

**INTEGRASI KONTROL KONVERTER SEPIC DAN BUCK-
BOOST UNTUK PV DAN BATERAI YANG TERHUBUNG
GRID**

SKRIPSI

**Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang**



Disusun Oleh :

Ahmed Osky

201710130311125

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2022

LEMBAR PERSETUJUAN

**INTEGRASI KONTROL KONVERTER SEPIC DAN BUCK-
BOOST UNTUK PV DAN BATERAI YANG TERHUBUNG
GRID**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Gelar Sarjana (S1)
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

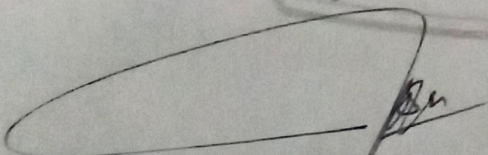
Ahmed Osky

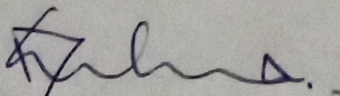
201710130311125

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II


Machmud Effendy, S.T., M.Eng.
NIDN : 0715067402


Ir. Diding Suhardi, M.T.
NIDN : 0706066501

LEMBAR PENGESAHAN

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Gelar Sarjana (S1)
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

Ahmed Osky

201710130311125

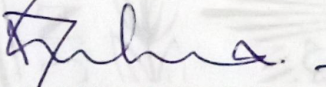
Tanggal Ujian : 15 Oktober 2022

Periode Wisuda : 4

Disetujui Oleh :


1. **Machmud Effendy, S.T., M.Eng.**
NIDN : 0715067402

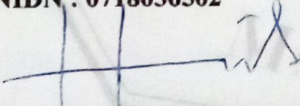
(Pembimbing I)


2. **Ir. Diding Suhardi, M.T.**
NIDN : 0706066501

(Pembimbing II)


3. **Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T.**
NIDN : 0718036502

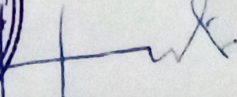
(Penguji I)


4. **Khusnul Hidayat, S.T., M.T.**
NIDN : 0723108202

(Penguji II)



Mengetahui
Ketua Program Studi


Khusnul Hidayat, S.T., M.T.
NIDN.0723108202

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

- Nama : Ahmed Osky
- NIM : 201710130311125
- Program Studi : Teknik Elektro
- Fakultas : Teknik

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya:

1. Skripsi dengan judul:

Integrasi Kontrol Konverter Sepic dan Buck-Boost Untuk P_v dan Baterai yang Terhubung Grid

adalah hasil karya saya, dan dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, baik sebagian ataupun keseluruhan, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

2. Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia **SKRIPSI INI DUGUGURKAN** dan **GELAR AKADEMIK YANG TELAH SAYA PEROLEH DIBATALKAN**, serta diproses sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku.
3. Skripsi ini dapat dijadikan sumber pustaka yang merupakan **HAK BEBAS ROYALTY NON EKSKLUSIF**.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagai mestinya.

Malang, 18 Oktober 2022

Yang menyatakan



Ahmed Osky

ABSTRACT

Renewable energy such as photovoltaic is able to provide electricity supply to remote areas. However, the photovoltaic capability, which can only work during the day, is a weakness for photovoltaic. Therefore, other sources are needed that can meet the load requirements when the photovoltaic is empty, such as batteries or connected to the grid. Then one way to maintain the quality of the power to be generated is to ensure a constant DC bus voltage. requires power in order to control the PV and battery power to reach the desired DC bus value. The converter will be controlled by a controller which will automatically achieve the desired result. In general, these controllers use quite a lot of sensors which will add to the cost if they are to be implemented. The purpose of this research is to develop a controller that has fewer sensors with good performance. To solve this problem, integration control was introduced between the converter in PV and battery. When compared with controllers in general, this controller only uses 2 sensors, namely a voltage sensor on the DC bus and a current sensor on the inductor. The proposed control scheme is simulated using the Simulink Matlab application. The simulation results show that the integration control can keep the DC bus constant. The battery can perform both charging and discharging modes. And photovoltaic is able to reach maximum power (MPP) and maintain it. In the end, the control that is generally proposed is able to produce good power quality as the generic controller.

Keywords: On grid; PV; batteries; DC bus voltage ; DC Microgrid

ABSTRAK

Energi terbarukan seperti photovoltaic mampu menyediakan pasokan listrik ke wilayah terpencil. Akan tetapi kemampuan photovoltaic yang hanya dapat bekerja di siang hari, menjadi kelemahan tersendiri bagi photovoltaic. Oleh karena itu diperlukan sumber lain yang dapat memenuhi kebutuhan beban ketika photovoltaic dalam keadaan kosong, seperti baterai atau menghubungkan ke Grid. Kemudian salah satu cara menjaga kualitas daya yang akan dihasilkan yaitu memastikan tegangan DC bus konstan. Diperlukan konverter daya agar dapat mampu mengendalikan daya PV dan baterai mencapai nilai DC bus yang diinginkan. Konverter tersebut akan dikendalikan oleh kontroler yang mana secara otomatis akan mencapai hasil yang diinginkan. Pada umumnya kontroler tersebut memakai cukup banyak sensor yang mana akan menambah biaya apabila ingin diimplementasikan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengembangkan kontroler yang memiliki lebih sedikit sensor dengan kinerja yang baik. Untuk mengatasi masalah ini, diperkenalkan kontrol integrasi antara konverter pada PV dan baterai. Apabila dibandingkan dengan kontroler pada umumnya, kontroler ini hanya menggunakan 2 sensor, yaitu sensor tegangan pada bus DC dan sensor arus pada induktor. Skema kontrol yang diusulkan disimulasikan menggunakan aplikasi Simulink Matlab. Hasil simulasi menunjukkan kontroler integrasi dapat mempertahankan bus DC agar tetap konstan. Baterai dapat melakukan mode charging dan discharging dengan baik. Dan photovoltaic mampu mencapai daya maksimum (MPP) dan mempertahankannya. Pada akhirnya kontrol yang diusulkan mampu menghasilkan kualitas daya yang baik sama seperti kontroler pada umumnya.

Kata Kunci: On grid; PV; battery; DC bus voltage; Mikrogrid DC

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan kekuatan, kesehatan dan petunjuk sehingga penulis dapat *survive* dari pandemi Covid-19 dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua saya Bapak dan Ibu serta Adik – adik saya yang selalu memberikan dukungan dan doa-doa nya.
3. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Khusnul Hidayat, ST., M.T. dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, Ibu Merinda Lestandy, S.Kom., MT beserta seluruh staf Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Machmud Effendy, S.T., M.Eng. dan Bapak Ir. Diding Suhardi, M.T. yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh Civitas Akademika (dosen, aslab, dan karyawan) Universitas Muhammadiyah Malang yang telah membekali ilmu dan membantu penulis selama proses studi di Universitas Muhammadiyah Malang.
6. Seluruh keluarga saya yang telah memberikan dukungan dan doa dalam perjalanan perkuliahan ini.
7. Sahabat – sahabat saya Deo, Gifari, Jordi, Dilla, Ahmed, Hasrullah, Zaidan, Ichsan, Izzat, Yudha dan teman dari kelas C lainnya serta rekan badminton Wahyu, Dandy, Iqbal, Birhoup, Jibrán, Disca, Angger, Keta, Gunawan dan teman – teman lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan kesan berwarna dalam perjalanan perkuliahan ini.

Atas segala kekurangan dan ketidaksempurnaan skripsi ini, penulis sangat mengharapkan masukan, kritik dan saran yang bersifat membangun ke arah perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini agar dalam penyusunan karya tulis selanjutnya dapat lebih baik.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kehadiran Allah Subhanau Wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada baginda Rasullullah Shalallahu 'Alaihi Wasallam, keluarga, sahabat dan para pengikut setia nya. Atas segala kehendak Allah, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul :

“INTEGRASI KONTROL KONVERTER SEPIC DAN BUCK-BOOST UNTUK PV DAN BATERAI YANG TERHUBUNG GRID”

Penulisan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik di Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang. Selain itu penulis berharap agar isi dari tugas akhir ini bisa menambah wawasan dan memberikan manfaat bagi semuanya.

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena nya, kritik dan saran yang membangun sangat di butuhkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan peneliti selanjutnya.

Malang, Oktober 2022

Ahmed Osky

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRACT	v
ABSTRAK	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Teori Dasar	5
2.2.1 Photovoltaic Array	5
2.2.2 Konverter DC-DC	6
2.2.2.1 Konverter SEPIC	7
2.2.2.2 Konverter Bidirectional	9
2.2.3 Inverter	11
2.2.4 Baterai	11
2.2.5 On-Grid	11
2.2.6 DC Bus	12

2.2.7 Filter LCL.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Metode Penelitian.....	13
3.2 Data Penelitian	14
3.3 Desain Pemodelan Blok Diagram dan Simulink	15
3.3.1 Pemodelan Sistem Blok Diagram	15
3.3.2 Pemodelan Sistem Blok Pada Simulink	16
3.3.3 Pemodelan Sistem Kontrol Pada Konverter SEPIC Dan Bidirectional.....	16
3.3.4 Pemodelan Sistem Kontrol Pada Inverter	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Pengujian Saat Perubahan Iradiasi	21
4.2 Pengujian Saat Perubahan Beban	27
4.3 Pengujian Saat Perubahan Beban – Stand Alone	32
BAB V PENUTUP	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkaian Ekuivan Photovoltaic	6
Gambar 2.2 Rangkaian Konverter Sepic.....	7
Gambar 2.3 Rangkaian Konverter Bidirectional.....	9
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	13
Gambar 3.2 Model Blok Diagram Sistem PV Dan Baterai Yang Terhubung Grid	15
Gambar 3.3 Model Sistem PV dan Baterai yang Terhubung Grid Pada Simulink.....	16
Gambar 3.4 Model Blok Diagram Sistem Kontrol Pada Konverter SEPIC Dan Bidirectional Terintegrasi	17
Gambar 3.5 Model Sistem Kontrol Pada Konverter SEPIC Dan Bidirectional Terintegrasi	17
Gambar 3.6 Model Blok Diagram Sistem Kontrol Pada Konverter SEPIC Dan Bidirectional Terpisah.....	19
Gambar 3.7 Model Sistem Kontrol Pada Konverter SEPIC Dan Bidirectional Terpisah di Simulink.....	19
Gambar 3.8 Model Sistem Kontrol Pada Inverter Di Simulink.....	20
Gambar 4.1 Sinyal Tegangan DC Bus, PV, dan Baterai Saat Perubahan Radiasi Dengan Kontrol Integrasi.....	21
Gambar 4.2 Sinyal Daya PV, Baterai, Dan Load Saat Perubahan Radiasi Dengan Kontrol Integrasi	22
Gambar 4.3 Sinyal SOC Baterai Saat Perubahan Radiasi Dengan Kontrol Integrasi	22
Gambar 4.4 Sinyal Tegangan Dan Arus Beban Saat Perubahan Iradiasi Dengan kontrol Integrasi.....	23

Gambar 4.5 Sinyal Tegangan DC Bus, PV, Dan Baterai Saat Perubahan Radiasi Dengan Kontrol Terpisah.....	24
Gambar 4.6 Sinyal Daya PV, Baterai, dan Load Saat Perubahan Radiasi Dengan Kontrol Terpisah	24
Gambar 4.7 Sinyal SOC Baterai Saat Perubahan Radiasi Dengan Kontrol Terpisah	25
Gambar 4.8 Sinyal Tegangan Dan Arus Beban Saat Perubahan Iradiasi Dengan Kontrol Terpisah	25
Gambar 4.9 Sinyal Tegangan DC Bus, PV, Dan Baterai Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Integrasi.....	27
Gambar 4.10 Sinyal Daya PV, Baterai, Dan Load Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Integrasi	27
Gambar 4.11 Sinyal SOC Baterai Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Integrasi	28
Gambar 4.12 Sinyal Tegangan Dan Arus Beban Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Integrasi	29
Gambar 4.13 Sinyal Tegangan DC Bus, PV, dan Baterai Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Terpisah.....	29
Gambar 4.14 Sinyal Daya PV, Baterai, Dan Load Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Terpisah	30
Gambar 4.15 Sinyal SOC Baterai Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Terpisah	30
Gambar 4.16 Sinyal Tegangan Dan Arus Beban Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Terpisah	31
Gambar 4.17 Sinyal Tegangan DC Bus, PV, Dan Baterai Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Terintegrasi -Stand Alone	33

Gambar 4.18 Sinyal Daya PV, Baterai, Dan Load Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Terintegrasi -Stand Alone	33
Gambar 4.19 Sinyal SOC Baterai Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol terintegrasi -Stand Alone	34
Gambar 4.20 Sinyal Tegangan Dan Arus Beban Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Terintegrasi -Stand Alone	34
Gambar 4.21 Sinyal Tegangan DC Bus, PV, Dan Baterai Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Terpisah -Stand Alone	35
Gambar 4.22 Sinyal Daya PV, Baterai, Dan Load Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Terpisah -Stand Alone	35
Gambar 4.23 Sinyal SOC Baterai Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Terpisah -Stand Alone	36
Gambar 4.24 Sinyal Tegangan Dan Arus Beban Saat Perubahan Beban Dengan Kontrol Terpisah -Stand Alone	36



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Parameter PV.....	14
Tabel 3.2 Data Parameter SEPIC.....	14
Tabel 3.3 Data Parameter Bidirectional.....	15
Tabel 3.4 Data Parameter Baterai.....	15
Tabel 4.1 Perbandingan Kinerja Kontrol Terintegrasi Dan Terpisah Saat Perubahan Iradiasi.....	26
Tabel 4.2 Perbandingan Kinerja Kontrol Terintegrasi Dan Terpisah Saat Perubahan Beban.....	32
Tabel 4.3 Perbandingan Kinerja Kontrol Terintegrasi Dan Terpisah Saat Perubahan Beban - Stand Alone.....	37



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Cabrane, M. Ouassaid, and M. Maaroufi, "Management and control of the integration of supercapacitor in photovoltaic energy storage," *Int. Conf. Green Energy Convers. Syst. GECS 2017*, 2017, doi: 10.1109/GECS.2017.8066128.
- [2] S. N. Patil, "International Conference on Energy Systems and Applications, ICESA 2015," *Int. Conf. Energy Syst. Appl. ICESA 2015*, no. Icesa, pp. 228–233, 2016.
- [3] K. Manikandan, A. Sivabalan, R. Sundar, and P. Surya, "A Study of Landsman, Sepic and Zeta Converter by Particle Swarm Optimization Technique," *2020 6th Int. Conf. Adv. Comput. Commun. Syst. ICACCS 2020*, pp. 1035–1038, 2020, doi: 10.1109/ICACCS48705.2020.9074164.
- [4] M. Maliat and M. S. Ur Rahman, "Feasibility Analysis of Modified High Gain Single Ended Primary Inductor Converter (SEPIC) Based DC-DC Converter in PV Applications," *ICIET 2019 - 2nd Int. Conf. Innov. Eng. Technol.*, pp. 23–24, 2019, doi: 10.1109/ICIET48527.2019.9290529.
- [5] A. Jahangir and S. Mishra, "Autonomous Battery Storage Energy System Control of PV-Wind Based DC Microgrid," *2nd Int. Conf. Energy, Power Environ. Towar. Smart Technol. ICEPE 2018*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/EPETSG.2018.8658550.
- [6] A. Binti Alias, M. Binti Azri, A. Bin Jidin, and W. Binti Abdul Halim, "A modified PID controller of SEPIC converter for excellent dynamic performance," *PECON 2016 - 2016 IEEE 6th Int. Conf. Power Energy, Conf. Proceeding*, pp. 423–427, 2017, doi: 10.1109/PECON.2016.7951599.
- [7] V. Sangeetha, C. M. Nirmal Mukundan, P. Jayaprakash, and O. V. Asokan, "Control of a Multilevel Inverter based Grid Integration of Solar PV with BESS," *2020 IEEE Int. Conf. Power Electron. Renew. Energy Appl. PEREA 2020*, pp. 3–8, 2020, doi: 10.1109/PEREA51218.2020.9339812.

- [8] H. Y. Yong, N. I. Rusli, and M. F. N. Tajuddin, "Output voltage control of dual input single ended primary inductor converter (SEPIC) for hybrid photovoltaic-piezoelectric system," *2017 IEEE Conf. Energy Conversion, CENCON 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 349–354, 2017, doi: 10.1109/CENCON.2017.8262511.
- [9] M. Satapathy, M. P. Korukonda, A. Hussain, and L. Behera, "A Direct Perturbation based Sensor-free MPPT with DC Bus Voltage Control for a Standalone DC Microgrid," *Proc. 2019 IEEE PES Innov. Smart Grid Technol. Eur. ISGT-Europe 2019*, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/ISGTEurope.2019.8905505.
- [10] S. P. System, "Modeling and Control of a Battery Connected Standalone Photovoltaic System," 2016.
- [11] F. Yusivar, M. Y. Farabi, R. Suryadiningrat, W. W. Ananduta, and Y. Syaifudin, "Buck-converter photovoltaic simulator," *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 156–167, 2011, doi: 10.11591/ijpeds.v1i2.92.
- [12] Y. C. Kuo, T. J. Liang, and J. F. Chen, "Novel maximum-power-point-tracking controller for photovoltaic energy conversion system," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 48, no. 3, pp. 594–601, 2001, doi: 10.1109/41.925586.
- [13] Saravanan, N. Ramesh Babu, V. Siwach, and G. Kumar, "Design and analysis of MPPT based PV system using boost and SEPIC converter," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 10, no. 30, pp. 22839–22843, 2015.
- [14] Deepak, R. K. Pachauri, and Y. K. Chauhan, "Modeling and simulation analysis of PV fed Cuk, Sepic, Zeta and Luo DC-DC converter," *1st IEEE Int. Conf. Power Electron. Intell. Control Energy Syst. ICPEICES 2016*, pp. 1–6, 2017, doi: 10.1109/ICPEICES.2016.7853596.
- [15] H. Semendawai and T. Sutikno, "Neutral Point Clamped Multilevel Inverter Tiga Fasa Menggunakan Metode Phase Disposition Pulse Width Modulation," *J. Ilm. Tek. Elektro Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, p. 28, 2018, doi: 10.26555/jiteki.v4i1.9170.

- [16] J. Siahbalaee and N. Sanaie, "Comparison of conventional and new cascaded multilevel inverter topologies based on novel indices," *ISA Trans.*, vol. 119, no. xxxx, pp. 41–51, 2022, doi: 10.1016/j.isatra.2021.02.025.
- [17] Y. Yang, Q. Ye, L. J. Tung, M. Greenleaf, and H. Li, "Integrated Size and Energy Management Design of Battery Storage to Enhance Grid Integration of Large-Scale PV Power Plants," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 65, no. 1, pp. 394–402, 2018, doi: 10.1109/TIE.2017.2721878.
- [18] X. Buqiong and L. Yan, "Study on the Impact of PV Connection to Grid on Power Flow Based on Time Series Output Characteristics," *Chinese Control Conf. CCC*, vol. 2018-July, pp. 8991–8993, 2018, doi: 10.23919/ChiCC.2018.8483748.
- [19] S. Moussa, M. J. Ben Ghorbal, and I. Slama-Belkhodja, "DC voltage level choice in residential remote area," *2018 9th Int. Renew. Energy Congr. IREC 2018*, no. Irec, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/IREC.2018.8362444.
- [20] M. F. Yaakub, M. A. M. Radzi, M. Azri, and F. H. M. Noh, "Lcl filter design for grid-connected single-phase flyback microinverter: A step by step guide," *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 12, no. 3, pp. 1632–1643, 2021, doi: 10.11591/ijpeds.v12.i3.pp1632-1643.
- [21] G. E. M. Ruiz, N. Munoz, and J. B. Cano, "Modeling, analysis and design procedure of LCL filter for grid connected converters," *2015 IEEE Work. Power Electron. Power Qual. Appl. PEPQA 2015 - Proc.*, 2015, doi: 10.1109/PEPQA.2015.7168215.