

**Sektor Ketenagalistrikan Menjadi Tulang Punggung Percepatan  
Transisi dan Ketahanan Energi**



**UNIVERSITAS GADJAH MADA**

**Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar  
Dalam bidang “Power and Energy System”  
Pada Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada**

**Oleh**

**Prof. Ir. Tumiran, M.Eng., Ph.D**

**Bismillahirrohmanirrohim,**

Yang Terhormat,

Ketua, Sekretaris, dan Para Anggota Majelis Wali Amanat,

Rektor dan Para Wakil Rektor Universitas Gadjah Mada,

Ketua, Sekretaris, dan Para Anggota Dewan Guru Besar,

Ketua, Sekretaris, dan Para Anggota Senat Akademik,

Ketua, dan Sekretaris Senat Fakultas Teknik,

Dekan, Wakil Dekan, Ketua Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik UGM,

Para tamu undangan, para sahabat, keluarga yang saya cintai, serta hadirin sekalian yang berbahagia

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Selamat pagi, salam sejahtera untuk kita semuanya.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan Semesta Alam yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga hari ini kita diizinkan berada di Balai Senat Universitas Gadjah Mada dalam kondisi sehat walafiat untuk mengikuti acara Pengukuhan Guru Besar. Sungguh merupakan kehormatan bagi saya mendapatkan kesempatan menyampaikan pidato pengukuhan guru besar dalam bidang ilmu "*Power and Energy System*" di hadapan majelis yang sangat terhormat sebagai salah satu tradisi akademik yang sangat baik di lingkungan Universitas Gadjah Mada. Kami ucapkan terima kasih kepada Bapak/Ibu hadirin yang mulia, yang telah berkenan hadir di ruangan Balai Senat Universitas Gadjah Mada maupun yang mengikuti secara daring pidato pengukuhan guru besar kami dengan judul :

## **Sektor Ketenagalistrikan Menjadi Tulang Punggung Percepatan Transisi dan Ketahanan Energi**

Bapak dan Ibu Para hadirin yang kami hormati,

PENDAHULUAN

Di dalam kehidupan sehari-hari, energi telah menjadi bagian kehidupan yang tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan manusia, baik yang miskin, menengah maupun yang kaya, semua membutuhkan energi [1]. Untuk memahami energi dan perkembangan pemanfaatannya, dapat dilihat dari perspektif awal perkembangan peradaban manusia di dalam menggunakan

dan memanfaatkan sumber daya energi. Energi dalam perspektif yang sederhana, dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan suatu aktivitas atau kerja yang menghasilkan suatu perubahan [2]. Dengan kata lain, untuk memindahkan satu benda dari suatu tempat ke tempat yang lain, memerlukan sesuatu yang disebut energi. Berdasarkan pendekatan fisika, energi dapat berbentuk dalam berbagai jenis, yaitu energi matahari, energi kinetik, potensial, energi panas, energi listrik, energi nuklir, energi cahaya, energi kimia, energi angin, energi ombak laut, energi arus laut, energi panas bumi [3]. Berdasarkan jenisnya tersebut, fungsi dan sifat yang dihasilkan oleh masing-masing jenis energi juga berbeda [2]. Kombinasi dari berbagai jenis energi dari sumber yang berbeda tersebut telah saling melengkapi untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia sesuai dengan jenis, tempat dan cara pemanfaatannya [4]. Berdasarkan jenis dan karakteristik sumber daya energi, sumber daya energi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sumber daya energi yang tidak dapat diperbarui (*non-renewable*) yaitu energi fosil (batu bara, gas, minyak) dan sumber daya energi yang dapat diperbarui (*renewable*) yaitu dari sumber daya panas bumi, air, matahari, biomassa, biogas, ombak laut, arus laut, angin dan sumber energi baru yaitu nuklir, hidrogen, gas metana batu bara (*coal bed methane*).

Bapak dan Ibu Para hadirin yang kami hormati,

## ENERGI DAN PERADABAN MANUSIA

Berdasarkan perkembangan peradaban manusia, sejarah penggunaan energi sampai dekade saat ini telah memiliki historis yang panjang dan sangat dipengaruhi oleh kemajuan peradaban manusia pada masanya, kemajuan industri, bisnis serta temuan teknologi konversi energi. Pada awalnya, sebelum manusia menggunakan sumber daya energi eksternal untuk menopang kebutuhan hidupnya, seperti berburu, menangkap ikan, bertani, dan aktivitas lainnya, manusia prasejarah mengandalkan energi tubuh berupa tenaga dan otot serta hewan seperti kuda, keledai, unta dan sapi. Perkembangan peradaban manusia dengan nalurinya dan didukung oleh pengetahuan telah mampu membawa manusia masuk ke peradaban yang lebih maju, yaitu memiliki kemampuan untuk memanfaatkan sumber energi alami eksternal seperti sumber energi angin, air, panas bumi, kayu untuk mendukung kebutuhan hidupnya seperti untuk berlayar, pemanas, pertanian dan mengolah hasil-hasil pertanian serta untuk keperluan membuat bangunan tempat tinggal [5]. Perkembangan pemanfaatan air sebagai sumber daya energi telah tercatat dilakukan oleh Bangsa China pada masa Dinasti Han (206-220 SM) yaitu pemanfaatan air dengan menggunakan roda air untuk penggerak peralatan yang sederhana,

seperti penghancur biji-bijian dan juga untuk keperluan pertanian [6], [7]. Di Eropa, pemanfaatan secara konvensional juga sudah ditemukan pada masa Yunani kuno [6], [7]. Sementara itu, pemanfaatan batu bara telah dimulai oleh Bangsa Tiongkok Kuno pada abad ke-8 sampai dengan abad ke-3 SM dan meningkat pada masa Dinasti Han pada abad ke-3 SM sampai abad ke 3 M. Pemanfaatan batubara di Tiongkok kuno digunakan sebagai pemanas untuk peleburan logam dan juga untuk pembuatan keramik. Sementara pemanfaatan batubara di Eropa mulai meningkat di Inggris sejak mesin uap sederhana ditemukan pada tahun 1712 oleh Newcomen, seorang insinyur asal Inggris [8].

Perubahan pemanfaatan sumber daya energi terjadi setelah ditemukannya mesin uap pertama sekali oleh James Watt pada awal abad ke-18, sebagai titik awal dimulainya tonggak revolusi industri. Walaupun penemuan mesin uap sebenarnya telah dimulai oleh Thomas Newcomen, seorang insinyur dari Inggris dan disempurnakan oleh James Watt pada tahun 1763. James Watt merupakan seorang insinyur dari Skotlandia yang menyempurnakan temuan sebelumnya dan dinyatakan sebagai Bapak Revolusi Industri. Perkembangan industri telah mempercepat pergeseran pemanfaatan sumber daya energi seperti batubara, gas dan minyak untuk memberikan dukungan bagi percepatan proses industri, transportasi laut dan darat pada abad ke-18 dan ke-19. Kemajuan industri sejak abad ke-19 telah menyebar di Eropa dan meningkat di seluruh dunia. Penemuan kendaraan otomotif yang memanfaatkan bahan bakar minyak oleh Karl Benz seorang insinyur Jerman pada tahun 1885 dan dipatenkan pada tahun 1886 telah menjadi titik awal kemajuan di sektor transportasi. Karl Benz sering dianggap sebagai Bapak Mobil dunia [9]. Modernisasi kehidupan manusia yang didukung oleh tumbuhnya industri yang masif, bisnis lintas negara serta kemajuan yang sangat cepat di sektor transportasi telah mengubah peta pertumbuhan pemanfaatan energi global [10], [11].

Bapak dan Ibu Para hadirin yang kami hormati,

## ENERGI DAN PERSAINGAN GLOBAL

Pemanfaatan kebutuhan energi yang terus meningkat telah menyebabkan dan memacu persaingan global serta terjadinya saling pengaruh untuk mendapatkan akses sumber daya energi. Pada situasi memasuki akhir abad ke-20, perebutan kekuasaan dan akses untuk mendapatkan sumber daya energi telah memacu penguasaan suatu negara oleh negara adidaya yang telah menyebabkan korban dan kehancuran tata kehidupan sosial bangsa yang dikalahkan. Kehancuran bangsa Irak, Libya dan situasi destabilisasi di Timur Tengah yang berkepanjangan, diyakini disebabkan karena keinginan untuk mendapatkan akses dan penguasaan terhadap

sumber daya energi di negara-negara tersebut [12]. Demikian juga kerawanan di Laut China Selatan yang juga dipicu oleh tersimpannya potensi sumber daya energi minyak dan gas di kawasan tersebut. Selanjutnya, pada tahun-tahun terakhir ini, para pemimpin dunia juga disibukkan oleh upaya-upaya untuk mengurangi dampak dari kerakusan penggunaan energi yang telah berdampak terhadap situasi lingkungan di planet bumi yang dihuni oleh manusia.

### DAMPAK PENGGUNAAN ENERGI FOSIL

Bapak dan Ibu Para hadirin yang kami hormati,

Dampak yang ditimbulkan oleh pembakaran energi fosil yang terus menerus selama ini, telah mengakumulasi emisi ke atmosfer yang berupa gas karbon yang terakumulasi dan telah menyebabkan dampak berupa perubahan iklim [13]. Terjadinya perubahan iklim telah menyebabkan berbagai bencana di permukaan bumi yang kejadiannya tidak dapat diprediksi [14]. Sebagai dampak dari perubahan iklim tersebut, telah memunculkan kesepakatan global antar negara untuk melakukan upaya-upaya yang signifikan guna mereduksi keberlanjutan dampak yang ditimbulkannya dengan mengurangi secara bertahap ketergantungan terhadap penggunaan energi fosil [15]. Di sisi lain, pergeseran dari penggunaan sumber daya energi fosil menuju sumber daya energi bersih dan sumber energi baru dan terbarukan, telah memicu kreativitas bangsa yang cerdas untuk menciptakan teknologi dan bisnis global baru di sektor energi baru dan terbarukan [16].

Modernisasi kehidupan manusia yang didukung oleh tumbuhnya industri yang masif, bisnis lintas negara serta kemajuan yang sangat cepat di sektor transportasi telah mengubah peta pertumbuhan pemanfaatan energi global. Sektor kelistrikan yang telah menjadi bagian utama mendukung keberhasilan sektor industri dan bisnis juga secara masif telah membakar ratusan milyar ton batubara [17]. Bercermin dari perkembangan pemanfaatan energi global terutama minyak, gas dan batubara yang telah menghasilkan akumulasi emisi ke udara, telah mampu menggeser paradigma para ilmuwan untuk mempengaruhi para pemimpin pemerintahan guna bersatu membuat komitmen global mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi dari unsur fosil [18].

Bapak dan Ibu Para hadirin yang kami hormati,

### TRANSISI PENGGUNAAN ENERGI

Perubahan iklim merupakan salah satu tantangan terbesar yang dihadapi oleh dunia termasuk Indonesia pada saat ini. Perilaku manusia selama beberapa abad terakhir, khususnya

dalam penggunaan energi fosil yang berlebihan, telah menyebabkan akumulasi emisi gas rumah kaca yang menjadi pemicu utama perubahan iklim. Pemicu utama perubahan iklim yang semakin mengkhawatirkan adalah akibat akumulasi emisi gas ke atmosfer produk energi fosil. Peningkatan konsentrasi gas seperti karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), dan nitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) akibat pembakaran sumber energi fosil menyebabkan efek rumah kaca, yang berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Fenomena ini memicu berbagai peristiwa ekstrem, seperti banjir, kekeringan, badai, dan bencana alam lainnya yang berdampak negatif bagi manusia, hewan, dan ekosistem, naiknya permukaan suhu bumi, cuaca yang sudah sulit diprediksi, adalah bentuk dampak dari perubahan iklim.

Dalam menghadapi krisis iklim, masyarakat global sadar akan perlunya bergeser kembali dari ketergantungan terhadap energi fosil yang kotor untuk kembali secara maksimal memanfaatkan sumber energi yang bersih dan dapat diperbaharui. Proses perubahan untuk bergeser ini tidak bisa dilakukan secara mendadak, tetapi diperlukan sebuah proses yang panjang melalui transisi energi [19].

Konsep transisi energi merujuk pada peralihan dari penggunaan sumber energi fosil yang terbatas dan tidak terbarukan, menuju pemanfaatan sumber energi yang dapat diperbaharui secara alami, seperti energi surya, angin, air, biomassa, dan panas bumi. Selain perubahan iklim, transisi energi juga didorong oleh semakin terbatasnya pasokan sumber energi fosil. Minyak bumi, gas alam, dan batubara adalah sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui dan suatu saat akan habis. Ketergantungan yang tinggi pada sumber-sumber energi ini mengancam ketahanan energi dan keberlanjutan pembangunan di masa depan. Oleh karena itu, mengadopsi EBT (Energi Baru dan Terbarukan) sebagai alternatif yang dapat diperbaharui secara terus-menerus menjadi pilihan yang cerdas dan berkelanjutan [20], [21].

Untuk mengatasi hal tersebut di atas, pemanfaatan EBT sebagai energi bersih (*clean energy*) sudah menjadi program aksi bersama dari berbagai negara, termasuk Indonesia. Pada tahun 1992, melalui *earth summit* di Rio de Janeiro yang membahas isu-isu lingkungan, pembangunan berkelanjutan, dan pengurangan kemiskinan, dan kemudian menjadi dasar dalam pembentukan dasar hukum dan konversi melalui *Kyoto protocol* tahun 1997 dan konferensi paris di 2015. Kesepakatan *conference of the parties* (COP) ke-21 di Paris merupakan implementasi dari konvensi kerangka kerja PBB untuk perubahan iklim. Konferensi ini juga merupakan pertemuan bersejarah dengan kesepakatan yang mengikat negara-negara untuk berkomitmen dalam mengurangi emisi karbon dioksida di negaranya. Selanjutnya, melalui berbagai forum internasional, berbagai kesepakatan telah dibuat dan

disusun untuk dijalankan oleh masing-masing negara yang telah terlibat di dalam kesepakatan tersebut [15].

Sampai akhir tahun 2022, kebutuhan energi yang meningkat masih didominasi oleh negara-negara non-OECD, sementara pertumbuhan kebutuhan energi negara-negara OECD berada pada pertumbuhan yang stagnan, yaitu hanya mengalami peningkatan mencapai kebutuhan 243 quadrillion BTU pada tahun 2022, dibandingkan kebutuhan pada tahun 2020 yang hanya pada angka 233 quadrillion BTU. Kebutuhan negara-negara non-OECD akan mencapai 395 quadrillion BTU dibandingkan kebutuhan tahun 2020 yang hanya mencapai 369 quadrillion BTU. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, kontribusi unsur fosil masih dominan, yaitu mencapai 88,6% atau setara dengan 327,36 quadrillion BTU (batubara 45,1%, Gas 21,3% dan minyak 22,2%) [22]. Bila skenario pengurangan dapat dilakukan dengan mempercepat penggunaan sumber EBT, diharapkan pada tahun 2050 kontribusi EBT dapat mencapai 31% dalam bauran energi dunia. Di dalam skenario Net-Zero yang telah dicanangkan, diharapkan bahwa kontribusi EBT dapat mencapai di atas 50% [23], [24].

Bapak dan Ibu Para hadirin yang kami hormati,

## TRANSISI ENERGI DAN PROSPEK PERTUMBUHAN INDUSTRI

Kita bersyukur bahwa dampak perubahan iklim telah menyadarkan para ilmuwan dan para pemimpin dunia untuk segera mengambil langkah-langkah strategis yang signifikan guna secara sinergi berkolaborasi untuk menjaga planet bumi dari kerusakan yang berlanjut. Kesepakatan Paris atau *Paris agreement* yang disepakati pada tahun 2015 telah menetapkan berbagai langkah strategis sebagai landasan guna mempercepat pengurangan pemanfaatan energi fosil melalui percepatan transisi energi. Transisi energi telah menetapkan kesepakatan untuk diikuti oleh berbagai negara.

Sampai saat ini, upaya-upaya penurunan ketergantungan terhadap sumber energi fosil belum membuahkan hasil yang signifikan. Berdasarkan data yang ada sampai tahun 2022, belum semua negara di dunia memiliki komitmen yang sama untuk percepatan pengurangan ketergantungan terhadap energi fosil, dengan alasan dan pertimbangan yang berbeda-beda. Sementara bagi negara-negara yang sedang berkembang, tingkat kesulitan dirasakan semakin meningkat karena keterbatasan teknologi, finansial, dan investasi. Percepatan pemanfaatan EBT, sangat tergantung kepada potensi lokal ketersediaan sumber daya EBT. Oleh karenanya, bagi negara atau wilayah yang tidak memiliki sumber daya EBT lokal, penyediaan EBT akan berdampak terhadap pembiayaan yang sangat berpengaruh terhadap biaya produksi energi

listrik dan berdampak terhadap tarif listrik [18]. Konsekuensi terhadap pembiayaan yang akan menjadi beban negara atau masyarakat pengguna energi, terutama dari kalangan negara-negara berkembang, diyakini juga akan menjadi faktor kunci keberhasilannya. Di sisi lain, negara-negara yang telah berada di dalam *steady state* penggunaannya lebih mudah melakukan pergeseran. Hal ini karena (i) GDP/kapita negara-negara tersebut telah mampu untuk membayar secara ekonomis biaya produksi energi yang bersumber dari EBT, (ii) pemerintahnya memiliki kemampuan untuk memberikan subsidi di dalam bentuk insentif *feed in tariff*, (iii) negara-negara maju telah memiliki teknologi untuk mengembangkan teknologi EBT secara mandiri dan (iv) pengembangan EBT menciptakan industri dan lapangan kerja baru.

Menurut IRENA [25], [26], pra-syarat transisi energi dapat berhasil di suatu negara adalah jika tiga aspek dasar telah dimiliki oleh negara tersebut. Ketiga aspek dasar tersebut yaitu (i) ada dukungan regulasi yang konsisten dan jelas arahnya, (ii) penguasaan teknologi dan industri domestik yang kuat serta (iii) dukungan keuangan dan investasi yang kuat. Bila ketiga aspek tersebut tidak dimiliki oleh negara yang berkomitmen untuk melakukan upaya transisi energi, maka tingkat keberhasilan sulit tercapai. Banyak negara-negara berkembang yang menyatakan memiliki komitmen untuk melakukan upaya transisi energi, namun karena keterbatasan teknologi dan industri EBT yang dimilikinya, maka negara-negara ini hanya akan berpotensi menjadi pasar bagi negara-negara yang telah mapan dalam penguasaan teknologi dan industri EBT [26]. Negara-negara yang memiliki kemampuan memanfaatkan potensi sumber daya manusia dan didukung dengan teknologi, dapat menciptakan lapangan kerja di masing-masing sektor EBT dan kemungkinan menguasai ekonomi dunia baru di sektor energi bersih. Sebaliknya bila suatu negara hanya mengikuti arah perubahan, tanpa berpikir dan berupaya untuk mandiri di tengah-tengah percepatan transisi energi, maka tidak tertutup kemungkinan negara tersebut hanya akan menjadi pasar bagi negara-negara maju tanpa memiliki kedaulatan energi yang kuat. Skema pinjaman dalam bentuk bantuan, berujung menjadi beban hutang bagi negara yang bersangkutan bila negara penerima bantuan tidak mampu memanfaatkan untuk menggerakkan sumber daya manusianya dan memandirikan industry domestik [26].

Negara Tiongkok dipandang sebagai negara yang pertumbuhan ekonomi dan industrinya telah mampu mendorong pemanfaatan EBT sebagai bagian strategi menciptakan ekonomi baru di sektor energi dan menjadi penguasa baru dunia produsen industri energi baru dan terbarukan [27]. Berdasarkan data sampai akhir tahun 2021, pemanfaatan EBT sektor



kelistrikan telah mencapai perkembangan yang sangat fantastis dan boleh dibilang capaian perkembangan yang hampir sulit dipercaya. Pemanfaatan energi matahari melalui *photovoltaic* (PV), pada tahun 2014 baru memiliki kapasitas sebesar 28,8 GWp, dan pada tahun 2022 telah mencapai 306,9 GWp (12,8 % dari kapasitas pembangkit terpasang). Artinya selama 8 tahun, setiap tahun ada penambahan kapasitas PV rata-rata mencapai lebih dari 35 GWp [28].

Pertanyaan berikutnya adalah berapa juta lapangan kerja yang telah tercipta olehnya? Selain capaian penguasaan industri PV dan teknologi pendukungnya, rantai pasok PV dunia yang paling efisien dan murah saat ini telah di kuasai oleh produsen-produsen dari Tiongkok. Penerapan energi angin dengan turbin angin (*wind power*) juga mengalami perkembangan yang sangat fantastis. Pada tahun 2014 kapasitas *wind power* baru mencapai 96 GW, dan terus meningkat secara signifikan. Pada tahun 2021 akhir, kapasitas terpasang di negeri ini telah mencapai 328 GW (13,8 % dari kapasitas pembangkit terpasang). Pertumbuhan rata-rata pemanfaatan energi yang berasal dari angin per tahun selama 8 tahun mencapai 29 GW [28].

Energi nuklir juga mengalami perkembangan yang sangat signifikan. Pada awal tahun 2014, PLTN di Tiongkok kapasitasnya baru mencapai 20 GW dan naik secara cepat mencapai 53,2 GW pada tahun 2021 akhir [28]. Berarti pertumbuhan pembangkit PLTN di negeri ini mencapai rata-rata lebih dari 4 GW setiap tahun selama delapan tahun. Sementara itu, pembangkit *thermal*, khususnya pembangkit berbahan bakar batubara, sejak tahun 2014 sampai tahun 2021, tidak ada mengalami penurunan, tetapi ternyata kapasitas pembangkitnya terus meningkat. Pada tahun 2014, kapasitas pembangkit *thermal* di Tiongkok sebesar 932 GW (67 % dari total kapasitas terpasang) dan naik secara signifikan menjadi 1296 GW (54,5% dari kapasitas terpasang) di tahun 2021 [28]. Di lihat dari pertumbuhan pembangkit *thermal*, ternyata di Tiongkok tidak ada/belum ada pengurangan pembangkit *thermal* dari segi kapasitas, tetapi secara persentase kapasitasnya menurun dan digeser oleh sumber EBT.

Berdasarkan skenario yang telah di publikasikan oleh Dewan Energi China (NEC), memasuki tahun 2040, proyeksi pasokan energi listrik akan dipasok oleh berbagai pembangkit yang terdiri dari batubara 1020 GW (32%), gas 223,6 GW (7%), *solar PV* 701 GW (22%), *wind power* 573 (18%), *hydro* 478 GW (15%), nuklir 127 GW (4%), bioenergi 47,8 GW (1,5%) dan ET lainnya 19 GW (0,6%) dari total kapasitas yang direncanakan sebesar 3188 GW [29]. Pada tahun 2040 diperkirakan konsumsi energi listrik per kapita akan mencapai hampir 8000 kWh/kapita, dengan total konsumsi diperkirakan mencapai hampir 12.000 TWh. Proyeksi kenaikan ini sangat cepat bila mengacu pada produksi energi listrik tahun 2021 yang baru

mencapai 8376 TWh dengan konsumsi per kapita telah mencapai 5500 kWh/kapita [27]. Suatu hal yang menarik pada kondisi tersebut adalah pertumbuhan EBT yang pesat untuk menopang kebutuhan energi listriknya, teknologi dan industrinya dikembangkan dan dibangun di dalam negeri. Sepertinya bangsa ini didalam implementasi transisi energi, telah menjadikannya mandiri serta menjadi *leader* di dalam pemenuhan kebutuhan EBT global dengan *supply chain* yang telah dikuasai.

Bapak dan Ibu Para hadirin yang kami hormati,

## PERAN SEKTOR KELISTRIKAN DALAM MENDUKUNG PERCEPATAN TRANSISI ENERGI

Industri kelistrikan modern berkembang sejak tahun 1913, sejalan dengan ditemukan mesin uap oleh James Watt pada tahun 1776. Perkembangan pemanfaatan energi listrik meningkat sejalan dengan ditemukannya peralatan konversi tegangan (*transformator*) serta dukungan teknik tegangan tinggi untuk pengiriman daya dalam kapasitas besar dengan jarak jauh (*long distance power transmission line*). Pertumbuhan ekonomi dunia yang pesat telah mendorong pertumbuhan sektor kelistrikan guna menopang pemenuhan energi listrik. Infrastruktur listrik yang terdiri dari pembangkitan, transmisi dan distribusi, pada awalnya difungsikan sebagai infrastruktur yang akan menopang pertumbuhan ekonomi suatu negara berbasis industri. Energi listrik mampu menggerakkan mesin-mesin perkakas secara praktis dan efisien sehingga menghasilkan produktivitas industri yang lebih presisi dan efisien. Energi listrik sebagai *end product* sumber daya energi merupakan energi yang dapat dimanfaatkan secara efisien, praktis dan bersih.

Dewasa ini, sumber daya energi yang dipakai untuk menghasilkan listrik terdiri dari berbagai sumber, yaitu yang utama berasal dari energi fosil, yaitu batubara dan gas, dan non fosil yaitu *hydro*, *geothermal*, nuklir, angin, matahari, biomassa dan sumber lain dalam skala kecil. Sampai tahun 2021, hampir 55% (4.462 GW) pembangkit listrik dunia masih didominasi oleh unsur fosil (batubara 27%, gas 23% dan BBM 5%). Sementara unsur EBT termasuk nuklir berkontribusi pada kisaran 40 % (3.278GW) [26]. Dari pembakaran batubara secara besar-besaran tersebut, dapat dibayangkan sudah berapa milyar ton CO<sub>2</sub> yang diemisikan ke udara. Setiap negara saat ini yang sedang memacu pertumbuhannya, membutuhkan konsumsi energi listrik yang terus meningkat, maka kontribusi sektor kelistrikan terhadap emisi juga akan terus meningkat, bila pembangkitan energinya masih terus mengandalkan pada pasokan unsur energi fosil.

Konsumsi energi listrik per kapita juga dapat menjadi gambaran indikator kemajuan ekonomi yang telah dicapai oleh suatu bangsa. Semakin besar konsumsi energi listrik per kapita yang dicapai oleh suatu bangsa menunjukkan kemajuan ekonomi yang telah dicapai. Berdasarkan data historis, rata-rata konsumsi per kapita dunia pada tahun 2022 sudah mencapai 3.577 kWh/kapita. Kelompok negara-negara OECD yang terdiri dari 34 negara, konsumsi rata-rata negara ini telah mencapai 9.245 kWh/kapita. Negara OECD dengan konsumsi energi listrik tertinggi adalah negara Islandia dengan konsumsi telah mencapai 53.924 kWh/kapita dan capaian GDP/kapitanya telah mencapai 72.902 USD. Negara anggota OECD dengan konsumsi terendah adalah negara Luxemburg dengan konsumsi per kapita telah mencapai 9.508 kWh/kapita, dengan capaian GDP/kapita telah mencapai 126.426 USD [30].

Transisi energi akan mengarah ke sektor transportasi dan juga rumah tangga dan industri. Pergeseran sektor transportasi yang sangat tergantung kepada bahan bakar minyak, sedang berlangsung beralih kepada bahan bakar non-fosil (EV, hidrogen, biofuel). Sektor kelistrikan akan menjadi tumpuan keberhasilan transisi di sektor transportasi yang akan memanfaatkan baterai, hydrogen sebagai sumber energi penggerak. Pergeseran ini akan sangat berhasil bila sistem pengisian baterai dapat berproses dengan waktu yang lebih cepat, serta teknologi pemanfaatan hydrogen segera terkuasai. Hambatan percepatan pemanfaatan kendaraan listrik (EV) masih terkendala dengan sistem pengisian yang belum compatible dan waktu yang relatif masih lama. Upaya ini terus berjalan dengan cepat sejalan dengan peningkatan teknologi baterai yang lebih handal dan efisien agar dapat mengakomodir karakteristik kendaraan menyamai fungsi mesin berbahan bakar minyak.

Sejalan dengan upaya penggunaan energi bersih, banyak konsumen di berbagai negara maju saat ini sudah tidak lagi memanfaatkan gas untuk keperluan rumah tangga, tetapi sudah beralih ke energi listrik. Sementara sumber energi listrik juga terus bergeser secara cepat untuk mengupayakan penggunaan sumber energi terbarukan dan nuklir. Gerakan yang juga sangat penting adalah pertumbuhan industri EBT harus diikuti dengan penciptaan lapangan kerja baru serta penemuan-penemuan teknologi terkait. Dukungan kemajuan teknologi digital akan sangat berperan mendukung keberhasilan percepatan EBT di sektor kelistrikan. *Distributed generation* dengan dukungan teknologi digital akan mempercepat pemanfaatan potensi sumber EBT yang menyebar.

Melihat arah perubahan terutama bergesernya sektor transportasi yang cenderung beralih ke bahan bakar non-fosil, serta sektor rumah tangga yang beralih dari pemanfaatan gas

untuk rumah tangga ke energi listrik, maka sektor kelistrikan nasional akan menjadi bagian yang sangat strategis untuk berperan di masa datang dalam implementasi dan percepatan transisi energi nasional [31], [32].

Bapak dan Ibu Para hadirin yang kami hormati,

## POTRET KELISTRIKAN INDONESIA MENUJU PERCEPATAN TRANSISI ENERGI

Bila kita memotret situasi Indonesia, sebenarnya Indonesia telah maju untuk melakukan percepatan transisi energi. Dengan diberlakukannya UU. No 30/2007 tentang Energi dan terbitnya PP. No.79/2014 yang disusun oleh DEN dan ditetapkan bersama DPR, Indonesia telah berani menargetkan kontribusi EBT mencapai sekurang kurang 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050. Kontribusi EBT 23% pada tahun 2025 setara dengan 92 MTOE (*million Tone of Oil Equivalent*). Sementara kontribusi batubara mencapai 30%, gas mencapai 22% dan sisanya minyak dibatasi maksimum 25%. Target tahun 2050, kontribusi EBT ditargetkan mencapai 31% atau setara dengan 310 MTOE, dengan kontribusi batubara menurun menjadi 25,3%, gas naik menjadi 24% dan minyak turun menjadi 20%. Penjabaran di dalam perencanaan nasional agar capaian yang direncanakan di dalam PP.79/2014 dapat tercapai, telah dituangkan penjabaran implementasinya di dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). RUEN yang ditetapkan melalui Perpres No. 79/2017 telah merinci rencana aksi dan target capaian, serta lembaga atau kementerian penanggung jawab juga telah di tetapkan [33].

Sisi lain yang penting ingin disampaikan bahwa substansi kebijakan energi nasional dalam kaitannya dengan percepatan pemakaian EBT diharapkan memberikan tekanan bahwa pertumbuhan EBT nasional akan menciptakan lapangan kerja baru di sektor energi melalui tumbuhnya manufaktur dan industri EBT, penguasaan teknologi EBT yang meningkat, tumbuhnya ekonomi sektor energi dan mendukung percepatan kemandirian sektor energi. Target 23 % tidak hanya dimaksudkan untuk berkontribusi terhadap pengurangan emisi dengan pengurangan energi fosil, tetapi dengan terobosan tersebut diharapkan Indonesia tidak menjadi pasar produk EBT negara lain. Bila pasar EBT produk impor yang terbentuk, target capaian EBT kurang memiliki manfaat untuk kemandirian dan ketahanan energi nasional (RUEN) dan bahkan hanya akan menggerus devisa negara [32].

Sejalan dengan perubahan paradigma kebijakan energi nasional yang mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, sektor kelistrikan Indonesia akan berperan kunci untuk pencapaian target EBT. Sektor kelistrikan nasional diproyeksikan akan terus tumbuh bila

ekonomi berbasis produktivitas dapat dipacu untuk tumbuh secara berkelanjutan. Sebagai gambaran saat ini, di lingkungan negara-negara ASEAN dan Asia Timur, posisi Indonesia masih jauh tertinggal di dalam penggunaan energi listrik. Tertinggalnya konsumsi energi listrik ini bukan berarti penggunaan energi listrik nasional lebih efisien daripada negara-negara ASEAN, tetapi produktivitas penggunaan energi listrik yang situasinya berbeda.

Berdasarkan data tahun 2022, konsumsi energi listrik rata-rata per kapita baru mencapai sekitar 1100 KWh, yang berarti Indonesia berada di urutan keenam setelah, Singapura 9.169 kWh/kapita (GDP/kapita 72.794 USD), Brunei 10.530 kWh/kapita (GDP/kapita 37.152 USD), Malaysia 5.319 kWh/kapita (GDP/kapita 11.971 USD), Thailand 2.662 kWh/kapita (GDP/kapita 6.908 USD), Vietnam 2.682 kWh/kapita (GDP/kapita 4.163 USD) dan Philipina baru mencapai konsumsi 976 kWh/kapita (GDP/kapita 3.498 USD). Pada tahun yang sama konsumsi Jepang telah mencapai 7.799 kWh/kapita (GDP/kapita 33.815 USD), Korea Selatan mencapai 11.705 kWh/kapita (GDP/kapita 32.254 USD), Taiwan mencapai 11.931 kWh/kapita, Tiongkok mencapai 6.199 kWh/kapita (GDP/kapita 12.720 USD)[34], [35].

Bagi Indonesia yang saat ini berpacu untuk mendorong terus pertumbuhan ekonominya, sektor kelistrikan diyakini berperan menjadi *key driver* yang sangat signifikan [36]. Bila berdasarkan proyeksi mengacu kepada PP. 79/2014, konsumsi listrik nasional pada tahun 2050 per kapita dapat mencapai 7500 kWh/kapita, atau setara dengan Korea Selatan dan Jepang tahun 2012. Tetapi berdasarkan fakta, pertumbuhan ekonomi nasional ternyata sulit di pertahankan diangka rata-rata 6 %, kemungkinan konsumsi energi listrik per kapita berada di kisaran 4500 sampai 5500 KWh/kapita [37] atau masih setara dengan konsumsi per kapita Malaysia dewasa ini.

Dengan situasi dan kenyataan bahwa target sesuai perencanaan PP. No 79/2014 tidak akan tercapai, pemerintah saat ini sedang melakukan penelaahan dan penyesuaian untuk membuat proyeksi kebutuhan energi nasional baru untuk sektor kelistrikan menuju tahun 2060, sebagai titik capaian untuk memenuhi target *net-zero emission*. Saat ini ada tiga skenario yang belum final, yaitu BaU, NZE, dan RUKN. Rata-rata pertumbuhan *demand* pada skenario BaU sekitar 3,8% dengan total 1.359 TWh (4.101 kWh/kapita) di tahun 2060, sedangkan skenario NZE dengan pertumbuhan dikisaran 4,7% dengan total kebutuhan energi listrik mencapai 1.942 TWh (5.862 kWh/kapita) di tahun 2060, dan skenario RUKN dengan pertumbuhan di angka kisaran 5,3% dengan total kebutuhan energi mencapai 2.142 TWh (6.465 kWh/kapita) di tahun 2060. Kebutuhan tenaga listrik pada skenario *RUKN* lebih tinggi dikarenakan skenario

RUKN mempertimbangkan tambahan injeksi *demand* KI, KEK, dan *smelter* oleh Pemda dan mempertimbangkan kenaikan *demand* PPU dan *captive* (IUPTLS) untuk industri pemurnian mineral yang mendukung transisi energi (Produksi bahan baku BESS).

Mengacu pada proyeksi baik berdasarkan RUPTL, RUKN atau BAU, kebutuhan konsumsi per kapita pada tahun 2060 diproyeksikan mencapai di atas 5000 kWh/kapita. Mengacu kepada kondisi pembangkit saat ini, bila dengan komposisi energi mix tahun 2025, maka potensi kebutuhan pembangkit dapat mencapai > 400 GW. Bila PLTU pada tahun 2060 telah ditiadakan, sesuai Perpres 112, kemungkinan pembangkit yang harus memasok kelistrikan nasional dapat berkisar antara 500 sampai 600 GW dan ini sangat tergantung pada pilihan EBT yang disesuaikan dengan komposisi energi primer yang dipilih.

Mengacu kepada struktur harga pembangkit saat ini, terutama harga pembangkit konvensional, dimana harga investasi 1 GW dapat mencapai 25 Triliyun Rupiah, maka diproyeksikan kebutuhan investasi pembangkit energi listrik sampai tahun 2060 dapat mencapai lebih dari Rp 13.000,0 Triliyun, belum termasuk peralatan kabel transmisi, dan peralatan distribusinya. Kemungkinan investasi dapat mencapai hampir 20.000 Triliyun Rupiah. Angka ini menjadi tidak bermakna bila investasi pembangkit masih memanfaatkan produk impor. Bila itu yang terjadi artinya, transisi energi di Indonesia hanya akan mensejahterakan industri-industri di negara-negara yang mampu memproduksi dan menguasai EBT (peralatan, teknologi, *suplai chain* dan keuangan).

Mengacu kepada proyeksi kebutuhan energi listrik nasional yang akan terus meningkat dan potensi bergesernya kendaraan konvensional beralih ke listrik, serta kemungkinan pergeseran pemanfaatan gas rumah tangga ke listrik, sudah sepatutnya pergeseran tersebut memberikan dampak ekonomi untuk mampu mandiri di dalam pengembangan industri EBT nasional yang tumbuh dan berkembang. Indonesia yang memiliki potensi sumber daya EBT yang melimpah dan tersebar hampir disemua wilayahnya, seperti panas bumi, hydro, bio-Masa, matahari dan angin, sampai saat ini belum termanfaatkan secara optimal. Dengan situasi penyebaran potensi sumber daya EBT yang berbasis negara kepulauan, maka pemanfaatan dan pengembangan EBT berbasis potensi lokal sebaiknya menjadi opsi dan pilihan yang utama [20], [21], [38]–[42]. Hal ini selain akan memenuhi kebutuhan listrik secara merata, pemanfaatan potensi lokal juga akan menggerakkan pertumbuhan potensi ekonomi lokal yang akan memberikan pemerataan pendapatan masyarakat [38], [39]. Pemanfaatan EBT lokal berbasis biomasa mungkin dapat dijadikan alternatif jangka pendek.

Indonesia sebagai negara tropis memiliki lahan untuk penanaman hutan energi yang keberlanjutannya dapat dijamin. Dalam upaya mengakhiri PLTU, bila diyakini ini cara yang

benar di dalam percepatan transisi energi, hutan tanaman industri energi menjadi pilihan yang tidak dapat dihindarkan. Bila hutan tanaman industri dapat dijadikan salah satu pilihan, diyakini bahwa keberadaan hutan akan menciptakan lapangan kerja baru dan pertumbuhan ekonomi baru berbasis lokal. Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dalam [38], Indonesia terutama Indonesia memiliki potensi hutan yang dapat dikonversi untuk menjadi bahan bakar pengganti batubara mencapai 1,13 juta hektar yang berpotensi untuk memenuhi kapasitas listrik mencapai 2,76 GW hingga 3,59 GW bergantung pada jenis tanaman yang digunakan. Ketersediaan potensi ini perlu dipertimbangkan dengan memperhatikan ekosistem hutan yang ada, serta peluang adanya skema carbon trading yang sedang gencar saat ini.

Dalam pemilihan pemanfaatan sumber energi matahari juga harus memikirkan potensi lahan produktif yang kemungkinan potensi lahan darat dapat lebih mahal dari harga PV tersebut (terutama daerah dengan intensitas penduduk yang tinggi). Oleh karena itu pemanfaatan dan tersedianya potensi lahan di Propinsi Nusa Tenggara Timur, yang memiliki intensitas cahaya matahari yang lebih besar dari wilayah lain di Nusantara dapat diskenariokan sebagai pusat produksi energi bersih nasional yang akan memasok secara berkelanjutan untuk mengisi wilayah NTB, Bali dan kemungkinan sampai ke Pulau Jawa. Berdasarkan hasil studi yang telah dilakukan pada [39], potensi energi matahari yang dapat dikembangkan di NTT (Pulau Sumba) dapat mencapai 110 GWp dan dapat berpotensi sebagai *PV-based load* dengan harga produksi yang ekonomis dan dapat berkompetisi dengan harga energi listrik yang diproduksi oleh Gas [39], [43].

Ketersediaan potensi energi matahari di NTT yang bila dapat diskenariokan sebagai pusat produksi energi bersih, tentu dapat dikembangkan menjadi pusat unggulan ekonomi baru berbasis *green* yang akan mengangkat perekonomian NTT dan dapat menjadi koridor perbatasan dalam rangka meningkatkan ketahanan nasional yang berbatasan dengan Australia. Pulau Sumba dapat dikembangkan menjadi pulau baru dengan gabungan industri maju dan pengolahan hasil pertanian berbasis energi hijau yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan hidrogen dan industri amoniak. Dimasa depan, dengan pemikiran sektor transportasi laut yang akan memanfaatkan hidrogen, pulau sumba juga mungkin dapat dikembangkan sebagai salah satu pelabuhan samudera sebagai tempat transit kapal antara negara dengan menyediakan bahan bakar hidrogen dan produk-produk lainnya [39].

Bapak dan Ibu Para hadirin yang kami hormati,

**BAGAIMANA MELATAKKAN POSISI ENERGI NUKLIR**

Potensi sumber energi baruk lainnya yang juga harus mendapat keputusan untuk ditetapkan adalah pemanfaatan sumber energi nuklir. Hampir tidak mungkin, dengan estimasi penduduk yang mencapai lebih 300 juta pada tahun 2050, konsumsi energi listrik dapat mencapai lebih dari 5000 kWh/kapita, dan dengan peniadaan PLTU, tidak mungkin kebutuhan tersebut dapat terpenuhi secara aman (*security*), berlanjut (*sustainability*) dan ekonomis tanpa dukungan PLTN.

Pendapat untuk pemilihan PLTN di dalam pemenuhan pasokan listrik nasional tentu melihat dan mempertimbangkan potensi sumber daya EBT nasional. Walaupun sumber EBT dikatakan melimpah, tetapi memiliki keterbatasan untuk memenuhi tiga kriteria di dalam pasokan kelistrikan. Sebagian besar sumber EBT nasional yang diandalkan masih bersifat *intermittent* kecuali *hydro* (potensi 75-90 GW, *proven* 30 GW), panas bumi (potensi 29 GW, *proven* 14 GW), dan biomasa [33], [44]. Untuk pemanfaatan potensi nuklir menjadi pembangkit listrik, sudah sepatutnya pemerintah berani mengambil keputusan bahwa PLTN dapat menjadi bagian mendukung keberlanjutan kelistrikan nasional. Tanpa ada keputusan, pembicaraan PLTN hanya akan terus menjadi wacana di dalam diskusi energi nasional.

Perlu disadari bahwa komitmen Indonesia terhadap perubahan iklim dengan *demand* terus membesar, telah menarik perhatian berbagai negara di dunia untuk berpartisipasi dan berkontribusi di dalam percepatan transisi energi di Indonesia. Partisipasi dan rencana kontribusi negara-negara maju bagi percepatan transisi energi nasional, diyakini tidaklah sebuah partisipasi yang gratis, tetapi partisipasi yang kalau kita tidak berhati-hati dapat menjadi beban jangka panjang dalam bentuk hutang dan mungkin dapat menghilangkan potensi kita untuk mampu mandiri di dalam pengembangan industri EBT nasional. Gambaran terakhir partisipasi dan dukungan negara-negara yang tergabung dalam G20 yang dimotori oleh Amerika dengan JETP yang memberikan dukungan 20 Milyar USD, ternyata menurut informasi yang berkembang, 20 Milyar USD itu bukan bantuan yang bersifat gratis, tetapi terikat sebagai hutang dan ketentuan-ketentuan lain yang meminta kemudahan bagi negara pemberi hutang memasukkan produk dan pengetahuannya dalam skenario percepatan transisi energi nasional [45], [46].

Rencana penghapusan PLTU secara bertahap juga masih menciptakan pro dan kontra antara yang meyakini bahwa PLTU dapat segera digantikan oleh sumber EBT, dan keyakinan bahwa penghapusan PLTU untuk saat ini dapat berdampak terhadap kehandalan sistem kelistrikan serta berdampak terhadap keuangan negara. Karenanya tetap diperlukan langkah dan kalkulasi yang cermat antara keseimbangan pertumbuhan EBT dimaksimalkan dan pengurangan kontribusi fosil secara bertahap. Pengurangan kontribusi fosil tidak serta merta



di sektor kelistrikan, tetapi sektor transportasi dapat memiliki peran yang sangat besar dan signifikan. Bila pengurangan energi fosil hanya di tekankan di sektor kelistrikan dikhawatirkan dapat berdampak terhadap biaya produksi energi listrik. Berdasarkan data tahun 2022, subsidi dan kompensasi untuk energi listrik nasional yang diberikan oleh negara dalam bentuk APBN mencapai Rp 64,487 Triliyun [47]. Menjadi pertanyaan yang fundamental, apakah negara yang mendorong percepatan penghentian PLTU berarti tidak memiliki PLTU?. Berdasarkan data tahun 2022, sampai saat ini Tiongkok memiliki PLTU aktif sebesar 1.074 GW, India (233 GW), USA (217 GW), Jepang (50 GW), Afrika Selatan (44 GW), Indonesia (46 GW), Rusia (40 GW), Korea Selatan (38 GW) dan Jerman (37 GW) [26]. Berdasarkan jumlah penduduk, kapasitas PLTU per kapita Indonesia masih kecil dibandingkan dengan Tiongkok dan USA, sehingga pemaksaan percepatan penghentian operasi PLTU oleh negara lain harus benar-benar memperhatikan aspek kepentingan untuk menjamin keamanan, keberlanjutan dan keekonomian harga energi listrik nasional.

Dalam upaya percepatan pemanfaatan EBT, penguatan industri EBT di dalam negeri menjadi bagian prasarana mutlak, oleh karenanya berbagai langkah kebijakan dilakukan sinergi antara satu kementerian dengan kementerian terkait. Pembangunan industri EBT di dalam negeri yang meliputi industri hulu, hilir dan *supply chain* akan meningkatkan lapangan kerja baru, penguasaan teknologi dan kemandirian bangsa. Upaya ini diyakini tidak lah mudah dan memerlukan pemahaman yang komprehensif antar lembaga serta pengambil keputusan bagaimana strategi agar industri di dalam negeri dapat tumbuh dan mengisi kepentingan pasar domestik tanpa harus di kompetisikan dengan produk-produk yang sama dari luar negeri yang harganya lebih ekonomis. Kesadaran ini harus menjadi landasan yang kuat bagi pengambil keputusan untuk berpihak kepada produk-produk EBT dari dalam negeri. Pengalaman selama ini keberpihakan terhadap produk-produk EBT dari dalam negeri belum seperti yang diharapkan. Hal ini terlihat dari misalnya kemampuan industri *inverter* dalam negeri yang awalnya sudah tumbuh, saat ini usaha tersebut telah seperti hilang begitu saja karena kurangnya keberpihakan terhadap produk-produk dalam negeri. Industri *inverter* merupakan bagian yang sangat penting dan merupakan penerapan teknologi maju untuk mendukung percepatan implementasi dan capaian EBT.

Di dalam penyerapan energi yang dihasilkan oleh sumber EBT, perusahaan kelistrikan nasional, yaitu PT PLN (Persero) akan sangat berperan strategis sebagai *integrator* yang akan membeli dan menyalurkan (*off-taker*) produk EBT. Agar PT PLN (Persero) dapat berperan strategis secara sehat dan dapat memacu pertumbuhan EBT Nasional, maka tata kelola kelistrikan nasional saat ini perlu dibuat menjadi sehat, sehingga di dalam tata kelola kelistrikan

ke depan, sektor kelistrikan tidak lagi membebani negara baik dalam bentuk subsidi maupun kompensasi. Kalaupun masih ada subsidi dan kompensasi terhadap pelanggan PT. PLN (Persero), perusahaan haruslah bisa mendapatkan *margin* yang layak agar perusahaan dapat tumbuh dan berkembang secara sehat.

Secara konseptual, kesehatan perusahaan listrik modern dapat diukur dari berbagai parameter yang menjadi indikator kesehatannya. Ciri-ciri umum perusahaan listrik yang sehat adalah harus memiliki strategi untuk mencapai *financial performance* yang sehat, menjamin *safety* dan *reliability*, mengembangkan perusahaan berbasis *sustainability* dan memiliki teknologi operasi berbasis IT yang didukung oleh *cyber security* yang handal [36], [48]. Bila ke empat instrumen tersebut tercapai di lingkungan PT PLN (Persero) maka perusahaan kelistrikan akan mampu untuk : (i) melayani semua tipe pelanggan pada wilayah yang sudah ditentukan, (ii) dapat memberikan layanan yang memadai sesuai standar, (iii) melayani tanpa adanya diskriminasi terhadap semua level pelanggan, (iv) dapat melayani dengan harga yang wajar dan (v) memiliki kemampuan keberlanjutan investasi dan pengembangan untuk menjamin mutu pelayanan.

Kalau melihat situasi kelistrikan nasional, dilihat dari aspek pelanggan dan kemampuan investasi, situasi saat ini belum menggambarkan kesehatan sebuah industri kelistrikan. Pelanggan listrik PT PLN (Persero) masih terjadi diskriminasi antara kelompok pelanggan mampu dan kelompok pelanggan tidak mampu. Struktur pelanggan PT PLN (Persero) tahun 2022 yang berjumlah 85,636,196 juta pelanggan masih didominasi oleh pelanggan non produktif. Berdasarkan data dari PLN, pada tahun 2019, jumlah kelompok pelanggan 450 VA mencapai 23,78 juta pelanggan dan Kelompok pelanggan 900 VA baik subsidi dan tidak subsidi mencapai 29,56 juta pelanggan [36], [49]. Sedangkan Berdasarkan statistik PLN, di tahun 2022 kelompok pelanggan R-1 mencapai 76 juta dan R-2 mencapai 1,8 juta. Untuk Kelompok bisnis berjumlah 4,6 juta pelanggan. Sementara itu, Kelompok pelanggan menengah kecil, atau I-3 mencapai 15 ribu pelanggan. Sedangkan Kelompok pelanggan besar 112 pelanggan [50]. Kelompok pelanggan 450 VA dan sebagian 900 VA serta industri dan bisnis masih mendapatkan kompensasi dan subsidi. Kompensasi yang diberikan ke industri, bisnis dan rumah tangga pada tahun 2022 di luar subsidi sudah mencapai 62 T rupiah. Mengacu kepada situasi struktur tarif, dirasakan perlu dilakukan penyederhaan tarif agar setiap pelanggan dapat memiliki kapasitas akses yang sama, sehingga optimalisasi pemanfaatan energi listrik ke arah produktif dapat tumbuh secara alamiah [49]. Besarnya jumlah pelanggan rumah tangga yang penggunaan energinya belum masuk kelompok penggunaan produktif (lebih dari 50 juta

pelanggan), ini juga dapat menjadi gambaran kondisi sosial ekonomi masyarakat Indonesia masih perlu dipacu agar produktifitasnya dapat meningkat dan income perkapitanya naik, sehingga diharapkan kedepan pelanggan listrik nasional sudah berada pada kelompok minimal 2200 VA ke atas.

Dengan harapan berkontribusi mengurangi emisi global dengan target mencapai Net-Zero emision pada tahun 2060, maka pertumbuhan ekonomi harus dipacu benar benar berbasis produktifitas yang menghasilkan nilai tambah bangsa. Percepatan peningkatan EBT di sektor kelistrikan seharusnya menjadi landasan untuk menciptakan lapangan kerja baru di sektor energi bersih serta penguasaan teknologi industri EBT nasional yang kuat. Upaya ini apabila dilakukan secara terencana dan terintegrasi, maka pertumbuhan EBT dapat berkontribusi menciptakan industri baru, pengembangan teknologi dan penciptaan lapangan kerja masif serta Indonesia dapat unggul dan tidak hanya menjadi pasar produk EBT bagi negara lain [39]. Dengan capaian tersebut, apabila pertumbuhan ekonomi dapat terjadi secara merata, maka kedepan pelanggan listrik nasional dapat berada di kelompok pelanggan minimal berdaya 2200 VA. Oleh karenanya (i) penguatan dan peningkatan industri peralatan listrik mulai hulu dan suplai chainnya harus segera diperkuat tumbuh secara mandiri di Indonesia, (ii) perlu dukungan kebijakan fiskal untuk mendorong tumbuhnya industri EBT yang ekonomis dan efisien, (iii) kementerian atau lembaga teknis harus menyusun peta jalan bagaimana industri EBT tumbuh dan berkembang sebagai kebanggaan produk dan karya putra putra Indonesia, (iv) penguasaan teknologi *submarine* untuk integrasi konektifitas kelistrikan nasional antar pulau (v) pengembangan industri berbasis hijau (green) dan penetapan zonasi wilayah untuk percepatan penerapan EBT, (vi) pengembangan dan optimalisasi potensi lokal sumber EBT untuk pemerataan ekonomi berbasis wilayah, (vii) penetapan regulasi yang komprehensif dan integratif untuk percepatan pemanfaatan EBT berbasis pertumbuhan *demand*, (viii) kolaborasi internasional dengan prinsip kesetaraan dan harus menguntungkan serta meletakkan kepentingan nasional di atas.

Peluang sektor kelistrikan yang dapat berperan besar di dalam percepatan transisi energi serta potensi kontribusinya yang dapat mendorong pertumbuhan ekonomi nasional, harus diimbangi dengan penataan sektor kelistrikan agar dapat tumbuh secara sehat, mandiri dan bertumpu kepada kekuatan potensi industri domestik. Pengelolaan industri domestik juga diperlukan agar industri nasional dapat tumbuh sebagai *off taker* energi listrik yang akan menggambarkan ekonomi Indonesia tumbuh berbasis produktivitas. Sejalan dengan upaya tersebut, maka kenaikan kontribusi EBT juga seharusnya menjadi landasan untuk menciptakan

lapangan kerja baru di sektor energi bersih serta penguasaan teknologi industri EBT nasional yang kuat. Apabila upaya-upaya tersebut belum dapat dilakukan, upaya menciptakan pasar impor produksi EBT diyakini akan menjadi beban jangka panjang kepentingan nasional dan merupakan hambatan untuk menuju kemandirian energi nasional.

## **Penutup**

Bapak dan Ibu Para hadirin yang kami hormati,

Refleksi dari apa yang kami paparkan tadi bahwa Upaya Indonesia untuk mencapai Net-Zero emission di dalam rangka kepedulian terhadap dampak global akibat emisi yang telah berkelanjutan, walaupun kontribusi Indonesia/kapita masih relatif kecil dibandingkan oleh negara lain, tetapi hendaklah Upaya dan ikhtiar kita yang sangat baik tidak menjadi beban bagi generasi Indonesai di kemudian hari terutama bila dikaitkan dengan hutang dan pasar dari produk teknologi EBT negara lain. Transisi energi yang telah menjadi komitmen nasional, sejalan dengan PP. No.79/2014, hendaklah menghidupkan ekonomi baru di bidang energi baru dan terbarukan, melalui penguasaan teknologi yang digerakkan sektor industri dengan dukungan penelitian yang kuat dan implementatif. Harapan dengan tumbuhnya industri EBT, peluang lapangan kerja juga akan tercipta dengan baik. Pada kesempatan ini saya mengajak rekan rekan akademisi dan para hadirin yang kami hormati, marilah kita belajar dari negara yang sudah berhasil mengembangkan EBT dengan kemandirian teknologi dan industrinya yang kuat, bagaimana cara dan strateginya mampu untuk mandiri. Yangs sering terjadi kita memunculkan konsep konsep dan pemikiran yang secara akademik belum teruji, sehingga apa yang direncanakan selalu dalam bentuk wacana yang sulit dicapai. Himbauan kepada teman teman yang sedang diberi amanah sebagai pengambil keputusan, di dalam percepatan transisi energi ini janganlah sekali sekali merendahkan (*mendowngrade*) kemampuan anak bangsa, tetapi designkan regulasi yang terintegratif agar kemandirian bangsa ini dapat segera terwujud di sektor Energi.

Sektor kelistrikan yang kami yakini dapat mendukung penguatan industri dalam negeri, percepatan traspormasi penguasaan teknologi EBT serya menciptakan lapangan kerja produktif bidang EBT akan memberikan kontribusi besar pertumbuhan ekonomi hijau. Oleh karena itu menjadikan industri kelistrikan nasional tumbuh menjadi industri yang sehat adalah bagian prasarat yang harus dilakukan melalui berbagai kebijakan yang integratif dan komprhenshif.

Bapak/Ibu dan para hadirin yang kami hormati,

Kami menyadari bahwa penyampaian pidato Guru besar yang baru saja kami sampaikan dapat terlaksana semata mata atas anugrah Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa sehingga saya diizinkan memegang amanah sebagai Guru Besar di Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada di dalam bidang “Power and Energy System”. Tentu ini sebuah kebahagiaan dan rasa syukur yang tiada hentinya kami panjatkan kehadiratMu ya Allah, di dalam usia yang secara akademik sangat terlambat, Engkau ya Allah masih mengizinkan kami dalam keadaan sehat walafiat menyampaikan pemikiran di hadapan para hadirin yang sangat terhormat.

Ucapan terimakasih dan penghargaan setinggi tingginya saya sampaikan kepada Rektor Universitas Gadjah Mada beserta jajarannya, Pimpinan dan para Anggota Senat Akademik Universitas Gadjah Mada, Pimpinan dan Para Anggota Dewan Guru Besar Universitas Gadjah Mada, Dekan Fakultas Teknik dan Para Pengurus Fakultas, Tim Penilai Kenikmatan Jabatan Guru Besar Fakultas Teknik, Ketua, Sekretaris dan para Anggota Senat Fakultas Teknik, Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi yang telah mengizinkan dan mengusulkan jabatan akademik sebagai Guru Besar. Juga kepada Pemerintah Republik Indonesia, melalui Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah menyetujui usulan jabatan akademik Guru Besar Saya. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada tim SDM Universitas, Fakultas dan Departemen yang sudah membantu memperlancar proses administrasi yang kompleks dan rumit.

Pada kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terimakasih kepada semua guru guru saya di SD. Harapan, kampung Sumber Mulyo Redjo, kecamatan Sunggal, kabupaten Deli Serdang, Propinsi Sumatera Utara, SMP Negeri II Binjai, SMA Negeri I Binjai yang telah mendidik, membentuk dan membekali saya dengan berbagai ilmu dan ketrampilan. Juga kepada Ir. Soetarno (alm) sebagai pembimbing skripsi dan yang juga telah meyakinkan saya untuk menjadi tenaga pengajar, Prof. Hamzah Berahim (alm) pembimbing kerja praktek saya. Juga ucapan terimakasih kami ucapkan kepada Dosen dosen senior saya, Prof. F. Soesianto (alm), Prof. Adhi Susanto (alm), Ir. Soejatmiko, M.Sc (alm), Ir. Surjono, M.Phil (alm), Ir. Litasari, M.Sc (alm), Prof. Dr. T Haryono, M.Sc, Prof. Dr. Ir. Sasongko Pramohono Hadi, DEA, dan teman seangkatan saya Prof. P. Insap Santoso M.Sc dan Ir. Wahyu Dewanto yang telah banyak membantu dan mendorong kami untuk senantiasa dapat berkarya lebih baik. Juga kami ucapkan terimakasih kepada yunior kami Prof Dr Sarjiya, Prof. F. Danang Wijaya, Prof, Sri Suning Kusumawardhani, Prof. Lukito Edi Nugroho, Prof. Hanung Adi Nugroho Ph.D dan Dr

Lesnanto , Prof. Dr Deendarlianto, yang tetap memberikan dorongan dan semangat kepada saya. Pada kesempatan yang berbahagia ini izinkan kami juga mengucapkan terimakasih kepada semua tenaga pengajar dan karyawan Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

Pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terimakasih kepada pembimbing S2 dan S3 saya di Saitama University Jepang, Prof. S Kobayashi yang secara khusus dan tekun membantu, membimbing, memberikan motivasi sehingga saya bisa selesai S3 di bidang “Production and Informaton Sciences” dari Graduate School of Science and Engineering, Saitama University. Beliau juga selaian memeberikan pengetahuan di bidang ilmu yang saya alami, juga telah memberikan pengetahuan dan pemahaman yang sangat mendasar arti penguasaan ilmu pengatahuan dan teknologi. Juga untuk Prof. S. Maeyama di laboratorium tempat saya melakukan penelitian. Juga kami secara khusus mengucapkan terimakasih kepada Prof. Y. Saito dan peneliti di “High Laboratory for Energy Physics (KEK) di Ibaraki, Jepang. Beliau telah memberikan dukungan yang luar biasa untuk saya menggunakan laboratorium dan dukungan material penelitian tanpa ada batasan. Kebaikan mereka telah ikut membentuk dan membantu saya mencapai keilmuan yang telah saya jalani. Juga ucapan terimakasih saya sampaikan kepada Prof. Dr. Drs. Djemari Mardapi (alm) dan keluarga yang telah dengan ikhlas menerima dan membantu saya di awal kedatangan menginjakkan kaki di kota Gudeg guna mengikuti seleksi Perintis 1 untuk memasuki UGM. Semoga Allah SWT membalas kebaikan almarhum dan keluarga dengan balasan yang lebih baik.

Ucapan terimakasih juga saya sampaikan kepada Prof. Dr. Ir Indarto, Dekan Senior Fakultas Teknik UGM (2000-2004 dan 2004-2008), Prof. Ir Sudaryono, M.Eng., Ph.D, ketua Senat Fakutas Teknik UGM, Prof Selo, Dekan Fakultas Teknik UGM, atas bimbingan, dukungan yang luar biasa kepada saya, juga kolega kami semasa mengurus Fakultas Teknik tahun 2008-2012, Prof. Ir Bambang Hari Wibisono, M.Erp, Ph.D, Prof. Ir Panut Mulyono, M.Eng., Ph.D dan Prof. Jamasri, Ph.D atas dukungan dan kerjasamanya yang inspiratif. Juga saya ucapkan terimakasih kepada para rekan rekan Ketua Departemen di lingkungan Fakultas Teknik periode 2004-2008 dan 2008-2012 yang telah banyak memberikan inspirasi serta ruang untuk kami bisa bekerja dan mencari pengalaman yang lebih luas. Juga ucapan terimakasih kami sampaikan kepada sekedap para dosen dan tenaga pengajar di lingkungan Fakultas Teknik yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan semasa kami menjabat sebagai Dekan Fakultas Teknik 2008-2012. Terimakasih khusus juga kami sampaikan kepada rekan rekan Forum Dekan 2008-2012 Universitas Gadjah Mada, yang senantiasa memberikan motivasi

yang kuat agar kami menyelesaikan tanggung jawab untuk menggapai Guru Besar, walaupun harus paling akhir.

Pada kesempatan yang berbahagia ini kami juga ingin mengucapkan terimakasih kepada Bapak Susilo Bambang Yudhoyono, Presiden Republik Indonesia, Ketua Dewan Energi Nasional yang telah memberikan ruang kepada saya untuk bisa terlibat cukup jauh Menyusun substansi Kebijakan Energi Nasional yang saat ini telah ditetapkan sebagai Peraturan Pemerintah, PP. No 79/2014 (2009-2014). Juga Bapak Jokowi, Presiden Republik Indonesia dan juga Ketua Dewan Energi Nasional pada saya sebagai Anggota DEN (20014-2019) untuk terlibat di dalam pengambilan keputusan penetapan RUEN (rencana Umum Energi Nasional) yang telah ditetapkan sebagai Peraturan Presiden, Perpres No. 22/2017. Juga saya ucapkan terimakasih kepada Bapak Prof. DR. Ir. Purnomo Yusgiantoro, Bapak Sudirman said, Bapak Ignatius Jonan, Menteri ESDM pada waktunya dan Ketua harian DEN semasa kami bertugas sebagai anggota DEN yang telah banyak memberikan inspirasi dan pemahaman yang komprehensif berkerja sinergi di dalam kelembagaan negara dan lintas sektor. Juga kepada rekan-rekan saya anggota DEN periode 2009-2014 dan rekan rekan anggota DEN 2014-2019, kami mengucapkan terimakasih atas ruang dan sinergi yang positif sehingga telah berhasil menghasilkan KEN dan RUEN. Kepada Sekjen pertama Dewan Energi Nasional, Bapak Novian M Tayyib, para Kepala Biro dan segenap staf di lingkungan sekretariat Jenderal DEN yang telah banyak memberikan bantuan yang luar biasa semasa kami bertugas di Dewan Energi Nasional.

Pada kesempatan ini kami juga ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang mendalam kepada manajemen PT PLN (Persero) yang sejak tahun 1997 sampai saat ini telah dan tetap memberikan ruang kepada saya melakukan penelitian terkait industri kelistrikan nasional. Pengalaman yang diberikan tersebut telah mampu memberikan pemahaman yang luas, menguji konsep konsep teori, diuji untuk diterapkan di dalam dunia nyata bisnis kelistrikan. Pengalaman tersebut telah mengangkat kompetensi para dosen di lingkungan Departemen Teknik Elektro maupun lingkungan Fakultas Teknik, dan juga telah mampu mengakselerasi peningkatan kompetensi para dosen dan juga para mahasiswa. Izinkanlah kami menyampaikan penghargaan yang tinggi kepada Dirut PT PLN (Persero) dan jajaran Direksi yang menjabat pada masanya. Kepada Bapak Eddy Widjono, Bapak Fahmi Muchtar, Bapak Dahlan Ikhsan, Bapak Nur Pamuji, Bapak Sofyan Bashir dan Bapak Zulkifly Zaini, yang menjabat Dirut PT PLN (Persero) pada masanya, kami mengucapkan banyak terimakasih. Juga secara khusus kami sampaikan penghargaan yang tinggi kepada Bapak Darmawan Prasodjo

Ph.D dan jajaran Direksi yang tetap berlanjut memberikan ruang kepada saya untuk tetap bisa melakukan penelitian penelitian di bidang ketenagalistrikan. Mudah mudahan ruang dan kesempatan yang bapak bapak berikan tersebut menjadi kebaikan untuk kepentingan yang lebih luas.

Pada kesempatan ini saya juga ingin mengucapkan terimakasih kepada Direksi LPDP dan Staff yang sejak tahun 2013 sampai saat ini kami telah dilibatkan sebagai “reviewer” penelitian. Secara khusus saya ucapkan terimakasih atas kepercayaan yang luar biasa kepada direksi LPDP, karena di awal aktifitas LPDP saya telah dilibatkan untuk menyusun konsep riset yang dikenal dengan Rispro (Riset Inovatif Produktif) bersama dengan Prof. Budi Prasetyo Widyobroto atas kepercayaan yang diberikan oleh Prof. Ainun Naim (Sekjen Kemendiknas) pada waktu itu. Rispro telah banyak menghasilkan peneliti peneliti yang berhasil menghasilkan hasil penelitiannya, dan karya karya akademik dalam bentuk jurnal bereputasi yang telah berkontribusi mengangkat reputasi Pendidikan di Indonesia.

Kepada rekan rekan saya baik pengurus dan anggota di PJCI (Prakarsa Jaringan Cerdas Indonesia), METI (Masyarakat Energi terbarukan Indonesia), MKI (Masyarakat Ketenagalistrikan Indonesia, MEBNI (Masyarakat Energi Baru Nuklir Indonesia) dan BKE PII, saya juga mengucapkan terimakasih atas kontribusi dan ruang yang diberikan untuk saya bisa menimba ilmu dan pengalaman praktis sejalan dengan bidang keilmuan yang saya tekuni.

Kepada ayahanda dan ibunda terccinta, Bapak Djumiin bin Saimin (alm) dan Ibu Rusinem binti Sawiardja yang telah mengasuh, membesarkan dan mendidik dalam segala kondisi, saya sebagai anak mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar besarnya, dan senantiasa memohon kepada Allah SWT, untuk memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada Bapak dan Ibu serta mengampuni segala kesalahan dan dosanya. Juga kami ucapkan terimakasih kepada Bapak dan Ibu Mertua saya Bapak P. Bangun (alm) dan Ibu L.M Sinulingga (alm) yang telah mengizinkan saya untuk menikahi putrinya yang cantik, Rianita br Bangun. Mudah mudahan Allah SWT menempatkan arwah almarhum kedua Bapak dan Ibu di tempat yang sebaik baiknya. Kepada adik adiku Tuwarti (alm), Tuwarsito (alm), Tuminarni, Tuwarsiman, Ahmad Ruslianto, Andi Syahputra, Tuti Ertina, Ahmadsyah dan si Bungsu Indah Sri Elvita, juag diucapkan terimakasih yang telah memberikan kesempatan kepada saya sebagai seorang kakak. Juga ucapan terimakasih saya sampaikan kepada abang ipar saya Satria bangun, Isman Jaya Bangun, kaka ipar saya Mariana br Bangun dan Sri Asni Bangun dna juga adik ipar saya Budi Sentosa Bangun (alm) atas kebaikan dan dukungan sehingga harmonis keluarga saya tetap terbangun sampai saat ini.



Akhirnya, terimakasih tak terhingga saya sampaikan kepada istriku yang cantik yang telah mendampingi saya selama 36 tahun dengan suka dan duka yang senantiasa selalu memberikan motivasi dan dorongan, nasihat dan saran saran yang cerdas di kala sulit. Juga saya ucapkan terimakasih kepada anak anaku dan menantuku, Mohamad Reza Adjani dan Febrina Indrasari (menantu), Aginta Ramadahu Adjani dan Maftuhatul Jannah El-Ahmadi (menantu), Mohamad Hikari Ersada, Aidini Hana Aprina dan Ramdhan Ar-Rauf (menantu) dan si bungsu Hanifah Amalia Adjani yang telah menunjukkan dedikasi sebagai anak-anak yang baik dan senantiasa mejadi penyemangat untuk saya berkarya. Juga kepada cucu-cucu saya, Ibrahim Albi, Ailin an Nafisa, Altan Hamzah Ar-rauf dan Khira Alice, semoga kalian yang senantiasa lucu dan menyenangkan di jadikan anak anak yang sholeh dan sholehah. Kepada anak anak semua dan cucu, doakan Bapak dan Mama senantiasa sehat sehat walafiat, tetap istiqhomah dan bisa senantiasa bersama sama dengan kalian.

Dengan mengucapkan puji Syukur kehadiran Allah SWT, izinkan saya mengakhiri Pidato Penguhan Guru Besar Saya. Atas nama pribadi dan keluarga kami menyampaikan penghargaan setinggi tingginya kepada para hadirin, Bapak dan Ibu yang kami hormati atas kesediaan dan kesabaran mendengarkan orasi yang aya sampaikan. Permohonan maaf juga kami sampaikan seandainya ada hal hal yang kurang berkenan terucap di dalam Pidato saya ini. Dengan rendah hati saya memohon doa kepada Bapak, Ibu, hadirin yang kami hormati untuk mudah mudahan saya dapat mengamalkan ilmu dan pengetahuan yang telah saya perolah untuk kepentingan dan kemanfaatan yang lebih luas. Masukan dan kritik dari Bapak dan Ibu serta rekan rekan sangat kami harapkan guna memberikan penyempurnaan dan pemahaman yang lebih dalam dari sekecil pengetahuan yang telah kami kuasai. Semoga Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa memberikan Kesehatan dan bimbinganNya untuk kita semua dapat terus berbuat kebaikan untuk kepentingan Masyarakat dan lingkungan yang lebih luas sesuai dengan ilmu dan peran yang diberikanNya.

*Wassalamu'alikum Wa rohmatullaahi wabarokatuh.*

---

## Daftar Pustaka

---

- [1] P. A. Owusu and S. Asumadu-Sarkodie, "A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation," *Cogent Eng.*, vol. 3, no. 1, 2016, doi: 10.1080/23311916.2016.1167990.
- [2] A. Ghurri, "Konsep Manajemen Energi," p. 111, 2016, [Online]. Available: [https://simdos.unud.ac.id/uploads/file\\_pendidikan\\_1\\_dir/8258d0c1b0def380459c869708393bbf.pdf](https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_1_dir/8258d0c1b0def380459c869708393bbf.pdf).
- [3] "UU No.30 Tahun 2007 Tentang Energi." 2007.
- [4] P. D. dan T. I. E. dan S. D. M. K. ESDM, *Prakiraan Penyediaan dan Pemanfaatan Energi Skenario Optimalisasi EBT Daerah*. 2016.
- [5] T. Simanjuntak, *Manusia-Manusia dan Peradaban Indonesia*. Yogyakarta, 2021.
- [6] A. N. Angelakis, A. N. Angelakis, K. S. Voudouris, and G. Tchobanoglous, "Evolution of water supplies in the Hellenic world focusing on water treatment and modern parallels," *Water Sci. Technol. Water Supply*, vol. 20, no. 3, pp. 773–786, 2020, doi: 10.2166/ws.2020.032.
- [7] A. N. Angelakis *et al.*, "Sustainable and Regenerative Development of Water Mills as an Example of Agricultural Technologies for Small Farms," *Water*, vol. 14, no. 10, p. 1621, May 2022, doi: 10.3390/w14101621.
- [8] Astrid Savitri, *Revolusi Industri 4.0: Mengubah Tantangan Menjadi Peluang di Era Disrupsi 4.0*. Yogyakarta: Penerbit Genesis, 2019.
- [9] T. E. of E. Britannica, "Karl Benz. Encyclopedia Britannica," 2023. <https://www.britannica.com/biography/Karl-Benz>.
- [10] A. Pandey and M. Asif, "Assessment of energy and environmental sustainability in South Asia in the perspective of the Sustainable Development Goals," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 165, no. May, p. 112492, 2022, doi: 10.1016/j.rser.2022.112492.
- [11] R. Madurai Elavarasan *et al.*, "Envisioning the UN Sustainable Development Goals (SDGs) through the lens of energy sustainability (SDG 7) in the post-COVID-19 world," *Appl. Energy*, vol. 292, no. August 2020, p. 116665, 2021, doi: 10.1016/j.apenergy.2021.116665.
- [12] F. D. Kamasa, Frassminggi; Matulesy, *Penggabungan wilayah Crimea menjadi bagian negara Rusia : sebuah kajian yuridis dan fakta*. 2017.
- [13] Pertamina, "Revising Energy Transition," 2023.
- [14] M. A. Rizaty, "Bencana akibat Perubahan Iklim Naik per 2021, Banjir Terbanyak Artikel ini telah tayang di DataIndonesia.id dengan judul 'Bencana akibat Perubahan Iklim Naik per 2021, Banjir Terbanyak', Author: Monavia Ayu Rizaty. Editor: Gita Arwana Cakti. Klik selengkapnya," 2021. <https://dataindonesia.id/varia/detail/bencana-akibat-perubahan-iklim-naik-per-2021-banjir-terbanyak>.
- [15] Indonesia Research Institute for Decarbonization, "Laporan Akhir Pertumbuhan Hijau Berkelanjutan Bagi Indonesia Di Forum Internasional," 2021.
- [16] REN, "RENEWABLES 2021 GLOBAL STATUS REPORT," 2021.

- [17] Kementerian Perindustrian (Kemenperin), “Penyediaan Energi Listrik Dukung Pertumbuhan Industri,” 2020. <https://www.kemenperin.go.id/artikel/22105/Penyediaan-Energi-Listrik-Dukung-Pertumbuhan-Industri>.
- [18] N. Riyandi, “Transisi Energi Daerah sebagai Akselerasi Transisi Energi Nasional untuk Mengurangi Emisi Karbon,” 2023. <https://iesr.or.id/transisi-energi-daerah-sebagai-akselerasi-transisi-energi-nasional-untuk-mengurangi-emisi-karbon>.
- [19] Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional (DEN), *Bauran Energi Nasional*. 2020.
- [20] Tumiran, Sarjiya, L. M. Putranto, A. Priyanto, and I. Savitri, “Generation expansion planning for high-potential hydropower resources : The case of the Sulawesi electricity system,” *Int. J. Sustain. Energy Plan. Manag.*, vol. 28, no. 2, pp. 37–52, 2020.
- [21] T. Tumiran *et al.*, “Power System Planning Assessment for Optimizing Renewable Energy Integration in the Maluku Electricity System,” *Sustain.*, vol. 14, no. 14, 2022, doi: 10.3390/su14148436.
- [22] U.S. Energy Information Administration, *International Energy Outlook 2023*. 2023.
- [23] International Energy Agency, “Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector,” p. 70, 2021.
- [24] IRENA, *Global energy transformation: A Roadmap to 2050*. 2018.
- [25] International Renewable Energy Agency (IRENA), *World energy transitions outlook: 1.5 degrees pathway*. 2021.
- [26] International Renewable Energy Agency (IRENA), “World energy transitions outlook 2022: 1.5° C pathway -Executive Summary,” *World Energy Transitions*, pp. 1–54, 2022, [Online]. Available: <https://irena.org/Digital-Report/World-Energy-Transitions-Outlook-2022%0Ahttps://irena.org/publications/2021/March/World-Energy-Transitions-Outlook>.
- [27] IEA, “World Energy Outlook 2017: China,” 2017. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017-china>.
- [28] China Electricity Council, “Data & Publication of China Electricity Council (Annual Reports).” [https://english.cec.org.cn/#/datanews?tabId=0&name=Annual Reports](https://english.cec.org.cn/#/datanews?tabId=0&name=Annual%20Reports).
- [29] U.S. Energy Information Administration, “Chinese coal-fired electricity generation expected to flatten as mix shifts to renewables,” 2017. <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=33092>.
- [30] The Energy Institute (EI) Statistical Review of World Energy, “Statistical Review of World Energy 2023,” *BP Energy Outlook 2023*, vol. 70, pp. 8–20, 2023.
- [31] Pusat Kajian LKFT Universitas Gadjah Mada, *Laporan Akhir Penyusunan Masterplan Pengembangan Sistem Kelistrikan Wilayah Maluku Papua - Vol.1 Pemaparan Metodologi dan Hasil Ringkas*. Yogyakarta: Pusat Kajian LKFT Universitas Gadjah Mada, 2020.
- [32] Pusat Kajian LKFT Universitas Gadjah Mada, *Kajian Pengembangan Interkoneksi Sistem Kelistrikan Nusa Tenggara dan Potensi Energi Terbarukan*. Yogyakarta, 2023.
- [33] Sekretariat Kabinet RI, *Rencana Umum Energi Nasional*. 2017.

- [34] H. R. R. ;Pablo Rosado, “Per Capaita Electricity Genration,” 2022. <https://ourworldindata.org/energy>.
- [35] Statista Reserach Department, “Per capita electricity consumption worldwide 2022, by selected country,” 2023. <https://www.statista.com/statistics/383633/worldwide-consumption-of-electricity-by-country/>.
- [36] Pusat Kajian LKFT Universitas Gadjah Mada, “Laporan Akhir Reformasi Subsidi, Tariff Adjustment dan Penyederhanaan Tarif untuk Mewujudkan Industri Kelistrikan yang Sehat; Subjek: Reformasi Subsidi,” Yogyakarta, 2021.
- [37] D. J. K. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, “Draft Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional 2023-2060,” 2023.
- [38] Pusat Kajian LKFT Universitas Gadjah Mada (LKFT Study Center Universitas Gadjah Mada), *Laporan Akhir Penyusunan Masterplan Pengembangan Sistem Kelistrikan Wilayah Maluku Papua - Vol.1 Pemaparan Metodologi dan Hasil Ringkas*. Yogyakarta: Pusat Kajian LKFT Universitas Gadjah Mada, 2020.
- [39] Pusat Kajian LKFT Universitas Gadjah Mada (LKFT Study Center Universitas Gadjah Mada), “Kajian Pengembangan Interkoneksi Sistem Kelistrikan Nusa Tenggara dan Potensi Energi Terbarukan,” Yogyakarta, 2023.
- [40] Tumiran *et al.*, “Potential of Biomass as RE Source for Sustainable Electricity Supply in Eastern Indonesia,” *2021 3rd Int. Conf. High Volt. Eng. Power Syst. ICHVEPS 2021*, pp. 022–027, 2021, doi: 10.1109/ICHVEPS53178.2021.9601067.
- [41] Tumiran *et al.*, “Transmission expansion planning for the optimization of renewable energy integration in the sulawesi electricity system,” *Sustain.*, vol. 13, no. 18, 2021, doi: 10.3390/su131810477.
- [42] Tumiran, Sarjiya, L. Multa Putranto, E. Nugraha Putra, R. Firmansyah Setya Budi, and C. Febri Nugraha, “Generation and Transmission Expansion Planning in Remote Areas by considering Renewable Energy Policy and Local Energy Resources: The Case Study of Jayapura Power System,” *2021 3rd Int. Conf. High Volt. Eng. Power Syst. ICHVEPS 2021*, pp. 143–148, 2021, doi: 10.1109/ICHVEPS53178.2021.9600932.
- [43] Sarjiya, Tumiran, L. M. Putranto, R. F. S. Budi, A. A. Muthahhari, and I. Savitri, “Risk Cost Analysis of Fuel Dependency in a Sustainable Energy Transition by Replacing HSD with LNG: A Case Study of Lombok Power System,” *Proc. - 2023 IEEE Int. Conf. Environ. Electr. Eng. 2023 IEEE Ind. Commer. Power Syst. Eur. IEEEIC / I CPS Eur. 2023*, pp. 0–4, 2023, doi: 10.1109/IEEEIC/ICPSEurope57605.2023.10194718.
- [44] P. P. Indonesia, *Peraturan Presiden (PERPRES) Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional*. 2017.
- [45] CNBC Indonesia, “RI Kena Ghosting Biden Cs, Rp 300 Triliun Banyakkan Utang!,” 2023.
- [46] Kompas, “Mengejar Hibah dari Komitmen JETP,” 2023.
- [47] Pusat Kajian LKFT Universitas Gadjah Mada, *Kajian Dampak Kompensasi Tarif Listrik Sektor Industri, Bisnis dan Rumah Tangga Terhadap Perekonomian*. Yogyakarta, 2023.

- [48] Institute for Energy Economics and Financial Analysis, “PLN in Crisis — Time for Independent Power Producers to Share the Pain ? Indonesia Could Emerge With a More Resilient Power System,” no. April 2020, pp. 1–12, 2020.
- [49] Pusat Kajian LKFT Universitas Gadjah Mada, *Kajian Penyederhanaan Golongan Tarif Tenaga Listrik*. Yogyakarta, 2021.
- [50] PT PLN (Persero), “Statistik PLN 2022,” *Stat. PLN*, no. 03001, p. 98, 2023.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Prof. Ir. Tumiran, M.Eng, Ph.D.  
NIP : 195908231986031002  
Jabatan : Guru Besar, TMT 1 April 2023.  
Alamat Kantor : Departemen Teknik Elektro dan  
Teknologi Informasi, Fakultas  
Teknik, Universitas Gadjah  
Mada

*Engineering Research and  
Innovation Centre, Gedung  
Pancabrata Prof. Herman  
Johanes, Fakultas Teknik  
UGM. Jl. Teknika Utara, Berek,  
Sleman, Yogyakarta*

Email : [tumiran@ugm.ac.id](mailto:tumiran@ugm.ac.id)  
Keluarga : 1. Rianita Bangun (Istri)  
2. Muhammad Reza Adjani (Anak)  
3. Aginta Ramdhanu Adjani (Anak)  
4. Mohammad Hikari Ersada (Anak)  
5. Aidini Hana Aprina (Anak)  
6. Hanifah Amalian Adjani (Anak)  
7. Febrina Indrasari (Anak Menantu)  
8. Maftuhatul Jannah El Akhmady (Anak  
Menantu)  
9. Ramadhan Arrauf (Anak Menantu)

### Riwayat Pendidikan

1996 : Doctor of Philosophy dalam bidang Production and Information and  
Production Sciences, Saitama University  
1993 : Master in Electrical Power System, Saitama University  
1985 : Sarjana Teknik Listrik, Jurusan Teknik Listrik, Fakultas Teknik,  
Universitas Gadjah Mada

### Penghargaan

2017 : Penghargaan dari Presiden RI, Pengabdian 30 Tahun  
2009 : Penghargaan dari Presiden RI, Pengabdian 20 Tahun  
2004 : Penghargaan Khusus dari Direksi PT PLN pada Hari Listrik Nasional

- 1997-1999 : Penerima Hibah Kompetisi Dr Baru, URGE
- 1990-1996 : Penerima Beasiswa Pemerintah Jepang, Monbusho untuk Pendidikan Master dan Doktor

## **Pengalaman Pekerjaan**

### **I. Dilingkungan Universitas Gadjah Mada.**

1986	:	Diterima sebagai Tenaga Pengajar pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
1990-1996	:	Mengikuti Pendidikan S2 dan S3 di Saitama University, Jepang, atas Bea-siswa dari pemerintah Jepang (Monbu-Gakusho)
1997-2003	:	Sekretaris Pengelola S2 dan S3, Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi
1998-2003	:	Pembantu Pengurus Jurusan Bidang Kemahasiswaan, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UGM
1998-2002	:	Sekretaris Pusat Studi Korea Universitas Gadjah Mada
2003-2008	:	Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UGM
2008-2012	:	Dekan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
2022-	:	Pengelola Engineering Research and Innovation Centre (ERIC), Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
2023-	:	Anggota Majelis Wali Amanah, Universitas Gadjah Mada

### **II. Di Kelembagaan Negara**

- 2009-2014 : Terpilih sebagai Anggota Dewan Energi Nasional (DEN) oleh Pemerintah dan DPR, mewakili unsur akademisi, periode pertama
- 2014-2019 : Terpilih sebagai Anggota Dewan Energi Nasional (DEN) oleh Pemerintah dan DPR, mewakili unsur akademisi, periode kedua

### **Pangilinan Utama Sebagai Anggota DEN periode 2009 – 2014 dan 2014 – 2019**

- 1. Wakil Ketua Panja Penyiapan Draft Rencana Kebijakan Energi Nasional 2050 (Draft RPP KEN 2050) (Saat ini telah menjadi PP no 79/2014)**
- 2. Beberapa kali menjadi koordinator bulanan anggota DEN**
- 3. Ketua Tim Pembahasan dan Pengawasan Lintas Sektor Krisis Listrik**
- 4. Ketua Tim Pembahasan Pengawasan Lintas Sektor Pemanfaatan Batu Bara untuk Sektor Ketenagalistrikan**

5. **Ketua Tim Pembahasan Pengawasan Penanggung Jawab Evaluasi Hambatan Pembangunan Percepatan Pembangunan Pembangkit Listrik tahap 1 (10.000 MW)**
6. **Ketua Tim Pembahasan Pengawasan Pemanfaatan Gas untuk sektor Ketenagalistrikan**
7. **Ketua Tim Pembahasan Pengawasan Pemanfaatan Energi Matahari di ,dalam Skenario Energi *Mix* Nasional**
8. **Ketua Tim Pengawasan Lintas Sektor Kasus Krisis Listrik di Sumatra Utara 2012-2015**
9. **Ketua Tim Koordinasi Pengawasan Pemanfaatan Batu Bara Mulut Tambang untuk Pembangkit Tenaga Listrik Nasional**
10. **Ketua Pokja Pengawasan Sektor Kelistrikan: Percepatan 35 GW, Jaminan Gas untuk Kelistrikan, dan Batu Bara untuk Kelistrikan.**

### III. Pengalaman Di Luar Universitas Gadjah Mada

- |                      |   |  |
|----------------------|---|--|
| 2022                 | : | Wakil Ketua Dewan Pakar Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia   |
| 2018 sampai saat ini | : | Anggota Dewan Pakar Masyarakat Kelistrikan Indonesia   |
| 2017 sampai saat ini | : | Ketua Dewan Pakar PJCI (Prakarsa jaringan Cerdas Indonesia)  |
| 2015-2020            | : | Tenaga Ahli Direksi, PT Angkasa Pura II, Bidang Kelistrikan untuk Pembangunan Terminal Ultimate                                    |
| 2014-sekarang        | : | Tim Ahli Kajian Mobil Listrik Nasional, LPDP, Kemenkeu   |
| 2014                 | : | Salah satu inisiator berdirinya Forum Pendidikan Jurusan Teknik Elektro, Indonesia   |
| 2013-sekarang        | : | The SC Board Member Kerjasama Indonesia Swedia di INSIST ( <i>Indonesia Swedish Initiative for Sustainability Technology</i> )     |
| 2013-sekarang        | : | Reviewer Penelitian Bidang Energi : Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (Kementerian Keuangan, Kementerian Pendidikan, Kemenag)      |
| 2013-2016            | : | Koordinator Pengembangan Kurikulum <i>Renewable Energy</i> untuk Post Graduate Program, United Nation University, Tokyo,           |
| 2011-2014            | : | Wakil Ketua Panja Kebijakan Energi Nasional DEN,   |
| 2011                 | : | Anggota <i>International Advisory Committee on "First Asia Pasific Forum on Renewable Energy"</i> , Nov. 2011, Busan, South Korea. |



- 2010 : Anggota *International Advisory Committee on “International Symposium on Low Carbon and Renewable Energy Technology (ISCLT, 2010)”*, Jeju, South Korea
- 2009-2014 : Terpilih sebagai Anggota Dewan Energi Nasional (DEN) oleh Pemerintah dan DPR, mewakili unsur akademisi, periode pertama
- 2014-2019 : Terpilih sebagai Anggota Dewan Energi Nasional (DEN) oleh Pemerintah dan DPR, mewakili unsur akademisi, periode kedua
- 2009-2016 : Anggota Aktif UN-Cecar (*United Nation University-Climate Ecosystem Change Adaptation Research*) sejak tahun 2009, dan aktif sebagai tim pengembangan Kurikulum BRCC, *Leadership for Sustainability Development Coordinated by UNU Tokyo* sampai tahun 2016
- 2008-2012 : Ketua Dewan Pakar Asosiasi Profesional Elektrikal Indonesia Yogyakarta
- 2008-2012 : Anggota International SC- AUN SEED NET (*Asean University Network, South East Engineering Education Development Network*) yang kedudukan di Bangkok
- 2006 : Anggota Tim Nasional Investigasi Padam Listrik
- 2006-2008 : Ketua Umum Forum Pendidikan Tinggi Jurusan/Prodi Teknik Elektro Indonesia
- 2005-2009 : Anggota Dewan Pembina Komite Independen Penilai Instalasi Listrik Jawa Tengah dan DIY
- 2004-2009 : Anggota Dewan Energi Nasional Periode 2004-2009
- 2003-2008 : Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
- 2002-2004 : Ketua Program Pasca Sarjana Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada
- 2000-2004 : Wakil Ketua Umum Masyarakat Kelistrikan Indonesia, Jawa Tengah dan DIY
- 2000-2009 : Praktisi/Konsultan di Bidang Ketenagalistrikan
- 1997-2010 : Aktif di penelitian SUTET 500 kV, dampak elektromagnetik, sosial, dan ekonomis
- 1996 : Penggagas dan Inisiator Pusat Studi Energi Universitas Gadjah Mada
- 1993-1995 : Ketua Umum Persatuan Pelajar Indonesia (PPI) di Jepang
- 1992-1993 : Ketua PPI Komisariat Saitama
- 1982-1984 : Ketua Keluarga Mahasiswa Teknik Listrik (KMTL) FT UGM

### **Pengalaman Sebagai *Invited Keynote Speaker***

- 2023 : Sinergi Institusi Pendidikan dan Industri Ketenagalistrikan dalam Membentuk SDM Ketenagalistrikan yang Berdaya Saing - Tantangan dan Strategi Transisi Energi pada bidang ketenagalistrikan Forum Teknik Elektro Indonesia. Universitas Tidar, Magelang, Agustus 2023
- 2022 : Energi Transisi Indonesia Bisakah Menjadi *Driver* Ekonomi Energi? Atau *Follower* - Seminar BEM KBM Institut Teknologi PLN, 2022.
- 2021 : *Potential of Biomass as RE Source for Sustainable Electricity Supply in Eastern Indonesia - ICHVEPS (Internatioan Conference on High Voltage, Energy and Power System, Bandung, ITB, 2021.*
- 2020 : *Global Energy Trade Pasca Covid-19:” National Energy Security For Sustainable Development - International Relation “Post Pandemic”, Global Energy Trade, Universitas Pertamina, Sept, 2020*  
Pembangunan Infrastruktur kelistrikan menuju 2050, berbasis kebijakan energi nasional “Bagaimana Peran PLTN di dalam Energy Mix Nasional - Bagaimana Peran PLTN di dalam komposisi Energi Nasional. PPI Dunia, 2020
- 2019 : *Indonesia Energy Transition in Responding to Asia Pacific Energy Dynamic - The 11th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering ICITEE 2019*
- 2018 : *Creating on Industry Roadmap for Charting Asia-Pacific’s Energy Transition - The Asia Pacific Energy Assembly Singapore, 24-25 January 2018.*
- 2017 : Peran Industri dalam Mendukung Ketahanan dan Kemandirian Energi Nasional - Astra Green submit. PP Astra, November 2017.
- 2016 : *Indonesia Energy Policy and Planning - The Conference On The Prospect for Nuclear PowerPlant Implementation in the Asia Pacific Region. Organized by IAEA, Manila, 30 Oct- November 1<sup>st</sup>, 2016*  
: *Re-Orienting of Indonesia Energy Policy, A New paradigm and the Prospect of Investment - 016 Global Marine Business Plaza; “2016 Conference for Global Network of Korean Marine & Offshore Equipment, Busan, South Korea, 8-10 November 2016*

- : *The Influence of Energy Demand Increase In Indonesia (Coal and Gas) to the Asia Energy Market - The 9<sup>th</sup> Energy Risk Summit Asia*, Singapore, 23-25, November 2016.
- : *Manfaat Ketersediaan Energy Listrik Bagi Pembangunan Wilayah, peran dan dukungan pemda untuk percepatan Infrstruktur Kelistrikan - Seminar dan Sosialisai Manfaat Pembangunan Listrik 35 GW dilingkungan Pemda Jawa Tengah*. Diselenggarakan oleh PT PLN. Persero, Semarang, 6 Desember 2016.
- : *The Scenario in Energy Mix Target to Ensure the Security and Sustainability of the National Energy Resilience to 2050 - The Third International Conference on Engineering and Industrial Application (ICETAI 2016)*, UMS, Solo, Desember, 7, 2016.
- 2015 : *The New Paradigm of Indonesia Energy Policy and the prospect of Investment in Electricity Sector - The 8<sup>th</sup> Energy Risk Summit Asia*, Singapore, October 2015
- 2014 : *New-Paradigm Kebijakan Energi Nasional (KEN) dan Respon Terhadap permasalahan Global - Metrology Symposium Asia Pacific Metrology Programme Mid Year Meeting LIPI Jakarta*, 4 Juni 2014.
- 2013 : *Indonesia Energy Projection Scenario and it's Policy to 2050 - Asean Regional Conference on Electrical and Energy Focus. Chulalongkorn University-JICA*, Bangkok-Thailand, Februari 2013  
*Energy Security Concept and Strategic Position of Coal in National Energy Mix - Indonesia China Coal Summit*, Denpasar, Bali, Maret 2013  
*Indonesia Energy Policy 2050 (Nep 2050) And The Route Of Energy Mix - ASEAN Energy Business Forum*, Denpasar, September, 2013
- 2012 : *Indonesia Energy Policy Scenario to 2050 - International Conference on New and Renewable Energy. United Nation University - Chulalongkorn University*, Bangkok, Thailand, April 2012.
- 2010 : *Wind Power Development in the Energy Mix Scenario of Indonesia - The 2010 Asia Pacific Symposium on Offshore Wind Energy Technology . (APSOWET)*, Mokpo University, South Korea  
*The Global Cooperation strategy to Accelerate the Development and Use of RE in the Developing Countries - International Symposium on Low Carbon*

*and Renewable Energy Technology (ISLCT) 2010, the Korean Society for New and Renewable Energy, Jeju South Korea, November, 2010*

**Pengalaman Penelitian :**

- 2022 : Penelitian Dampak Kompensasi Tarif Listrik Sektor Industri, Bisnis dan Rumah Tangga terhadap Perekonomian. PT PLN (Persero) Kantor Pusat.
- 2022 : Penelitian Pengembangan Interkoneksi Sistem Kelistrikan Nusa Tenggara dan Potensi Energi Terbarukan. “ PT PLN (Persero) Kantor Pusat.
- 2022 : Penelitian Analisis daya Dukung Sistem kelistrikan Maluku, Papua dan Nusa Tenggara terhadap penetrasi pembangkit intermiten. PT PLN (Persero) Kantor Pusat.
- 2022 : Penelitian penentuan kriteria kehandalan reserve margin pembangkit yang optimal dan pengembangan metode prioritas pengadaan proyek pembangkit transmisi dan gardu Induk.
- 2022 :: Penelitian Penentuan Basic-Need dan kemampuan bayar kelompok Pelanggan Listrik Rumah Tangga Yang Masuk Dalam DTKS. Pt PLN (Persero) Kantor Pusat.
- 2022 : Kajian Potensi Penghematan Devisa dan Subsidi dengan Pengalihan Pemanfaatan LPG ke Kompor Induksi. “PT PLN (Persero) Kantor Pusat”
- 2021 : Penelitian Kelayakan Percepatan Penetrasi Rooftop PV di dalam Kelistrikan. PT PLN (Persero) Kantor Pusat.
- 2021 : Kajian Dampak Perubahan Kebijakan Pemerintah Dalam Mengelola Domestik Market Obligation (DMO) dan Melepas Harga Batubara Mengikuti Mekanisme Pasar Terhadap Industri Kelistrikan Nasional.” PT PLN (Persero) Kantor Pusat”
- 2020 : Kajian Reformulasi Tariff Adjustment dan Tarif Layanan Khusus (Golongan L). “PT PLN (Persero) Kantor Pusat”
- 2020 : Kajian Penyederhanaan Golongan Tarif Tenaga Listrik. “ PT PLN (Persero) Kantor Pusat
- 2020 : Kajian Roadmap Pengembangan Energi Baru & Terbarukan. “PT Angkasa Pura II” Jakarta.
- 2018 : Penelitian Road Map Kapasitas Integrasi Pembangkit Energi Baru dan Terbarukan Intermittent Pada Sistem Jawa Bali. PT PLN (Persero) Kantor Pusat
- 2019 : Penelitian Penyusunan Master Plan Pengembangan Sistem Kelistrikan Wilayah Papua dan Maluku. PT PLN (Persero) kantor Pusat

- 2018 : Penelitian Model Sistem Tata Usaha Jaringan Distribusi PT.PLN (Persero). PT PLN (Persero) Kantor Pusat
- 2018 : Penelitian Penyusunan Master Plan Pengembangan Sistem Kelistrikan Wilayah Sulawesi. PT PLN (Persero) Kantor Pusat
- 2018 : Penelitian Kapasitas Integrasi Pembangkit Energi Baru Terbarukan Intermittent pada Sistem Jawa Bali. PT. PLN (Persero) Pusat Pengatur Beban.
- 2017 : Penelitian Benefit dan Dukungan Stakholder Dalam rangka rencana Pembangunan SUTET 500 KV Jaluar Utara. PT PLN (Persero) kantor Pusat
- 2016 : Penelitian Benefit Keberadaan SUTET 500 KV Paiton Depok. “ PT PLN (Persero) Kantor Pusat.
- 2011 : Penelitian Dampak Penggunaan Supali Energi Primer Terhadap Pokok Penyediaan Tenaga Listrik. PT PLN (Persero) Kantor Pusat.
- 2009 : Penelitian Tarif Dasar Listrik Untuk Menuju Tata Kelola Ketenagalistrikan Nasional Yang Sehat 2009. PT PLN (Persero) Kantor Pusat
- 2006-2007 : Penelitian Dampak Teknis, Ekonomis dan Sosial Medan Elektromagnetik SUTET 500 KV Sistem Jamali. PT PLN (Persero) P3B Jawa Bali
- 2005 : Penelitian paparan Medan Elektromagentik SUTET 500 KV di Jawa. PT PLN (Persero) Pkitring JBN
- 2004-2005 : Penelitian Penataan Data Pelanggan dan Jaringan Distribusi TM dan Aplikasi (PDPJ) dan Pendukungnya di APJ Jogjakarta. PT PLN (Persero) Jawa Tengah dan DIY
- 2004 : Penelitian Penentuan Harga Pokok Pembangkitan Sistem Kelistrikan di Indonesia. Dirjen LPE.
- 2004-2005 : Pembuatan Master Plan Sistem Distribusi 20kV untuk APJ Yogyakarta dan Surakarta. PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan DIY.
- 2004 : Penelitian Penataan Data Pelanggan dan Jaringan Distribusi TM dan Aplikasi Pendukungnya di APJ Jogjakarta. PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan DIY.
- 2004 : Penelitian Penentuan Profil beban distribusi Jawa Tengah dan DIY Lokasi. PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan DIY
- 2004 : Penumbuhan Inovasi Pembelajaran Pendekatan Problem Based Learning berbasis

- ICT (Information and Communication Technology) tahun 2004. UGM
- 2003-2004 : Penelitian Sistem Distribusi Daya listrik UGM dan Pengembangannya. UGM
- 2003 : Pengembangan Sistem Informasi Geografis kota Yogyakarta, PT PLN (Persero) Unit Jaringan Yogyakarta. Pt PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan DIY
- 2003 : Penelitian Pola Kebutuhan dan Prioritas Jaringan Tegangan Menengah serta Kapasitas Nominal Trafo Distribusi untuk Pengembangan Listrik Pedesaan. PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan DIY
- 2003 : Penelitian Pola Kebutuhan dan Prioritas Jaringan Tegangan Menengah serta Kapasitas Nominal Trafo Distribusi untuk Pengembangan Listrik Pedesaan. Dirjen Ketenagalistrikan.
- 2002 : Penelitian Evaluasi Sistem Kelistrikan PT PLN (Persero) Papua dan Implementasi Sistem Proteksi. PT PLN (Persero) Distribusi Papua dan Maluku.
- 2002 : Penelitian Peningkatan Kualitas Pelayanan Pelanggan, PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan DIY. PT PLN (Persero) Wilayah Jawa Tengah dan DIY
- 2001-2002 : Penelitian pengembangan software HRD UGM yang didahului dengan pendataan data kepegawaian dosen dan karyawan. Universitas Gadjah Mada
- 1997 : Penelitian Flashover Phenomena on Insulator Surface in Vacuum. Urge. Dikti, Kemdikbud
- 1997 : Penelitian paparan Medan Elektromagnetik SUTET 500 KV Ungaran-Gandul. PT PLN(Persero) Pkitring Jawa-Bali.
- 1989 : Penelitian Pengaruh Coating Ground-Rod Elektrode Tembaga system Pentanahan di DIY. PT Insoeno Yogyakarta.
- 1988 : Penelitian Pengaruh Bentuk Elektrode Terhadap Gagal Tegangan di Udara. Fakultas Teknik UGM

### Publikasi Ilmiah 5 tahun terakhir

- [1] Sarjiya, L. M. Putranto, Tumiran, R. F. S. Budi, D. Novitasari, and Deendarlianto, "Generation expansion planning with a renewable energy target and interconnection option: A case study of the Sulawesi region, Indonesia," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 183, no. July, p. 113489, 2023, doi: 10.1016/j.rser.2023.113489.
- [2] Sarjiya, L. M. Putranto, R. F. S. Budi, D. Novitasari, Deendarlianto, and Tumiran, "Role of the energy-carbon-economy nexus and CO<sub>2</sub> abatement cost in supporting energy policy analysis: A multi-scenario analysis of the Java-Bali system," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 187, no. September, p. 113708, 2023, doi: 10.1016/j.rser.2023.113708.

- [3] M. Wahyudi, Tumiran, and N. A. Setiawan, "Characteristic of Cup-and-Pin Insulator Flashover Voltage under Fan-Shaped Contamination with Various Types and Levels of Pollutant," in *2023 4th International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS)*, 2023, pp. 299–303, doi: 10.1109/ICHVEPS58902.2023.10257497.
- [4] L. M. Putranto, R. Firmansyah, S. Budi, and A. A. Muthahhari, "Optimizing Local Renewable Energy Resources for Reducing Energy Dependency on An Isolated Island : A Case Study of Saumlaki Island , Indonesia," *2023 4th Int. Conf. High Volt. Eng. Power Syst.*, pp. 237–242, 2023, doi: 10.1109/ICHVEPS58902.2023.10257316.
- [5] Sarjiya, Tumiran, L. M. Putranto, R. F. S. Budi, A. A. Muthahhari, and I. Savitri, "Risk Cost Analysis of Fuel Dependency in a Sustainable Energy Transition by Replacing HSD with LNG: A Case Study of Lombok Power System," *Proc. - 2023 IEEE Int. Conf. Environ. Electr. Eng. 2023 IEEE Ind. Commer. Power Syst. Eur. IEEEIC / I CPS Eur. 2023*, pp. 0–4, 2023, doi: 10.1109/IEEEIC/ICPSEurope57605.2023.10194718.
- [6] T. Tumiran et al., "Power System Planning Assessment for Optimizing Renewable Energy Integration in the Maluku Electricity System," *Sustain.*, vol. 14, no. 14, 2022, doi: 10.3390/su14148436.
- [7] F. A. Dewanto, A. M. Khakim, Tumiran, M. Wahyudi, N. A. Setiawan, and D. Saputra, "An Approach to Assess the 500 kV Insulator String Condition Using Ultraviolet Imager," *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 23, 2022, doi: 10.3390/app122312054.
- [8] F. Hasana, S. P. Hadi, M. I. B. Setyonegoro, and Tumiran, "Power Wheeling Hybrid System of PV-Pumped Storage Using MW-KM Method," *ICITEE 2022 - Proc. 14th Int. Conf. Inf. Technol. Electr. Eng.*, pp. 177–182, 2022, doi: 10.1109/ICITEE56407.2022.9954117.
- [9] Tumiran, L. M. Putranto, Sarjiya, F. D. Wijaya, A. Priyanto, and I. Savitri, "Generation Expansion Planning Based on Local Renewable Energy Resources: A Case Study of the Isolated Ambon-Seram Power System," *Sustain.*, vol. 14, no. 5, 2022, doi: 10.3390/su14053032.
- [10] Tumiran, L. M. Putranto, Sarjiya, and E. Y. Pramono, "Maximum penetration determination of variable renewable energy generation: A case in Java–Bali power systems," *Renew. Energy*, vol. 163, pp. 561–570, 2021, doi: 10.1016/j.renene.2020.08.048.
- [11] Tumiran et al., "Transmission expansion planning for the optimization of renewable energy integration in the sulawesi electricity system," *Sustain.*, vol. 13, no. 18, 2021, doi: 10.3390/su131810477.
- [12] Tumiran, M. Wahyudi, N. A. Setiawan, F. Arkan Dewanto, K. Pambudi, and D. Saputra, "Mitigation of Insulator Ultraviolet Emission Measurement Errors Using Facular Area," *2021 3rd Int. Conf. High Volt. Eng. Power Syst. ICHVEPS 2021*, pp. 507–511, 2021, doi: 10.1109/ICHVEPS53178.2021.9600920.
- [13] Tumiran, Sarjiya, L. Multa Putranto, E. Nugraha Putra, R. Firmansyah Setya Budi, and C. Febri Nugraha, "Generation and Transmission Expansion Planning in Remote Areas by considering Renewable Energy Policy and Local Energy Resources: The Case Study of Jayapura Power System," *2021 3rd Int. Conf. High Volt. Eng. Power Syst. ICHVEPS 2021*, pp. 143–148, 2021, doi: 10.1109/ICHVEPS53178.2021.9600932.
- [14] T. Tumiran, S. Sarjiya, L. M. Putranto, E. N. Putra, R. F. S. Budi, and C. F. Nugraha, "Long-Term Electricity Demand Forecast Using Multivariate Regression and End-Use Method: A Study Case of Maluku-Papua Electricity System," *ICT-PEP 2021 - Int. Conf. Technol. Policy*

*Energy Electr. Power Emerg. Energy Sustain. Smart Grid, Microgrid Technol. Futur. Power Syst. Proc.*, pp. 258–263, 2021, doi: 10.1109/ICT-PEP53949.2021.9601144.

- [15] T. Tumiran et al., “Regional Clustering for Developing Electricity Systems in Archipelagic Area: A Case Study of Maluku and Papua Islands,” *ICT-PEP 2021 - Int. Conf. Technol. Policy Energy Electr. Power Emerg. Energy Sustain. Smart Grid, Microgrid Technol. Futur. Power Syst. Proc.*, pp. 242–247, 2021, doi: 10.1109/ICT-PEP53949.2021.9601113.
- [16] Tumiran et al., “Potential of Biomass as RE Source for Sustainable Electricity Supply in Eastern Indonesia,” *2021 3rd Int. Conf. High Volt. Eng. Power Syst. ICHVEPS 2021*, pp. 022–027, 2021, doi: 10.1109/ICHVEPS53178.2021.9601067.
- [17] R. Irnawan, L. M. Putranto, Sarjiya, and Tumiran, “The role of the HVDC system in a low inertia AC grid for transient stability support: A review,” *Proceeding - 2nd Int. Conf. Technol. Policy Electr. Power Energy, ICT-PEP 2020*, vol. 3, pp. 88–93, 2020, doi: 10.1109/ICT-PEP50916.2020.9249921.
- [18] K. Ali, L. M. Putranto, A. Imam, Tumiran, and M. Yasirroni, “Determination of optimal PV energy share considering voltage stability index,” *2020 2nd Int. Conf. Smart Power Internet Energy Syst. SPIES 2020*, pp. 508–513, 2020, doi: 10.1109/SPIES48661.2020.9243039.
- [19] A. A. Muthahhari et al., “Environmental Considerations in Long-Term Generation Expansion Planning with Emission Limitations: An Analysis of the Sulawesi Power System in Indonesia,” *Proceeding - 1st FORTEI-International Conf. Electr. Eng. FORTEI-ICEE 2020*, pp. 29–34, 2020, doi: 10.1109/FORTEI-ICEE50915.2020.9249863.
- [20] Tumiran, M. Wahyudi, N. A. Setiawan, K. Pambudi, and D. Saputra, “Severity level of an insulator in polluted and dry conditions based on ultraviolet emission,” *2020 2nd Int. Conf. Smart Power Internet Energy Syst. SPIES 2020*, pp. 457–462, 2020, doi: 10.1109/SPIES48661.2020.9242998.
- [21] Tumiran, Sarjiya, L. M. Putranto, A. Priyanto, and I. Savitri, “Generation expansion planning for high-potential hydropower resources : The case of the Sulawesi electricity system,” *Int. J. Sustain. Energy Plan. Manag.*, vol. 28, no. 2, pp. 37–52, 2020.
- [22] Tumiran, A. S. T. Nafis, Sarjiya, L. M. Putranto, and H. Indrawan, “Determination of PV hosting capacity in rural distribution network: A study case for Bantul area,” *Int. J. Renew. Energy Res.*, vol. 9, no. 2, pp. 1116–1124, 2019.
- [23] Tumiran et al., “The Masterplan for Developing Electricity Systems for Archipelagic Area by Considering Local Energy Resources: A Case Study of Maluku Islands,” *Proc. 2019 7th Int. Conf. Smart Energy Grid Eng. SEGE 2019*, pp. 290–293, 2019, doi: 10.1109/SEGE.2019.8859915.
- [24] M. Wahyudi, Tumiran, I. M. Yulistya Negara, N. Akhmad Setiawan, and B. Sugiyantoro, “Audiosonic Acoustic Detection of Air Corona Discharge based on Fast Fourier Transform,” *Proc. 2nd Int. Conf. High Volt. Eng. Power Syst. Towar. Sustain. Reliab. Power Deliv. ICHVEPS 2019*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/ICHVEPS47643.2019.9011029.
- [25] Sarjiya, S. P. Hadi, P. H. Putra, and Tumiran, “Security Constrained Unit Commitment Using Genetic Algorithm Based on Priority List Method with Fuel Constraint Consideration,” *7th Int. Istanbul Smart Grids Cities Congr. Fair, ICSG 2019 - Proc.*, no. 1, pp. 174–178, 2019, doi: 10.1109/SGCF.2019.8782288.



- [26] A. W. Kristianto, F. D. Wijaya, and Tumiran, "Fault location estimation in LCC HVDC transmission lines using k-nearest neighbors," *Proc. - 2018 3rd Int. Conf. Inf. Technol. Inf. Syst. Electr. Eng. ICITISEE 2018*, pp. 374–379, 2018, doi: 10.1109/ICITISEE.2018.8720955.
- [27] Tumiran, Sarjiya, S. P. Hadi, and S. R. H. Nugroho, "Composite reliability analysis of 500 kV Jawa-Bali system related to the northern Jawa generation and transmission expansion plan," *Int. Conf. High Volt. Eng. Power Syst. ICHVEPS 2017 - Proceeding*, vol. 2017-January, pp. 556–560, 2017, doi: 10.1109/ICHVEPS.2017.8225909.
- [28] Sarjiya, S. P. Hadi, Tumiran, and A. A. Muthahhari, "Composite reliability evaluation of existing 500 kV Jawa Bali power system," *Int. Conf. High Volt. Eng. Power Syst. ICHVEPS 2017 - Proceeding*, vol. 2017-January, pp. 538–543, 2017, doi: 10.1109/ICHVEPS.2017.8225906.