



ENERGI DAN POTENSI SUMBER ENERGI DI INDONESIA: Tantangan dan Peluang

Prof. Marwan Effendy, S.T., M.T., Ph.D.

Pidato Pengukuhan
Guru Besar Bidang Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta



Disampaikan pada Sidang Terbuka
Senat Universitas Muhammadiyah Surakarta
Sabtu, 13 November 2021



ENERGI DAN POTENSI SUMBER ENERGI DI INDONESIA: Tantangan dan Peluang

Prof. Marwan Effendy, S.T., M.T., Ph.D.

Pidato Pengukuhan
Guru Besar Bidang Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta



Disampaikan pada Sidang Terbuka
Senat Universitas Muhammadiyah Surakarta
Sabtu, 13 November 2021

Prof. Marwan Effendy, S.T., M.T., Ph.D.
**Energi Dan Potensi Sumber Energi Di Indonesia : Tantangan Dan
Peluang**

Abstrak

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar yang wilayahnya menyimpan kekayaan alam, terbentang dari sabang sampai Merauke, dimana potensi sumber daya alamnya sangat beragam yaitu di bidang energi baru dan terbarukan. Energi merupakan aspek penting dalam pembangunan ekonomi dan sosial. Sektor energi memiliki peran kunci dalam mendukung pembangunan suatu negara. Berdasarkan data IEA/AS, produksi minyak Indonesia telah mengalami penurunan sejak tahun 2000-an. Bahkan di tahun 2006, negara Indonesia secara resmi telah keluar dari Organisasi Negara Pengekspor Minyak (OPEC). Di tahun 2021 dan seterusnya, dengan isu-isu migrasi dari kendaraan diesel/otto berbasis bahan bakar fosil menjadi kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (KBLBB) / *electric vehicles* (ev), tentu ke depan akan merubah peta konsumsi listrik nasional menuju tren konsumsi negara maju. Berkaitan dengan arah pengembangan dan kebijakan energi nasional, pemerintah telah mengundangi Peraturan Presiden (Perpres) No. 5/2006 dalam rangka menjamin keamanan dan keberlangsungan pasokan energi di dalam negeri. Potensi energi terbarukan meliputi energi angin/bayu, energi panas bumi, energi samudera, energi hidro, energi surya, dan energi bioenergi.

Kata kunci : energi baru, energi terbarukan

Abstract

Indonesia is the largest archipelagic country whose territory holds natural wealth, stretching from Sabang to Merauke, where the potential for natural resources is very diverse, namely in the field of new and renewable energy. Energy is an important aspect of economic and social development. The energy sector has a key role in supporting the development of a country. Based on IEA/US data, Indonesia's oil production has been declining since the 2000s. Even in 2006, the state

of Indonesia has officially left the Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC). In 2021 and beyond, with issues of migration from fossil fuel-based diesel/otto vehicles to battery-based electric vehicles (KBLBB) / electric vehicles (EV), of course in the future will change the national electricity consumption map towards the consumption trend of developed countries. In relation to the direction of development and national energy policy, the government has invited Presidential Regulation (Perpres) No. 5/2006 in order to ensure the security and sustainability of energy supply in the country. Renewable energy potential includes wind/wind energy, geothermal energy, ocean energy, hydro energy, solar energy, and bioenergy energy.

Keywords: new energy, renewable energy

. ENERGI DAN POTENSI SUMBER ENERGI DI INDONESIA: Tantangan dan Peluang

Prof. Marwan Effendy, Ph.D.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

1. Ketua Umum dan para Ketua Pimpinan Pusat Muhammadiyah dan Ortom-nya;
2. Ketua dan Jajaran Pimpinan Wilayah Muhammadiyah Jawa Tengah
3. Badan Pembina Harian Universitas Muhammadiyah Surakarta;
5. Pimpinan dan Anggota Senat Universitas Muhammadiyah Surakarta;
6. Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta;
7. Kepala LLDIKTI Wilayah VI Jawa Tengah dan jajarannya;
8. Ketua dan Anggota Majelis Guru Besar Universitas Muhammadiyah Surakarta;
9. Para Dekan, Kepala Biro/Unit/Lembaga, dan seluruh Kaprodi di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta;
10. Para tamu undangan dari Pimpinan Daerah/Cabang/Ranting Muhammadiyah yang hadir di Auditorium KH. Ahmad Dahlan;
11. Rekan sejawat di lingkungan Direktorat Pascasarjana dan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
12. Rekan sejawat di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
13. Para alumni dan mahasiswa Universitas Muhammadiyah Surakarta;
14. Para tamu undangan yang hadir di ruangan ini;
15. Sanak keluarga yang saya cintai; serta Para kolega dan pemirsa yang mengikuti acara secara virtual.

Puji syukur Alhamdulillah kita panjatkan kehadiran Alloh SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, yang telah meringankan hati kita untuk senantiasa tulus dan ikhlas menjalankan perintah-Nya dengan penuh ketaatan. Shalawat dan salam, semoga senantiasa tercurah pada junjungan yang agung, Nabi Muhammad SAW., beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Di pagi yang cerah ini, bertepatan dengan hari jadi UMS ke-63, walaupun masih dalam situasi pandemi COVID-19, sungguh hal ini merupakan kehormatan dan kebahagiaan bagi saya sekeluarga, berkenaan dengan acara pengukuhan sebagai Guru Besar bidang Teknik Mesin dan Ilmu Permesinan, yang di gelar di edutorium KH. Ahmad Dahlan UMS.

Sejak bangunan ini diresmikan pada hari Senin, 3 Juli 2021, gedung yang merupakan kebanggaan bagi civitas akademika UMS, bahkan bagi warga Muhammadiyah di seluruh pelosok negeri, barangkali, acara ini merupakan pengukuhan guru besar yang pertama kali digelar di gedung yang megah dan indah ini.

Untuk itu saya sekeluarga, dan juga rekan sejawat yang hari ini melaksanakan pengukuhan sebagai guru besar, mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada bapak Rektor, Pimpinan BPH dan seluruh anggota Senat Guru Besar UMS.

Pada kesempatan ini, saya akan menyampaikan pidato pengukuhan bertajuk **“ENERGI DAN POTENSI SUMBER ENERGI DI INDONESIA: Tantangan dan Peluang”**

Judul ini saya pilih, mengingat **energi** merupakan bagian yang tidak terpisahkan dengan kehidupan umat manusia, selain memang bidang **energi** dan **konversi energi** beririsan dengan rumpun ilmu yang telah saya tekuni sejak kuliah di S1 Marine Engineering ITS Surabaya, S2 Mechanical Engineering UGM hingga S3 Aerospace Engineering di Kingston Univesity London, UK.

Para hadirin yang saya muliakan,

1. PERKEMBANGAN DAN DINAMIKA ENERGI NASIONAL

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar yang wilayahnya menyimpan kekayaan alam, tebetang dari sabang sampai merauke, dimana potensi sumber daya alamnya sangat beragam, termasuk diantaranya di bidang energi baru dan terbarukan. **Energi baru (EB)** meliputi a) batubara tercairkan (*liquified coal*), b) gas metana batubara (*coal bed methane*), c) batubara tergaskan (*gasified coal*), d) nuklir, e) hidrogen, dan metana lainnya. Dalam sebuah jurnal ilmiah mencatat bahwa Indonesia merupakan produsen utama batubara dan negara eksportir terbesar kelima di dunia [1]. Dalam hal **energi terbarukan (ET)**, wilayah Indonesia banyak tersebar potensi energi seperti a) tenaga matahari (surya), b) panas bumi, c) hidro, d) bioenergi, e) angin (bayu) dan f) samudera (ombak laut) [2].

Energi merupakan aspek penting dalam pembangunan ekonomi dan sosial. Disadari atau tidak, sektor energi Indonesia menghadapi tantangan dalam konteks pembangunan berkelanjutan. **Pertama**, terlepas dari potensi energi terbarukan yang sangat besar, sektor energi Indonesia sangat bergantung pada bahan bakar fosil. Pada tahun 2018, total konsumsi bahan bakar fosil Indonesia sebesar 1504 juta SBM (setara barel minyak) atau sekitar 96% dari total konsumsi energi primer [3]. Konsumsi ini, diperkirakan akan meningkat menjadi 5284 juta SBM pada tahun 2050, dengan rerata pertumbuhan mencapai 4,2% per tahun dan didominasi energi fosil. Sumber batubara merupakan sektor yang tumbuh paling pesat, mengingat dominasi produksi PLTU yang sebagian besar memanfaatkan batubara dan sebagian sektor industri. **Kedua**, dalam menjamin ketersediaan dan aksesibilitas energi bagi seluruh lapisan masyarakat, sektor energi telah dialokasikan subsidi yang tinggi. Pada tahun 2014, alokasi subsidi energi mencapai lebih dari 25 miliar USD, dimana sekitar 26% dialokasikan untuk listrik [4]. Tingkat subsidi yang

tinggi ini berpengaruh pada beban keuangan yang besar bagi Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN). Selain itu, pengembangan maupun pertumbuhan energi baru dan terbarukan (EBT) menjadi sangat lambat, karena telah berada di zona nyaman dengan energi fosil [5].

Tingginya angka ketergantungan pada bahan bakar minyak (BBM), terutama di sektor transportasi semakin menambah pasokan energi impor. Hal ini juga berkaitan dengan teknologi transportasi berbasis listrik dan gas, yang juga belum mampu menggeser dominasi teknologi transportasi berbasis BBM [6]. Demikian pula, ketergantungan yang tinggi pada bahan bakar fosil ditemukan di sektor ketenagalistrikan. Pada tahun 2014, total pembangkit listrik sekitar 288 TWh, 88% di antaranya dihasilkan dari bahan bakar fosil, dengan batubara menyumbang sekitar 52,8% dari total angka [4].

Ketergantungan terhadap impor energi diperkirakan akan terus meningkat, sejalan dengan cadangan energi yang semakin menipis dan kebutuhan energi yang terus meroket di masa mendatang. Impor minyak mentah terus meningkat dengan pertumbuhan rata-rata 4,3% per tahun, dengan dominasi jenis energi seperti minyak mentah, BBM, LNG, dan LPG [3].

Sektor energi memiliki peranan kunci dalam mendukung pembangunan suatu negara. Energi tumbuh seiring perkembangan dan dinamika sebuah negara untuk menopang kebutuhan pembangunan secara nasional. Semua negara di dunia berbicara tentang peran energi dalam pembangunan ekonomi. Oleh karena itu, kebijakan energi menjadi sangat strategis dikaitkan dengan ketahanan ekonomi dan pembangunan sebuah negara. Dalam menuju ketahanan dan kemandirian energi diperlukan kebijakan yang cermat dan tepat.

Para hadirin yang budiman,

2. ENERGI DAN KONSUMSI ENERGI DI INDONESIA

Berdasarkan data IEA/AS, produksi minyak Indonesia telah mengalami penurunan sejak tahun 2000-an. Sementara, pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan aktifitas manusia maupun industri mengakibatkan konsumsi minyak bumi terus meroket. Di sisi lain, ketergantungan kita terhadap konsumsi energi tak terbarukan seperti minyak mentah, batu bara dan gas alam masih terhitung tinggi untuk menopang kehidupan bernegara [7].

Dalam berbagai even kerap kali disinggung bahwa, sejak 2004, Indonesia bukan lagi merupakan negara pengekspor minyak (*net importir*) [8]. Bahkan, di tahun 2006, negara kita secara resmi telah keluar dari Organisasi Negara Pengekspor Minyak (OPEC). Dalam sebuah sumber dikatakan bahwa negara kita hanya mampu memproduksi sekitar 50% dari konsumsi bahan bakar yang diperlukan secara keseluruhan, dan sisanya dipenuhi dari cara impor. Impor BBM masih diperlukan mengingat kebutuhan BBM (terutama bensin) belum mampu dicukupi dari hasil produksi kilang minyak dalam negeri. Bahkan, impor gas bumi bentuk LNG dan LPG tidak dapat dihindari, seiring kebutuhan LPG di sektor rumah tangga dan komersial yang terus meningkat, selain memang cadangan dan produksi gas bumi yang terus menurun [3]. Impor BBM diperkirakan tumbuh sekitar 4,2% per tahun, dan secara keseluruhan rerata pertumbuhan impor energi sekitar 4,8% per tahun. Oleh karena itu, peran EBT ke depan menjadi sangat strategis dalam pengembangan dan ketahanan energi [9]. Kontribusi EBT harus ditingkatkan untuk menuju kemandirian energi secara nasional. Bahkan, jalur transisi sistem ketenagalistrikan Indonesia menargetkan bisa mencapai 100% energi terbarukan pada tahun 2050 [10].

Berbicara masalah energi, salah satu indikator yang paling nyata dan mudah dirasakan adalah rasio elektrifikasi (RE) secara

nasional. Dari tahun 2014 hingga 2019, RE naik dari 14,54% menjadi 84,35%. Target RE 100% diharapkan bisa tuntas dalam kurun 2020-2025. Secara nasional, kebutuhan energi listrik diproyeksikan akan tumbuh sebesar 5,9% per tahun. Pada tahun 2050, kebutuhan listrik bisa mencapai 1455 TWh dan produksi listrik meningkat hingga 1600 TWh [3].

Indikator lain yang biasanya dipakai adalah konsumsi listrik nasional (KLN). Dalam kurun 2015-2020, KLN di Indonesia menunjukkan peningkatan dari 910 menjadi 1084 kWh/kapita. Peningkatan ini dipicu adanya pertambahan elektrifikasi dan pertumbuhan ekonomi, meskipun dalam masa pandemi covid19 sedikit mengalami guncangan yang berdampak pada KLN. Peningkatan ini ternyata masih relatif kecil jika dibandingkan dengan negara tetangga, seperti Singapore yang mencapai 7000 kWh/kapita atau Thailand yang bisa di angka 3000 kWh/kapita.

Di tahun 2021 dan seterusnya, dengan isu-isu migrasi dari **kendaraan diesel/otto berbasis bahan bakar fosil** menjadi **kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (KBLBB) / electric vehicles (EV)**, tentu ke depan akan merubah peta konsumsi listrik nasional menuju tren konsumsi negara maju. Dalam 30 tahun ke depan diperkirakan ada pergeseran dominansi kebutuhan listrik, dari sektor rumah tangga ke sektor industri [3]. Bahkan, penyediaan energi listrik menjadi suatu keniscayaan untuk menopang pengoperasian KBLBB. Ketersediaan teknologi peralatan listrik rumah tangga yang semakin murah dan efisien mendorong tumbuhnya pemanfaatan energi listrik. Hal ini tentunya akan mempengaruhi bauran energi serta tumbuh kembangnya EBT.

Evolusi ke arah kendaraan listrik dipicu adanya kecenderungan yang tajam oleh polusi dari proses pembakaran kendaraan konvensional berbasis bahan bakar fosil yang berkontribusi pada peningkatan yang signifikan bagi masalah lingkungan, selain krisis energi dan efisiensi konversi yang rendah [11]. Kendaraan listrik (*electric vehicles*) memberikan keuntungan dalam

mengantisipasi kekurangan energi global, degradasi lingkungan, dan efek rumah kaca [12]. Oleh karena itu, beberapa negara telah mengadopsi kebijakan transisi energi untuk mencapai target dekarbonisasi transportasi sambil meningkatkan bauran listrik [13], termasuk juga EBT.

Ditemukannya teknologi kendaraan listrik hibrida (*hybrid electric vehicles*) berkontribusi pada penghematan bahan bakar fosil dan menekan biaya operasional secara keseluruhan. Namun demikian, investasi teknologi ini masih terbilang relatif lebih mahal, selain kemampuan penyimpanan energi listrik yang efisien masih menjadi pekerjaan rumah [14][15]. Kendaraan listrik menjanjikan untuk mengurangi biaya transportasi dan efek polusi dibandingkan dengan mesin berbasis bahan bakar fosil. Jarak jelajah EV yang terbatas, waktu pengisian baterai yang lama, dan masih sedikitnya ketersediaan fasilitas pengisian menyebabkan operasi pengisian masih menjadi isu kritis, dibandingkan dengan operasi pengisian bahan bakar untuk kendaraan berbasis bahan bakar fosil [16]. Di samping tantangan yang ada, tentu ada peluang yang besar berkaitan dengan teknologi penyimpanan energi elektrokimia untuk bersama-sama bergiat menumbuhkan kendaraan listrik.

Para hadirin yang saya muliakan,

3. ARAH DAN KEBIJAKAN ENERGI NASIONAL

Berkaitan dengan arah pengembangan dan kebijakan energi nasional, pemerintah telah mengundang Peraturan Presiden (Perpres) No. 5/2006 dalam rangka menjamin keamanan dan keberlangsungan pasokan energi di dalam negeri. Kebijakan itu mencakup 1) pengaturan dalam penyediaan, pemanfaatan, kebijakan harga dan konservasi alam; dan 2) pengembangan infrastruktur, kemitraan pemerintah dan swasta, serta pemberdayaan masyarakat. Di antara sasaran kebijakan itu yaitu terwujudnya elastisitas energi di bawah 1 pada tahun 2025 dan

reduksi alokasi BBM sebagai energi primer sekitar 20%. Selain itu, perlunya optimalisasi bahan bakar melebihi 33% untuk batubara dan 30% untuk gas, serta sisanya menumbuhkan-kembangkan sumber EBT. Regulasi ini mendorong optimalisasi penggunaan energi primer dengan cadangan potensial dan meminimalkan ketergantungan terhadap BBM berbasis fosil. Adanya kecenderungan penipisan cadangan minyak bumi dan penurunan tingkat produksi minyak mentah mengakibatkan kondisi ketahanan energi minyak semakin rentan, sebagaimana bisa teramati dari terbatasnya kapasitas kilang minyak domestik dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Melalui Peraturan Pemerintah 79/2014, pemerintah mengeluarkan kebijakan energi nasional yang mengatur untuk, a) memaksimalkan pemanfaatan energi terbarukan; b) meminimalkan pemanfaatan minyak bumi; c) mengoptimalkan pemanfaatan gas dan energi baru; d) pemanfaatan batubara sebagai pasokan energi nasional utama; dan e) pemanfaatan pembangkit listrik tenaga nuklir sebagai opsi terakhir. Peningkatan kapasitas infrastruktur EBT juga diperkuat dengan PERPRES 47/2017 tentang penyediaan lampu tenaga surya hemat energi bagi masyarakat yang belum mendapatkan akses listrik.

Di tahun 2018, prosentase bauran energi primer adalah 40% minyak bumi; 33,7% batubara; 20,1% gas dan **6,2% EBT**. Sementara itu, kapasitas pembangkit 51 GW; konsumsi energi 0,8 TOE/kapita dan konsumsi listrik 776 kWh/kapita. Dalam rencana umum energi nasional (RUEN) ditargetkan bermigrasi di tahun 2025 dengan bauran 25% minyak bumi; 30% batubara; 22% gas dan **23% EBT**. Target kenaikan kapasitas pembangkit menjadi 115 GW; konsumsi energi 1,4 TOE/kapita dan konsumsi listrik 2500 kWh/kapita. RUEN tidak hanya mendorong penggunaan EBT sebagai pembangkit listrik, namun juga untuk industri, transportasi, rumah tangga, dan sektor komersial lainnya [17].

Berkenaan dengan pembangkit listrik nasional, kapasitas di tahun 2018 telah mencapai 64 GW, dimana PLTU batubara

mencapai 45%, pembangkit EBT sekitar 15%, dan sisanya pembangkit berbasis gas dan BBM. Kapasitas pembangkit EBT diprediksi kian meroket hingga 24% di tahun 2050 [3]. Sementara itu, peranan pembangkit batubara, gas dan minyak masing-masing sebesar 50%, 24%, dan 2%.

Ditinjau dari aspek bahan bakar pembangkit listrik, di tahun 2018, penggunaan batubara masih sangat dominan yang mencapai 66%, gas sebesar 13% dan minyak sekitar 5%. Sisa sebesar 13% mampu ditopang EBT, yang berasal dari panas bumi, air (hidro), matahari (surya), angin (bayu), dan biomassa. Kontribusi EBT diproyeksikan bisa tumbuh hingga 30% pada tahun 2050 [3].

Para hadirin yang saya muliakan,

4. POTENSI ENERGI BARU TERBARUKAN DAN PENGEMBANGANNYA

Indonesia diberkahi dengan sumber daya energi terbarukan (EBT) yang melimpah, diantaranya 17,9 GW energi samudra, 28,5 GW energi panas bumi, 32,6 GW bioenergi, 60,6 GW energi bayu, 75 GW energi hidro, dan 207,8 GW energi surya. Pada sumber lain disebutkan, bahwa pembangkit listrik tenaga air dengan proyek-proyek pembangkit listrik tenaga air kecil yang menghasilkan 500 MW, biomassa 50 GW, energi matahari 4,80 kWh/m²/hari, energi angin 3–6 m/s dan 3 GW energi nuklir [18].

Energi alami dari sinar matahari merupakan sumber yang sangat melimpah tersebar di seluruh wilayah NKRI, dan intensitasnya ada di sepanjang waktu, kecuali ketika hujan turun. Hingga saat, kapasitas terpasang energi surya juga masih relatif kecil yang baru mencapai 96,94 MW atau sekitar 0,05%. Perlu ada kebijakan yang strategis terkait energi terbarukan agar bisa segera tumbuh dan berkembang sepadan dengan potensinya

yang tersebar di seluruh wilayah, sehingga mampu menopang ketahanan energi nasional.

Konsep pembangunan gedung-gedung bertingkat, terutama berskala besar, perlu didorong menuju bangunan hijau (*green building*) dimana kebutuhan listrik sebaiknya bisa dipasok dari potensi sumber daya yang ada di gedung itu sendiri, misalnya dengan pemanfaatan energi angin, energi surya [19], maupun energi yang dapat dibangkitkan dari pengoperasian lift [20]. Konsep ini sejalan dengan minimalisasi indeks konsumsi energi (IKE) bagi sebuah bangunan gedung dalam kWh/m²/tahun, sebagaimana konsep *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE). Sektor bangunan tumbuh dengan pesat dan telah menjadi konsumen energi fosil terbesar ketiga, setelah industri dan transportasi. Untuk mencapai pengurangan yang signifikan dalam konsumsi energi bangunan, dengan tujuan pembangunan yang berkelanjutan, metode pasif saja tidak cukup. Teknologi energi terbarukan harus diintegrasikan dengan konsep dan sistem bangunan pasif untuk meningkatkan efisiensi energi [21].

Tabel 1. Potensi Energi Terbarukan

Sumber EBT	Potensi [17] (GW)	Kapasitas terpasang		Rencana penambahan 2020-2024 (MW)	EBT 2026 (GW)
		(MW)	(%)		
Angin/Bayu	60,6	154,30	0,30	729,00	1,8
Panas bumi	28,5	2130,00	7,50	1027,00	7,2
Samudera	17,9	0	0	-	-
Hidro	94,3	5885,50	7,90	3909,80	20,9
Surya	207,8	96,94	0,05	2089,40	6,5
Bioenergi	32,6	1882,80	5,80	1295,10	5,5

4.1 Energi Angin / Bayu (*Wind energy*)

Energi angin dipandang sebagai alternatif teknologi energi hijau, dengan pertimbangan tidak adanya polutan udara atau gas rumah kaca. Energi angin dianggap beresiko minimal bagi lingkungan [127]. Energi angin merupakan konversi kecepatan angin menjadi bentuk energi yang berdaya guna yang bisa bermanfaat untuk pembangkit listrik dan tenaga mekanik lainnya.

Energi angin di Indonesia umumnya memiliki kecepatan yang rendah pada kisaran antara 3 - 6 m/s. Pada tahun 2010, total kapasitas terpasang energi angin sekitar 1,9 MW, dimana 85% pembangkit energi angin berada di Indonesia bagian timur, dan sekitar 15% berada di Indonesia bagian barat [22]. Saat ini, kapasitas terpasang energi angin di kisaran 0,3% atau 154,3 MB, yang sebagian besar di wilayah Sulawesi Selatan.

Dalam laporan outlook energi Indonesia tahun 2015 [4], kapasitas PLT Bayu akan meningkat hingga 1,5 GW di tahun 2025 dan naik menjadi 24,8 GW di tahun 2050. Jika setiap PLT Bayu kapasitas 1 MW memerlukan investasi sekitar \$ 3 juta USD, maka investasi bisa mencapai \$ 3 juta USD dalam kurun 2026 hingga 2050.

Pengukuran energi angin di Indonesia telah dilakukan LAPAN lebih dari 20 tahun yang lalu. Peta angin di wilayah NKRI juga telah tersedia. Berdasarkan penyelidikan potensi energi angin dari 166 lokasi ditemukan bahwa 35 daerah memiliki potensi kecepatan angin di atas 5 m/s, yaitu Banten, DKI, Jawa Barat, Jawa Tengah, DIY, NTB, NTT, Sulawesi Selatan, Sulawesi Utara dan Maluku.

Tabel 2. Potensi Energi Bayu di Indonesia [23]

Potensi	Kecepatan angin (m/s)	Densitas daya angin	Jumlah lokasi	Wilayah
tinggi	> 5	> 150	35	Banten, DKI, Central and West Java, DIY, East and West Nusa Tenggara, South and North Sulawesi, Maluku
sedang	4-5	75-150	34	Central and East Java, DIY, Bali, Bengkulu, East and West Nusa Tenggara, South and North Sulawesi
rendah	3-4	< 75	84	Maluku, Papua, Sumba, Mentawai, Bengkulu, Jambi, East and West Nusa Tenggara, South and North Sulawesi North Sumatera, Central Java, Maluku, DIY, Lampung, Kalimantan

4.2 Energi Panas Bumi (*Geothermal energy*)

Letak Indonesia yang berada di “*ring of fire*” pada lintasan jalur gunung berapi memiliki potensi panas bumi yang sangat besar. Sekitar 28,91 GW potensi energi panas bumi tersebar di 312 lokasi seperti Jawa, Sulawesi dan Sumatera, Bali, Nusa Tenggara dan Sulawesi [24]. Rasio pemanfaatan potensi energi panas bumi dianggap masih kecil. Meskipun dalam jumlah kecil, pasokan listrik kita juga telah disuplai dari 11 pembangkit listrik panas bumi seperti Gunung salak yang berkapasitas 377 MW, darajat 270 MW; Wayang windu 227 MW, Kamojang 235 MW, Dieng 60 MW, Patuha 55 MW. Ulubelu 165 MW, Sibayak 12 MW, Lahendong 120 MW, dan Ulumbu 10 MW.

Hingga kini, data yang menggembirakan terkait kapasitas terpasang **energi geothermal** yang telah mencapai 2130 MB (setara 7,5%). Bahkan, pemanfaatan panas bumi telah menggeser kapasitas terpasang negara tetangga Philipina, dan

kapasitas ini merupakan urutan yang ke-2 setelah USA. Potensi energi panas bumi di Indonesia sekitar 40% dari potensi panas bumi dunia atau sekitar 28670 MW [25].

Tabel 3. Potensi Energi Geothermal terbesar dunia [24]

Negara	Perkiraan potensi (MW)	Kapasitas terpasang 2016 (MW)	Rasio utilisasi
USA	16457	3700	20,9
Philipina	4335	1870	45
Indonesia	28910	1553,5	5,3
Mexico	2310	1058	45,8

4.3 Energi Laut / Samudera

Di sisi lain, wilayah perairan Indonesia yang kaya energi samudera, ternyata masih belum dimanfaatkan, dan bahkan dilaporkan belum ada kapasitas terpasang. Energi yang berasal dari samudera meliputi gelombang laut (*wave energy*) sekitar 17989 MW, Panas laut (*ocean thermal energy conversion*) sekitar 41012 MW dan pasang surut (*tidal*) sebesar 4800 MW [6].

Sebuah artikel mencatat bahwa potensi energi laut berupa arus pasang surut (*tidal*) banyak ditemukan di selat Bali, Lombok, Maluku dan Nusa Tenggara [26]. Selat Lombok berpotensi memiliki kecepatan arus pasang surut hingga 4 m/s. Selat sempit di Kepulauan Nusa Tenggara dapat menghasilkan lebih dari 2,8 m/s arus pasang surut dan lebih dari 12 kW/m² energi arus pasang surut. Di bagian utara dan selatan Pulau Halmahera, perkiraan energi arus pasang surut sekitar 5 kW/m². Arus pasang surut di Selat Lombok dan Laut Maluku menunjukkan kecenderungan dominan ke arah selatan. Oleh karena itu, turbin arus pasang surut skala kecil cocok dengan kondisi aliran di sini untuk memasok listrik murah ke masyarakat setempat tanpa merusak ekosistem laut.

4.4 Energi Air (*Hidro energy*)

Potensi hidro untuk pembangkit listrik tenaga air dan pembangkit listrik tenaga mini/mikro hidro tersebar di seluruh Indonesia dengan estimasi total 75.000 MW. Namun, hanya sekitar 9% dari potensi tersebut yang dimanfaatkan dalam bentuk pembangkit listrik skala besar dan skala kecil [22]. Hingga saat ini, **energi hidro** yang telah lama dikenal bangsa kita memiliki kapasitas terpasang sekitar 5885,5 MB (7,9%). Kapasitas ini sedikit lebih tinggi dari bioenergi yang baru mencapai 1882,5 MW (5,8%). Potensi energi mikrohidro berbasis sungai di Indonesia sebagaimana tabel 4.

Tabel 4. Potensi Energi Geothermal terbesar dunia [24]

Wilayah	Potensi (kW)	Kapasitas terpasang (kW) 2011-2014
NAD	2862,4	
Sumut	9329,2	56,2
Sumbar	26819,0	54
Sumsel	10238,0	43
Jambi	1360,0	18
Bengkulu	21458,4	
Lampung	3494,0	80
Jatim	2486,9	15
Kalbar	2079,8	450
Kalsel	2743,9	
Kaltim	980,0	
Kalteng	2838,0	48,9
Sulut	5059,4	14,1
Sulteng	10,225,0	20,6
Sulsel	14135,3	40
Sulteng	1154,4	28
NTB	4143,6	350
NTT	14849,8	273
Maluku	1809,0	30
Papua	5743,2	782,36

4.5 Energi Surya (*Solar energy*)

Pada tahun 2025, produksi listrik dari pembangkit EBT diproyeksikan meningkat menjadi 154 TWh dengan skenario Business as Usual (BaU), 141 TWh dengan skenario Pembangunan Berkelanjutan (PB) dan 294 TWh dengan skenario Rendah Karbon (RK), terutama berasal dari PLTA, PLTP dan PLT Biomasa.

Indonesia sebagai negara tropis mempunyai potensi tenaga surya yang melimpah dengan radiasi matahari rata-rata 4,8 kWh/m² dengan variasi bulanan sekitar 9% [27]. Ada dua macam teknologi pemanfaatan tenaga surya, yakni sistem termal dan fotovoltaik. Energi surya termal umumnya dimanfaatkan untuk memasak (kompor surya), mengeringkan hasil pertanian (perkebunan, perikanan, kehutanan, tanaman pangan) dan memanaskan air. Sementara, energi surya fotovoltaik dipakai untuk memenuhi kebutuhan listrik, pompa air, televisi, telekomunikasi, dan lemari pendingin.

Pada tahun 2050, produksi listrik terbesar untuk skenario BaU akan berasal dari PLTS, PLT Biomasa dan PLTA. Potensi sinar matahari yang merata hampir di seluruh wilayah negara Indonesia dengan intensitas yang memadai hampir setiap harinya. Nilai intensitas radiasi matahari terendah sebesar 4,2 kWh/m² dan nilai tertinggi sebesar 7,2 kWh/m² [28]. Gambaran spasial potensi energi surya di seluruh Indonesia juga telah dipetakan. Potensi ini tentu akan semakin mendorong berkembangnya energi surya. Selain itu, dengan semakin murahannya harga komponen listrik dari PLTS dan adanya program *solar-rooftop* pada rumah mewah dan Lampu Tenaga Surya Hemat Energi (LTSHE) diharapkan bisa semakin bergeliat. Ketentuan hukum tentang penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya atap oleh konsumen PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) juga telah diatur dalam Peraturan Menteri ESDM No. 49 Tahun 2018.

Kapasitas terpasang PLTS di tahun 2014 tercatat sebesar 71 MW dan naik menjadi 300 MW di tahun 2019. Kapasitas PLTS rencananya ditingkatkan hingga 8 GW di tahun 2025. Proyeksi PLTS di tahun 2050 bisa mencapai 37 GW [4]. Di tahun 2014, diperkirakan investasi yang dibutuhkan untuk membangun 1 MW PLTS mencapai Rp 20 miliar, yang mana ini belum termasuk biaya pembebasan lahan dan pengadaan baterai.

4.6 EBT lainnya

Indonesia memiliki sumber daya biomassa hutan yang melimpah, dan tentu tidak boleh dianggap sebagai sumber daya bernilai ekonomi rendah. Biomassa merupakan energi terbarukan yang dapat diproduksi dalam bentuk bahan bakar cair, padat, dan gas. Biomassa di negeri ini umumnya berasal dari hasil hutan dan perkebunan, pertanian, maupun kotoran hewan. Bahkan, sisa-sisa hutan yang dihasilkan dari hutan produksi alam dan hutan tanaman industri; dan sisa pabrik pengolahan kayu mampu diubah menjadi bioenergi melalui berbagai teknologi dan menjadi salah satu sumber bauran energi Indonesia [29].

Kapasitas PLT Biomassa diproyeksikan menjadi 5,4 GW di tahun 2025, dan mencapai 32,7 GW di tahun 2050. Perkiraan kebutuhan investasi pembangunan PLT adalah USD 2 juta USD per MW. Penambahan kapasitas PLT Biomasa diperkirakan sekitar USD 1,8 miliar per tahun [4]. Biomasa akan terus meningkat pemanfaatannya terutama di sektor industri dan komersial, dengan pertumbuhan rata-rata sebesar 4,2% per tahun [3].

Di negeri ini, bahan bakar alternatif biodiesel berasal dari bahan baku terbarukan seperti minyak nabati atau asam lemak melalui proses esterifikasi untuk dikonversi sebagai tambahan bahan bakar solar. Minyak nabati sebagai sumber utama biodiesel dapat dihasilkan dari minyak biji kapuk, minyak sawit, minyak jarak pagar, minyak kelapa, dan berbagai jenis tumbuhan

Indonesia lainnya [30]. Dalam laporan outlook energi nasional 2015, produksi biodiesel diperkirakan mencapai 13,4 juta kilo liter pada tahun 2025 dan 47,4 juta kilo liter pada tahun 2050 [4]. Sementara itu, produksi biopremium masih lebih rendah dari biodiesel.

Para hadirin yang saya hormati,

5. PENUTUP

Sumber energi dan konversi energi memiliki peranan penting dalam mendukung ketahanan ekonomi dan pembangunan bangsa. Ketergantungan terhadap impor energi diperkirakan masih menyelimuti bangsa Indonesia dan terus meningkat sejalan dengan cadangan energi yang semakin menipis dan kebutuhan energi yang terus meroket di era mendatang. Terlepas dari potensi energi baru terbarukan (EBT) yang sangat besar, sektor energi Indonesia masih dominan bergantung pada energi berbasis fosil, seperti minyak mentah, batu bara dan gas alam sebagai sumber energi. Hingga saat ini, kapasitas produksi EBT masih jauh lebih kecil dibandingkan penyediaan energi fosil. Dengan mempertimbangkan kondisi alam dan geografi Indonesia, pengembangan EBT perlu mendapat perhatian yang serius dan berkelanjutan, serta perlu kebijakan yang cermat dan tepat di bidang energi menuju ketahanan dan kemandirian energi. Pengembangan EBT wajib menjadi prioritas utama, mengingat potensinya yang besar untuk menjadi andalan penyediaan energi nasional di masa mendatang.

Para hadirin yang saya muliakan,

UCAPAN TERIMA KASIH

Sebagai akhir dari pidato pengukuhan ini, perkenankan saya bersama keluarga, untuk menyampaikan ungkapan rasa syukur dan terima kasih, serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam membantu dan mendukung pencapaian karier akademik selama ini.

1. Yang pertama, saya ucapkan terima kasih kepada Pemerintah RI, melalui Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi atas kepercayaan yang diberikan untuk menduduki jabatan akademik tertinggi sebagai Guru Besar bidang Teknik Mesin dan Ilmu Permesinan di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UMS.
2. Pimpinan Pusat Muhammadiyah dan Badan Pembina Harian Universitas Muhammadiyah Surakarta, bapak Drs. A. Dahlan Rais, MHum, yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk berkiprah di Amal Usaha Muhammadiyah yang membanggakan di masyarakat.
3. Rektor UMS, Prof. Dr. Sofyan Anif, M.Si., beserta jajarannya yang telah memfasilitasi dalam ajuan Guru Besar.
4. Ketua Majelis Guru Besar, Prof. Dr. Khudaifah Dimyati, Ketua senat dan seluruh anggota di tingkat Universitas maupun Fakultas yang telah menyetujui usulan jabatan fungsional Guru Besar, melalui BPSDM UMS.
5. Kepala LLDIKTI Wilayah VI Periode 2020-2024, sekaligus sebagai Ketua Panitia Penilai Angka Kredit Jabatan Fungsional Dosen, Prof. Dr. Ir Muhammad Zainuri DEA atas persetujuannya dan juga Kepala LLDIKTI Wilayah VI Periode 2012-2020 Prof. Dr. DYP Sugiharto atas dorongan dan motivasi yang diberikan untuk usulan Guru Besar.

6. Tidak lupa kami ucapkan terima kasih kepada seluruh rekan sejawat di Fakultas Teknik maupun di Direktorat Pascasarjana UMS (Om Agus Jamaldi, Om Eqwar Saputra, OM David Sethiadi, Mbak Nurul, Mbak Endang, Mbak Gati, dan semua tenaga kependidikan) atas dukungan, bantuan dan kerjasamanya dalam penyiapan dokumen sehingga proses pengusulannya bisa lancar sesuai tahapan yang ditetapkan pemerintah, melalui sistem sijago LLDIKTI wilayah 6 Jawa Tengah.
7. Ungkapan terima kasih kepada Prof. Dr. Indarto dari Program Studi Teknik Mesin UGM Yogyakarta, Prof. Dr. Semin dari ITS Surabaya dan Prof. Dr. Khairil dari UNSYIAH NAD atas kesediaan dan kesabarannya untuk memberikan asesmen penilaian seluruh karya ilmiah publikasi yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan pengusulan Guru Besar. Semoga Allah SWT mencatat tugas ini, sebagai amalan sholeh.
8. Rasa terima kasih yang tak terhingga kepada para guru ngaji saya, para guru sejak memulai pendidikan formal di SDN Jabung 2, SMPN 2 Klaten, SMAN 2 Klaten yang telah mendidik dan mengajar, sehingga membuka jalan bagi saya untuk melanjutkan ke pendidikan tinggi. Terima kasih kepada seluruh dosen dan karyawan di S1 Marine Engineering - ITS Surabaya, S2 Mechanical Engineering - UGM Yogyakarta dan S3 Aerospace Engineering - Kingston University London. Terima kasih kepada pembimbing saat menempuh S3, Prof. Yufeng Yao dari The University of the West of England Bristol UK., yang telah memberikan tempaan selama studi untuk selalu mengingat kata “publish or perish”, Mr. Denis R. Marchant dan Jackie Deacon dari Kingston University London yang telah memberikan semangat dan arahan selama S3.
9. Terima kasih atas dukungan rekan-rekan seperjuangan saat menempuh jenjang pendidikan Doktor di England, Prof. Dr. Sarjito, Dr. Tri Widodo Besar Riyadi, Dr. Joko Sedyono, Dr.

April Hari Wardhana (*Indonesian Research Center for Veterinary Science*, Bogor), Pak Nanang Endaryanto (UB), Khanif, dan juga sahabat saya kang Patna Partono yang menyambut pertama kali setibanya di Bandara Heathrow London. Terima kasih kepada Mas Wahyu dan Mbak Yuni atas bantuan dan dukungannya, juga terima kasih kepada rekan-rekan yang tergabung di Ikatan Ilmuwan Indonesia Internasional atas diskusi dan pencerahannya. Terima kasih support rekan-rekan pengajian Al Ikhlas Southfield, KBRI London, PCIM UK, dan KIBAR UK, juga rekan-rekan yang telah memberikan semangat dan pencerahan selama kuliah.

10. Terima kasih dan rasa syukur saya sampaikan kepada Prof. Dr. Bambang Setiaji (Rektor UMS periode 2005-2017), Prof. Dr. Bambang Sumarjoko, Dr. Muhammad Musyiam, dan Drs. KH. Marpuji Ali, MAg., atas kunjungannya ke London, yang memberikan doa, semangat dan energi baru bagi saya dan rekan-rekan di saat menempuh studi S3 di United Kingdom. Kunjungan itu membuat kami semua bisa berkumpul dan beramah tamah dalam even Baitul Arqam di KBRI London. Terima kasih saya haturkan kepada Prof. Dr. Sofyan Anif, MSi bersama istri, atas kunjungan spesialnya di pondok saya dan rekan-rekan di Chiswick London.
11. Ungkapan terima kasih juga kami sampaikan kepada semua rekan sejawat di Jurusan Teknik Mesin UMS atas dukungan dan doanya. Ir. Subroto, MT. (Kaprodin Teknik Mesin) dan Dr. Sri Sunarjono (Dekan Fakultas Teknik) periode 2017-2021 yang telah membantu penyiapan dokumen Sasaran Kinerja Pegawai. Juga rekan-rekan di BPSDM UMS yang telah membantu ajuan Guru Besar, Prof. Dr. Budi Murtiyasa, Dr. Tri Widayatno, Mas Triyono, Mas Akbar, Mas Agung dan semua rekannya.
12. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada semua rekan seperjuangan di IEDUC Bandung (2007), terutama kelas spesial huruf "B", atas dukungan dan inspirasi semangat 45-nya untuk menyongsong kompetisi beasiswa dan

keberangkatan ke luar negeri. Saya turut berdoa, semoga semuanya bisa sukses meraih gelar Doktor dan mampu menggapai puncak jabatan akademik sebagai Guru Besar.

13. Pada kesempatan yang berbahagia ini, kami menghaturkan ungkapan terima kasih yang tak terhingga kepada orang tua saya, Ibu Minah dan Bapak Mintarto, yang telah mengasuh dan mendidik tanpa kenal lelah, mengajarkan kehidupan dengan cara yang sederhana, senantiasa memanjatkan doa-doa kepada anak-anaknya, dan memberikan bekal dengan pendidikan agama. Terima kasih kepada kedua alm. Ibu dan bapak mertua saya, atas nasehat dan bimbingannya kepada kami sekeluarga. Terima kasih kepada saudara kandung saya, kangmas Heri sekeluarga di Klaten dan adik Nurrohmat sekeluarga di Jakarta, yang telah memberikan semangat dan bantuan, serta doa-doa kebaikan. Terima kasih kepada saudara ipar saya, Mas Sridadi & Mbak Puji sekeluarga, Mbak Karmi sekeluarga, Mas Sukamta sekeluarga, Mbak Indinah & Mas Abdul Hamid sekeluarga, Mas Jarwadi & Mbak Vera sekeluarga atas nasehat, motivasi, dan bantuannya selama ini.
14. Akhirnya terima kasih saya sampaikan kepada istri tercinta, Murti yang selalu mendampingi di kala senang maupun susah. Terima kasih atas doa anak-anakku tercinta (Khanza, Zaki, Fira dan Nia), yang memberikan energi dan spirit untuk selalu termotivasi dalam belajar, bekerja dan berkarya dalam menggapai ridlo Allah SWT.

Hadirin yang saya hormati,

Demikian pidato ini saya presentasikan, sekali lagi, atas nama pribadi dan keluarga besar, kami mengucapkan terimakasih yang tiada tara atas kesabaran dan keikhlasan mengikuti acara pengukuhan ini. Ungkapan terima kasih kami haturkan kepada semua para tamu undangan, IPHI Surakarta, KBIH Aisyiah Surakarta, PCM Gantiwarno, PDM Kendal, rekan sejawat di UMS/UMY/UMM/UMP/UNIMUS/UGM/UNS/UNDIP/ITNY/Akprin, rekan-rekan alumni SDN Jabung 2, rekan-rekan alumni ESPERO '88, rekan-rekan alumni SMADA '91, rekan-rekan alumni *Marine Engineering* ITS Surabaya, rekan-rekan alumni S2 Teknik Mesin UGM dan semua undangan yang belum kami sebut satu per satu.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan taufik dan hidayah-Nya, memberikan bekal ilmu yang bermanfaat, memberikan kehidupan yang barakah, dan meridloi atas semua kebaikan kita semua. Aamiin.

وَالْحَمْدُ لِلَّهِ
سَمِيعٍ عَلِيمٍ
وَالصَّلَاةُ وَالسَّلَامُ
عَلَى رَسُوْلِهِ
وَالْحَمْدُ لِلَّهِ

Sumber Pustaka

- [1] J. A. Ordonez, M. Jakob, J. C. Steckel, and A. Fünfgeld, "Coal, power and coal-powered politics in Indonesia," *Environmental Science and Policy*, vol. 123, no. April, pp. 44–57, 2021, doi: 10.1016/j.envsci.2021.05.007.
- [2] Y. Sugiawan and S. Managi, "The environmental Kuznets curve in Indonesia: Exploring the potential of renewable energy," *Energy Policy*, vol. 98, pp. 187–198, 2016, doi: 10.1016/j.enpol.2016.08.029.
- [3] BPPT, *Outlook Energi Indonesia 2020 - Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Sektor Energi di Indonesia*. 2020.
- [4] BPPT, *Outlook Energi Indonesia 2015*. 2015.
- [5] BPPT, *Outlook Energi Indonesia 2014 - Pengembangan Energi dalam Mendukung Program Substitusi BBM*. 2014.
- [6] BPPT, *Outlook Energi Indonesia 2017 - Inisiatif Pengembangan Teknologi Energi Bersih*. 2017.
- [7] M. H. Hasan, T. M. I. Mahlia, and H. Nur, "A review on energy scenario and sustainable energy in Indonesia," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, no. 4, pp. 2316–2328, 2012, doi: 10.1016/j.rser.2011.12.007.
- [8] BPPT, *Outlook Energi Indonesia 2018 - Energi Berkelanjutan untuk Transportasi Darat*. 2018.
- [9] D. Gielen, F. Boshell, D. Saygin, M. D. Bazilian, N. Wagner, and R. Gorini, "The role of renewable energy in the global energy transformation," *Energy Strategy Reviews*, vol. 24, pp. 38–50, 2019, doi: 10.1016/j.esr.2019.01.006.
- [10] N. Reyseliani and W. W. Purwanto, "Pathway towards 100% renewable energy in Indonesia power system by 2050," *Renewable Energy*, vol. 176, pp. 305–321, 2021, doi: 10.1016/j.renene.2021.05.118.

- [11] S. Verma, S. Mishra, A. Gaur, S. Chowdhury, S. Mohapatra, and G. Dwivedi, "A comprehensive review on energy storage in hybrid electric vehicle," *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, vol. 8, no. 5, pp. 621–637, 2021, doi: 10.1016/j.jtte.2021.09.001.
- [12] X. Yang and Y. Zhang, "A comprehensive review on electric vehicles integrated in virtual power plants," *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 48, p. 101678, 2021, doi: 10.1016/j.seta.2021.101678.
- [13] B. E. Lebrouhi, Y. Khattari, B. Lamrani, M. Maaroufi, Y. Zeraouli, and T. Kousksou, "Key challenges for a large-scale development of battery electric vehicles: A comprehensive review," *Journal of Energy Storage*, vol. 44, p. 103273, 2021, doi: 10.1016/j.est.2021.103273.
- [14] Z. Liu, J. Song, J. Kubal, N. Susarla, K. W. Knehr, and E. Islam, "Comparing total cost of ownership of battery electric vehicles and internal combustion engine vehicles," *Energy Policy*, vol. 158, p. 112564, 2021, doi: 10.1016/j.enpol.2021.112564.
- [15] R. S. Gupta, A. Tyagi, and S. Anand, "Optimal allocation of electric vehicles charging infrastructure, policies and future trends," *Journal of Energy Storage*, vol. 43, p. 103291, 2021, doi: 10.1016/j.est.2021.103291.
- [16] I. Kucukoglu, R. Dewil, and D. Cattrysse, "The electric vehicle routing problem and its variations: A literature review," *Computers and Industrial Engineering*, vol. 161, p. 107650, 2021, doi: 10.1016/j.cie.2021.107650.
- [17] BPPT, *Outlook Energi Indonesia 2019 - Indonesia Energy Outlook 2019: The Impact of Increased Utilization of New and Renewable Energy on the National Economy*. 2019.
- [18] W. W. Purwanto and N. Afifah, "Assessing the impact of techno socioeconomic factors on sustainability indicators of microhydro power projects in Indonesia: A comparative study," *Renewable Energy*, vol. 93, pp. 312–322, 2016, doi: 10.1016/j.renene.2016.02.071.

- [19] X. Q. Zhai, R. Z. Wang, Y. J. Dai, J. Y. Wu, Y. X. Xu, and Q. Ma, "Solar integrated energy system for a green building," *Energy and Buildings*, vol. 39, no. 8, pp. 985–993, 2007, doi: 10.1016/j.enbuild.2006.11.010.
- [20] H. H. Al-Kayiem, K. Koh, T. W. B. Riyadi, and M. Effendy, "A comparative review on greenery ecosystems and their impacts on sustainability of building environment," *Sustainability*, vol. 12, no. 20, 2020, doi: 10.3390/su12208529.
- [21] A. I. Palmero-Marrero, F. Gomes, J. Sousa, and A. C. Oliveira, "Energetic analysis of a thermal building using geothermal and solar energy sources," *Energy Reports*, vol. 6, pp. 201–206, 2020, doi: 10.1016/j.egyr.2020.11.268.
- [22] Erinofiard, P. Gokhale, A. Date, A. Akbarzadeh, P. Bismantolo, and A. F. Suryono, "A Review on Micro Hydropower in Indonesia," *Energy Procedia*, vol. 110, pp. 316–321, 2017, doi: 10.1016/j.egypro.2017.03.146.
- [23] S. Martosaputro and N. Murti, "Blowing the wind energy in Indonesia," *Energy Procedia*, vol. 47, pp. 273–282, 2014, doi: 10.1016/j.egypro.2014.01.225.
- [24] N. A. Pambudi, "Geothermal power generation in Indonesia, a country within the ring of fire: Current status, future development and policy," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 81, pp. 2893–2901, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2017.06.096.
- [25] Nasruddin, M. Idrus Alhamid, Y. Daud, A. Surachman, A. Sugiyono, and H. B. Aditya, "Potential of geothermal energy for electricity generation in Indonesia: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 53, no. 2016, pp. 733–740, 2016, doi: 10.1016/j.rser.2015.09.032.
- [26] H. Mutsuda, S. Rahmawati, N. Taniguchi, T. Nakashima, and Y. Doi, "Harvesting ocean energy with a small-scale tidal-current turbine and fish aggregating device in the Indonesian Archipelagos," *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 35, pp. 160–171, 2019, doi: 10.1016/j.seta.2019.07.001.

- [27] A. Darmawan, A. Supriadi, F. Kurniawan, Y. Alwendra, T. N. Kurniasih, and B. E. Prasetyo, *Perkembangan Penyediaan dan Pemanfaatan Migas Batubara Energi Baru Terbarukan dan Listrik*. Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, 2015.
- [28] M. Rumbayan, A. Abudureyimu, and K. Nagasaka, "Mapping of solar energy potential in Indonesia using artificial neural network and geographical information system," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, no. 3, pp. 1437–1449, 2012, doi: 10.1016/j.rser.2011.11.024.
- [29] B. C. H. Simangunsong, V. J. Sitanggang, E. G. T. Manurung, A. Rahmadi, G. A. Moore, and L. Aye, "Potential forest biomass resource as feedstock for bioenergy and its economic value in Indonesia," *Forest Policy and Economics*, vol. 81, pp. 10–17, 2017, doi: 10.1016/j.forpol.2017.03.022.
- [30] A. Marasabessy, M. R. Moeis, J. P. M. Sanders, and R. A. Weusthuis, "Coconut oil extraction by the traditional Java method: An investigation of its potential application in aqueous Jatropha oil extraction," *Biomass and Bioenergy*, vol. 34, no. 8, pp. 1141–1148, 2010, doi: 10.1016/j.biombioe.2010.03.005.

CURRICULUM VITAE



MARWAN EFFENDY

ST (ITS, Indonesia)
MT (UGM, Indonesia)
Ph.D (Kingston University
London, UK)

Data personal:

Unit kerja	: Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik UMS Jl. Ahmad Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura 57102 Surakarta www.mtm.ums.ac.id
Jabatan Fungsional	: Guru Besar / IVb
Jabatan Struktural	: Wakil Direktur Sekolah Pascasarjana UMS Jl. Ahmad Yani, Tromol Pos I, Pabelan, Surakarta 57102, Indonesia Phone: +62 271 717417 ext 3457 dan Fax No. +62 271 715448 www.sps.ums.ac.id
Homepage	: https://karya.ums.ac.id/cv-staff?name=me213
Email	: Marwan.Effendy@ums.ac.id

Kualifikasi akademik :

1. **Philosophy of Doctor** (Okt 2010 - January 2015), Department of Aerospace Engineering, Kingston University London, UK. **Thesis:** Investigation of turbine blade trailing edge cooling and thermal mixing characteristics. **Supevisor:** Prof. Yufeng Yao, Ph.D.
2. **Magister Teknik** (Sept 2000 - January 2003), Departemen “Mechanical Engineering” UGM Yogyakarta. **Thesis:** Studi Karakteristik Separator “Gas-Liquid Cylindrical Cyclones (GLCC Metering Loop)”. **Supervisor:** Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA.
3. **Sarjana Teknik** (September 1991 - August 1995), Departemen “Marine Engineering” ITS Surabaya. **Thesis:** “Thermal Oil” pada Sistem Pemanas Kapal Tanker. **Supervisor:** Ir. Hari Prastowo, MSc.
4. SMA Negeri 2 Klaten (1988-1991).
5. SMP Negeri 2 Klaten (1985-1988).
6. SD Negeri Jabung 2 (1979-1985).

Riwayat Pekerjaan :

2021 – sekarang	: Wakil Direktur Direktorat Pascasarjana UMS
2017 – 2021	: Wakil Direktur Bidang Keuangan Sekolah Pascasarjana UMS
2016 – 2017	: Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin UMS
2015 – 2016	: Ketua Program Klas Internasional, Jurusan Teknik Mesin UMS
2010 – 2015	: Studi S3 di Kingston University London
2005 – 2009	: Ketua Jurusan, Jurusan Teknik Mesin UMS
2003 – 2004	: Sub-Project Management Unit, Technological and Professional Skills Development Sector Project, ADB Loan No.1792-INO, TPSDP-UMS
2002 – 2003	: Kepala laboratorium CAD/CAM/CAE, Fakultas Teknik
1998 – 2000	: Sekretaris, Jurusan Teknik Mesin UMS
1996 – sekarang	: Dosen tetap, Jurusan Teknik Mesin UMS
1995 – 1996	: Supervisor, PT Metropole Megah, Jawa Timur Indonesia

Area riset :

1. Konversi energi
2. Heat and mass transfer
3. Thermofluids
4. Combustion
5. Energi baru terbarukan
6. Materials for energy
7. Komputasi
8. Computational Fluid Dynamics (CFD)

Pengalaman mengajar:

1. Matematika
2. Termodinamika
3. Getaran Mekanis
4. Teknik Kendali dan Otomasi
5. Sistem Pendingin dan Pemanas
6. Penukar Kalor
7. Pembakaran
8. Teknologi Mesin Kendaraan
9. Metodologi Riset
10. Seminar dan Publikasi Ilmiah

Pengalaman Pendanaan Penelitian dan Pengabdian:

1. Teknologi Pengolahan Limbah Plastik sebagai Bahan Bakar Alternatif pada Mesin Kendaraan - [Ketua Penelitian Dasar (Kompetitif Nasional) 80.22/A.3-III/LPPM/V/2021]
2. Pengembangan Teknologi Pembuatan Bio-Etanol Ramah Lingkungan untuk Substitusi Bahan Bakar Kendaraan Bermotor - [Ketua Penelitian Terapan Perguruan Tinggi 80.15/A.3-III/LPPM/V/2021]
3. Bahan Bakar Alternatif untuk Kendaraan Bermotor - [Ketua Hibah Kolaborasi UMS-University Perlis Malaysia 2021]
4. Pemanfaatan Limbah sebagai Bahan Bakar Alternatif pada Mesin Kendaraan Bermotor - [Ketua Hibah Integrasi Tridharma 2020-2021]

5. Multistage Liquid Jet Ejector sebagai Vacuum Pump berbasis pada Energi Terbarukan - [Anggota Penelitian Terapan Ristek Dikti 2018-2020]
6. Optimasi Kinerja Sistem Pendinginan Blade Turbin Gas - [Ketua Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi Ristek Dikti 2018-2020]
7. Optimasi Kualitas Pembakaran Etanol Dan Briket Char Produk Pirolis Limbah Plastik Sebagai Bahan Bakar Alternatif - [Ketua Penelitian Tesis Magister Ristek Dikti 2019]
8. Pengembangan Material Dan Coating Dari Bahan Komposit Ni-Al-Ti Untuk Meningkatkan Sifat Ketahanan Aus Komponen Mesin - [Anggota Tim Penelitian Tesis Magister Ristek Dikti 2019]
9. Kenyamanan Termal di Gedung Berenergi Rendah Didukung oleh Dinding Hijau Langsung - [Ketua Hibah Riset Doktor Kolaborasi UMS-Universiti Teknologi Petronas Malaysia 2018]
10. Metode Elemen Batas Elastoplastik (BEM) untuk Analisa Pembebanan Pelat - [Anggota Tim Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Ristek Dikti 2016-2018]
11. Optimasi Kapasitas Pengisian Refrigeran dan Laju Aliran Udara Yang Melintasi Kondensor Terhadap Prestasi Kerja AC Mobil – [Ketua Peneliti Hibah Bersaing DIKTI 2008].
12. Deteksi Dini Fenomena Kavitasi dengan Aplikasi Response Getaran dan Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal – [Ketua Peneliti Hibah Bersaing DIKTI 2008]
13. Desain Freezer dan Analisis Koefisien Prestasi – [Ketua Peneliti Hibah Bersaing DIKTI 2007].
14. Pengaruh Bentuk Nosel terhadap Unjuk Kerja Ejektor pada Jet Pump - Ketua Peneliti Hibah RIset “TPSDP-DIKTI 2005” ADB Loan no.1792-INO
15. Karakteristik Gas-Liquid Cylindrical Cyclones Full Separator – Ketua Peneliti Hibah RIset “TPSDP-DIKTI 2004” ADB Loan no.1792-INO
16. Perancangan Sistem Kendali Tangki Ganda untuk Alat Peraga Kuliah Teknik Pengaturan – Ketua Peneliti Hibah RIset ”TPSDP-DIKTI 2004” ADB Loan no.1792-INO
17. Pemodelan, Analisis Sistem Kendaraan dan Rancang Bangun Alat Pendeteksi Karakteristik Dinamik Berbasis Digital Signal Analyzer Multi Channel - Ketua Peneliti Hibah RIset TPSDP-DIKTI 2002 ADB Loan no.1792-INO

**Pengalaman publikasi di Jurnal Internasional berimpak faktor
(High impact factor journals):**

1. **Marwan Effendy, Arif Surono, Eqwar Saputra, Nurmuntaha Agung Nugraha** (2021) Performance and smoke opacity of compression-ignition engine using used-waste oil, *Case Studies in Thermal Engineering*, Vol: 26, 101063, 1-7, ISSN:2214-157X. (IF 2021=4.72)
2. **Ratna Kartikasari, Marwan Effendy** (2021) Surface characterization of Fe–10Al–25Mn alloy for biomaterial applications, *Journal of Materials Research and Technology*, Vol: 15, August, 409-415, ISSN:2238-7854. (IF 2021=5.04)
3. **Hussain H. Al-Kayiem, Kelly Koh, Tri W. B. Riyadi and Marwan Effendy** (2020) A Comparative Review on Greenery Ecosystems and Their Impacts on Sustainability of Building Environment, *Sustainability*, Vol: 12, 20, 8529, ISSN:2071-1050. (IF 2021=2.58)
4. **Marwan Effendy, Yufeng Yao, Jun Yao, D.R.Marchant** (2019) Detached eddy simulation of blade trailing-edge cutback cooling performance at various ejection slot angles, *International Journal of Heat and Fluid Flow*, Vol: 80, December 2019, 1, ISSN:0142-727X. (IF 2021=2.79).
5. **Marwan Effendy, Yufeng Yao, Jun Yao, D.R.Marchant** (2016) DES study of blade trailing edge cutback cooling performance with various lip thicknesses, *Applied Thermal Engineering*, Vol: 99, , 434--445, ISSN:1359-4311. (IF 2021=5.29).
6. The role of thermal shock in water on increasing the interfacial dipolar forces of CNPs-RHs carbon nanoparticle (2021), *Journal of Materials Research and Technology* (**under review**).
7. Case Study on the Live Green Wall and Roof Shedding Influence on the Internal Thermal Condition of Low Cost Building (2021), *Case Studies in Thermal Engineering* (**under review**).
8. Performance and exhaust gas emission of a spark-ignition engine in three surface models of piston bowl (2021), *Combustion Theory and Modelling* (**under review**).

Pengalaman publikasi pada Jurnal Internasional :

1. **Leo Van Gunawan, Marwan Effendy,** (2020) Engine performance and exhaust gas emission of a gasoline engine using ethanol-gasoline blended from bioethanol of duriozibethinus seed and salaccazalacca, *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, Vol: 8, 4, 1129-1134, ISSN:2347-3983.
2. **Marwan Effendy,** (2018) Enhancing the Trailing-Edge Cooling Performance of Gas Turbine Blade Using Cylindrical Pin-Fins Cooling, *Advanced Science Letters*, Vol: 24, 12, 9049-9053, ISSN:1936-7317
3. **Julianto, E., Marwan Effendy, Gunarto** (2020) Application of float glass for car windshield, *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, Vol: 8, 5, 2173-2176, ISSN:2347-3983
4. **Suparno J., Halim D.A., Junaidi, Setiawan A., Marwan Effendy, Jamari J.** (2019) Graphite as dry lubricant to reduce rail wheels wear level, *Materials Science Forum*, Vol: 961 MSF, , 126--133, ISSN:2555476.
5. **Julianto, E., Siswanto, W.A., Marwan Effendy** (2019) Characteristics of temperature changes and stress of float glass under heat radiation, *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, Vol: 7, 9, 228-233, ISSN:2347-3983
6. **Sunaryo, Marwan Efendy, Sarjito, and Nur Saifullah Kamarrudin** (2019) Pyrolysis of Plastic Waste as an Alternative Fuels in Spark Ignition Engine , *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 2019,, Vol: 7, 11, 201-211, ISSN:2347 – 3983
7. **Sarjito, I Prasetyo, T W B Riyadi, A D Anggono and Marwan Effendy** (2019) An effect of different spark plug used and additional ethanol on engine performance and exhaust gas emission, *Materials Science and Engineering*, Vol: 674, 1, 1-9,
8. **Supriyono, Wijianto, Marwan Effendy, Siswanto W.A.** (2018) Elastoplastic analysis of plate with boundary element method, *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, Vol: 9, 6, 864--872, ISSN:9766340
9. **Marwan Effendy, Yao Y., Yao J.** (2013) Effect of mesh topologies on wall heat transfer and pressure loss prediction of a blade

coolant passage, *Applied Mechanics and Materials*, Vol: 315, , 216-220, ISSN:16609336

10. **Yao Y., Marwan Effendy, Yao J.** (2013) Evaluation of wall heat transfer in blade trailing-edge cooling passage, *Applied Mechanics and Materials*, Vol: 284-287, , 738-742, ISSN:16609336).
11. Effect of the spark-plug gap on performance and emission of a spark-ignition engine (2021), *Journal of King Saud University (under review)*.

Pengalaman Publikasi pada Jurnal Nasional:

1. **Leo Van Gunawan dan Marwan Effendy** (2019) Pengaruh Campuran Bioetanol Biji Durian pada Bahan Bakar Pertalite terhadap Performa Mesin dan Emisi Gas Buang Kendaraan, *Rotasi*, Vol: 21, 2, 76-81, ISSN:2406-9620
2. **Agus Jamaldi dan Marwan Effendy** (2019) Kajian Numerik Efektifitas Film Cooling pada Sudu Turbin Gas, *Rotasi*, Vol: 21, 1, 10-15, ISSN:2406-9620
3. **Marwan Effendy** (2019) Unjuk Kerja Separator Gas Liquid Cylindrical Cyclone (GLCC Metering Loop), *Rotasi*, Vol: 21, 2, 68-75, ISSN:2406-9620
4. **Marwan Effendy dan Muchlisin, M.** (2019) Studi Eksperimental dan Simulasi Numerik Karakteristik Aerodinamika Airfoil NACA 4412, *Rotasi*, Vol: 21, 3, 147-154, ISSN:2406-9620
5. **Marwan Effendy**, 2007, *Peningkatan Koefisien Prestasi Freezer dengan Cara Pelilitan Pipa Kapiler pada Saluran Hisap Menuju Kompresor*, POROS, No.04/Vol.09/October, ISSN 1410-6841
6. Tjahjono, T., and **Marwan Effendy**, 2006, *The Gas Liquid Separation by Vertical Cylinder Cyclone Separator*, GELAGAR, No.02/Vol.17/October, ISSN 0853-2850
7. **Marwan Effendy**, 2005, *Pengaruh Kecepatan Udara Pendingin Kondensor terhadap Koefisien Prestasi Air Conditioning*, GELAGAR, No.01/Vol.15/April, ISSN 0853-2850
8. **Marwan Effendy**, 2005, *Pengaruh Posisi Rekombinasi Terhadap Kinerja Separator GLCC Metering Loop*, Media Mesin Journal, No.02/Vol.06/July, ISSN 1411-4348.
9. **Marwan Effendy**, Siswanto, W.A. and Santosa, P.B., 2005, *Rancang Bangun Digital Signal Analyzer (DSA-01) untuk Analisis*

Pemodelan Sistem Getaran, POROS, No.01/Vol.08/January, ISSN 1410-6841

10. Imadudin, U.A., Siswanto, W.A., and **Marwan Effendy**, 2005, *Analisis "Square Cup Deep Drawing"*, Media Mesin, No.02/Vol.06/July, ISSN 1411-4348.
11. Totok and **Marwan Effendy**, 2003, *Formulasi Tinggi Nyala Bahan Bakar LPG di Daerah Stabilitas Nyala*, GELAGAR, No.01/Vol.14/April, ISSN 0853-2850
12. Sahid and **Marwan Effendy**, 2003, *Kaji Eksperimental Terhadap Gradien Tekanan pada sistem Aliran Dua-Fase Cair-Gas Pipa Horisontal*, POROS, No.01/Vol.06/January, ISSN 1410-6841
13. **Marwan Effendy**, 2002, *Pengaruh Posisi Rekombinasi Terhadap Unjuk Kerja GLCC Metering Loop*, GELAGAR, No.03/Vol.13/December, ISSN 0853-2850.

Seminar/Simposium (Conferences):

1. **Subroto, Marwan Effendy** (2019) Optimization of centrifugal pump performance with various blade number, *AIP Conference Proceedings*, Vol: 2114, 20016, --, ISSN:0094243X
2. **Marwan Effendy, Yao Y., Yao J., Marchant D.R.** (2019) Pin-fin shape and orientation effects on wall heat transfer predictions of gas turbine blade, *AIP Conference Proceedings*, Vol: 2114, 20008, --, ISSN:0094243X
3. **Marwan Effendy, Yao Y., Sugati D., Tjahjono T.** (2019) Numerical study of pin-fin cooling on gas turbine blades, *AIP Conference Proceedings*, Vol: 2114, 60022, --, ISSN:0094243X
4. **Junaidi, Suparno J., Ardiansyah D.H., Marwan Effendy, Jamari** (2019) Improvement of wear resistant of railway wheel by using graphite in various speeds based on disc-on-disc contact system, *AIP Conference Proceedings*, Vol: 2114, 40005, --, ISSN:0094243X
5. **Sugati D., Marwan Effendy** (2018) RANS study of the liquid jet gas ejector, *AIP Conference Proceedings*, Vol: 1983, 20006, --, ISSN:0094243X
6. **Sugati D., Indarto, Purnomo, Sutrisno, Marwan Effendy, Yawara E.** (2018) Identification performance of the liquid-gas ejector using static pressure distribution, *AIP Conference Proceedings*, Vol: 1983, 20013, --, ISSN:0094243X

7. **Supriyono, Marwan Effendy, Wijianto** (2018) Domain discretization in dealing with domain integral in material nonlinearity plate bending analysis with boundary element method, *AIP Conference Proceedings*, Vol: 1977, 20055, --, ISSN:0094243X
8. **Riyadi T.W.B., Yulianto Y.H., Marwan Effendy, Sarjito, Zheng Z., Ping T.L.** (2018) Evaluation on a digitized CAD model of 3D scanner used in reverse engineering, *Proceedings - 12th SEATUC Symposium, SEATUC 2018*, Vol: , 8788885.
9. **Marwan Effendy, Yao Y., Marchant D.R.** (2017) Detached-Eddy Simulation of Trailing-Edge (TE) Cutback Turbine Blade Cooling, *MATEC Web of Conferences*, International conference, Langkawi, Malaysia. Vol: 135, 8, ISSN:2261236X.
10. **Supriyono, Marwan Effendy, Wijianto** (2017) Material nonlinearity plate bending analysis with boundary element method, *AIP Conference Proceedings*, Vol: 1855, 30023, ISSN:0094243X.
11. **Marwan Effendy, Yao Y., Yao J., Marchant D.R.** (2014) Predicting film cooling performance of trailing-edge cutback turbine blades by detached eddy simulation, *52nd AIAA Aerospace Sciences Meeting - AIAA Science and Technology Forum and Exposition, SciTech 2014*, National Harbor, Maryland.
12. **Marwan Effendy, Yao Y., Yao J.** (2013) Comparison study of turbine blade with trailing-edge cutback coolant ejection designs, *51st AIAA Aerospace Sciences Meeting including the New Horizons Forum and Aerospace Exposition 2013*, Dallas, Texas.
13. **Marwan Effendy, Yao, Y.F., Yao, J.** (2012) Pressure loss and wall heat transfer characteristics in blade trailing-edge cooling passage, *Proceedings of the International Symposium on Turbulence, Heat and Mass Transfer*, Palermo, Sicili, Italia, Vol: 2012, , 506-517, ISSN:2377-2816.
14. **Marwan Effendy**, 2009, *Optimasi Tekanan Pengisian Refrigeran Terhadap Prestasi Kerja AC Mobil*, Proceeding of National Symposium VIII "RAPI 2009", ISSN 1412-9612, December 2009, Surakarta.
15. **Marwan Effendy**, 2008, *Efek Pembebanan Lampu Terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin*, Proceeding of National Symposium VII "RAPI 2008", ISSN 1412-9612, December 2008, Surakarta.
16. **Marwan Effendy**, 2007, *Perbaikan Proses Pembelajaran Aktif melalui Pembuatan Modul dan Visualisasi Sistem Kendali*,

- Proceeding of the Research and Studies IV, ISBN 978-979-1188-07-4, Jakarta.
17. **Marwan Effendy**, and Sarjito, 2007, *Efektifitas Pelekatan Pipa Kapiler pada Line Suction Untuk Meningkatkan Unjuk Kerja Freezer*, Prosiding Simposium Nasional VI "RAPI 2007", ISSN 1412-9612, December 2007, Surakarta.
 18. **Marwan Effendy**, 2006, *Pengaruh Kecepatan Putar Poros Kompresor terhadap Prestasi Kerja Mesin Pendingin AC*, Prosiding Seminar Nasional, Universitas Petra, ISBN 979-25-4410-0, Feb 2006, Surabaya.
 19. Tjahjono, T., and **Marwan Effendy**, 2006, *Kaji Eksperimental Karakteristik Separator Siklon Silinder Vertikal untuk Pemisahan Gas-Cairan*, Proceeding of the Research and Studies III, ISBN 979-99182-9-4, Jogjakarta.
 20. **Marwan Effendy**, 2005, *Usaha Peningkatan Prestasi Freezer dengan Melilitkan Pipa Kapiler pada Line Suction*, Prosiding Seminar Nasional "Efficiency and Energy Conservation", Universitas Diponegoro, ISBN 1907-0063, Dec 2005, Semarang.
 21. Eko Prasetyo, W.A. Siswanto, and **Marwan Effendy**, 2004, *Optimisasi Unit Rangka Fork Lift*, Makalah M-043, Prosiding Simposium Nasional III "RAPI 2004", ISSN 1412-9612, 11 Dec 2004, Surakarta.
 22. Awaludin, M.A., Siswanto, W.A., and **Marwan Effendy**, 2003, *Simulasi Model Getaran pada Mobil dengan Software Visual Nastran*, Makalah M-021, Prosiding Simposium Nasional II "RAPI 2003", ISSN 1412-9612, 13 December 2003, Surakarta.
 23. Hastanto, D., and **Marwan Effendy**, 2003, *Analisis Jala-jala Kerja Pipa dengan Metode Hardy Cross Sebagai Pemadam Kebakaran Pabrik Besi Spons HYL III Plant PT. Krakatau Steel Cilegon Banten*, Prosiding Simposium Nasional II "RAPI 2003", ISSN 1412-9612, 3 Des 2003, Surakarta.
 24. Tjahjono, T., and **Marwan Effendy**, 2003, *Pemisahan Gas-Cairan pada Separator Siklon Silinder Vertikal yang Digunakan pada Peningkatan Mutu Produk Cairan*, Prosiding Simposium Nasional II "RAPI 2003", ISSN 1412-9612, 3 Des 2003, Surakarta.
 25. **Marwan Effendy**, 2002, *Kinerja Separator GLCC dengan Sistem Pemasukan Aliran Tunggal* Prosiding Simposium Nasional, Universitas Muhammadiyah Surakarta, ISBN 979-97060-0-9, August 2002, Surakarta.

26. **Marwan Effendy**, 2002, *Kinerja Separator GLCC Sistem Single Inlet Efektif pada Kecepatan Tinggi*, Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin 2002, ITS, ISBN 979-97158-0, 15 Okt 2002, Surabaya.

Pengalaman sebagai Reviewer Jurnal Internasional :

1. *International Journal of Heat and Mass Transfer*,
<https://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-heat-and-mass-transfer>
2. *Journal of Aerospace Engineering*,
<https://ascelibrary.org/journal/jaeeez>
3. *Heliyon*, <https://www.cell.com/heliyon/home>
4. *IJUM Engineering Journal*,
<https://journals.iium.edu.my/ejournal/index.php/iiumej>
5. *Journal of Engineering Research*,
<https://kuwaitjournals.org/jer/index.php/JER/about>
6. *International Journal of Automotive And Mechanical Engineering (IJAME)*, <https://journal.ump.edu.my/ijame/>
7. *Walailak Journal of Science and Technology*,
<https://wjst.wu.ac.th/index.php/wjst>
8. *International Journal of Engineering Technology and Sciences (IJETS)*, <https://journal.ump.edu.my/ijets>

Pengalaman sebagai Tim editor Jurnal (Editorial Board Members):

1. *Applied Research and Smart Technology (ARSTech)*,
<http://journals2.ums.ac.id/index.php/arstech/Editorialboard>
2. *International Journal of Theoretical and Applied Multiscale Mechanics*,
<https://www.inderscience.com/jhome.php?jcode=ijtamm#edboard-content>
3. *Creative Research in Engineering (CERIE)*,
<http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/CERIE/index>

Pengalaman sebagai Narasumber:

1. Strategi Menulis Artikel Jurnal Internasional Bereputasi, diselenggarakan oleh Komunitas Guru dan Dosen Soloraya, 24 Okt 2021.
2. Menulis Artikel Ilmiah dalam mempersiapkan seminar internasional, diselenggarakan oleh FKU UMS 14 Okt 2021
3. Strategi Menembus Jurnal Internasional Bereputasi menuju Guru Besar, diselenggarakan oleh Asosiasi Pascasarjana PTMA, 15 Sep 2021
4. Pengembangan Kurikulum Berbasis OBE dan MBKM, Universitas Muhammadiyah Pontianak, 1 Juli 2021.
5. Workshop Pengembangan Kurikulum Outcomes based Education, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, 29 Jun 2021.
6. Visiting Lecture - Strategi Sukses Belajar, Universitas Muhammadiyah Semarang. 21 Okt 2020.
7. A-half-day Workshop on How to Get Published in International Journal, diselenggarakan oleh Magister Psikologi di Gedung Pascasarjana UMS, 6 Juli 2020.
8. Workshop Penyusunan Kurikulum Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, 31 Jan 2020.
9. Workshop dan Klinik Penulisan Artikel Ilmiah, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, 25 Jan 2020.
10. Workshop dan Klinik Penulisan Artikel Ilmiah, Institut Teknologi Nasional Jogjakarta. 15 Jan 2020.
11. A-half-day Workshop on How to Prepare Manuscripts for International Journal, diselenggarakan oleh Prodi Magister Teknik Mesin UMS di Hotel Lorin Solo, 20 Des 2019.
12. One-day workshop on How to Write a Research Article, diselenggarakan oleh Prodi Doktor Pendidikan Agama Islam di Syariah Hotel Solo Indonesia, 10 Des 2019.
13. Workshop Strategi Menulis Artikel dan Publikasi Internasional, diselenggarakan oleh Sekolah Pascasarjana UMS, 22 Nop 2019
14. A-half-day Workshop on How to Prepare a Publishable Paper, Dharma Patria Polytechnic, Kebumen. 26 Okt 2019.

15. One-day workshop on How to Write a Great Manuscript, Organised by Department of Mechanical Engineering at Syariah Hotel Solo Indonesia, 3 Okt 2019.
16. Workshop on How to Prepare Manuscripts for Submission to Conference and Journal, diselenggarakan oleh Sekolah Pascasarjana UMS, 5 April 2019
17. Workshop Penyusunan Kurikulum Prodi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Semarang. 15 Agustus 2017.

Workshop/Pelatihan:

1. How to write a scientific abstract, John Wiley & Sons, 18 Agustus 2021.
2. Step-by-step Guide on How to Prepare a Successful Paper, Nature Springer Nature Publishing Group, 22 Februari 2021.
3. Fundamental of Manuscript Preparation, ELSEVIER, 18 Oktober 2020.
4. How to write a scientific article, RISTEK-BRIN Kemenristek/BRIN, 7 Sept 2020.
5. Scholarly Journal Writing Workshop, How to write a publishable paper, Universiti Malaysia Perlis Alam Pauh Putra Campus 02600 Arau Perlis Malaysia, 28-31 Okt 2019.
6. Best Practices Workshop for Postgraduate Supervision, How to supervise a PhD student program, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM) 86400 Parit Raja, Batu Pahat, Johor, Malaysia. 24- 25 Mei 2017.
7. Nusantara Nusantara Collaboration, International Islamic University Malaysia Jalan Gombak, 53100, Selangor, Malaysia. 11 Jun 2015.

Karya buku:

1. **Pengetahuan Dasar Sistem Kendali**, 2019, ISBN: 9786023612161, Muhammadiyah University Press.
2. **Standar Penjaminan Mutu Internal (SPMI) Jenjang S2 dan S3**, 2021, ISBN:978-602-361-374-8, Muhammadiyah University Press.

3. **Pengetahuan Dasar Termodinamika** (in progress)
4. **Menulis Artikel Ilmiah Hasil Riset bidang Sains dan Teknologi** (in progress)

Pengalaman Organisasi Profesi dan Kemasyarakatan:

1. Ikatan Ilmuwan Indonesia Internasional (ID No. I4 2103220006).
2. International Association of Engineers (ID No. IAENG 250268).
3. Persatuan Insinyur Indonesia
4. Badan Kerja Sama Teknik Mesin se-Indonesia
5. Asosiasi Program Studi Teknik Mesin Perguruan Tinggi Muhammadiyah
6. Pengurus Asosiasi Pascasarjana Perguruan Tinggi Muhammadiyah Aisyiah (2019-2021)
7. Pengurus Pimpinan Cabang Istimewa Muhammadiyah Inggris (2011-2013)

-- o0O0o --



UMS

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Wacana Keilmuan dan Keislaman



Marwan Effendy merupakan tiga bersaudara lahir dari keluarga desa yang sederhana, pasangan bu Minah dan pak Mintarto yang berprofesi sebagai guru SD. Pendidikan dasar hingga menengah ditamatkan di daerah kelahirannya, yaitu SDN Jabung 2 (1979-1985); SMPN 2 Klaten (1985-1988) dan SMAN 2 Klaten (1988-1991). Gelar ST di bidang teknologi “thermal oil” pada kapal tanker diperoleh dari “Marine Engineering” ITS Surabaya (1991-1995). Gelar MT di bidang teknologi pemisahan aliran multifase (gas dan cairan) pada separator disandang dari “Mechanical Engineering” UGM Yogyakarta (2000-2002). Gelar Ph.D di bidang komputasi pada teknologi pendinginan sudu turbin gas pesawat diraih dari departemen *Aerospace Engineering*, Kingston University London (2010-2015), UK. pernikahannya dengan dokter gigi lulusan UGM bernama Murti telah dikaruniai 4 anak, yaitu Khansa, Zaki, Fira, dan Aghnia. Penyandang gelar doktor lulusan England ini selalu mengingatkan anak-anaknya, mencari ilmu itu kewajiban sepanjang masa. Dengan ilmu seseorang bisa berkembang. Ilmu modal dunia dan kebaikan akhirat. Dalam benaknya, kelak ada di antara anak atau cucunya yang mengikuti jejaknya sebagai Guru Besar. Hingga tahun 2021, Alhamdulillah Pak ME (sapaan koleganya di Pascasarjana) telah berhasil mempublikasikan karya ilmiah internasional di 10 terindeks database prestisius Web of Sciences (Science Citation Index Expanded), diantaranya pada *Applied Thermal Engineering* (IF=5.29), *International Journal of Heat and Fluid Flow* (IF=3.5), *Journal Sustainability* (IF=2.58), *Case Studies Thermal Engineering* (IF=4.72), dan *Journal of Materials Research and Technology* (IF=5.04). Jabatan akademik tertinggi sebagai Guru Besar di bidang Teknik Mesin dicapai tahun 2021 setelah menerima SK Mendikbud RI No. 10367/MPK/A/PP/05/01/2021, dengan nilai penuh 1067,66. Prof. Marwan Effendy, Ph.D. merupakan GB ke-14 UMS dan ke-2 di Prodi Teknik Mesin UMS. Untuk bidang keilmuannya Pak ME menduduki GB ke-3 di lingkungan Perguruan Tinggi Muhammadiyah Aisyiah (PTMA) se Indonesia.



Jl. A. Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta;
Telp. 0271- 717417, Fax. 0271-715448
<http://www.ums.ac.id>, email: ums@ums.ac.id