

## Perancangan Alat Inverter Energi Listrik Menggunakan Simulink Matlab

Balisranislam<sup>1\*</sup>, Partaonan Harahap<sup>2</sup> & Sudirman Lubis<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>) Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

<sup>2</sup>) Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Telp 061-6622400 ext 12. Fax 061-6625474

\*Email: balisranislam@umsu.ac.id

### ABSTRACT

*The need for electrical energy has become an inseparable part of people's daily lives in line with the increasing economy and development in the fields of technology, industry, information, research, agriculture and education. Electric motor machines containing coils of wire (inductors) where inductive loads absorb reactive power for magnetization needs, so the source (power plant) must supply greater power. Of course, this situation can cause voltage drops, increased current in the network and low power factor in the area near the load. Based on the simulation output, the resulting power factor has reached the standard ( $\cos \phi$ ) (SPLN T5.003-1, 2008) which is 0.85 lagging. However, in this study, the power factor is targeted to reach 0.9 lagging. Therefore, the researchers analyzed how much the capacitor bank needs to be added in order to achieve a power factor of 0.9 lagging.*

**Keywords:** Power Factor, Reactive Power, Capacitor Bank, Simulink.

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada saat ini semakin cepat dengan lahirnya inovasi-inovasi baru mengakibatkan banyak produk baru yang muncul, seperti energi matahari adalah energi terkuat yang dapat dimanfaatkan khususnya Di Indonesia untuk dirubah menjadi energi listrik. Saat energi matahari sudah dirubah menjadi energi listrik, maka energi listrik dapat digunakan untuk menghidupkan peralatan listrik seperti TV, dispenser, kipas angin, charging HP/laptop dan lain-lain. Banyak terjadi, konsumsi listrik melambung tinggi untuk hal yang seharusnya dapat dikurangi.

Disamping itu, tagihan listrik yang tinggi dapat disebabkan oleh pemakaiannya yang salah. Pada dasarnya suatu Inovasi baru tidak mudah diserap oleh seluruh lapisan masyarakat. Kenyataan yang dihadapi saat ini, masyarakat masih banyak yang belum mengenal atau belum memahami apa yang dimaksud dengan lampu hemat energi. Masyarakat cenderung memilih lampu yang murah dan mudah didapatkan di pasaran tanpa mengetahui dengan pasti konsumsi energi dari lampu tersebut. Hemat energi adalah suatu tema yang menarik perhatian penuh di seluruh masyarakat umum, tapi dalam hubungan ini jarang dipikirkan ke masalah penerangan.[1]

Pemilihan jenis lampu juga berpengaruh terhadap besar kecilnya biaya penggunaan listrik tersebut dan masyarakat terkadang kurang memperhatikan hal ini, karena menganggap konsumsi energi listrik untuk penggunaan lampu relatif lebih kecil dibandingkan penggunaan peralatan listrik lainnya, seperti televisi, kulkas, maupun AC. Asumsi ini muncul akibat adanya anggapan bahwa daya yang dibutuhkan oleh satu dari peralatan-peralatan tersebut lebih besar daripada daya sebuah lampu.

Demikian pula dengan waktu penggunaannya, dimana beberapa peralatan listrik seperti kulkas dan AC harus hidup selama 24 jam non-stop, sedangkan lampu kurang lebih hanya 9 jam per hari. Namun, potensi penghematan energi listrik pada penggunaan lampu tersebut ternyata sangat besar dan lampu merupakan peralatan pengguna tenaga listrik yang utama dan penting. Rata-rata hampir 50 % dari tenaga listrik digunakan untuk [9].

Menurut [2] untuk keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik ini dihubungkan satu sama lain yang

mempunyai interelasi dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Adapun yang dimaksud sistem tenaga listrik disini adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk (pusat beban) yang satu sama lain dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan satu kesatuan interkoneksi. Kebutuhan akan tenaga listrik dari pelanggan selalu bertambah dari waktu ke waktu. Untuk tetap dapat melayani kebutuhan tenaga listrik dari pelanggan, maka sistem tenaga listrik harus dikembangkan seiring dengan kenaikan kebutuhan akan tenaga listrik dari para pelanggan. Untuk dapat melakukan hal ini dengan sebaik-baiknya maka hasil-hasil operasi perlu di rancang sebuah alat dan dievaluasi antara lain diperlukan menambah unit-unit rangkaian penambah daya listrik.

Menurut [3] dalam penelitian implementasi model analisis perbaikan faktor daya listrik rumah tangga dengan simulasi perangkat lunak. Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha, dalam sistem tenaga listrik daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan watt atau *horsepower* ( HP ). Horsepower merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara dengan 746 watt, sedangkan watt merupakan unit daya listrik dimana 1 watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 ampere dan tegangan 1 volt. Dinyatakan dengan :

$$P = V \times I \quad (1)$$

Dimana: P = Daya ( watt )  
V = Tegangan ( volt )  
I = Arus ( ampere )

Menurut [4] dalam penelitian peningkatan kualitas daya listrik dalam pemakaian lumener menggunakan lampu hemat energi ( LHE ). Energi listrik merupakan energi yang mempunyai sifat-sifat yang banyak menguntungkan dibandingkan energi lain : mudah dibangkitkan ( generation ), mudah disalurkan (transmission), mudah dibagikan (distribution), serta mudah diubah menjadi energi lain dengan efisiensi tinggi.

Untuk membangkitkan energi listrik diperlukan energi lain, seagai energi penggerak mula (primover), yang ada pada saat ini kebanyakan menggunakan energi fosil, cadangan energi yang bersumber pada energi fosil saat ini sudah mulai menipis, sedangkan untuk pembangkitan energi listrik masih banyak yang bertumpu pada energi tersebut. Walaupun upaya pembangkitan energi listrik sedang di upayakan banyak cara yang menggunakan energi selain energi fosil dan merupakan proses yang ramah lingkungan (reversible).

Menurut B G Melipurbowo (2016) dalam penelitian pengukuran daya listrik real time dengan menggunakan sensor arus ACS 712. Energi listrik merupakan penggerak bagi semua komponen listrik yang dipakai pada semua kegiatan di instansi maupun industri, harga energi listrik telah banyak mengalami kenaikan sehingga diperlukan program penghematan energi listrik. Ada dua kategori dalam penghematan energi listrik yaitu kebutuhan peralatan dan penerangan.

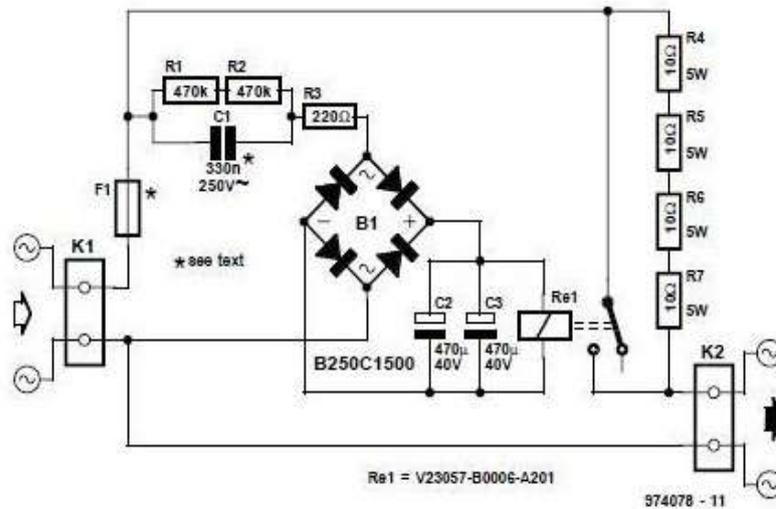
Inverter adalah alat bantu penguat lonjakan daya listrik, alat ini tidak melanggar ketentuan dari PLN karena tidak mengganggu ataupun mengubah apapun pada meteran PLN. Kapasitas daya listrik yang terpasang pada jaringan rumah akan membatasi penggunaan daya listrik yang mampu disalurkan ke beban. Jika terjadi kelebihan daya maka jaringan listrik akan terputus. Jika diinginkan kapasitas daya yang lebih tinggi maka kapasitas jaringan listrik harus ditingkatkan, meskipun penggunaan listrik saat melebihi kapasitas daya terpasang hanya beroperasi dalam waktu yang tidak terlalu lama. Alternatif emergency back up yang dapat di lakukan untuk mengatasi beban yang melebihi kapasitas daya terpasang adalah dengan menambahkan perangkat inverter untuk lonjakan kelebihan daya. Kelebihan daya listrik pada rumah tangga dengan mcb 2a (450 watt) yang akan di supplay dengan alat inverter akan menjadi topik penelitian ini.



Gambar 1. Alat Inverter (Power Bank)

Inverter juga di definisikan sebagai peralatan elektronik yang dipergunakan untuk mengatur atau memperhalus lonjakan arus star atau *inrush current* dari beban listrik. Pada umumnya beban listrik yang memiliki karakteristik seperti ini adalah motor listrik, akan tetapi hal ini juga terjadi pada peralatan listrik lainnya yang terdapat kapasitor/elco dan dioda atau rangkaian penyearah, seperti power supply pada PC. Alat peningkat daya listrik merupakan peralatan elektronik yang digunakan sebagai media penyalur energi listrik dan meningkatkan daya penggunaan energi listrik. Sesuai dengan prinsip kerja generator listrik, unit ini mampu menghasilkan arus kuat dan tegangan bolak balik ( AC ) yang bekerja melalui prinsip aktivasi volatase listrik AC.

Alat ini merupakan alat dengan modifikasi penggunaan rangkaian elektronika dengan teknologi baru yang digunakan untuk tujuan akhir sebagai penghematan penggunaan energi listrik. Melalui sistem induksi elektromagnetik, kelebihan elektron akan meningkatkan potensial listrik. Potensial listrik dengan perbedaan tinggi akan ikut menambah arus listrik terinduksi dan akan meningkatkan daya keluar dari alat peningkat daya listrik. Peningkat daya listrik dapat digunakan pada penghematan kebutuhan energi listrik pada rumah tangga, industri, atau tempat-tempat umum. Pemasangan alat ini bisa dengan diletakkan pada jaringan listrik setelah pemasangan kwh-meter PLN dan sebelum penggunaan instalasi beban listrik. Awal pemakain sebuah bengkel industri alat dan mesin pertanian terdapat permasalahan pemakain. Permasalahan pada pengaplikasian peningkat daya yakni terjadi penurunan tegangan output yang dihasilkan pada alat. Penurunan tegangan akan sangat merugikan jika terus di aplikasikan pada peralatan elektronika tanpa menggunakan adaptor. Pengaruh tersebut dari penggunaan energi listrik dengan tegangan tidak stabil adalah kerusakan pada peralatan elektronika.



Gambar 2. Rangkaian Inverter

Prinsip kerja dari alat inverter ini adalah menunda sesaat kebutuhan listrik yang di konsumsi saat waktu pertama PC dinyalakan. Ketika PC dinyalakan atau ditekan power switchnya, saat itu juga terjadi tarikan arus listrik yang besar mengisi kekosongan muatan listrik yang ada dalam kapasitor elektrolit ( elco ) yang terdapat didalam powr supplay PC setelah rangkaian penyearah atau dioda. Aliran listrik yang tersedot ketika melebihi dari beban listrik yang terpasang di meteran ini akan mengakibatkan MCB meteran trip. Dengan inverter aliran arus dialirkan perlahan sepersekian detik sehingga tidak terjadi tarikan arus yang besar untuk pertama kalinya.

Watt adalah satuan dari daya (*power*). Wattmeter adalah alat ukur untuk mengukur daya yang terdapat dalam satu komponen elektronik. Salah satu fungsi mengetahui daya pada suatu rangkaian elektrik adalah hubungannya dengan efisiensi dan hemat energi. [5] Daya listrik dalam perhitungannya dapat di kelompokkan dalam dua kelompok sesuai dengan catu tenaga listriknya, yaitu daya listrik DC dan daya Listrik AC. Daya listrik DC . Daya listrik AC ada dua macam yaitu daya untuk satu fasa dan daya untuk tiga fasa. Pada sistem satu fasa dirumuskan sebagai berikut:

$$P = V \times i \times \text{Cos } \varphi \quad (2)$$

- Dimana :
- V = Tegangan Kerja (volt)
  - i = Arus yang mengalir ke beban
  - Cos  $\varphi$  = Faktor Daya

Untuk hambatan listrik yang konstan, besar daya listrik sebanding dengan kuadrat tegangan ataupun kuadrat arus. Hubungan antara watt, joule, dan kilowatt-hour (kWh) adalah 1 Watt = 1 joule/detik atau 1 joule = 1 Watt x sekon. Untuk pemakaian energi listrik dalam jumlah besar biasanya satuan energi listrik dinyatakan dalam kilowatt-hour (kWh). Satu kWh adalah energi yang dihasilkan oleh daya 1 kW selama 1 jam. Arus listrik masuk kerumah kita melalui kWh meter dan pembatas daya kWh-meter tersebut mengukur banyaknya energi listrik yang digunakan dalam satuan watt, sedangkan pembatas daya maksimum dengan satuan ampere yang dapat dipergunakan dirumah kita.[6]

Matlab menerapkan bahasa pemrograman Matlab dan menyediakan berbagai macam tools (dinamakan *toolbox*) dan library dari fungsi-fungsi yang sering diperlukan untuk menyelesaikan masalah teknikal dan sains dengan lebih mudah dan lebih efisien. Modul ini memperkenalkan bahasa pemrograman Matlab versi 2007b dan menjelaskan bagaimana menggunakan Matlab untuk menyelesaikan masalah teknikal secara umum.[7]

Contoh dari kalkulasi interaktif, misalnya kita ingin menghitung luas lingkaran dengan radius 2,5 m maka kita dapat melakukannya dalam Matlab *Command Window* dengan mengetikkan:

```
>> Luas = pi * 2.5^2  
  
Luas = 19.6350
```

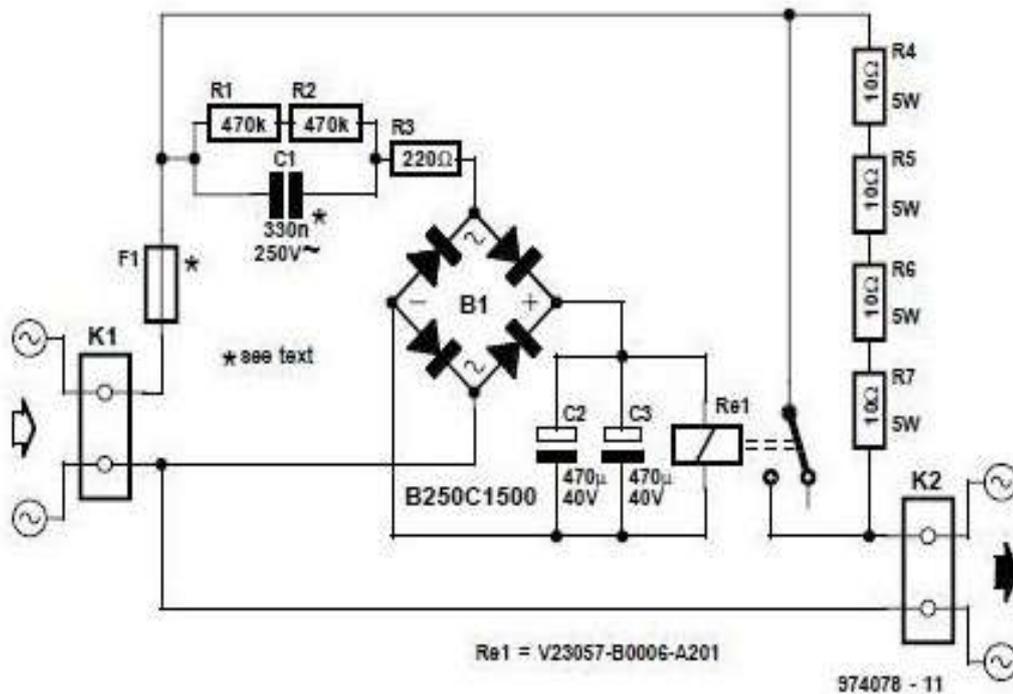
Matlab segera menghitung jawaban perintah yang kita masukkan begitu tombol *Enter* ditekan dan menyimpan jawaban tersebut dalam variabel (dalam hal ini *array* berukuran 1x1) bernama Luas. Variabel Luas tersebut dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya sebelum kita memerintahkan nilai baru untuk dinamakan dengan nama variabel yang sama.[8]

### METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dimulai dari mengumpulkan data, desain alat dan pembuatan alat, dan menganalisa. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah berupa studi literatur; desain alat dan pembuatan alat, hasil dan analisa. Penelitian dimulai pertama kali dengan merumuskan masalah yang akan dikaji dalam penelitian, dilanjutkan dengan studi kepustakaan untuk mendukung dan sebagai landasan pelaksanaan penelitian.

Jalannya penelitian dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

1. Merancang dan membuat model Rangkaian kapasitor bank seperti gambar 3 di bawah ini :



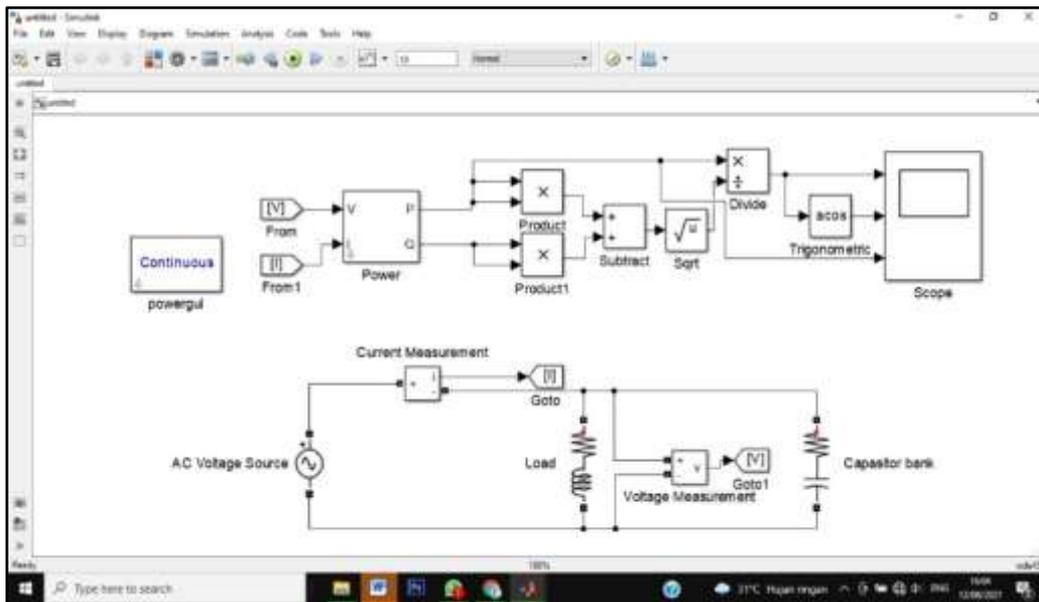
Gambar 3. Model rangkaian kapasitor bank

2. Mendesai simulink matlab
3. Melakukan uji coba, analisis data elektris yang dihasilkan serta perbaikan model menggunakan Simulink Matlab

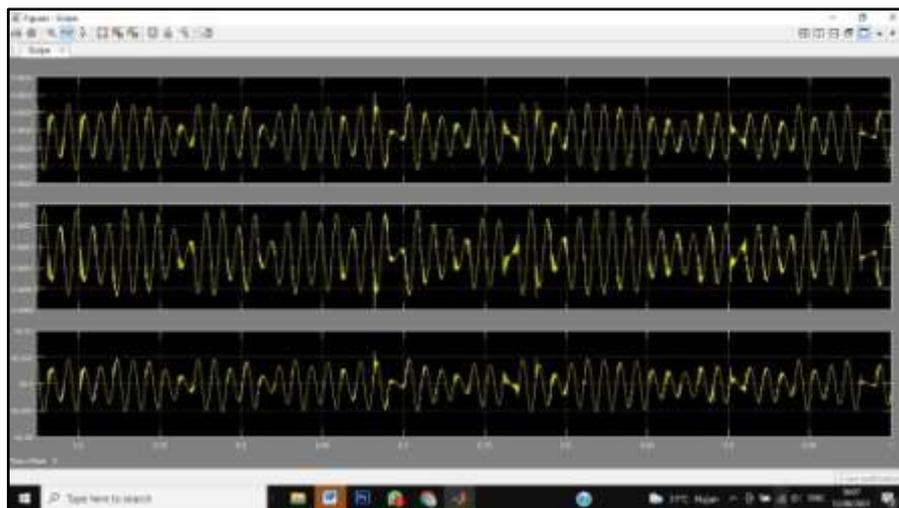
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Permodelan rangkaian pemasangan kapasitor bank pada Matlab Simulink dapat dilihat pada Gambar 4.

Copyright©2021 Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi. This is an open acces article under the CC-BY-SA licence (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

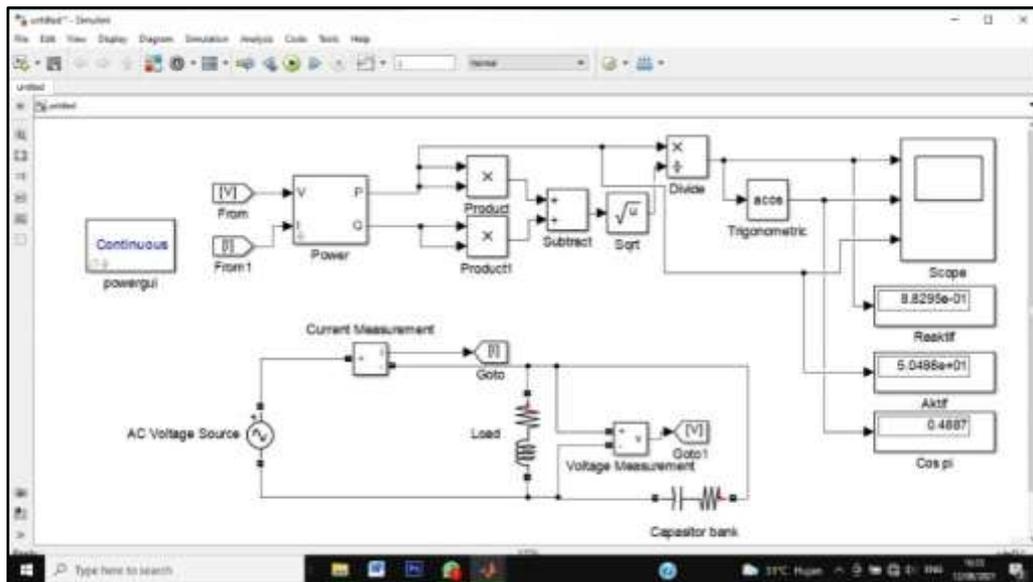


Gambar 4. Permodelan Simulink kapasitor bank



Gambar 5. Bentuk Gelombang Simulink kapasitor bank

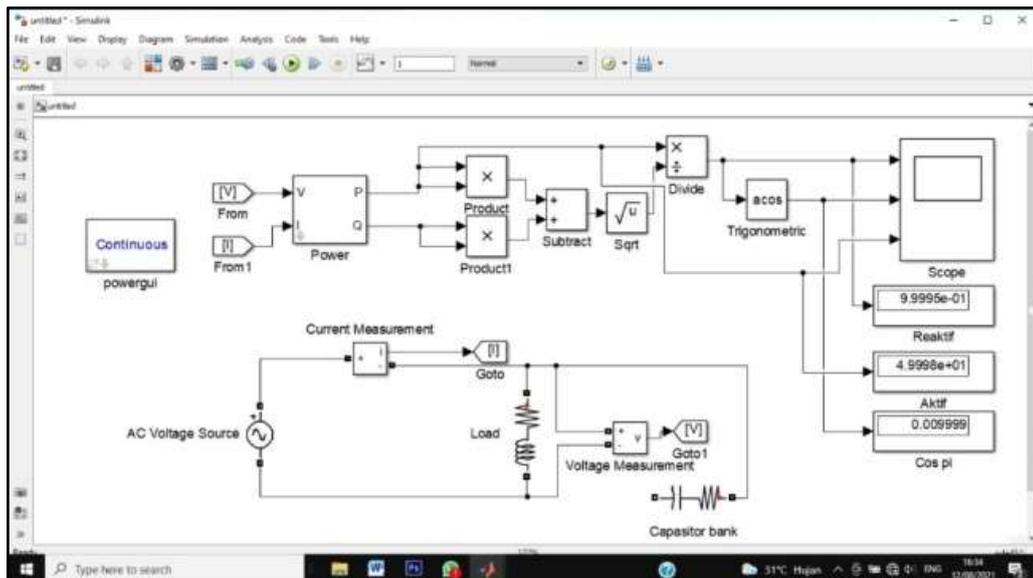
Bentuk gelombang di atas menunjukkan hasil dari model pemberian energi bank kapasitor ketika kontaktor bank kapasitor ditutup. Simulasi waktu untuk pemberian energi bank kapasitor dipilih sebagai 0,1 detik (10 siklus). Dari hasil simulasi dapat terlihat bahwa daya yang dihasilkan dari sumbernya adalah dikirim ke beban secara efisien tanpa ada gangguan. Oleh karena itu ketika sebuah bank kapasitor adalah terhubung pada sisi beban dimana gangguan terjadi lebih banyak, gangguan ini dikurangi dengan penggunaan bank kapasitor yang meningkatkan reaktif daya yang pada gilirannya meningkatkan daya aktif di beban dan dengan demikian sistem menjadi seimbang.



Gambar 6. menunjukkan modeling rangkaian faktor daya

Untuk rangkaian faktor daya terdapat pada Pada permodelan ini dalam keadaan terpasang kapasitor bank 240 Volt, dengan hasil keluaran faktor daya 0,4887 lagging. Dimana hasil keluaran 0,4887 lagging ini sebagai pembuktian data yang diambil, apakah hasil simulasi sama dengan data yang didapat pada saat penelitian.

Data hasil simulasi faktor daya pada Matlab Simulink, dimana sebagai input rangkaian faktor daya yaitu tegangan dan arus yang dapat dari hasil simulasi ini dalam keadaan terpasang pada satu panel kapasitor bank yang berkapasitas 240 Volt, yang tersusun secara seri terhadap beban. Berdasarkan hasil keluaran simulasi faktor daya yang dihasilkan telah mencapai standar ( $\cos \phi$ ) (SPLN T5.003-1, 2008) yaitu 0,85 lagging. Namun pada penelitian ini mentargetkan faktor daya



Gambar 7. Modeling rangkaian faktor daya Via Matlab Simulink R2016a

mencapai 0,9 lagging,. Maka dari itu peneliti menganalisis berapa kebutuhan kapasitor bank yang akan ditambahkan supaya mencapai faktor daya 0,9 lagging. Dari hasil simulasi bentuk gelombang setelah pemasangan kapasitor bank dengan data yang terpasang menunjukkan faktor daya dalam

kondisi leading dimana arus (I) mendahului tegangan (V) dan memerlukan beban induktif dari jaringan untuk perbaikan faktor daya. Dalam kondisi tersebut menunjukkan kebutuhan akan nilai daya reaktif yang melebihi batas kebutuhan dari beban induktif.

### KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Inverter dapat memperbaiki Faktor daya.
2. Hasil simulasi dari sebelum menggunakan inverter memiliki daya rendah.
3. Sedangkan hasil simulasi setelah pemasangan inverter di dapat factor daya tinggi sehingga dapat menurunkan daya reaktif pada beban induktif.
4. Hasil simulasi dengan pemasangan Inverter dapat mengkompensasi beban induktif.
5. Pada pemasangan inverter dapat menurunkan nilai daya reaktif, sehingga hal ini sangat berpengaruh terhadap perlengkapan listrik baik ukuran kabel, pengamanan listrik dan peralatan rumah tangga lainnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Harahap and B. Oktrialdi, "Harmonisa in defibrillator equipment (DC Shock) using simulink Matlab," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 821, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012025.
- [2] R. Rimbawati, A. A. Hutasuhut, and M. Muharnif, "Peningkatan Kapasitas Daya Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Bintang Asih Guna Memenuhi Kebutuhan Penerangan," *J. Pengabdian. Kpd. Masy.*, 2019, doi: 10.24114/jpkm.v24i4.12836.
- [3] P. Harahap, "Implementasi Karakteristik Arus Dan Tegangan Plts Terhadap Peralatan Trainer Energi Baru Terbarukan," *Semin. Nas. Tek. UISU*, vol. 2, no. 1, pp. 152–157, 2019.
- [4] Rimbawati, N. Ardiansyah, and Noorly Evalina, "Perancangan Sistem Pengontrolan Tegangan," *Semnastek Uisu*, vol. 1, pp. 14–20, 2019.
- [5] H. Kuswanto, "Alat Ukur Listrik AC (Arus, Tegangan, Daya) Dengan Port Paralel," *Tugas Akhir*, p. 17, 2010.
- [6] "Makalah\_daya," *Fis. SMA*, vol. 2, no. 1, 2004.
- [7] M. Safarudin, "Pengenalan\_Matlab\_Simulink." 2017.
- [8] K. Pengabdian and K. Masyarakat, "Dasar-Dasar Pemrograman Simulink Matlab Serta Antar Muka Menggunakan Pci1710Hg," 2012.
- [9] Nehemia Ratur Tarigan, Nurdiana, Mahyunis, supriadi. M.Kamil, Iswandi, Eswanto, "Perancangan Mesin Penghancur Bonggol Jagung Untuk Pakan Ternak Sapi Dan Kambing Kapasitas 100 Kg/Jam" *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, Vol. 2, No. 1, Maret 2019, 54-63 DOI:<https://doi.org/10.30596/rmme.v2i1.3069>
- [10] Siregar, A. M., & Siregar, C. A. (2019, November). Reliability test prototype wind turbine savonius type helical as an alternative electricity generator. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 674, No. 1, p. 012059). IOP Publishing.
- [11] Siregar, A. M., & Lubis, F. (2019). Uji Keandalan Prototype Turbin Angin Savonius Tipe-u Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1).
- [12] Siregar, A. M., & Isranuri, I. (2016). Studi Eksperimental Variasi Tipe Rotor Terhadap Amplitudo Getaran Poros Turbin Angin Sumbu Vertikal Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif. *Jurnal Teknik dan Teknologi*, 11(22), 45-51.