



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Profesor Pekik Argo Dahono

**PERANAN ELEKTRONIKA DAYA
DALAM SISTEM KETENAGALISTRIKAN
YANG BERKELANJUTAN**

3 Februari 2018
Aula Barat Institut Teknologi Bandung

**Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung**
3 Februari 2018

Profesor Pekik Argo Dahono

**PERANAN ELEKTRONIKA DAYA
DALAM SISTEM KETENAGALISTRIKAN
YANG BERKELANJUTAN**



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: PERANAN ELEKTRONIKA DAYA DALAM SISTEM
KETENAGALISTRIKAN YANG BERKELANJUTAN
Disampaikan pada sidang terbuka Forum Guru Besar ITB,
tanggal 3 Februari 2018.

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama **5 (lima) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Hak Cipta ada pada penulis
Data katalog dalam terbitan

Pekik Argo Dahono
PERANAN ELEKTRONIKA DAYA DALAM SISTEM KETENAGALISTRIKAN
YANG BERKELANJUTAN
Disunting oleh Pekik Argo Dahono

Bandung: Forum Guru Besar ITB, 2018
vi+24 h., 17,5 x 25 cm
ISBN 978-602-6624-12-3
1. Teknik Elektro 1. Pekik Argo Dahono

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, bahwasanya atas berkat dan rahmatNya, saya dapat menyelesaikan naskah orasi ilmiah ini. Penghargaan dan rasa hormat serta terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pimpinan dan anggota Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung, atas perkenannyasaya menyampaikan orasi ilmiah ini pada Sidang Terbuka Forum Guru.

Naskah ini berisi rangkuman kontribusi penulis di bidang elektronika daya dan penerapannya dalam sistem ketenagalistrikan yang berkelanjutan. Diperkirakan elektronika daya akan memegang peran yang sangat penting dalam menciptakan sistem ketenagalistrikan yang andal, efisien, berkualitas, dan adil. Teknologi ini juga kunci untuk melakukan pemerataan pembangunan dan kunci pembangunan tol listrik seperti halnya tol laut dan tol telekomunikasi (palapa ring) yang menyatukan Indonesia.

Semoga tulisan ini dapat memberikan wawasan, dan inspirasi yang bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung, 3 Februari 2018

Pekik Argo Dahono

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
1. PENDAHULUAN	1
2. ELEKTRONIKA DAYA DAN PENERAPANNYA	3
3. KONVERTER DC ke AC dan AC ke DC	8
4. KONVERTER DC ke DC	10
5. KONSEP IMPEDANSI VIRTUAL	12
6. MICROGRID DAN SUPERGRID	13
7. PENUTUP	18
8. UCAPAN TERIMAKASIH	20
DAFTAR PUSTAKA	21
CURRICULUM VITAE	21

PERANAN ELEKTRONIKA DAYA DALAM SISTEM KETENAGALISTRIKAN YANG BERKELANJUTAN

1. PENDAHULUAN

Sejalan dengan pertumbuhan ekonomi, kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat dari waktu ke waktu. Walaupun pemerintah terus berusaha melakukan pemerataan pembangunan, kondisi geografis Indonesia yang terdiri atas ribuan pulau menyebabkan perkembangan ketenagalistrikan di Indonesia masih jauh dari merata. Masih banyak saudara-saudara kita di luar Jawa yang belum mendapatkan listrik walaupun hanya sekedar untuk penerangan. Masih diperlukan usaha ekstra keras agar akses ke sistem kelistrikan bisa merata dan berkelanjutan.

Sampai saat ini, kebutuhan energi listrik terutama masih didapat dari bahan bakar fosil seperti halnya batubara dan minyak. Peranan sumber energi baru dan terbarukan (EBT) terus ditingkatkan dan pemerintah telah menargetkan peran EBT sebesar 23% pada tahun 2025. Walaupun demikian, peran EBT akan masih didominasi oleh tenaga air dan panas bumi. Peran sumber energi terbarukan seperti halnya surya, angin, dan biomasa masih sangat kecil. Walaupun peran sumber energi fosil akan masih tetap dominan sampai 50 tahun ke depan, perpindahan dari jaman fosil ke jaman terbarukan akan menjadi keharusan, bukan suatu pilihan, jika pembangunan yang berkelanjutan ingin dipertahankan. Sayangnya,

distribusi potensi sumber energi sering sekali tidak sejalan dengan distribusi kebutuhannya. Bagaimana setiap daerah bisa melakukan sharing resources akan menjadi kunci keberhasilan sistem ketenagalistrikan yang berkelanjutan. Setiap daerah memang harus mandiri sumber energinya, tetapi antar daerah tetap harus terhubung agar bisa sharing resources.

Pada saat ini, penyediaan energi listrik di Indonesia dimonopoli oleh PT. PLN. Mulai dari sisi pembangkit sampai distribusi, semuanya dikuasai oleh PT. PLN. Walaupun sudah terus membaik, sistem monopoli tidak mendorong adanya kompetisi untuk menciptakan sistem kelistrikan yang andal, efisien, berkualitas, dan adil. Semakin majunya teknologi pembangkit terdistribusi dan penyimpan energi (batere) bisa menjadi tantangan tambahan bagi PT. PLN. Singkatnya, sistem monopoli tidak sesuai dengan perkembangan jaman dan kaidah ekonomi yang mendorong kompetisi.

Di masa lalu, elektronika daya lebih banyak dikembangkan untuk tujuan penghematan energi dan otomatisasi. Industri tidak bisa berjalan seperti sekarang tanpa elektronika daya. Kereta listrik tidak bisa berjalan cepat dan efisien tanpa elektronika daya. Pada saat ini, elektronika daya dimanfaatkan sejak dari pembangkitan sampai sisi pengguna, mulai daya beberapa miliwatt sampai ribuan megawatt. Di sisi pembangkit, elektronika daya merupakan kunci pemanfaatan berbagai sumber energi baru dan terbarukan. Di sisi transmisi, elektronika daya merupakan kunci disalurkan daya listrik skala besar melalui jarak yang jauh dan

melintasi lautan. Elektronika daya merupakan kunci diciptakannya sistem tol listrik yang mana aliran daya mengalir berdasarkan kontrak bisnis, bukan mengalir secara alami mengikuti kaidah kelistrikan konvensional. Elektronika daya merupakan kunci dibuatnya sistem jual beli listrik berdasarkan mutu, tidak hanya berbasis kWh seperti sekarang ini.

Dalam paparan ini dibahas secara umum perkembangan elektronika daya dan penerapannya dalam sistem kelistrikan masa depan yang berkelanjutan. Kontribusi utama penulis di bidang ini juga dibahas secara singkat. Penerapan elektronika daya dalam konsep microgrid dan supergrid (tol listrik) juga dibahas.

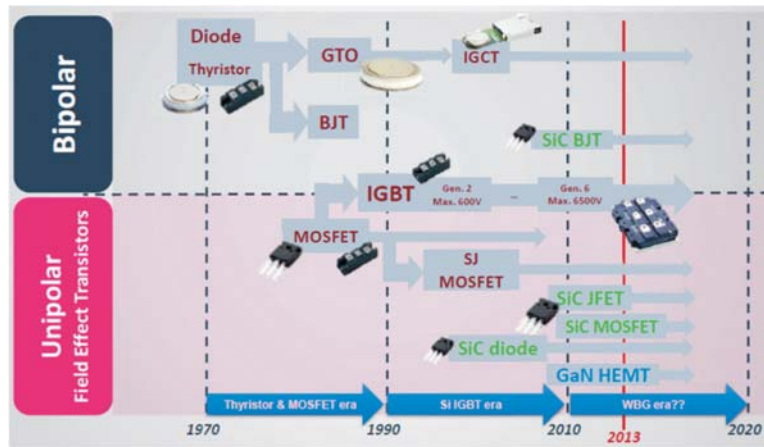
2. ELEKTRONIKA DAYA DAN PENERAPANNYA

Elektronika daya adalah salah satu ilmu di rumpun teknik elektro yang mempelajari penggunaan teknologi elektronika dalam konversi daya listrik. Daya listrik perlu dikonversikan dari satu bentuk ke bentuk yang lain karena:

- i) Banyak sumber energi terbarukan menghasilkan daya listrik dalam bentuk yang tidak siap dipakai.
- ii) Banyak peralatan listrik tidak bisa bekerja atau tidak efisien kalau dicatu langsung dengan sumber daya listrik yang tersedia.
- iii) Sistem tenaga listrik bisa lebih efisien, lebih handal, dan fleksibel jika tegangan/arus listriknya dikonversikan ke bentuk yang lain.

Walaupun elektronika daya sudah berkembang sejak awal tahun 1900an, perkembangannya baru terasa pesat sejak ditemukannya thyristor pada akhir tahun 1950an. Sejak itu, elektronika daya berkembang pesat hingga saat ini. Gambar 1 memperlihatkan perkembangan komponen semikonduktor daya dari waktu ke waktu. Hampir setiap 20 tahun ditemukan komponen baru yang akan memicu perkembangan lainnya. Perkembangan pesat ini sejalan dengan perkembangan teknologi mikroelektronika dan komputer. Secara umum, elektronika daya digunakan sebagai konverter daya:

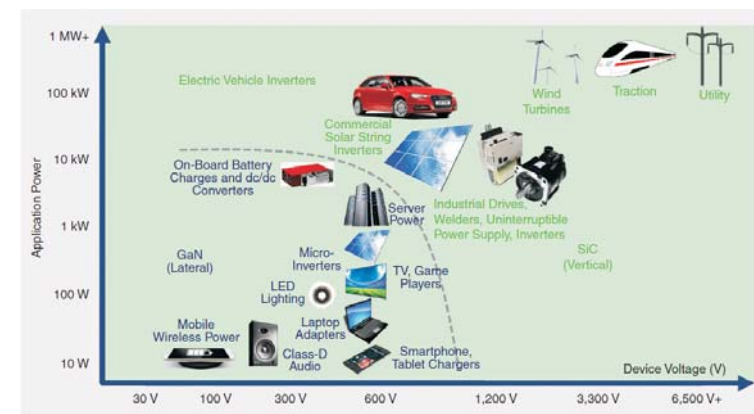
- i) AC ke AC
- ii) AC ke DC
- iii) DC ke AC
- iv) DC ke DC



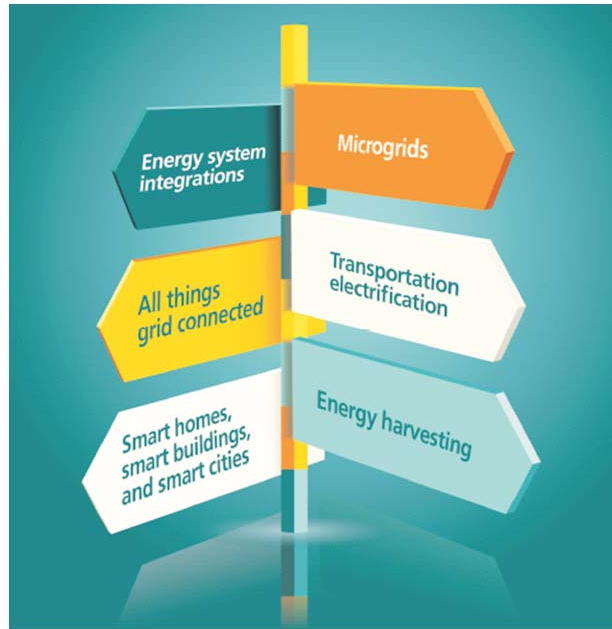
Gambar 1. Perkembangan semikonduktor daya[1].

Di masa lalu, dari pembangkit sampai pemakaian, daya listrik harus melalui trafo lebih dari empat kali. Di masa yang akan datang, daya listrik harus melalui konverter lebih dari empat kali untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi. Gambar 2 dan 3 memperlihatkan perkembangan penerapan elektronika daya. Penerapannya berkembang pesat untuk pemanfaatan sumber energi terbarukan untuk menuju sistem kelistrikan yang berkelanjutan.

Pada saat ini, bentuk sistem ketenagalistrikan terlihat seperti di Gambar 4. Tenaga listrik dibangkitkan dengan menggunakan pembangkit besar dan disalurkan ke pusat-pusat beban melalui saluran transmisi dan distribusi. Pembangkit besar umumnya menggunakan energi primer batubara, minyak, atau air. Semua konsumen atau beban bersifat pasif. Tidak ada kompetisi antar pembangkit dan konsumen sama sekali tidak mempunyai pilihan dari mana tenaga listrik berasal atau dibeli.



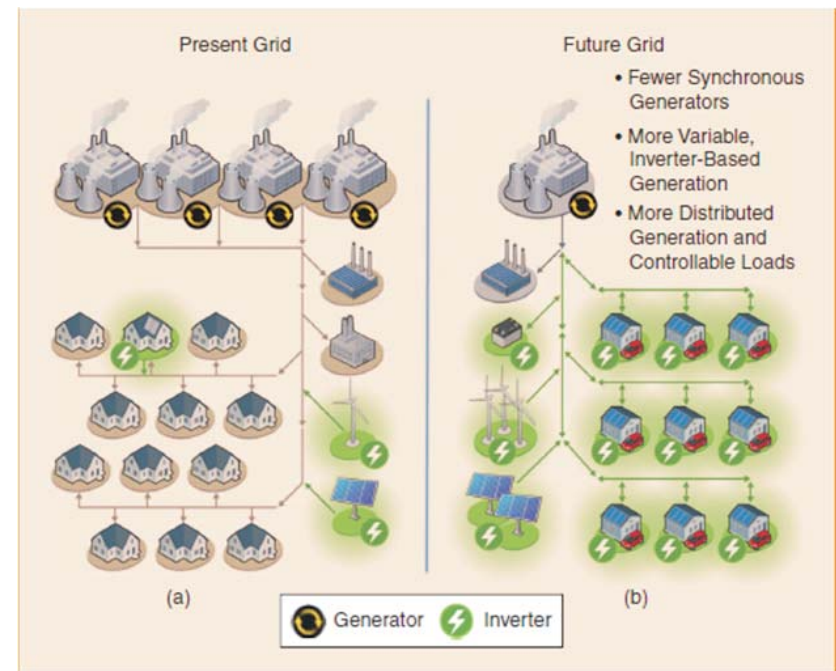
Gambar 2. Daerah penerapan elektronika daya[1].



Gambar 3. Penerapan elektronika daya [2].

Dimasa yang akan datang, banyak ahli memperkirakan sistem tenaga listrik akan berubah menjadi seperti di Gambar 4. Banyak konsumen mempunyai pembangkit sendiri dan umumnya berasal dari energi terbarukan. Walaupun bisa berdiri sendiri, banyak konsumen masih tersambung dengan jaringan besar untuk meningkatkan keandalan dan memungkinkan sharing resources antar pelanggan. Jadi sistem tenaga listrik akan terdiri atas banyak jaringan mikro yang bisa berdiri sendiri maupun tergabung dalam suatu jaringan besar. Sejalan dengan kemajuan teknologi IOT (Internet of Things), konsumen bisa mengatur

secara mandiri penggunaan peralatan dan pembangkitnya. Artinya, konsumen akan berperan aktif dalam sistem ketenagalistrikan. Pembangkit-pembangkit besar akan berkompetisi untuk menghasilkan tenaga listrik yang murah dan efisien. Antar daerah bisa sharing resources untuk meningkatkan kemandirian energi di tingkat regional maupun nasional. Kemampuan sharing resources ini merupakan kunci untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan yang biasanya bersifat intermiten dan tidak pasti tanpa menggunakan baterai yang besar dan mahal.



Gambar 4. Sistem kelistrikan saat ini dan masa datang [3].

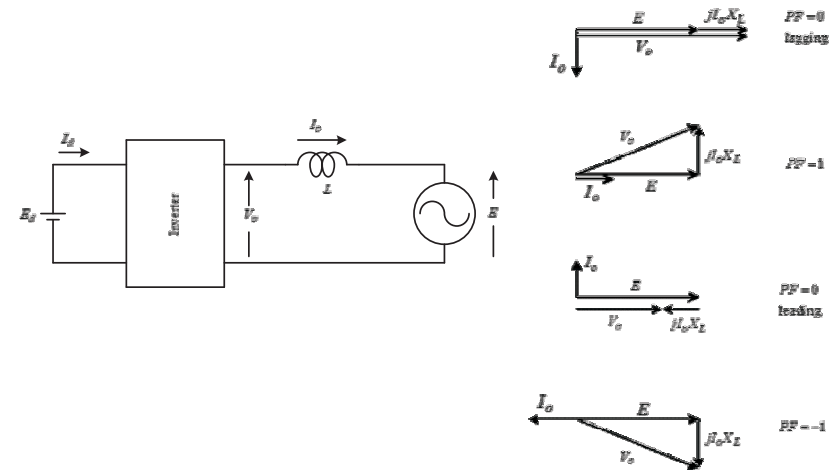
3. KONVERTER DC ke AC dan AC ke DC

Konverter daya dari bentuk DC (searah) ke bentuk AC (bolak-balik) atau inverter banyak digunakan dalam pengendalian motor listrik arus bolak-balik. Akan tetapi berkat kemajuan teknologi elektronika daya dan pengendaliannya, inverter bisa dioperasikan dalam berbagai mode tanpa merubah sama sekali perangkatnya.

Gambar 5 memperlihatkan berbagai macam mode kerja inverter. Inverter bisa dioperasikan sebagai konverter DC-ke-AC maupun sebagai konverter AC-ke-DC (penyearah) tanpa ada perubahan perangkat. Inverter bahkan bisa digunakan sebagai kompensator daya reaktif tanpa menggunakan induktor dan kapasitor. Jika diperlukan, inverter bisa menghasilkan harmonisa untuk menghilangkan harmonisa yang ada (filter aktif). Inverter yang bisa bekerja dalam berbagai mode ini biasa disebut sebagai smart inverter.

Kunci dari kemampuan inverter untuk dioperasikan dalam berbagai mode adalah teknik modulasi lebar pulsa (PWM). Penulis telah mengembangkan teknik PWM untuk inverter tiga-fasa yang mampu meminimumkan riak di sisi AC maupun di sisi DC sehingga ukuran tapis yang diperlukan bisa sekecil mungkin [4]. Riak sisi DC ini harus sekecil mungkin karena besarnya riak akan menentukan umur kapasitor elektrolit yang terpasang di sisi DC. Menurut hasil survey, setengah dari umur inverter ditentukan oleh umur kapasitor elektrolit. Minimisasi harmonisa sisi AC sangat penting untuk meminimumkan pengaruh

harmonisa pada beban atau untuk memenuhi regulasi PLN yang semakin ketat dari waktu ke waktu. Teknik PWM ini bisa dikembangkan untuk inverter multilevel yang banyak dipakai untuk daya besar dan tegangan tinggi.



Gambar 5. Berbagai mode kerja inverter.

Di masa lalu, motor listrik umumnya motor listrik tiga-fasa sesuai dengan sumber yang tersedia. Dengan semakin majunya teknologi inverter, jumlah fasa tidak lagi dibatasi sampai tiga. Jumlah fasa bisa ditingkatkan untuk meningkatkan kinerja motor dan keandalannya. Untuk tujuan ini, penulis juga telah mengembangkan teknik PWM yang efektif untuk diterapkan pada inverter multifasa[5]. Sistem multifasa cocok untuk berbagai wahana listrik (mobil, kereta, kapal, dan pesawat) yang memerlukan keandalan sangat tinggi.

Dengan berkembangnya teknologi elektronika daya, banyak konsumen dan pembangkit bisa berperan dalam perbaikan kualitas atau mutu daya. Saat ini, pembangkit hanya mendapatkan pemasukan berdasarkan energi (kWh) yang dihasilkan. Di masa yang akan datang, kontribusi semua pihak dalam memperbaiki kualitas daya harus mulai diperhitungkan. Bisnis ancillary services diperkirakan akan tumbuh di masa akan datang sejalan dengan era deregulasi kelistrikan.

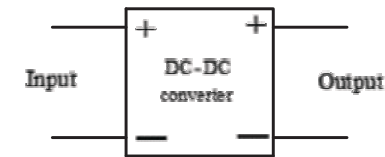
4. KONVERTER DC ke DC

Konverter daya dari bentuk DC ke bentuk DC yang lain banyak dipakai dalam pembangkit listrik energi terbarukan. Konverter ini biasanya dipakai untuk menaikkan tegangan DC yang rendah menjadi tegangan DC yang tinggi. Untuk aplikasi battery charger, arah aliran dayanya harus bisa dua arah. Berbagai topologi konverter DC-DC telah diusulkan dalam literatur. Selain itu berbagai metoda untuk mendapatkan topologi baru juga telah diusulkan. Penulis mengembangkan metoda sintesis topologi baru berdasarkan diagram blok konverter.

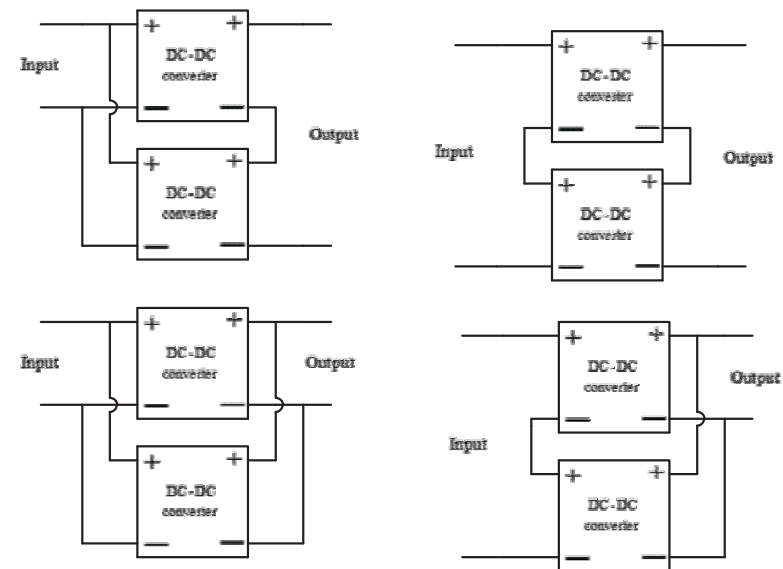
Secara umum, konverter daya DC-DC bisa dianggap sebagai suatu blok dengan dua terminal, yaitu terminal input dan terminal output seperti terlihat di Gambar 6. Konverter ini bisa dikombinasikan menjadi empat macam kombinasi seperti terlihat di Gambar 7. Berdasarkan konsep tersebut, dikembangkan berbagai konverter baru yang dinamakan Dahono Series Converter seperti terlihat di Gambar 8. Konverter Dahono

ini sangat cocok untuk :

- Pembangkit listrik berbasis sel surya (energi matahari) dan fuel cell
- Battery charger/discharger
- Microgrids

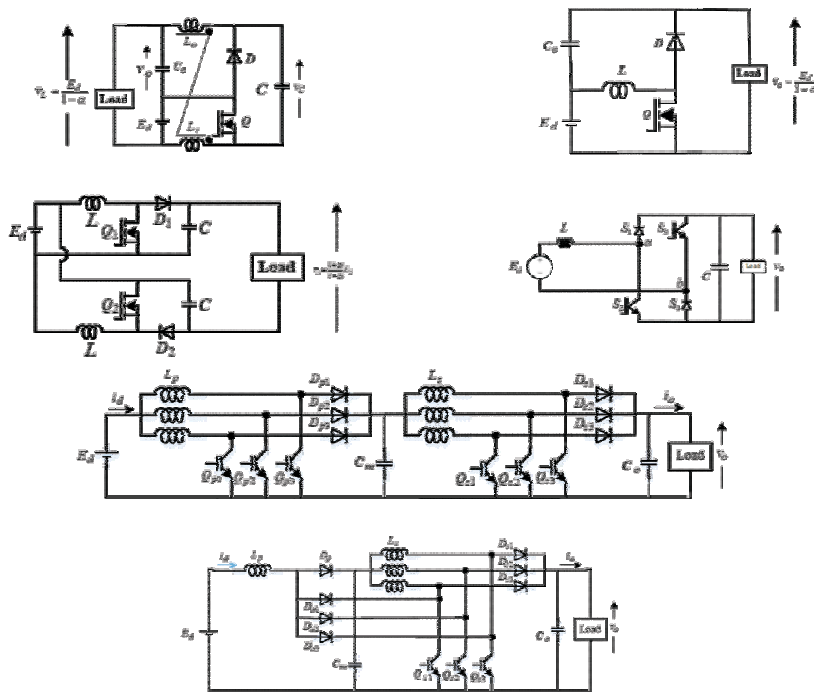


Gambar 6. Diagram blok konverter DC-DC.



Gambar 7. Kombinasi diagram blok.

Beberapa konverter Dahono bisa menghasilkan tegangan dengan rasio yang sangat tinggi, efisien, dengan riak sangat kecil (bahkan nol). Beberapa konverter Dahono tersebut telah dipatenkan dan siap diproduksi oleh PT LEN untuk dipakai dalam berbagai proyek energi terbarukan di berbagai penjuru Indonesia.



Gambar 8. Beberapa konverter Dahono.

5. KONSEP IMPEDANSI VIRTUAL

Sejalan dengan berkembangnya teknologi elektronika, berbagai

strategi pengendalian konverter telah diciptakan dan dilaporkan dalam literatur. Akan tetapi, sering sekali teknik tersebut susah dipahami arti fisiknya sehingga mempersulit penerapannya.

Untuk tujuan ini, penulis menciptakan strategi kendali konverter berbasis konsep impedansi virtual. Konsep impedansi adalah konsep yang dipahami oleh hampir semua sarjana elektro. Dalam konsep ini, pengendali hanya akan menirukan impedansi tambahan (tanpa menggunakan impedansi yang sesungguhnya) sehingga kinerja sistem bisa berubah sesuai dengan yang diinginkan. Berdasarkan konsep impedansi virtual ini, telah dikembangkan:

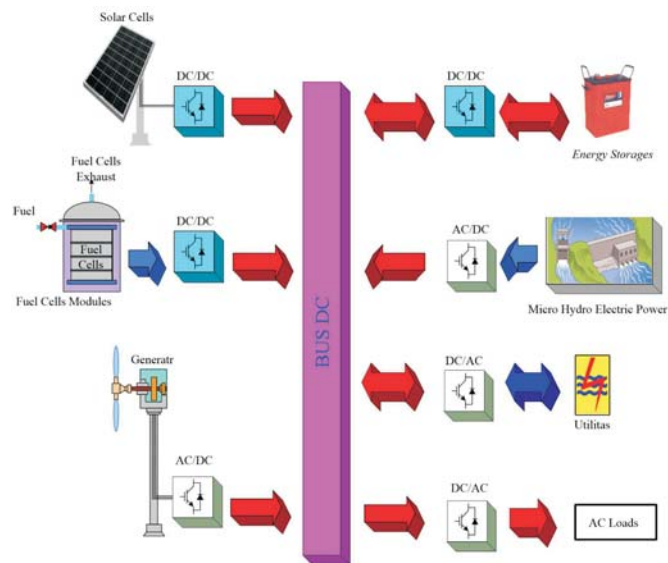
- i) Pengendali berbasis resistor virtual
- ii) Pengendali berbasis induktor virtual
- iii) Pengendali berbasis kapasitor virtual
- iv) Pengendali berbasis rangkaian resonan LC virtual

Pengendali berbasis resistor virtual sangat cocok untuk meredam osilasi yang sering terjadi pada konverter daya karena adanya tapis LC yang harus dipasang. Saat ini, konsep resistor virtual telah menjadi standard untuk meredam osilasi pada berbagai aplikasi.

Pengendali berbasis induktor dan kapasitor virtual sangat cocok untuk menekan riak frekuensi rendah yang biasa muncul pada saat sistem dalam kondisi tak seimbang. Pengendali berbasis rangkaian resonansi LC virtual sangat cocok untuk menghilangkan galat keadaan tunak pada pengendali arus dan tegangan konverter.

6. MICROGRID DAN SUPERGRID

Secara definisi, microgrid adalah suatu jaringan kecil yang terdiri atas pembangkit, penyimpan energi, dan beban. Jaringan kecil ini bisa berdiri sendiri maupun terhubung ke jaringan besar (PLN). Dengan semakin tingginya keinginan untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan, juga dengan semakin mudahnya penyimpan energi, di masa depan akan semakin banyak yang membentuk microgrid. Contoh skema microgrid diperlihatkan di Gambar 9. Berbagai sumber energi terbarukan, penyimpan energi, jaringan PLN, dan beban disatukan dengan menggunakan konverter daya. Dengan cara ini, konsumen bisa mandiri dan tidak harus tersambung ke jaringan PLN.



Gambar 9. Contoh microgrid.

Jika semua konsumen bisa mandiri tanpa jaringan besar, apa peran PLN di masa depan? PLN akan tetap diperlukan untuk:

- i) Memasok konsumen industri dan komersil besar
- ii) PLN diperlukan untuk memungkinkan sharing resources antar microgrid
- iii) PLN diperlukan untuk meningkatkan keandalan microgrid

Dengan konsep banyak microgrid yang tersambung ke jaringan besar, sistem kelistrikan akan lebih andal, efisien, dan resilience. Adanya gangguan di saluran transmisi atau pembangkit besar tidak akan menyebabkan pemadaman total. Pembangunan saluran transmisi yang kompleks, mahal, dan penuh hambatan mungkin tidak lagi banyak diperlukan. Sistem semacam ini terbukti sangat membantu saat suatu daerah mengalami bencana.

Pada saat ini, sistem kelistrikan di Indonesia terdiri atas banyak sistem kelistrikan yang terpisah. Akibatnya, di setiap daerah harus dibangun pembangkit dan antar daerah tidak bisa sharing resources. Artinya, hampir semua PLTU di pulau Jawa memerlukan batu bara yang harus diangkut dari Sumatra dan Kalimantan dengan kendaraan darat dan laut. Selain mahal dan tidak handal, cara ini tidak mendorong pemerataan pembangunan. Potensi PLTA yang besar di Sumatra, Kalimantan Utara, Sulawesi, dan Papua tidak bisa dimanfaatkan karena rendahnya beban di sekitar lokasi. Potensi panas bumi di Sumatra, Nusa Tenggara, dan Maluku Utara tidak bisa dimanfaatkan karena tidak ada beban dan

jaringan. Potensi energi surya dan angin di Nusa Tenggara tidak bisa dimanfaatkan karena tidak adanya beban dan jaringan yang memadai. Apakah semua potensi sumber energi terbarukan tersebut hanya akan dimanfaatkan saat ada beban? Perlu dicatat bahwa sumber energi terbarukan tersebut tidak akan habis dan tidak bisa ditabung untuk keperluan mendatang. Sungguh tidak adil suatu daerah yang punya potensi energi terbarukan dibiarkan terbelakang. Mengapa potensi tersebut tidak kita ekspor ke daerah atau ke negara lain?

Untuk bisa membangun dan memanfaatkan sumber energi terbarukan di daerah yang jauh dari pusat beban, maka kita memerlukan tol listrik atau supergrid yang menghubungkan daerah-daerah berpotensi ke pusat beban. Impian tentang skema tol listrik atau supergrid untuk Indonesia diperlihatkan di Gambar 10. Hampir semua daerah di Indonesia disatukan oleh tol listrik. Jika ada tol listrik, maka:

- i) Semua potensi energi terbarukan bisa dimanfaatkan sehingga mendorong pemerataan pembangunan
- ii) PLTU besar (di atas 500 MW) bisa dibangun di mulut tambang dengan skala besar sehingga lebih ekonomis dan ramah lingkungan
- iii) Sumber energi terbarukan yang intermittent seperti halnya tenaga matahari dan angin bisa dimanfaatkan tanpa menggunakan baterai yang besar.
- iv) Antar daerah bisa sharing resources untuk meningkatkan keandalan dan kemandirian energi.

v) Indonesia bisa mentargetkan 100% green pada tahun 2050 atau 2075. Tantangan utama dibangunnya tol listrik atau supergrid adalah:

- i) Biayanya mahal
- ii) Daerah timur terdapat banyak palung laut
- iii) Kurangnya industri lokal yang menguasai teknologi ini.



Gambar 10. Indonesia supergrid.

Pembangunan tol listrik atau supergrid tidak mungkin ditanggung hanya oleh PT PLN atau pemerintah. Akan tetapi, pembangunan bisa ditanggung bersama oleh rakyat Indonesia secara bertahap seperti yang telah kita lakukan dalam pembangunan palapa ring (tol telekomunikasi) yang menyambungkan sistem telekomunikasi seluruh Indonesia.

Pembangunan tol listrik dengan menggunakan dana rakyat telah dilakukan oleh banyak negara maju seperti halnya Amerika dan berbagai negara Eropa. Banyaknya palung laut bisa diatasi dengan semakin majunya teknologi underground cable. Selain itu, mungkin tidak perlu semua pulau tersambung ke tol listrik. Sebagian besar pulau kecil akan tetap dibiarkan terpisah dan dilayani dengan konsep microgrid.

Jika Indonesia ingin menuju negara yang mandiri energi dan hijau, maka Indonesia wajib mulai menyiapkan industri dan sumber daya manusia yang menguasai:

- i) Elektronika daya
- ii) Kabel bawah laut
- iii) Ketenagalistrikan secara umum

Saat ini, Indonesia sangat kekurangan ahli elektronika daya dan kabel laut. Bahkan, perguruan tinggi yang mempunyai prodi ketenagalistrikan jumlahnya sangat sedikit. Industri ketenagalistrikan jumlahnya juga sangat sedikit. Bahkan walaupun ada industri, kita sangat kekurangan laboratorium uji dan sertifikasi peralatan listrik yang sangat diperlukan dalam pengembangan microgrid dan supergrid.

7. PENUTUP

Elektronika daya merupakan enabler sistem kelistrikan masa depan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Elektronika daya merupakan

teknologi kunci dalam pemanfaatan sumber energi baru dan terbarukan untuk menuju sistem kelistrikan yang mandiri baik skala regional maupun nasional. Kontribusi penulis di bidang elektronika daya memang sangat sedikit tetapi diharapkan bisa memicu perkembangan lebih lanjut dan bisa diterapkan di banyak sektor. Walaupun banyak tertinggal, Indonesia punya peluang untuk menguasai teknologi dan industri elektronika daya. Dengan elektronika daya, laut bukan lagi pemisah tetapi pemersatu bangsa Indonesia. Untuk itu, perlu banyak dukungan untuk terus mengembangkan pendidikan, penelitian, dan industri elektronika daya.

8. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama saya memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala karuniaNya yang telah dilimpahkan. Pada hari yang berbahagia ini, terimakasih saya sampaikan kepada Pimpinan ITB, dan seluruh Anggota Forum Guru Besar ITB, atas kesempatan yang diberikan untuk menyampaikan orasi ilmiah ini. Ucapan terimakasih juga kepada teman, kolega, dan keluarga yang selalu mendukung dalam perjalanan karier saya. Terimakasih terutama untuk istriku tercinta, Erna Garnia, yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan dan semangat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yole, Market and Technology Trends in Wide Bandgap Power Packaging, IEEE Applied Power Electronics Conference, 2015.
- [2] Tan, Emerging System Applications and Technological Trends in Power Electronics, IEEE Power ELelectroncs Magazine, June 2015, pp. 38-47.
- [3] Kroposky et.al., Achieving 1 100% Renewable Grid, IEEE Power Energy Magazine, March/April 2017, pp. 61-73.
- [4] P. A. Dahono, Y. Sato, and T. Kataoka, Analysis and Minimization of Harmonics on the AC and DC Sides of PWM Inverters, IEEJ Trans. Industry Applications, May 1995.
- [5] P.A. Dahono, Analysis and Minimization of Output Current Ripple of Multiphase PWM Inverters, Journal of Engineering and Technology Science, 2008.

CURRICULUM VITAE



Nama : **PEKIK ARGO DAHONO**
Tmpt. & tgl. lhr. : Yogyakarta, 8 April 1962
Kel. Keahlian : Teknik Tenaga Listrik
Alamat Kantor : Jalan Ganesha 10 Bandung
Nama Istri : Erna Garnia
Nama Anak : 1. Resnanda Dahono
2. Andriazis Dahono

I. RIWAYAT PENDIDIKAN

- Doctor of Engineering, bidang teknik elektro, Tokyo Institute of Technology, Jepang, 1995.
- Master of Engineering, bidang teknik elektro, Tokyo Institute of Technology, Jepang, 1992.
- Sarjana Teknik Elektro, bidang teknik elektro, Institut Teknologi Bandung (ITB), 1985.

II. RIWAYAT KERJA

- Dosen Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, ITB, 1986 – sekarang.
- Peneliti tamu di Tokyo Institute of Technology, Jepang, 1997 dan 1998.
- Dosen tamu di Science University of Tokyo, Jepang, 2001.
- Dosen tamu di Tokyo Denki University, Jepang, 2004.
- Dosen tamu di Ecole Polytechnique Toulouse, Perancis, 2008.

III. PUBLIKASI

- P. A. Dahono, Y. Sato, and T. Kataoka, Analysis of Conduction Losses of Inverters, IEE Power Appl., 1995.
- P. A. Dahono, A. Purwadi, Qamaruzzaman, An LC Filter Design Method for Single-Phase PWM Inverter, IEEE Conf. Power Electronics and Drive Systems, Singapore 1995.
- P. A. Dahono, Y. Sato, and T. Kataoka, Analysis and Minimization of Input Current and Voltage Ripples of PWM Inverters, IEEE Trans. Ind. Appl., 1996.
- P. A. Dahono, S. Riyadi, A. Mudhawari, Y. Haroen, Output Ripple Analysis of Multiphase DC-DC Converters, IEEE Conf. Power Electronics and Drive Systems, Hongkokng, 1999.
- P. A. Dahono, A Control Method to Damp Oscillation in the Input LC Filter of AC-DC PWM Converters, IEEE Power Electronics Specialist Conf., Australia, 2002.
- P. A. Dahono, A Contro Method for DC-DC Converter that has an LCL Output Filter Based on Virtual Resistance and Capacitance, IEEE Power Electronics Specialist Conf., Germany, 2004.
- P. A. Dahono, Analysis and Minimization of Current Ripple of Multiphase PWM Inverters, IEEE Power Electronics Specialist Conf., South Korea, 2006.
- P. A. Dahono, D. Amirudin, A. Rizqiawan, and Deni, Analysis of Input and Output Ripples of PWM AC Choppers, Journal of Engineering and Technological Sciences, 2008.
- P. A. Dahono, A New Virtual LC Filter and Its Applications, IEEE Power Electronics Specialist Conference, Greece, 2008.
- P. A. Dahono, New Hysteresis Current Controller for Single-Phase Full-Bridge Inverters, IET Power Electronics, 2009.

- P. A. Dahono, E. Supriatna, and Deni, Analysis and Minimization of Output Current Ripple of Five-Phase PWM Inverters, IEEE Trans. Ind. Appl., 2009.
- P. A. Dahono, C. Akbarifutra, and A. Rizqiawan, Input Ripple Analysis of Five-Phase PWM Inverters, IET Power Electronics, 2010.
- P. A. Dahono, Analysis and Minimization of Input and Output Ripples of PWM Inverters, Smart Power Grids, 2011.
- P. A. Dahono, A New Control Method to Reduce the Low Frequency Output Current Ripple of AC-DC Converters by Using Virtual Inductor, Journal of Engineering and Technology Sciences, 2012.
- P. A. Dahono, M. Saputra, and A. Rizqiawan, A Variable Switching Frequency Approach to Reduce the Output Current Ripple of Single-Phase PWM Inverters, International Journal of Electrical Engineering and Informatics, 2017.

IV. PENGHARGAAN

- Best Paper Award, IEE Japan, 1992
- Japan Society for Promotion of Science Research Award, 1994.
- Hitachi Kimmai Fellowship Award, 1997.
- Toray Research Fellowship Award, 1998.
- Asahi Glass Research Award, 1998.
- PII Engineering Award, 2006.
- ASEAN Outstanding Achievement Award, 2006.
- Best Paper Award, ITB, 2008.
- STEI-ITB Award, 2014.

- Peneliti Terbaik ITB, 2015.

V. SERTIFIKASI

- Insinyur Profesional Utama, Persatuan Insinyur Indonesia.
- ASEAN Chartered Professional Engineer
- ASEAN Engineer Register