

ENERGI BARU DAN TERBARUKAN DALAM SISTEM ENERGI

Partaonan Harahap, S.T., M.T., IPM.
Ir. Lory Marcus Parera, S.T., M.T., IPU., ACPE.
Irfan Nofri, S.T., M.T.
Ir. Joko Arif Setiawan, S.T., M.T.
Sawirman, S.T., M.T.
Dian Putra Saragi, M.T.



Energi Baru dan Terbarukan dalam Sistem Energi

Partaonan Harahap, S.T., M.T., IPM.

Ir. Lory Marcus Parera, S.T., M.T., IPU., ACPE.

Irfan Nofri, S.T., M.T.

Ir. Joko Arif Setiawan, S.T., M.T.

Sawirman, S.T., M.T.

Dian Putra Saragi, M.T.



PT YAPINDO JAYA ABADI

Anggota IKAPI: No. 627/DKI/2023

Energi Baru dan Terbarukan dalam Sistem Energi

Penulis : Partaonan Harahap, S.T., M.T., IPM., Ir. Lory
Marcus Parera, S.T., M.T., IPU., ACPE., Irfan Nofri,
S.T., M.T., Ir. Joko Arif Setiawan, S.T., M.T.,
Sawirman, S.T., M.T., dan Dian Putra Saragi, M.T.
ISBN : 978-634-7789-69-3 (PDF)
Penyunting Naskah : Nurul Rahmadesni, S.Hum.
Tata Letak : Nurul Rahmadesni, S.Hum.
Desain Sampul : Novikean Keysah Sanisri

Penerbit

PT Yapindo Jaya Abadi

Jl. Tanjung Duren Raya No. 89 C RT 06/RW 05, Kelurahan Tanjung Duren Selatan, Kecamatan Grogol Petamburan, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11470

E-Mail : yapjadi@gmail.com

Website : yapindo.co.id

© Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan pengumuman.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit. Ketentuan Pidana Sanksi Pelanggaran Pasal 2 UU Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta.

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (Tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyerahkan, 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 Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku berjudul *Energi Baru dan Terbarukan dalam Sistem Energi* dapat disusun dan dihadirkan kepada pembaca.

Buku ini dibuat untuk masyarakat umum yang ingin memahami peran energi baru dan terbarukan dalam kehidupan sehari-hari. Pembahasan di dalamnya disusun secara sederhana, mulai dari pentingnya energi bersih, jenis-jenis sumber energi terbarukan, hingga pemanfaatannya dalam mendukung sistem energi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Semoga buku ini dapat menambah wawasan pembaca mengenai pentingnya perubahan menuju penggunaan energi yang lebih bijak. Penulis berharap buku ini bermanfaat bagi siapa saja yang peduli terhadap masa depan energi, lingkungan, dan keberlanjutan kehidupan.

Jakarta, Juli 2026

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
Bab 1: Konsep Energi dan Sistem Energi.....	1
1.1 Pengertian Energi	1
1.2 Sistem Energi	4
1.3 Klasifikasi Sumber Energi.....	8
1.4 Peran Energi dalam Kehidupan.....	12
Bab 2: Energi Surya dan Energi Angin.....	17
2.1 Prinsip Energi Surya.....	17
2.3 Pemanfaatan Energi Surya	24
2.4 Konsep Energi Angin	27
2.5 Perhitungan Potensi Energi Angin	36
2.6 Teknologi Turbin Angin.....	36
2.6 Pemanfaatan Energi Angin.....	40
Bab 3: Energi Air dan Energi Panas Bumi	44
3.1 Konsep Energi Air (Hidro).....	44
3.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air	48
3.3 Mikrohidro dan Aplikasinya	51
3.4 Konsep Energi Panas Bumi.....	58

3.5 Teknologi Geothermal.....	69
3.6 Pemanfaatan Energi Panas Bumi	72
Bab 4: Energi Biomassa dan Bioenergi	77
4.1 Konsep Biomassa	77
4.2 Sumber Bioenergi.....	80
4.3 Teknologi Pengolahan Biomassa	84
4.4 Pemanfaatan Bioenergi.....	88
4.5 Dampak Lingkungan Biomassa.....	92
Bab 5: Sistem Pembangkit dan Integrasi Energi Terbarukan	97
5.1 Sistem Pembangkit Energi	97
5.2 Integrasi Energi Terbarukan.....	101
5.3 Sistem Energi Hibrida	105
5.4 Distribusi dan Jaringan Energi	108
5.5 Kinerja Sistem Energi	113
Bab 6: Dampak Lingkungan dan Keberlanjutan Energi	117
6.1 Energi dan Lingkungan	117
6.2 Dampak Penggunaan Energi	121
6.3 Konsep Keberlanjutan	125
6.4 Pengelolaan Lingkungan Energi	129
6.5 Evaluasi Keberlanjutan.....	133
Bab 7: Strategi Pengelolaan Energi Baru dan Terbarukan	138

7.1 Kebijakan Energi.....	138
7.2 Manajemen Energi	142
7.3 Optimalisasi Pemanfaatan Energi	146
7.4 Peran Teknologi dalam Sistem Energi	149
7.5 Penguatan Sistem Energi.....	154
Daftar Pustaka	158
Profil Penulis.....	165

Daftar Pustaka

- Abdelaziz, E. A., Saidur, R., & Mekhilef, S. (2023). *A review on energy management strategies and sustainable energy utilization in modern energy systems*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 186, 113670.
- Abdullah, M., Khan, M. A., Alharthi, M., & Khan, S. (2024). *Fueling the Future: Biomass Applications for Green and Sustainable Energy*. Discover Energy.
- Akinyele, D., Rayudu, R., Nair, N. K. C., & Mahmoud, M. (2024). *Advancements and challenges in integrating renewable energy sources into modern power systems*. Journal of Energy Resources Technology, 146(9), 090801.
- Alao, K. A., Gilani, S. I. U. H., Sopian, K., Alao, T. A., Oyebamiji, D. A., & Oladosu, T. L. (2024). *Biomass and organic waste conversion for sustainable bioenergy: A comprehensive bibliometric analysis of current research trends and future directions*. International Journal of Renewable Energy Development.
- Aljohani, T. M., Ebrahim, A. F., & Mohammed, O. A. (2024). *Smart grids and renewable energy systems: Perspectives and grid integration challenges*. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 67, 103901.
- Basu, P. (2024). *Biomass gasification, pyrolysis and torrefaction: Practical design and theory* (4th ed.). Academic Press.

- Beckers, K. F., Limberger, J., Lukawski, M. Z., & Tester, J. W. (2024). *Enhanced geothermal systems for clean firm energy generation*. Nature Reviews Clean Technology.
- Bhatt, P., Bhandari, G., Rene, E. R., Kumar, S., & Chen, S. (2024). *Advances in bioenergy production and sustainable biomass utilization for future energy security*. Bioresource Technology, 395, 130296.
- Boyle, G. (2023). *Renewable energy: Power for a sustainable future* (5th ed.). Oxford University Press.
- Bridgwater, A. V. (2023). *Biomass Fast Pyrolysis for Renewable Energy and Fuels*. Routledge.
- Cherubini, F. (2024). *The role of bioenergy in the global energy transition and climate mitigation strategies*. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- Child, M., Breyer, C., Bogdanov, D., & Fell, H. J. (2024). *The role of flexibility in the transition to sustainable energy systems*. Renewable Energy.
- Demirbas, A. (2023). *Biofuels: Securing the planet's future energy needs*. Springer.
- Dincer, I., & Ezzat, M. F. (2024). *Solar energy systems and applications*. Springer.
- DiPippo, R. (2023). *Geothermal power plants: Principles, applications, case studies and environmental impact* (5th ed.). Butterworth-Heinemann.
- El-Sharkawi, M. A. (2023). *Electric energy: An introduction* (4th ed.). CRC Press.

- Fawzy, S., Osman, A. I., Doran, J., & Rooney, D. W. (2023). *Strategies for mitigation of climate change: A review of renewable energy technologies and biomass utilization*. Environmental Chemistry Letters, 21(2), 947–975.
- Gharavi, H., & Ghafurian, R. (2023). *Smart grid: The electric energy system of the future*. Proceedings of the IEEE.
- Green, M. A., Dunlop, E. D., Hohl-Ebinger, J., Yoshita, M., Kopidakis, N., & Hao, X. (2024). *Solar cell efficiency tables (Version 64)*. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 32(7), 687–699.
- Haegel, N. M., Atwater, H., Barnes, T., Breyer, C., Burrell, A., Chiang, Y. M., De Wolf, S., Dimmler, B., Feldman, D., Glunz, S., Goldschmidt, J. C., Hochschild, D., Kaizuka, I., Kroposki, B., Kurtz, S., Leu, S., Margolis, R., Metzger, W., Metzger, W., ... Terwilliger, K. (2023). *Terawatt-scale photovoltaics: Transform global energy*. Science, 364(6443), 836–838.
- Hepburn, C., Stern, N., Stiglitz, J. E., & Zenghelis, D. (2023). *Carbon pricing and the transition to net-zero emissions*. Oxford Review of Economic Policy, 39(1), 1–23.
- IEA. (2024). *Hydropower special market report 2024*. International Energy Agency.
- International Renewable Energy Agency. (2024). *Floating Offshore Wind Outlook 2024*. International Renewable Energy Agency.
- Jacobson, M. Z. (2023). *No miracles needed: How today's technology can save our climate and clean our air*. Cambridge University Press.

- Kalogirou, S. A. (2023). *Solar energy engineering: Processes and systems* (3rd ed.). Academic Press.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2023). *Physiology of sport and exercise* (8th ed.). Human Kinetics.
- Khankishiyev, O., Salehi, S., Nygaard, R., & Rehg, D. (2024). *Geothermal Energy in Sedimentary Basins: Assessing Techno-economic Viability for Sustainable Development*.
- Kumar, A., Karki, R., Shrestha, B., & Mishra, S. (2023). *Hydropower development and sustainability: Opportunities and challenges in renewable energy transition*. Renewable Energy, 216, 119090.
- Kumar, A., Sharma, P., Singh, R., & Gupta, V. (2025). *A review of optimization strategies for hybrid renewable energy systems: Enhancing reliability, sustainability, and cost-effectiveness*. Results in Engineering.
- Lund, H. (2024). *Renewable energy systems: A smart energy systems approach to the choice and modeling of 100% renewable solutions* (5th ed.). Academic Press.
- Lund, H., Østergaard, P. A., Connolly, D., & Mathiesen, B. V. (2024). *Smart energy systems and sector coupling for integrated renewable energy solutions*. Energy.
- Lund, J. W., & Toth, A. N. (2024). *Direct utilization of geothermal energy worldwide: Current status and future perspectives*. Geothermics.

- Manwell, J. F., McGowan, J. G., & Rogers, A. L. (2023). *Wind energy explained: Theory, design and application* (3rd ed.). Wiley.
- Martosaputro, S. (2022) *Bongkar Turbin Angin: Mengenal Sumber Daya Angin dan Pemanfaatannya*. Penerbit Erlangga.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2024). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (10th ed.). Wolters Kluwer.
- McKendry, P. (2024). *Energy Production from Biomass (Part 1): Overview of Biomass*. Bioresource Technology.
- Mujeeb, M. A., Bhat, A. H., Khan, M. A., & Ahmad, M. (2024). *Fueling the future: Biomass applications for green and sustainable energy*. Discover Energy.
- Nadal, A., Vilanova, R., & Puig, V. (2024). *Digitalization and Artificial Intelligence for Sustainable Energy Systems: Challenges and Opportunities*. Energy Reports.
- Nath, F., Mahmood, M. N., Ofori, E., & Khanal, A. (2024). *Enhanced geothermal systems: A critical review of recent advancements and future potential for clean energy production*. Geomechanics and Geoengineering for Energy, the Environment and the Economy.
- Paish, O. (2023). Small hydro power: Technology and current status. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 178, 113238.
- Purvis, B., Mao, Y., & Robinson, D. (2024). *Three pillars of sustainability: In search of conceptual origins*. Sustainability Science.

- Ribeiro, J. A., Ribeiro, B. A., Pimenta, F., Tavares, S. M. O., Zhang, J., & Ahmed, F. (2025). *Offshore Wind Turbine Tower Design and Optimization: A Review and AI-Driven Future Directions*. Applied Energy.
- Sachs, J. D. (2023). *Sustainable Development Report 2023*. Cambridge University Press.
- Saini, K., Saini, M., Kumar, A., & Saini, D. K. (2025). *Performance analysis and optimization in renewable energy systems: A bibliometric review*. Discover Applied Sciences.
- Sajid, Z., Khan, F., Zhang, Y., & Ahmed, S. (2025). *Environmental Impacts of Biomass Energy: A Life Cycle Assessment Review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- Singh, A., & Olsen, S. I. (2023). *Biomass, biofuels, biochemicals and bioproducts*. Springer.
- Sinsel, S. R., Riemke, R. L., & Hoffmann, V. H. (2024). *Challenges and opportunities of renewable energy integration and energy management in sustainable energy transitions*. Energy Policy, 188, 114064.
- Smil, V. (2024). *Energy and Civilization: A History* (Updated ed.). The MIT Press.
- Smil, V. (2024). *How the World Really Works: The Science Behind How We Got Here and Where We're Going*. Viking.
- Sovacool, B. K. (2023). *Energy and climate change: Issues and challenges*. Routledge.
- Sovacool, B. K. (2023). *Energy policy and climate change: Strategies for sustainability*. Palgrave Macmillan.

- Sovacool, B. K., Newell, P., Carley, S., & Fanzo, J. (2024). *The social dimensions of energy transitions: Sustainability, justice, and resilience*. *Energy Research & Social Science*, 108, 103425.
- Tester, J. W. (2023). *Sustainable Energy: Choosing Among Options* (3rd ed.). The MIT Press.
- Tester, J. W., Drake, E. M., Driscoll, M. J., Golay, M. W., & Peters, W. A. (2023). *Sustainable energy: Choosing among options*. MIT Press.
- Twidell, J., & Weir, T. (2024). *Renewable Energy Resources* (5th ed.). Routledge.
- Williams, A. A., & Simpson, R. (2024). *Micro Hydro Electric Power*. Intermediate Technology Publications.

Buku *Energi Baru dan Terbarukan dalam Sistem Energi* membahas berbagai sumber energi masa kini, seperti tenaga surya, angin, air, biomassa, panas bumi, dan bentuk energi bersih lainnya yang semakin penting dalam kehidupan modern. Pembahasan disusun dengan bahasa yang mudah dipahami sehingga pembaca dapat mengenal peran energi bersih dalam memenuhi kebutuhan listrik, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, serta mendukung lingkungan yang lebih berkelanjutan.

Buku ini dijual untuk masyarakat umum yang ingin memahami perkembangan energi baru dan terbarukan secara lebih dekat. Melalui uraian yang ringkas dan jelas, pembaca diajak melihat bagaimana energi bersih dapat menjadi bagian dari sistem energi masa depan serta memberi manfaat bagi rumah tangga, industri, dan kehidupan sehari-hari.