk menghitung ukuran kabel di LabVIEW. Input dalam daya aktif, tegangan, dan Cos φ. Program



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LabVIEW akan melakukan perhitungan secara otomatis berdasarkan input sehingga diperoleh nilai kuat hantar arus (KHA) kabel. Setelah mendapatkan nilai KHA, pemilihan ukuran kabel akan dilakukan pada lembar data yang tersedia di



Gambar 2. Penentuan Gambar Antarmuka Awal Uraian Kabel

### Menentukan Pemutus

Untuk menentukan kapasitas pemutus sirkuit, maka harus mempertimbangkan pengaturan maksimum perangkat perlindungan hubung singkat pada pemutus sirkuit. Perhitungan didasarkan pada standar yang berlaku, PUIL 2011, dimana pengaturan maksimum perangkat perlindungan hubung singkat pada pemutus sirkuit pemutus sangkar tidak melebihi 250% dari arus nominal total motor. Berikut ini adalah perhitungan desain beban pemutus:

$$I_b = 120\% \times I_b \dots \dots \dots (3)$$

- $I_b$  Arus Desain Breaker
- $I_b$  Arus Beban

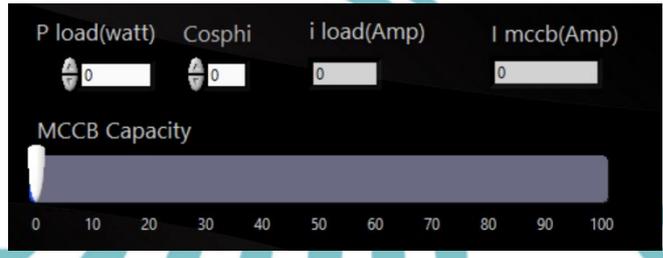
Setelah itu, untuk menentukan arus pengenal pemutus maka kita harus mencari terlebih dahulu arus desain pemutus ( $I_B$ ).

Karakteristik pemutus yang melindungi dari kelebihan beban harus memenuhi kondisi berikut:

$$I_b < I_B < I_{Bk}$$

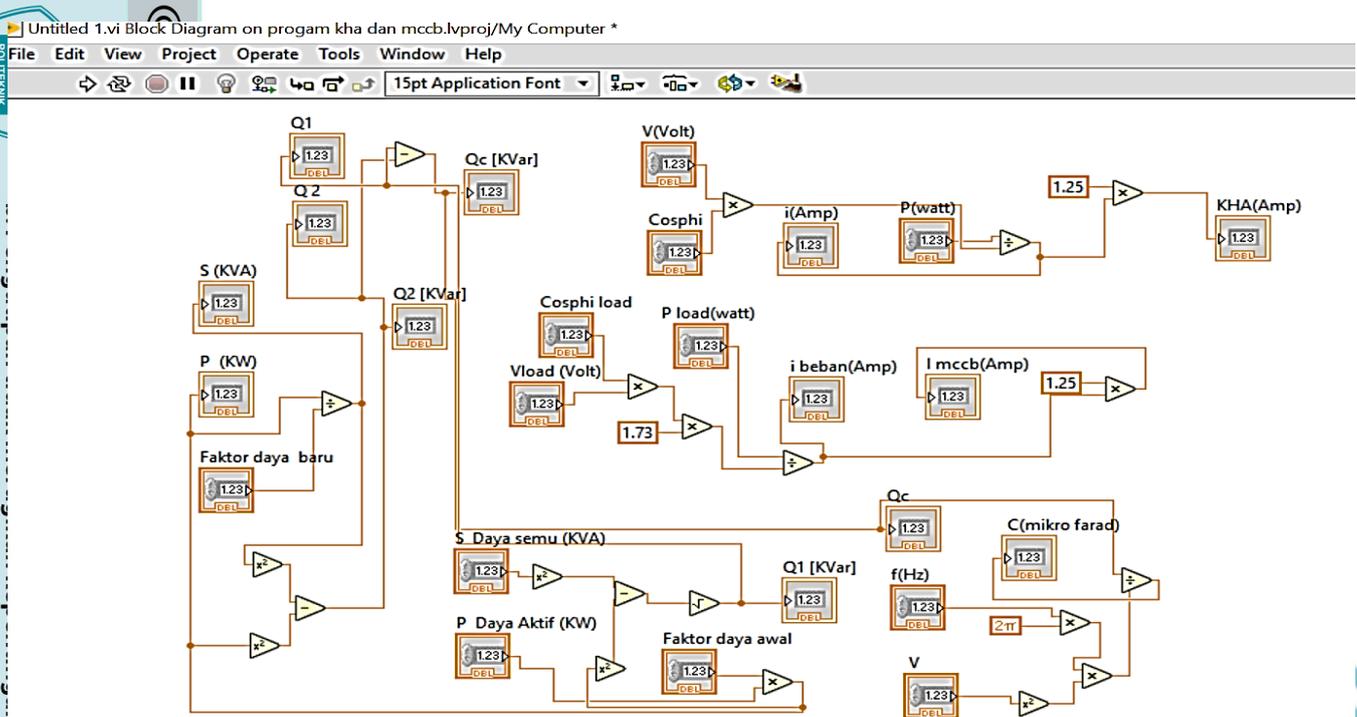
Pada tahap ini, antarmuka dibuat untuk menghitung kapasitas pemutus dalam perangkat

lunak LabVIEW. Inputnya adalah daya aktif, tegangan sumber, dan  $\cos \phi$ . Program LabVIEW akan secara otomatis menghitung nilai arus nominal dan arus desain pemutus yang dibutuhkan. Untuk menentukan arus pengenal pemutus ( $I_n$ ) dengan cara memilih nilai yang sesuai atau yang nilainya mendekati diatas nilai  $I_B$ . Dengan menentukan kapasitas pemutus yang benar maka system yang terintegrasi dapat berjalan sesuai harapan.



Gambar 3. Penentuan Gambar Antarmuka Awal pemutus





Gambar 4. Gambar diagram blok keseluruhan simulator

## II. HASIL DAN DISKUSI

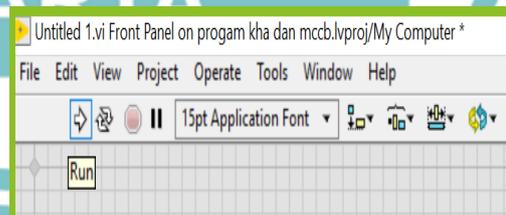
Dalam sub-bab ini, kita akan membahas hasil simulasi pengoperasian LabVIEW yang telah dilakukan untuk menemukan nilai arus desain beban ( $I_{Bk}$ ), kapasitas pemutus, dan besaran nilai desistor untuk perubahan PF yang lebih baik dari sistem rencana yang ada.

Identifikasi proses pencarian Nilai arus desain beban kabel ( $I_{Bk}$ ) menggunakan Antarmuka LabVIEW

Dalam penelitian ini diperlukan beberapa komponen input dan output dalam seri proses awal yang saling terkait. Gambar 4 di atas adalah diagram blok yang akan dijalankan untuk menentukan ketiga nilai tersebut, yaitu arus desain konduktor, kapasitas pemutus, dan besaran nilai kapasitor. Panel depan telah diatur seperti yang dijelaskan dalam bab 3.

Setiap proses simulasi akan dijalankan bersama. Sebelum simulasi dijalankan, diagram blok akan memeriksa koneksi kabel antara indikator dan

apakah mereka terhubung dengan benar atau tidak. Jika ada koneksi sambungan pada diagram blok yang salah, program secara otomatis tidak dapat dijalankan, dan tanda silang muncul di bagian kesalahan. Untuk tombol start atau stop, hanya satu kontrol yang dapat memulai dan menghentikan perhitungan ketiga komponen tersebut. Gambar 5 adalah gambar tombol untuk mensimulasikan tiga perhitungan.



Gambar 5. Gambar tombol run dan stop pada simulator

Hasil simulasi berupa angka sesuai dengan output yang diinginkan. Pencarian nilai arus desain beban kabel ( $I_{Bk}$ ) berupa ampere dan telah dilakukan beberapa kali dengan trial and error. Hasil simulasi telah dipastikan sama dengan hasil pengukuran lapangan. Untuk membuktikan apakah simulator dapat digunakan, studi kasus



diambil dengan nilai input berikut: Kapasitas Daya, Tegangan Sumber, dan Faktor Daya

Berikut ini adalah Tabel hasil perhitungan  $I_{bk}$  menggunakan simulasi LabVIEW

Tabel 1. Hasil perhitungan nilai  $I_{bk}$  menggunakan simulasi LabVIEW

Daya Aktif (Watt)	Cos $\phi$	$I_b$ (A)	$I_{bk}$ hasil simulasi LabVIEW (A)
25560	0.786	49,4662	61,8328
25850	0.793	49,5858	61,9823
23590	0.773	46,4215	58,0268
25950	0.786	48,2857	60,3571
21630	0.786	41,8605	52,3256

Dari Tabel 1 di atas dapat dilihat hasil simulasi percobaan pertama dan seterusnya.

Untuk membandingkan hasil simulasi LabVIEW, dilakukan data perhitungan manual dengan data pengukuran langsung di lapangan. Data input yang digunakan dalam perhitungan manual dibandingkan dengan studi kasus untuk simulasi. Hasil perhitungan manual dapat dilihat pada Tabel

Tabel 2. Hasil penghitungan nilai  $I_{bk}$  menggunakan pengukuran lapangan

	Daya Aktif (W)	Cos $\phi$	$I_b$ (A)	$I_{bk}$ hasil pengukuran lapangan (A)
1	25560	0.786	49,46	61,82
2	25850	0.793	49,57	61,96
3	23590	0.773	46,41	58,01
4	25950	0.786	48,28	60,35
5	21630	0.786	41,85	52,32

Tabel 2 di atas menunjukkan hasil perhitungan percobaan pertama dan seterusnya.

Tabel 3. perbandingan perhitungan  $I_{bk}$  pada pengukuran lapangan dan hasil simulator LabVIEW

Pengambilan data	$I_{bk}$ hasil simulasi LabVIEW (A)	$I_{bk}$ hasil pengukuran lapangan (A)
1	61,8328	61,82
2	61,9823	61,96
3	58,0268	58,01
4	62,7762	60,35
5	52,3256	52,32

Dari hasil Tabel 3 di atas, dapat dilihat hasil simulasi percobaan pertama dan seterusnya. Tidak ada perubahan nilai yang signifikan antara simulasi LabVIEW dan pengukuran lapangan. Perbedaan hasil simulasi dengan pengukuran lapangan hanya terletak pada nilai angka di balik koma. Seperti yang dapat kita lihat dalam pengambilan data 1, hasil simulasi LabVIEW adalah 61.8328 A sedangkan pengukuran lapangan adalah 61,82 A. Dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara hasil simulasi dan pengukuran lapangan.

### B. Identifikasi proses pencarian kapasitas pemutus ( $I_b$ ) menggunakan software LabVIEW

Untuk mengubah nilai faktor daya yang lebih baik dari sistem yang ada. Demikian pula, setelah *coding* diagram blok untuk menentukan kapasitas pemutus selesai dibuat, maka simulasi dapat dilakukan dengan menekan tombol run pada ikon bilah kontrol. Pada tahap ini menemukan nilai kapasitas pemutus, beberapa input dan output dibutuhkan. Hasil simulasi yang telah dilakukan beberapa kali dapat diartikan sebagai nilai yang dihasilkan mengikuti perhitungan. Pada Tabel 4 di bawah ini adalah hasil catatan dari hasil simulasi akhir menggunakan LabVIEW. Untuk membuktikan apakah simulator dapat digunakan, studi kasus diambil dengan nilai input untuk pemutus motor sebagai berikut:

Berikut ini adalah Tabel hasil perhitungan kapasitas breaker menggunakan simulasi LabVIEW



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. Hasil perhitungan kapasitas pemutus menggunakan simulator LabVIEW

No.	Daya Aktif (Watt)	Cos $\phi$	$I_B$ pada simulasi LabVIEW (A)
1.	84720	0,77	209,207
2.	88570	0,793	212,37
3.	84940	0,773	208,936
4.	91660	0,794	219,503
5.	87910	0,799	209,205

Tabel 4. di atas, hasil simulasi percobaan pertama dan seterusnya dapat dilihat. Untuk membandingkan hasil simulasi LabVIEW, diperlukan data perhitungan manual dengan data pengukuran langsung di lapangan. Data input yang digunakan dalam perhitungan manual dibandingkan dengan studi kasus untuk simulasi. Hasil perhitungan manual dapat dilihat pada Tabel

Tabel 5 Hasil penghitungan kapasitas pemutus dengan pengukuran lapangan.

	Daya Aktif (Watt)	Cos $\phi$	$I_B$ pada pengukuran lapangan (A)
	84720	0,77	209,16
	88570	0,793	212,31
	84940	0,773	208,87
	91660	0,794	219,46
	87910	0,799	209,16

Dari tabel 5. di atas, hasil perhitungan percobaan pertama dan seterusnya dapat dilihat.

Tabel 6. Perbandingan perhitungan untuk menentukan kapasitas pemutus dengan simulator LabVIEW dan pengukuran lapangan

Pengambilan data	$I_B$ pada simulasi LabVIEW (A)	$I_B$ pada pengukuran lapangan (A)
1	209,207	209,16
2	212,37	212,31
3	208,936	208,87
4	219,503	219,46
5	209,205	209,16

Dari hasil tabel 6 di atas, dapat dilihat hasil simulasi percobaan pertama dan seterusnya. Tidak ada perubahan nilai yang signifikan antara simulasi LabVIEW dan pengukuran lapangan. Perbedaan hasil simulasi dengan pengukuran lapangan hanya terletak pada nilai angka dibalik koma. Seperti yang bisa kita lihat pada pengambilan data 1, hasil simulasi LabVIEW adalah 209.207 A, sedangkan pengukuran lapangan adalah 209,16 A. Dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara hasil simulasi LabVIEW dan pengukuran lapangan.

### C. Identifikasi proses pencarian besaran nilai Kapasitor Bank untuk peningkatan faktor daya menggunakan software LabVIEW

Setelah pengkodean diagram blok untuk menemukan nilai kapasitor telah selesai, simulasi dapat dilakukan dengan menekan tombol berjalan pada ikon bilah kontrol. Pada tahap ini menemukan nilai kapasitor, banyak input dan output dijelaskan. Untuk mengubah nilai faktor daya yang lebih baik dari sistem yang ada. Hasil simulasi yang telah dilakukan beberapa kali dapat diartikan sebagai nilai yang dihasilkan dengan perhitungan. Pada Tabel 7 di bawah ini adalah hasil rekaman hasil simulasi akhir menggunakan LabVIEW

Untuk membuktikan apakah simulator dapat digunakan, studi kasus diambil dengan input berikut: Active Power, Cos  $\phi$  sebelum perbaikan PF, dan target Cos  $\phi$

Berikut ini adalah tabel hasil perhitungan nilai yang dibutuhkan Kapasitor menggunakan simulasi LabVIEW:



Tabel 7 Kapasitor membutuhkan hasil perhitungan nilai menggunakan simulator LabVIEW

No.	Daya Aktif (kW)	Cos $\phi$ 1	Cos $\phi$ 2	Kebutuhan Daya Reaktif pada simulasi LabVIEW (kVAR)
1	542,08	0,786	0,99	349,13
2	531,38	0,793	0,99	332,515
3	482,48	0,773	0,98	298,003
4	495,22	0,786	0,99	318,949
5	512,62	0,786	0,99	330,156

Tabel 7 di atas menunjukkan hasil simulasi percobaan pertama dan seterusnya.

Untuk membandingkan hasil simulasi LabVIEW diperlukan data perhitungan manual dan data pengukuran langsung di lapangan. Data input yang digunakan dalam perhitungan manual dibandingkan dengan studi kasus untuk simulasi. Hasil perhitungan manual dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Hasil penghitungan nilai kapasitor yang dibutuhkan dengan menggunakan pengukuran lapangan

No.	Daya Aktif (kW)	Cos $\phi$ 1	Cos $\phi$ 2	Kebutuhan Daya Reaktif hasil pengukuran lapangan (kVAR)
1	542,08	0,786	0,99	349,13
2	531,38	0,793	0,99	332,52
3	482,48	0,773	0,99	298,00
4	495,22	0,786	0,99	318,95
5	512,62	0,786	0,99	330,16

Tabel 8 di atas menunjukkan hasil perhitungan percobaan pertama dan seterusnya.

Tabel 9 perbandingan nilai-nilai kapasitor pengukuran bidang manual yang dibutuhkan dan simulator LabVIEW

Pengambilan Data	Kebutuhan Daya Reaktif hasil simulasi dengan LabVIEW (kVAR)	Kebutuhan Daya Reaktif hasil pengukuran lapangan (kVAR)
1	349,13	349,13
2	332,515	332,52
3	298,003	298,00
4	318,949	318,95
5	330,156	330,16

Dari hasil tabel 9 di atas, dapat dilihat bahwa perubahan simulasi dihasilkan dari percobaan pertama dan seterusnya. Tidak ada perubahan nilai yang signifikan antara simulasi LabVIEW dan pengukuran lapangan. Seperti yang dapat kita lihat dalam pengambilan data hasil simulasi Lab VIEW, yaitu 349,13 kVAR, dan hasil pengukuran lapangan juga 349,13 kVAR. Hasil simulasi LabVIEW dan pengukuran lapangan adalah sama atau hanya selisih sedikit.

### III. KESIMPULAN

1. Aplikasi LabVIEW dapat menghitung luas penampang kabel, besaran nilai kapasitor bank, dan kapasitas pemutus secara otomatis dan akurat.
2. Perhitungan otomatis yang dilakukan oleh software LabVIEW dan nilai pengukuran lapangan bisa dikatakan sama, karena hanya berbeda sedikit saja.
3. Perbedaan nilai simulasi LabVIEW dan pengukuran lapangan disebabkan oleh angka kesalahan alat ukur yang digunakan dalam pengukuran.

Hak Cipta :  
 1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumbernya.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta.  
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta.



## REFERENSI

[1] E. Ridwan, M. I. Arsyad, A. Razikin, )

Program, S. T. Elektro, and J. T. Elektro, "Analisis Perencanaan Pembagian Beban Dan Instalasi Listrik Pada Hotel Golden Tulip Di Kota Pontianak," pp. 1–8, 2018.

[2] S. Fauzan, F. Danang Wijaya, "Studi Perbaikan Faktor Daya Beban Induktif Dengan Kompensator Reaktif Seri Menggunakan Sakelar Pemulih Energi Magnetik," *Tek. Elektro FT UGM*, pp. 125–147, 2019.

[3] Siani, A. Razikin, and Syaifurrahman, "Identifikasi dan Analisis Jenis Beban Listrik Rumah Tangga Terhadap Faktor Daya ( Cos Phi )," *J. Untan*, vol. 1, no. 3, pp. 1–9, 2020.

[4] Dani and M. Hasanuddin, "Perbaikan Faktor Daya Sebagai Kompensator Daya Reaktif ( Studi Kasus STT Sinar Husni )," *Semin. Nas. R.*, vol. 998, no. September, pp. 673–678, 2018.

[5] B. Rizqiya, *Analisis Perencanaan Perbaikan Faktor Daya Sebagai Upaya Optimasi Daya Listrik Di Gedung E5 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang*. 2019.

[6] T. Listrik, "Simulasi biaya penyaluran daya listrik dengan metode," *Univ. Stuttgart*, pp. 1–9.

[7] B. Ar Rahman, "Optimalisasi Penempatan Kapasitor Bank Untuk Memperbaiki Kualitas Daya Pada Sistem Kelistrikan Pt.

Semen Indonesia Aceh Menggunakan Metode Genetic Algorithm (Ga)," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2016.

[8] S. A. Gunawan, "Analisis Penghantar dan Pengaman Pada Gedung Admisi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta ( Analysis of Conductor and Protection on Admission Building Universitas Muhammadiyah Yogyakarta )," 2000.

[9] W. P. Azhari, "Tugas akhir evaluasi perencanaan kebutuhan daya pada instalasi listrik kantor pimpinan daerah muhammadiyah kota medan," *Tek. Elektro*, 2019.

[10] P. Kebutuhan and K. Daya, "Key words : capasitor bank," pp. 63–72, 2006.