



PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK **ENERGI** **TERBARUKAN**

Fendi Achmad | Ali Nur Fathoni | Puput Wanarti Rusimamto
Jingga Indi Wijaya | Indah Muji Lestari
Rio Fakhruddin Saputra | Robby Satrio

PEMBANGKIT

TENAGA LISTRIK ENERGI TERBARUKAN

Membangun Ruang Belajar untuk Semua

Ir. Fendi Achmad, S.Pd., M.Pd. | Ali Nur Fathoni, S.Pd., M.Eng., Gr.
Dr. Puput Wanarti Rusimamto, S.T., M.T. | Jingga Indi Wijaya
Indah Muji Lestari | Rio Fakhruddin Saputra
Robby Satrio



PENERBIT KBM INDONESIA

Adalah penerbit dengan misi memudahkan proses penerbitan buku buku penulis di tanah air Indonesia. Serta menjadi media sharing proses penerbitan buku.

PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK ENERGI TERBARUKAN

Membangun Ruang Belajar untuk Semua

Copyright @2025 By Ir. Fendi Achmad, S.Pd., M.Pd., dkk

All right reserved

Penulis

Ir. Fendi Achmad, S.Pd., M.Pd. | Ali Nur Fathoni, S.Pd., M.Eng., Gr.

Dr. Puput Wanarti Rusimamto, S.T., M.T. | Jingga Indi Wijaya

Indah Muji Lestari | Rio Fakhruddin Saputra

Robby Satrio

Desain Sampul

Aswan Kreatif

Tata Letak

Sofitahm

Editor

Dr. Muhamad Husein Maruapey, Drs., M.Sc.

Background isi buku di ambil dari <https://www.freepik.com/>

Official

Depok, Sleman-Jogjakarta (Kantor)

Penerbit Karya Bakti Makmur (KBM) Indonesia

Anggota IKAPI/No. IKAPI 279/JTI/2021

081357517526 (Tlpn/WA)

Website

<https://penerbitkbm.com>

www.penerbitbukumurah.com

Email

naskah@penerbitkbm.com

Distributor

<https://penerbitkbm.com/toko-buku/>

Youtube

Penerbit KBM Sastrabook

Instagram

@penerbit.kbmindonesia

@penerbitbukujogja

ISBN: 978-634-202-430-0

Cetakan ke-1, Juni 2025

14 x 21 cm, vi + 136 halaman

Isi buku diluar tanggungjawab penerbit

Hak cipta merek KBM Indonesia sudah terdaftar di DJKI-Kemenkumham dan isi buku dilindungi undang-undang.

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa seizin penerbit karena beresiko sengketa hukum

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

KATA PENGANTAR

Segala bentuk pujian dan syukur kami persembahkan kepada Allah, Sang Maha Kuasa, atas anugerah dan berkah-Nya yang membuat penulis dapat menyelesaikan buku pembelajaran ini. Di samping itu, penulis pun mengirimkan salawat dan salam yang semoga selalu diberikan kepada Nabi Agung Muhammad SAW, karena dengan adanya beliau, kita dapat terhindar dari kegelapan dan menuju jalan yang lebih cerah.

Tujuan dari buku ini adalah untuk menyediakan referensi yang bermanfaat bagi fasilitator di komunitas pedesaan. Buku ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai pilihan energi terbarukan yang dapat diterapkan dalam berbagai konteks pedesaan di Indonesia.

Bagi Komunitas Pedesaan, Energi Terbarukan adalah konsep yang masih asing bagi banyak wilayah rural di Indonesia. Dengan meninjau ulang penelitian dari setiap bab, Anda akan mengamati bagaimana komunitas-komunitas di sekeliling Anda telah memahami cara-cara baru yang inovatif untuk berkolaborasi dalam mencapai perubahan yang berarti melalui penerapan berbagai teknologi yang sederhana.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
BAB 1 PENGANTAR ENERGI TERBARUKAN DAN SISTEM TENAGA LISTRIK	1
1.1. Sejarah.....	1
1.2. Mengenai Energi	5
1.3. Energi Konvensional.....	7
1.4. Energi Terbarukan	12
1.5. Memahami Energi, Tentang Tenaga, Energi, Watt, Watt Per Jam, Kilo Joule	20
1.6. Tipe-Tipe Energi	23
BAB 2 ENERGI TENAGA MATAHARI	29
2.1. Solar Thermal.....	32
2.2. Solar Photovoltaic.....	34
2.3. Metode Penggunaan Energi Matahari.....	36
BAB 3 ENERGI TENAGA ANGIN	43
3.1. Turbin dengan Axis Horizontal.....	44
3.2. Turbin Angin Axis Vertikal.....	45
3.3. Aplikasi.....	46
3.4. Studi Kasus	48

BAB 4 ENERGI TENAGA AIR	51
4.1 Turbin Air	59
4.2 Kincir Air	67
BAB 5 BIOMASSA	75
5.1 Sumber Biomassa	78
5.2 Konversi Biomassa ke Biofuel	89
5.3 Biogas	94
5.4 Biodiesel	104
5.5 Bioetanol	111
5.6 Gasifikasi	116
5.7 Aplikasi	119
5.8 Evaluasi	124
DAFTAR PUSTAKA	129
PROFIL PENULIS	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 penggunaan energi konvensional ditahun 2023.....	7
Gambar 1.2 proses batubara menjadi listrik.....	10
Gambar 1.3 Konverensi energi	27
Gambar 2.1 Energi tenaga matahari	29
Gambar 2.2 Struktur sel surya	31
Gambar 2.3 solar thermal	33
Gambar 2.4 Penggunaan energi tenaga matahari.....	36
Gambar 2.5 PLTS.....	38
Gambar 3.1 Komponen turbin angin	45
Gambar 3.2 Penggunaan energi listrik	48
Gambar 4.1 Reservoir	54
Gambar 4.2 Intake (bangunan penyadap).....	55
Gambar 4.3 Penstok	56
Gambar 4.4 Turbin.....	56
Gambar 4.5 Generator	57
Gambar 4.6 Transformer pembangkit.....	58
Gambar 4.7 Jalur transmisi pembangkit	58
Gambar 4.8 Komponen turbin pembangkit.....	60
Gambar 4.9 Turbin francis.....	62
Gambar 4.10 Turbin propeler.....	63
Gambar 4.11 Turbin cross flow	64
Gambar 4.12 Turbin peleton.....	65
Gambar 4.13 Contoh gambar pembangkit listrik hidro pico	66
Gambar 4.14 Kincir air undershot.....	67
Gambar 4.15 Kincir air overshot.....	69
Gambar 4.16 Kincir air breashot	70
Gambar 4.17 Kincir air tertutup	71
Gambar 4.18 Kincir air terbuka.....	73

Gambar 5.1 Biomassa	75
Gambar 5.2 Pengelolaan biomassa.....	78
Gambar 5.3 Pengelolaan biomassa pedesaan di Indonesia.....	88
Gambar 5.4 Gambaran pengolahan biomasa	88
Gambar 5.5 Konversi minyak kelapa sawit menjadi bahan bakar hayati.....	94
Gambar 5.6 Pengoprasian biomasa kotoran hewan.....	99
Gambar 5.7 Ilustrasi pengolahan biomasa kotpran hewan	99
Gambar 5.8 Teknis biodiesel.....	110
Gambar 5.9 Pertimbangan biodiesel	110
Gambar 5.10 Ilustrasi bioetanol	112
Gambar 5.11 Ilustrasi pengolahan bio etanol	117
Gambar 5.12 Ilustrasi updraft.....	120
Gambar 5.13 Ilustrasi down draft	121
Gambar 5.14 Ilustrasi crossdraft	122
Gambar 5 15 Ilustrasi pembangkit biomassa.....	123
Gambar 5.16 Gambaran pengolahan biomassa	124

DAFTAR PUSTAKA

- Zainal Arifin et al. 2022. *Pemodelan Numerik dan Computational Fluid Dynamics (CFD) pada Modul Photovoltaic (PV)*. UNS Press.
- Tim PPPPTK, dkk. 2015 *Konversi Energi Surya Dan Angin*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Guru dan Tenaga Kependidikan
- Ya'qub, Syahidah, (2022). *Energi Surya*.
<https://id.scribd.com/document/438169237/EnergiSurya>
- Alamsyah, F., Notosudjono, D., & Soebagia, H. 2017 *Studi Kinerja Generator Pembangkit Listrik Tenaga Air Ubrug Sukabumi*. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik - Universitas Pakuan Letcher TM.
- Hidup, G., Tangga, 8., & Apriathama, O. (2022). *8 PLTA di Indonesia Terbesar Saat Ini untuk Kebutuhan Listrik Rumah Tangga*. Retrieved 5 January 2022, from <https://artikel.rumah123.com/8-plta-di-indonesiaterbesar-saat-ini-untuk-kebutuhan-listrik-rumahtangga-71793>
- Isi, D., Fauna, F., Teknologi, S., Blog, A., Me, C., Policy, P., & Air, K. (2020). *Keuntungan dan Kerugian Pembangkit Tenaga Air - Sainsmania*. Retrieved 5 January 2022, from <https://sainsmania.com/keuntungan-dankerugian-pembangkit-tenaga-air/>
- Letcher TM. 2017. *Wind Energy Engineering: A Handbook for Onshore and Offshore Wind Turbines*.

Manwell, J. F., McGowan, J. G., & Rogers, A. L. 2011. *Wind energy explained: Theory, design and Application*. John Wiley & Sons, Ltd.

Matahari Untuk Plts di Indonesia. ESDM. (n.d.). Retrieved January 5, 2022, from <https://www.esdm.go.id/-id/media-center/arsip-berita/matahari-untuk-plts-diindonesia>

DAFTAR PUSTAKA GAMBAR

1. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fkoran-jakarta.com%2Ftransisi-ke-ebt-salah-satu-syarat-indonesia-keluar-dari-middle-income-trap&psig=AOvVaw22emylM-TmOgJa3qGQgXxv&ust=1740836562134000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=oCBQQjRxqFwoTCKDsn-K_5osDFQAAAAAdAAAAABAJ
2. <https://images.app.goo.gl/XgUhjiAvaNbuLN46A>
3. <https://images.app.goo.gl/kzejsgPu7smNmRi7A>
4. <https://images.app.goo.gl/bd1YwM64cB9Bvnpv9>
5. <https://images.app.goo.gl/nnhg4tc2RGw1pA1g7>
6. <https://images.app.goo.gl/kXmjkk9CthSh8E7Z9>
7. <https://images.app.goo.gl/FWnetByxfp92iyRKA>

PROFIL PENULIS



Ir. Fendi Achmad, S.Pd., M.Pd. lahir di Surabaya, 26 Desember 1990. Lulus pendidikan Prodi S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya (UNESA) tahun 2013, S2 Prodi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan UNESA tahun 2016, Program Studi Program Profesi Insinyur (PSPPI)

Universitas Muhammadiyah Malang Tahun 2024. Saat ini bekerja sebagai dosen di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) pada program studi Pendidikan Teknik Elektro. Penulis menekuni bidang penelitian dan pengabdian terkait dengan bidang ilmu penugasan atau kepakaran tentang Pembelajaran PLC Kelistrikan Industri.



Ali Nur Fathoni, S.Pd., M.Eng., Gr. lahir di Boyolali, 22 Maret 1994. Lulus Bidang Studi Elektronika Prodi S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang (UNNES) tahun 2018. Lulus Bidang Studi Elektronika Prodi Pendidikan Profesi Guru (PPG) Universitas Negeri Jakarta (UNJ) tahun

2019. Lulus Bidang Studi Sistem Isyarat dan Elektronika Prodi S2 Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada (UGM)

tahun 2023. Saat ini bekerja sebagai dosen di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) pada program studi Pendidikan Teknik Elektro. Penulis menekuni bidang penelitian dan pengabdian terkait dengan bidang ilmu penugasan atau kepakaran tentang Teknik Elektronika Industri.



Dr. Puput Wanarti Rusimamto, S.T., M.T. lahir di Nganjuk, 22 Juni 1970. Lulus Bidang Studi Instrumentasi dan Kontrol Prodi S1 Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) tahun 1994. Lulus Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan Prodi S2 Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) tahun 2002. Lulus program Doktor Prodi S3 Pendidikan Vokasi Unesa tahun 2022. Saat ini bekerja sebagai dosen di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) pada program studi Pendidikan Teknik Elektro. Penulis menekuni bidang penelitian dan pengabdian terkait dengan bidang ilmu penugasan atau kepakaran tentang Pendidikan Vokasional Rekayasa Elektro



Jingga Indi Wijaya, seorang pemuda kelahiran Gresik pada tanggal 18 Maret 2004, saat ini tengah menempuh pendidikan tinggi di Universitas Negeri Surabaya (UNESA). Terdaftar dengan Nomor Induk Mahasiswa (NIM) 23050514006, Jingga memilih Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro

dengan fokus pada konsentrasi keahlian Teknik Tenaga Listrik (TTL) di Fakultas Teknik. Perjalanan pendidikan Jingga dimulai di MI Darul Ulum Sidojangkung (2010-2016), dilanjutkan ke SMPN 1 Menganti (2016-2019), dan kemudian di SMKN 1 Cerme Gresik (2019-2023) di mana ia mengambil program jurusan Teknik Otomasi Industri (TOI) selama empat tahun. Ketertarikannya pada bidang teknik mengantarkannya untuk melanjutkan studi di tingkat sarjana pada program Pendidikan Teknik Elektro di UNESA sejak tahun 2023 hingga saat ini. Jingga adalah seorang Muslim berkewarganegaraan Indonesia yang memiliki kondisi kesehatan yang baik. Ia tinggal di Sidojangkung RT 02/RW 01, Desa Sidojangkung, Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Untuk komunikasi, Jingga dapat dihubungi melalui nomor telepon 083848922361. Sebagai mahasiswa UNESA, Jingga juga memiliki alamat kampus di Jl. Ketintang, Surabaya 60231. Kampus dapat dihubungi melalui telepon di (031) 8280009, 8280383, 828067 atau melalui fax di (031) 8280804. Dengan latar belakang pendidikan yang kuat di bidang teknik, Jingga Indi Wijaya diharapkan dapat meraih kesuksesan dalam studinya dan berkontribusi dalam bidang Teknik Tenaga Listrik di masa depan.



Indah Muji Lestari merupakan seorang mahasiswi. Saat ini, ia sedang menempuh pendidikan di jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. Terdaftar dengan Nomer Induk Mahasiswa (NIM) 23050514014. Indah lahir di Ngawi, Jawa

Timur pada tanggal 2 Februari 2005. Sebagai mahasiswi Pendidikan Teknik Elektro, Indah memiliki ketertarikan dalam bidang elektronika dan sistem kelistrikan. Perjalanan akademiknya di Universitas Negeri Surabaya memberinya kesempatan untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang teknik elektro serta metode pengajaran yang efektif untuk materi teknis. Dengan latar belakang pendidikan teknik, Indah mempersiapkan diri untuk menjadi pendidik yang kompeten dalam bidang elektro, yang dapat menginspirasi generasi mendatang untuk mengeksplorasi dan inovasi dalam teknologi dan elektronika. Komitmennya terhadap pendidikan dan teknik menunjukkan potensinya untuk berkontribusi pada kemajuan teknologi dan pendidikan di Indonesia.



Rio Fakhruddin Saputra, lahir di Lamongan pada 15 Desember 2004. Saya memulai perjalanan pendidikan saya dari SMKN 1 Surabaya, mengambil jurusan Teknik Komputer dan Jaringan. Sekarang, saya sedang menjalani kuliah, saat ini sudah semester empat di Universitas Negeri Surabaya, tepatnya di

Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro dengan fokus penjurusan Teknik Tenaga Listrik (TTL). Saya adalah anak pertama dari tiga bersaudara, dan sejak kecil, saya sudah terbiasa menghadapi berbagai tantangan dengan tanggung jawab. Dunia teknik dan komputer memang menarik bagi saya, tapi saya juga tidak pernah jauh dari dunia olahraga khususnya futsal. Bermain futsal bukan Cuma sekedar hobi, tapi juga jadi cara saya untuk tetap aktif, jaga semangat, dan membangun kebersamaan dengan teman-teman. Menulis buku ini awalnya adalah bagian dari tugas kuliah. Tapi makin ke sini, saya sadar, ini bukan Cuma tentang menyelesaikan tugas. Ini tentang bagaimana saya dan kelompok saya bisa menyusun sesuatu yang punya nilai, yang bisa berguna untuk orang lain. Prosesnya tidak selalu mudah penuh tantangan dan butuh kesungguhan. Tapi justru di situ saya belajar banyak. Salah satu pelajaran hidup yang saya pegang teguh adalah: jangan menyerah sebelum mencoba, dan terus melangkah ke depan. Kita nggak pernah tahu sejauh mana kita bisa melangkah kalau kita berhenti duluan. Lewat buku ini, saya berharap pembaca bisa mendapatkan ilmu baru, ide-ide segar, atau setidaknya merasakan semangat yang kami bawa saat menyusunnya. Harapan saya sederhana—semoga apa yang kami tulis bisa memberi manfaat, sekecil apa pun itu.



Robby Satrio, seorang pemuda kelahiran Gresik pada tanggal 30 Juli 2005, saat ini tengah menempuh pendidikan tinggi di Universitas Negeri Surabaya (UNESA). Terdaftar dengan Nomor Induk Mahasiswa (NIM) 23050514040, Robby memilih Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro dengan fokus pada konsentrasi keahlian Teknik Tenaga Listrik (TTL) di Fakultas Teknik.

Perjalanan pendidikan Robby dimulai di SDN 151 Gresik (2010-2016), dilanjutkan ke SMPN 1 Driyorejo (2016-2019), dan kemudian di SMKN 1 Driyorejo (2020-2023) di mana ia mengambil program jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL) selama tiga tahun. Ketertarikannya pada bidang teknik mengantarkannya untuk melanjutkan studi di tingkat sarjana pada program Pendidikan Teknik Elektro di UNESA sejak tahun 2023 hingga saat ini. Robby adalah seorang Muslim berkewarganegaraan Indonesia yang memiliki kondisi kesehatan yang baik. Ia tinggal di Dsn. Randu Pukah RT18/RW04, Desa Gadung, Kecamatan Driyorejo, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Untuk komunikasi, Robby dapat dihubungi melalui nomor telepon 0895364768508. Sebagai mahasiswa UNESA, Robby juga memiliki alamat kampus di Jl. Ketintang, Surabaya 60231. Kampus dapat dihubungi melalui telepon di (031) 8280009, 8280383, 828067 atau melalui fax di (031) 8280804. Dengan latar belakang pendidikan yang kuat di bidang teknik, Robby Satrio diharapkan dapat meraih kesuksesan dalam studinya dan berkontribusi dalam bidang Teknik Tenaga Listrik di masa depan.