



ELEKTRONIKA DAYA

Anak Agung Ngurah Gde Sapteka

ELEKTRONIKA DAYA

ELEKTRONIKA DAYA

ELEKTRONIKA DAYA

ELEKTRONIKA DAYA

ANAK AGUNG NGURAH GDE SAPTEKA



VAIKUNTHA INTERNATIONAL PUBLICATION

Elektronika Daya

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

Copyright 2018 pada penulis

ISBN : 978-602-60607-9-2

15,24 cm x 22,86 cm

x, 84 halaman

Cetakan ke-1, November 2018

Penulis : Anak Agung Ngurah Gde Sapteka

Editor : Sri Indriani

Desain Sampul : Michael Yanuar Yacob

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun (seperti cetakan, fotokopi, mikrofilm, VCD, CD-ROM dan rekaman suara) tanpa izin tertulis dari pemegang hak cipta/penerbit.

Diterbitkan oleh



Vaikuntha International Publication

Jl. Veteran No. 29, Denpasar, Bali, Indonesia

Tlp. + [62]812-3854-0010

E mail: vaikuntha.id@gmail.com

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa atas diterbitkannya buku ajar ini yang ditulis berdasarkan kajian dari beberapa buku dan jurnal yang membahas mengenai elektronika daya. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada DRPM Kemenristekdikti yang telah mendanai buku ini sebagai bagian dari hasil riset mengenai penerapan pipa kalor sebagai manajemen thermal pada panel surya dan inverter. Selain itu, kami sampaikan terima kasih kepada Prof. Dr.-Ing. Nandy Putra dan Dr. Purnomo Sidi Priambodo selaku pengarah pada program penelitian pasca doktor yang sangat membantu kami untuk mewujudkan buku ajar mengenai elektronika daya.

Buku yang berjudul *Elektronika Daya* ini terdiri dari 7 (tujuh) bab mencakup rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengatur aliran energi listrik dari sumber menuju ke beban. Bab 1 berisikan pendahuluan yang menjabarkan definisi elektronika daya, jenis-jenis konverter daya dan penerapan rangkaian elektronika pada berbagai bidang. Bab 2 menjabarkan tentang komponen-komponen elektronika daya yang mencakup Dioda, SCR (*Silicon Controlled Rectifier*), DIAC, TRIAC, BJT (*Bipolar Junction Transistor*),

MOSFET (*Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor*), dan IGBT (*Insulated-Gate Bipolar Transistor*). Bab 3 menguraikan tentang penyearah (*rectifier*) AC ke DC yang mencakup rangkaian *single-phase half-wave rectifier*, *single-phase full-wave rectifier*, *three-phase uncontrollable half-wave rectifier*, *three-phase controllable half-wave rectifier*, dan *three-phase controllable full-wave rectifier*. Bab 4 menjelaskan tentang konverter DC ke DC yang mencakup Konverter *Buck*, Konverter *Boost*, Konverter *Buck-Boost*, dan Konverter *Ćuk*. Bab 5 menjabarkan tentang Inverter DC ke AC terdiri dari *half-bridge inverter*, *full-bridge inverter*, *single pulse width modulation*, *multiple pulse width modulation*, *bipolar sinusoidal pulse width modulation*, dan *unipolar sinusoidal pulse width modulation*. Bab 6 menguraikan tentang Konverter AC ke AC yang mencakup perhitungan RMS dan daya AC dan *single-phase converter*. Bab 7 menjelaskan tentang panel surya sebagai sumber energi terbarukan serta upaya pendinginan panel surya untuk meningkatkan daya yang dihasilkan.

Penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari berbagai kalangan sehingga buku *Elektronika Daya* ini di kemudian hari dapat disusun secara lebih sempurna dan lengkap untuk menambah khazanah ilmu pengetahuan di bidang elektronika pada umumnya dan elektronika daya pada khususnya.

Denpasar, 20 November 2018

Anak Agung Ngurah Gde Sapteka

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
 Bab 1 Pendahuluan	1
Apa Itu Elektronika Daya	1
Aplikasi Elektronika Daya	3
Daftar Pustaka	4
 Bab 2 Komponen Elektronika Daya	5
Dioda	5
Thyristor	8
SCR (<i>Silicon Controlled Rectifier</i>)	8
TRIAC	11
DIAC	13
BJT (<i>Bipolar Junction Transistor</i>)	15
MOSFET	17
IGBT (<i>Insulated-Gate Bipolar Transistor</i>)	20
Daftar Pustaka	21
 Bab 3 Penyearah (Rectifier) AC ke DC	23
Penyearah (<i>Rectifier</i>)	23
<i>Single-phase Half-wave Rectifier</i>	24
<i>Single-phase Full-wave Rectifier</i>	25
<i>Three-phase Uncontrollable Half-wave Rectifier</i>	26
<i>Three-phase Controllable Half-wave Rectifier</i>	28
<i>Three-phase Controllable Full-wave Rectifier</i>	30
Daftar Pustaka	34
 Bab 4 Konverter DC ke DC	35
Definisi	35

Konverter <i>Buck</i>	36
Konverter <i>Boost</i>	41
Konverter <i>Buck-Boost</i>	44
Konverter <i>Cuk</i>	47
Daftar Pustaka	52
 Bab 5 Inverter DC ke AC	 53
Inverter	53
<i>Half-bridge Inverter</i>	54
<i>Full-bridge Inverter</i>	55
<i>Single Pulse Width Modulation (Single PWM)</i>	57
<i>Multiple Pulse Width Modulation (Multiple PWM)</i>	58
<i>Bipolar Sinusoidal PWM</i>	59
<i>Unipolar Sinusoidal PWM</i>	62
Daftar Pustaka	63
 Bab 6 Konverter AC ke AC	 65
Definisi	65
Perhitungan RMS	65
Perhitungan Daya AC	67
<i>Single-phase AC to AC Converter</i>	69
Daftar Pustaka	70
 Bab 7 Panel Surya dan Upaya Peningkatan Daya Keluaran ...	 71
Sistem Panel Surya	71
Pendinginan Dengan Media Air	72
Pendinginan Dengan Media Pipa Kalor	76
Daftar Pustaka	83

PENDAHULUAN

Apa Itu Elektronika Daya ?

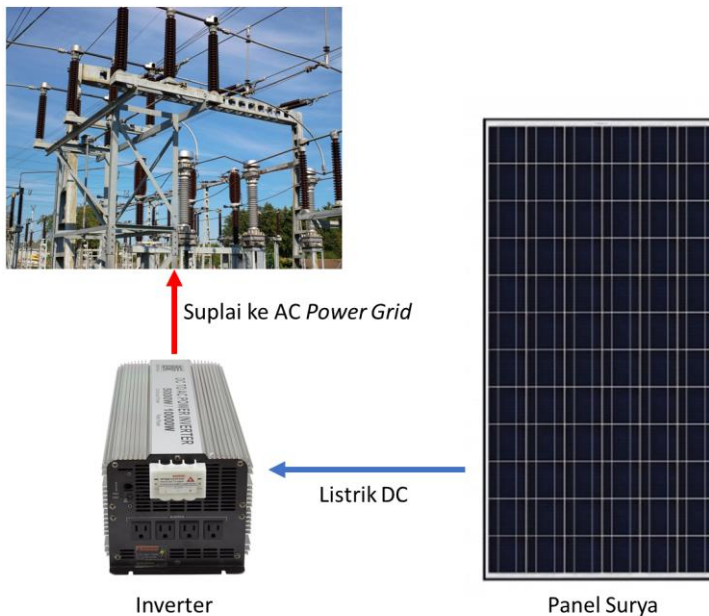
Elektronika daya merupakan rangkaian elektronika yang mengambil daya dari sumber dan menyalurkan daya ke beban. Elektronika daya secara luas merupakan penerapan rangkaian elektronika yang mengendalikan konversi daya listrik dari suatu bentuk ke bentuk yang lainnya. Elektronika daya mencakup rangkaian catu daya, rangkaian kontrol, dan rangkaian proteksi [1-4].

Contoh peralatan elektronika daya adalah *charger* sebuah *laptop*. *Charger* ini memanfaatkan sumber daya listrik bolak-balik (AC) untuk memberi daya kepada suatu beban yakni *battery pack* sebuah *laptop*.



Gambar 1.1. *Charger* untuk *laptop*

Contoh lain dari peralatan elektronika daya adalah inverter pada panel surya. Pada sistem ini, panel surya berfungsi sebagai penghasil energi listrik sedangkan peralatan elektronika daya berupa rangkaian inverter merupakan rangkaian elektronika daya yang mampu mengubah sinyal DC menjadi AC. Inverter ini diperlukan untuk menyalurkan daya dari panel surya ke beban AC pada *grid*. Contoh elektronika daya pada sistem panel surya ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Elektronika daya pada sistem panel surya

Selain pada panel surya, pada berbagai sistem sumber energi terbarukan lainnya, misalnya sistem turbin angin juga menggunakan peralatan elektronika daya untuk mengubah sumber energi angin melalui suatu motor menjadi energi listrik. Dengan rangkaian

elektronika daya, saat motor berputar dihasilkan energi listrik dan dapat disalurkan ke beban pada *grid*. Elektronika daya terletak pada turbin dan mengalirkan energi dari turbin angin ke sistem AC *grid*. Dokumentasi sistem energi ternarukan dalam bentuk turbin angin di Baron Technopark ditunjukkan pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3. Turbin angin di Baron Technopark

Aplikasi Elektronika Daya

Elektronika daya digunakan pada berbagai bidang, seperti industri, komersial, residensial, transportasi, telekomunikasi, serta energi terbarukan. Di industri, peralatan elektronika daya digunakan pada pompa, kompresor, *blower*, *fan*, robot, pengelasan, pencahayaan, *arc furnace*, *induction furnace*, pemanasan dengan induksi, serta *industrial laser*. Penggunaan elektronika daya pada bidang komersial mencakup *heating*, *ventilating air conditioning*, *lighting*, peralatan komputer dan kantor, *uninterruptable power supply* (UPS) serta elevator. Untuk residensial, elektronika daya banyak digunakan pada *air conditioning*, *cooking*, *lighting*, kulkas dan *freezer*, serta berbagai peralatan elektronik rumah tangga. Di bidang transportasi, peralatan elektronika daya digunakan pada lokomotif kereta listrik, mobil listrik,

sepeda motor listrik, *battery charger* dan berbagai peralatan *automotive electronics* untuk pengendalian mesin. Pada bidang telekomunikasi, UPS dan *battery charger* merupakan contoh penerapannya. Untuk penggunaan pada bidang energi terbarukan, peralatan elektronika daya digunakan pada sistem panel surya, *wind turbine* maupun *hybrid power plant*.

Keuntungan penggunaan elektronika yakni: Efisiensi tinggi karena rendahnya *loses* dalam perangkat elektronika daya; Keandalan sistem elektronik yang tinggi; Umur panjang dan tidak banyak memerlukan perawatan karena tidak adanya bagian yang bergerak; Respon dinamis yang cepat dibandingkan dengan sistem elektromekanik; Ukuran kecil dan ringan yang menyebabkan biaya instalasi menjadi lebih rendah; Produksi massal perangkat semikonduktor daya yang dapat menghasilkan harga peralatan yang lebih rendah.

Daftar Pustaka

- [1] M. Rashid, “Power Electronics Handbook”, Second Edition, United Kingdom: Academic Press, 2006.
- [2] R. W. Erickson dan D. Maksimovic, “Fundamentals of Power Electronics”, Second Edition, United States of America: Springer, 2001.
- [3] P. T. Krein, “Elements of Power Electronics”, New York: Oxford University Press, 2015.
- [4] N. Mohan, “Power Electronics: A First Course”, United States of America: John Wiley and Sons, 2012.

ELEKTRONIKA DAYA

Elektronika daya merupakan rangkaian elektronika yang mengambil daya dari sumber dan menyalurkan daya ke beban. Elektronika daya secara luas merupakan penerapan rangkaian elektronika yang mengendalikan konversi daya listrik dari suatu bentuk ke bentuk yang lainnya. Elektronika daya mencakup rangkaian catu daya, rangkaian kontrol, dan rangkaian proteksi. Buku ini terdiri dari 7 (tujuh) bab mencakup rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengatur aliran energi listrik dari sumber menuju ke beban.



Dr. Anak Agung Ngurah Gde Sapteka, ST, MT lahir di Denpasar pada tanggal 02 Maret 1971. Pada tahun 1990 menempuh pendidikan S1 Teknik Elektro di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tahun 1995. Setelah lulus dari pendidikan S1, diangkat sebagai dosen di Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali pada tahun 1995. Pada tahun 2009 menempuh pendidikan S2 Teknik Elektro di Departemen Teknik Elektro, Universitas Indonesia dan memperoleh gelar Magister Teknik pada tahun 2011. Selanjutnya menempuh pendidikan S3 Teknik Elektro di Departemen Teknik Elektro, Universitas Indonesia pada tahun 2011 dan memperoleh gelar Doktor pada tahun 2016.

DITERBITKAN OLEH



VAIKUNTHA INTERNATIONAL PUBLICATION
JALAN VETERAN NO.29, DENPASAR, BALI, INDONESIA
TLP. + [62] 812-3854-0010
E-MAIL: VAIKUNTHA.ID@GMAIL.COM

978-602-60607-9-2

