PERTAMINA ENERGY INSTITUTE

TANTANGAN SEKTOR ENERGI EKONOMI INDONESIA

BAB 4

BAB IV Pertamina Energy Outlook (PEO) 2050 ini berisi mengenai ulasan dan *review* terhadap tantangan sektor energi dan ekonomi Indonesia. Dalam hal ini tim penyusun PEO 2050 telah memilih empat topik untuk dibahas dalam bab ini yang meliputi: (1) Megatren Indonesia; (2) Perkembangan mobil listrik; (3) Penanggulangan emisi sektor energi; dan (4) Digitalisasi sektor energi.

4.1 Megatren Indonesia

Indonesia sebagai salah satu negara di wilayah Asia merupakan bagian dalam ekosistem negara-negara di dunia, dapat dipastikan terdampak implikasi global megatren. Aspek-aspek global megatren seperti demografi, ekonomi, teknologi dan energi merupakan satu kesatuan utuh yang memberikan tantangan dan kesempatan untuk tetap menjaga sustainability. *Review* terhadap sejumlah parameter megatren Indonesia tersebut adalah sebagai berikut:

4.1 Megatren Indonesia

Dalam beberapa tahun ke depan, jumlah penduduk Indonesia diproyeksikan akan terus meningkat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), pada 2018 jumlah populasi Indonesia mencapai 265 juta jiwa. Sementara pada 2025, angka tersebut berpotensi meningkat hingga 282 juta jiwa dan pada 2030 menjadi 296 juta jiwa. Pada tahun 2045 Indonesia diproyeksikan akan menjadi negara peringkat kelima dengan jumlah penduduk terbesar di dunia, yaitu 318 juta jiwa. Wilayah Jawa diproyeksikan mendominasi laju pertumbuhan penduduk di Indonesia. Selama periode 2020 hingga 2030 pertumbuhan penduduk di wilayah Jawa diproyeksikan akan tumbuh sampai dengan 9 juta jiwa. Selain Jawa, wilayah Sumatera juga diproyeksikan mengalami pertumbuhan penduduk yang cukup signifikan, yaitu akan terjadi penambahan 10 juta jiwa penduduk dalam kurun waktu 10 tahun ke depan.

Tabel 4.1 :

Jumlah dan Laju Pertumbuhan Penduduk berdasarkan Wilayah (ribuan)

Wilayah	2020	2025	2030
Jawa	152.450	158.738	163.755
Sumatera	59.337	62.899	65.938
Sulawesi	19.934	21.020	21.954
Kalimantan	16.770	18.083	19.264
Bali dan Nusa Tenggara	15.048	15.932	16.751
Papua	4.417	4.794	5.140
Kep. Maluku	3.111	3.364	3.604

Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia, 2019

Tabel 4.2 :

Porsi Laju Pertumbuhan Penduduk Berdasarkan Umur

Wilayah	2020	2025	2030
Proyeksi Proporsi Penduduk Umur 0-14	26,1%	24,6%	22,9%
Proyeksi Proporsi Penduduk Umur 15-64	67,7%	67,9%	68,1%
Proyeksi Proporsi Penduduk Umur 65 +	6,2%	7,5%	9,0%

Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia, 2019

Dengan gambaran laju pertumbuhan penduduk di atas, Indonesia berpotensi memperoleh bonus demografi mengingat besarnya penduduk dengan usia produktif antara 15 tahun hingga 64 tahun pada 2020 mencapai 67,7% dari total penduduk Indonesia dan terus meningkat hingga 68,1% pada tahun 2030.

Bonus demografi menimbulkan konsekuensi berupa perubahan pola kerja, karena membuat angkatan kerja meningkat signifikan. Pada akhirnya bonus demografi tersebut juga mempengaruhi porsi pembentukan struktur ekonomi nasional yang juga semakin membutuhkan daya dukung energi sebagai penggerak ekonomi.

Angka harapan hidup penduduk Indonesia diproyeksikan meningkat dari 69,8 tahun pada 2010 menjadi 72,8 tahun pada 2045. Jumlah penduduk lanjut usia akan meningkat dari 11,8 juta pada 2010 menjadi 42,8 juta pada 2045. Jumlah penduduk yang tinggal diperkotaan diproyeksikan meningkat menjadi 69,1% pada 2045. Sementara rasio ketergantungan diproyeksikan akan turun dari 51,1% pada 2010 menjadi 50,2% pada 2045.

4.1.2 Ekonomi Indonesia

Dari aspek ekonomi, Indonesia diproyeksikan akan menjadi salah satu negara dengan PDB terbesar di dunia. PDB per kapita Indonesia pada 2045 mendatang diproyeksikan sekitar 28.934 USD. Hal tersebut dapat dicapai jika reformasi struktural berjalan lancar dan pertumbuhan ekonomi dunia relatif tinggi. Selama periode 1986-2015 rata-rata pertumbuhan ekonomi Indonesia tercatat sekitar 5,1% per tahun. Sementara dengan skenario dasar dan pertumbuhan tinggi, pertumbuhan ekonomi Indonesia untuk

periode 2016-2045 diproyeksikan rata-rata 5,1% dan 6,4% per tahun (Bappenas, 2019).

Rata-rata pertumbuhan investasi selama periode 1986-2016 tercatat sebesar 6,4% per tahun, dengan rata-rata realisasi investasi Indonesia sekitar 32,8% terhadap total PDB. Dengan menggunakan skenario dasar, pertumbuhan investasi Indonesia selama 2016-2045 diproyeksikan sekitar 5,4% per tahun dengan porsi sekitar 33,1% terhadap total PDB. Sementara dengan asumsi pertumbuhan tinggi, investasi Indonesia diproyeksikan tumbuh sekitar 7,3% per tahun dan dengan porsi sekitar 39% terhadap total PDB.

Selama kurun waktu 1986-2015 sektor industri Indonesia rata-rata tumbuh sekitar 6,3% per tahun. Porsi PDB sektor industri selama kurun waktu tersebut sekitar 21 % terhadap total PDB. Pada skenario dasar pertumbuhan sektor industri Indonesia selama kurun 2016-2045 diproyeksikan tumbuh 5,2% per tahun dan dengan porsi sekitar 22,5% terhadap PDB. Sementara pada skenario pertumbuhan tinggi, sektor industri Indonesia diproyeksikan tumbuh sekitar 7,8 % per tahun dan dengan porsi sekitar 32% terhadap total PDB.

4.1.3 Perkembangan Teknologi

Perkembangan teknologi menjadi tantangan bagi Indonesia, dimana jumlah akses internet dan akses terhadap teknologi lainnya tercatat terus meningkat. Indonesia dalam visi 2045 telah menetapkan bahwa kontribusi ilmu pengetahuan dan teknologi dalam pembangunan akan ditingkatkan. Pada tahun 2013 pengeluaran Indonesia untuk kepentingan riset dan pengembangan (R&D) sekitar 0,08% PDB. Indonesia menargetkan pengeluaran untuk kepentingan R&D pada 2045 sekitar 1,5 – 2 % PDB.

Salah satu visi Indonesia 2045 terkait ilmu pengetahuan dan teknologi adalah menjadikan Indonesia sebagai salah satu pusat pengembangan iptek di kawasan Asia dan Dunia, terutama dalam ilmu pengetahuan benua maritim dan teknologi kemaritiman, pusat biodiversitas, teknologi material, dan pusat studi kebencanaan dan mitigasi bencana. Untuk menuju visi tersebut pemerintah berupaya mendorong kerjasama kelembagaan antara perguruan tinggi, industri, dan pemerintah.

4.1.4 Megatren Sektor Energi

Megatren di sektor energi Indonesia adalah adanya permintaan energi yang terus meningkat, sementara peran energi fosil (konvensional) semakin menurun. Karena itu untuk mendorong terwujudnya kemandirian energi diperlukan upaya pemenuhan energi dengan peranan EBT yang semakin besar termasuk kemungkinan pemanfaatan energi nuklir,

pembangunan pembangkit listrik dan peningkatan konsumsi listrik per kapita.

Peran EBT dalam bauran energi Indonesia yang pada tahun 2015 baru sekitar 5%, ditargetkan meningkat menjadi 23% pada 2025. Porsi EBT dalam bauran energi Indonesia ditargetkan terus meningkat hingga sekitar 31% pada tahun 2050. Penyediaan energi pada tahun 2025 sekitar 400 MTOE dan meningkat menjadi lebih dari 1000 MTOE pada 2050. Pada tahun 2025 kapasitas pembangkit listrik ditargetkan lebih dari 115 GW dan meningkat menjadi lebih dari 430 GW pada 2050.

Pertumbuhan ekonomi Indonesia selama beberapa tahun ke depan akan memerlukan daya dukung pasokan energi, terutama energi fosil termasuk migas di dalamnya. Salah satu konsekuensi dari pertumbuhan ekonomi yang bertumpu pada industri manufaktur adalah memerlukan daya dukung pasokan energi yang lebih besar. Data historis menunjukkan ketika kontribusi industri manufaktur terhadap pembentukan PDB mencapai sekitar 27% dengan porsi konsumsi energi oleh sektor industri tidak kurang dari 45% terhadap total konsumsi energi Indonesia.

4.2 Pengembangan Mobil Listrik

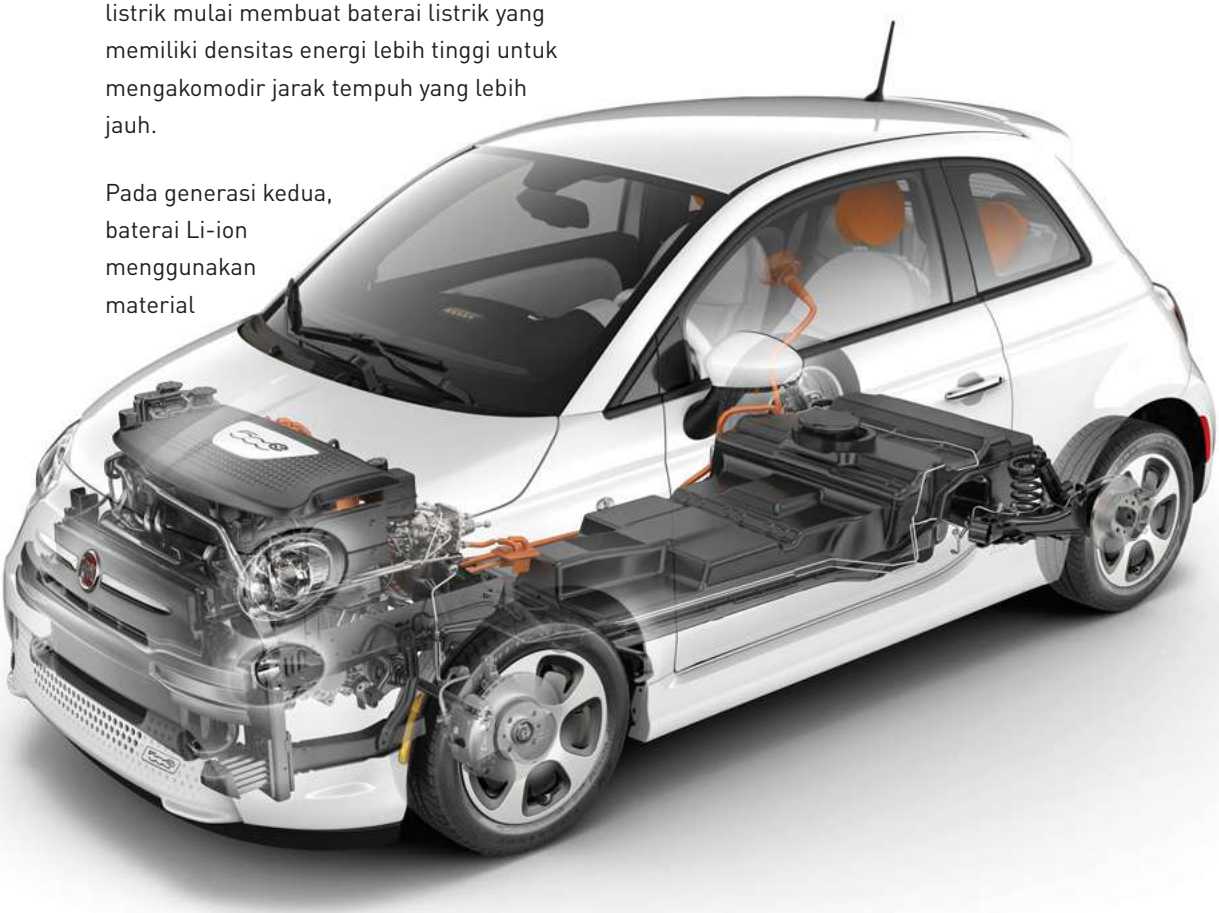
Bauran konsumsi energi final sektor industri untuk tahun 2005 dan 2018 relatif tidak berubah, masih bergantung pada energi fosil. Pada tahun 2005 konsumsi energi sektor industri selain listrik sekitar 90% dan hanya sedikit turun menjadi 88% pada 2018. Secara umum perubahan bauran konsumsi energi final sektor industri dari 2005 ke tahun 2018 adalah adanya penurunan porsi penggunaan batubara, gas, dan BBM. Sementara konsumsi produk petroleum lainnya termasuk listrik mengalami peningkatan.

Nikel merupakan logam yang menjadi komoditas untuk berbagai industri strategis, mulai dari komponen pesawat terbang, industri militer, kedokteran, elektronik hingga peralatan makan. Sifat bahan material yang keras, tahan korosi dan mengkilat bila digosok, membuat nikel banyak digunakan sebagai logam utama maupun campuran dengan logam lain. Saat ini nikel semakin banyak dicari karena menjadi salah satu bahan utama pada setiap komponen kendaraan listrik terutama baterai kendaraan listrik jenis li-ion.

Seiring tumbuhnya permintaan kendaraan listrik dan penyimpan energi, maka kebutuhan nikel sebagai komponen

material utama akan semakin tinggi. Pada generasi pertama baterai li-ion, jenis yang digunakan adalah baterai *lithium iron phosphate* (LFP) dan *lithium manganese oxide* (LMO) yang belum menggunakan nikel sama sekali. Namun dengan pertimbangan *range anxiety* atau jarak tempuh kendaraan listrik per sekali pengisian baterai, produsen kendaraan listrik mulai membuat baterai listrik yang memiliki densitas energi lebih tinggi untuk mengakomodir jarak tempuh yang lebih jauh.

Pada generasi kedua, baterai Li-ion menggunakan material penyusun yang berbeda yaitu nikel *manganese cobalt* (NMC). Walaupun baterai li-ion jenis generasi pertama masih digunakan, namun kendaraan listrik jenis terbaru lebih banyak menggunakan baterai li-ion NMC. Masih sama dengan baterai NMC yang berbasis nikel, Tesla juga menggunakan baterai li-ion jenis khusus yaitu baterai nikel cobalt aluminium (NCA).



Tabel 4.3 :

Persentase Nikel di Tiap Generasi Baterai Li-ion

Nickel's use in lithium - ion batteries		
Use	*Chemistry Ni (mass) in battery*	
Consumer electronics	LCO	0%
1st generation Evs	LMO	0%
1st generation Evs	LFP	0%
2nd generation Evs	NMC 111	20%
2nd generation Evs	MNC 532	30%
2nd generation Evs	NMC 622	36%
2nd generation Evs	NMC 811	48%
2nd generation Evs	NCA	50%

Selain untuk menambah jarak tempuh kendaraan listrik yang lebih jauh (sel baterai akan lebih banyak berbasis li-ion NMC dan NCA) dan permintaan kendaraan listrik yang semakin bertambah, nikel juga dibutuhkan pada *battery pack* kendaraan listrik. Tiga alasan inilah yang akan membuat nikel akan semakin banyak dicari. Berdasarkan data dari BNEF Bloomberg, proyeksi permintaan nikel global berpotensi meningkat sebagai akibat dari naiknya penjualan kendaraan listrik. Jumlah permintaan nikel untuk kebutuhan baterai li-ion ini diperkirakan bertambah dari 5,200 metrik ton di tahun 2016 menjadi sekitar 190,000 metrik ton di tahun 2030 atau meningkat hampir 37x lipat.

4.2.1 Potensi Nikel di Indonesia

Menurut *World Nickel Laterite Ore Resources*, Indonesia dan Filipina memiliki cadangan nikel kedua terbesar di dunia yaitu 16 persen setelah New Caledonia yang memiliki 24 persen. Mengacu data

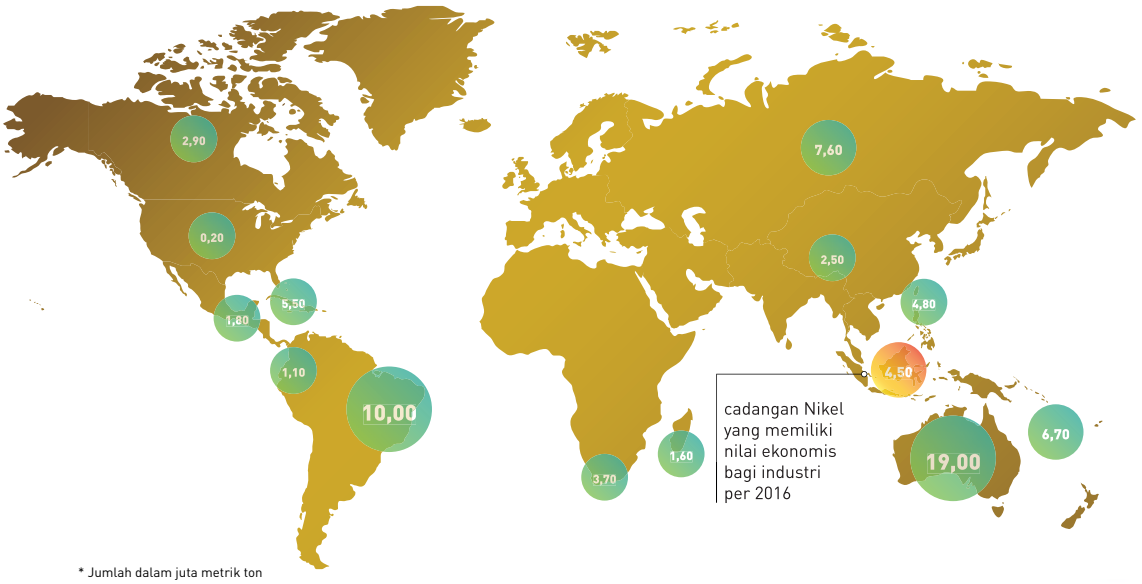
BMI *research*, Indonesia memiliki tingkat produksi nikel terbesar di dunia, dengan jumlah produksi mencapai 400,000 metrik ton di tahun 2017. Apabila Indonesia mengembangkan dan menguasai rantai pasok kendaraan listrik, maka nikel yang ada di Indonesia harus bisa diolah di dalam negeri sehingga *multiplier effect*-nya adalah harga kendaraan listrik yang lebih terjangkau.

Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), sumber daya nikel Indonesia tersebar di daerah Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Papua dengan kandungan unsur nikel rata-rata 1,45 persen. Secara angka, bijih nikel Indonesia paling banyak dikirim ke Tiongkok sejak tahun 2006 hingga 2013, dengan puncak ekspor tertinggi pada tahun 2013 mencapai 64.802.857 ton atau senilai 1.685.247 USD. Selain ke Tiongkok, Indonesia juga mengekspor nikel ke negara Australia, Jepang, Swiss, Yunani dan Ukraina.

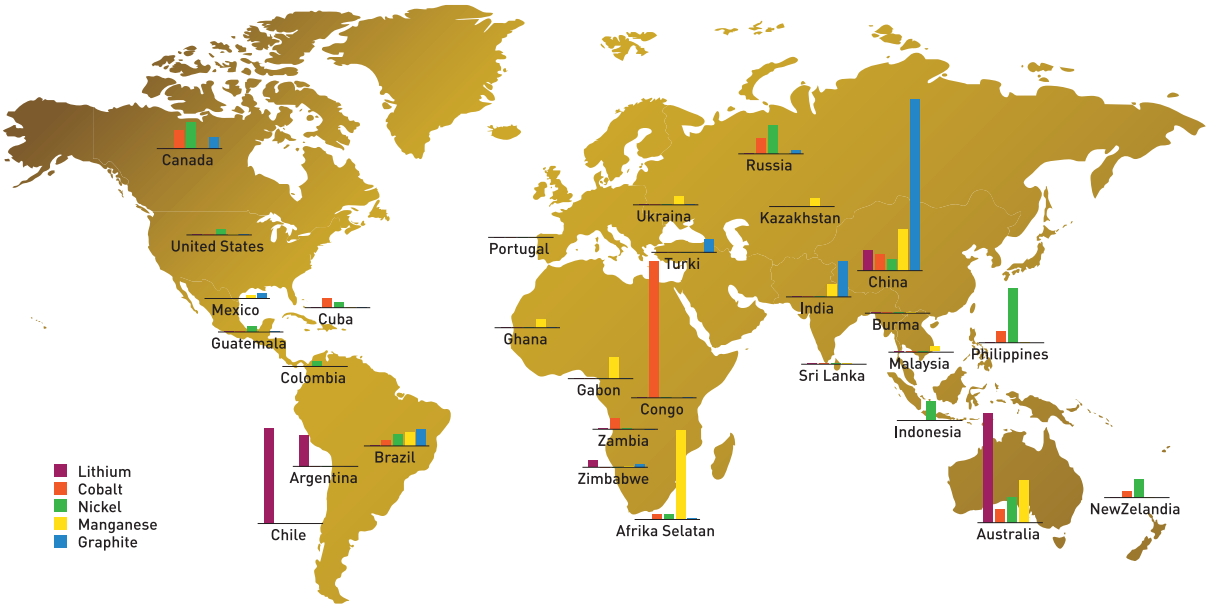
Perkembangan nikel terbaru di Indonesia dipaparkan oleh Menteri Koordinator Bidang Kemaritiman, Luhut Binsar Pandjaitan pada pertemuan World Economic Forum 2019 di Swiss pada bulan Januari 2019. Beliau menunjukkan

Tabel 4.3 :

Peta Cadangan dan Produksi Nikel Dunia



* Jumlah dalam juta metrik ton



*Data withheld

potensi besar nikel untuk industri *lithium* di Indonesia kepada para calon investor. Investasi baterai *lithium* telah dilakukan di Kawasan industri Morowali meliputi pengembangan Nikel Smelting dengan kapasitas produksi mencapa 50,000 ton/tahun dan Kobalt Smelting dengan kapasitas produksi mencapai 4,000 ton/tahun. Perusahaan *joint-venture* bernama PT QMB New Material yang bergerak di industri hilirisasi komoditas tambang ini melibatkan perusahaan baterai terbesar China CATL (25 persen saham), perusahaan daur ulang baterai GEM (36 persen), Tsingshin Group (21 persen saham), dan perusahaan Jepang Hanwa (8 persen saham). Sementara dari perusahaan Indonesia yaitu Morowali Industrial Park (IMIP) selaku penyedia lahan memiliki 10 persen saham.

4.2.2 Kebijakan Pemerintah Terkait Pengembangan Kendaraan Listrik

Pada 12 Agustus 2019 Pemerintah mengundangkan Peraturan Presiden No.55/2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai *(Battery Electric Vehicle)* Untuk Transportasi Jalan. Terbitnya Perpres ini untuk mendukung percepatan pengembangan kendaraan listrik di

Indonesia. Salah satu bentuk dukungan pemerintah adalah memberikan sejumlah insentif bagi produsen maupun konsumen pengguna kendaraan listrik.

Beberapa upaya percepatan pengembangan program kendaraan bermotor listrik, yang akan diselenggarakan berdasarkan Perpres No.55/2019 adalah melalui: (1) percepatan pengembangan industri kendaraan listrik berbasis baterai dalam negeri; (2) pemberian insentif; (3) penyediaan infrastruktur pengisian listrik dan pengaturan tarif tenaga listrik untuk KBL berbasis baterai; (4) pemenuhan terhadap ketentuan teknis kendaraan listrik berbasis baterai; dan (5) perlindungan terhadap lingkungan hidup. Upaya percepatan juga didukung dengan dibentuknya Tim Koordinasi percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai untuk transportasi jalan. Tim tersebut bertugas menyusun rencana aksi, menyelesaikan hambatan dan melaksanakan pengawasan percepatan pelaksanaan program kendaraan listrik berbasis baterai untuk transportasi jalan.

Terbitnya Perpres No.55/2019 merupakan bentuk kesungguhan Pemerintah Indonesia dalam mendorong pengembangan mobil listrik. Namun, melihat kondisi sektor transportasi khususnya angkutan jalan – di Indonesia pada saat ini, pengembangan mobil listrik di Indonesia kemungkinan tidak mudah dan masih harus menghadapi sejumlah tantangan. Gambaran mengenai penerimaan konsumen, kondisi produsen, tren industri otomotif global, dan peluang pengembangan mobil listrik di Indonesia adalah sebagai berikut:

4.2.2.1 Penerimaan Konsumen EV di Indonesia

Aspek penting yang perlu memperoleh perhatian adalah penerimaan konsumen (*consumer acceptance*) terhadap EV. Perilaku dan preferensi publik terhadap EV harus dipertimbangkan dalam mengembangkan pangsa pasar. Permasalahan sosial yang terkait dengan konsumen untuk mencapai keberhasilan komersial perlu mendapat perhatian, selain permasalahan penting lainnya seperti pengembangan teknologi EV itu sendiri.

Penelitian menunjukkan bahwa hambatan umum untuk adopsi setiap teknologi baru termasuk kurangnya pengetahuan oleh potensial *adopters*, biaya awal yang tinggi dan toleransi risiko yang rendah (Diamond, 2009). Biaya pembelian awal EV secara signifikan lebih tinggi bila dibandingkan dengan kendaraan ICE bertenaga bensin dan meningkat secara linear dengan ukuran baterai atau tingkatan mobil (Egbue & Long, 2012).

Tabel 4.4 :

Fokus Konsumen Terhadap EV

	Jumlah Responden	%
Battery Range	158	33%
Harga	129	27%
Infrastruktur Pengisian	83	17%
Lainnya	58	12%
Kehandalan	47	10%
Keamanan	6	1%

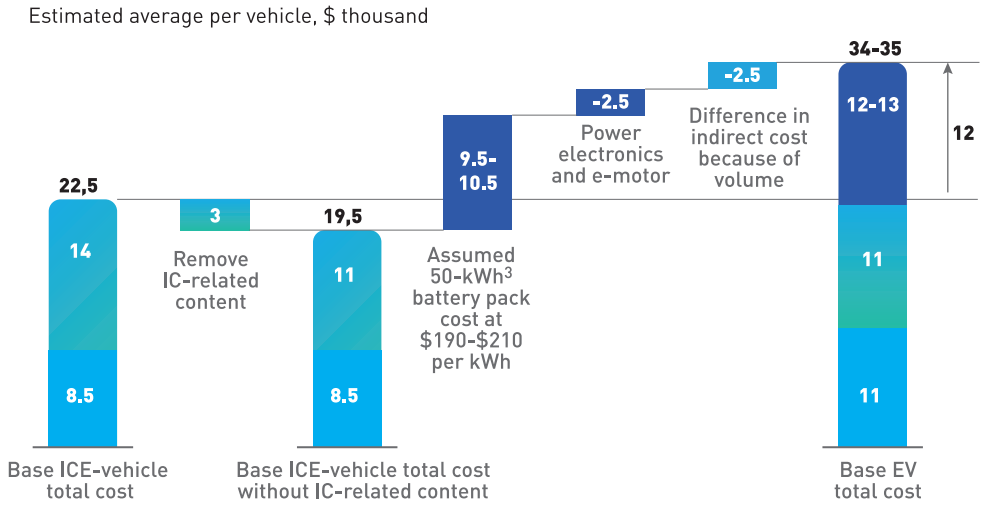
Sumber: Egbue & Long, 2012

Dari sisi performa kendaraan EV, konsumen menitikberatkan pada aspek keamanan, *top speed* dan jangkauan berkendara. Aspek ini masih menjadi salah satu tantangan mengingat keterbatasan EV dalam jangkauan berkendara yang jauh, kecepatan yang terbatas dan keterbatasan fasilitas *charging* jika dibandingkan dengan ICE. Tantangan lain yang menjadi perhatian konsumen adalah terkait *maintenance*, yaitu ketersediaan dan jumlah bengkel untuk perawatan maupun perbaikan kendaraan.

Kendaraan listrik diproyeksikan memiliki harga jual lebih mahal dibandingkan kendaraan berbahan bakar konvensional. Bagi konsumen di Indonesia, harga masih menjadi pertimbangan utama di dalam memilih atau membeli otomotif. Harga yang lebih mahal tersebut karena biaya produksi kendaraan listrik saat ini sekitar 2,5 kali lebih tinggi dibandingkan kendaraan berbahan bakar konvensional (Koskue dan Talka, 2010). Analisa Mckinsey & Company menemukan terdapat selisih biaya lebih dari $ 12.000 untuk memproduksi kendaraan listrik jika dibandingkan dengan memproduksikan ICE untuk segmen kendaraan berukuran kecil – menengah dan segmen kendaraan utilitas kecil.

Gambar 4.2 :

Biaya Produksi Kendaraan Listrik Dibandingkan dengan ICE



1Internal combustion engine.
2Includes average incentive cost of $2,000.
3Kilowatt-hour; includes battery-management system.
Source; Industry experts; UBS; McKinsey analyisi

Sumber: Y. et al. Making Electric Vehicles Profitable. Mckinsey & Company, 2019

Masalah penyediaan infrastruktur seperti stasiun pengisian listrik umum (SPLU) yang dinilai masih terbatas juga akan menjadi pertimbangan konsumen di dalam menerima mobil listrik. Siaran Pers Kementerian ESDM Republik Indonesia Nomor: 305.Pers/04/SJI/2019, menunjukkan bahwa saat ini pembangunan stasiun pengisian listrik umum (SPLU) oleh PLN masih difokuskan untuk wilayah Jabodetabek, sebanyak 1.600 SPLU dan ditargetkan akan dibangun sebanyak 2.000 SPLU di tahun ini. Keterbatasan infrastruktur dan lamanya waktu pengisian listrik, kemungkinan akan menjadi salah satu pertimbangan bagi konsumen dalam membeli EV.

4.2.2.2 Peluang Pengembangan Mobil Listrik di Indonesia

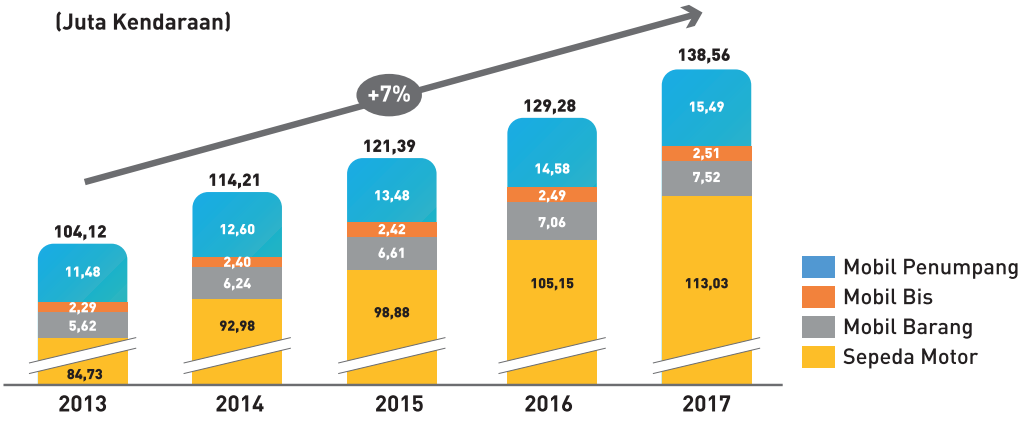
Peluang pengembangan mobil listrik di Indonesia cukup terbuka jika melihat perkembangan jumlah kendaraan penumpang di Indonesia. Jumlah

kendaraan penumpang pada tahun 2017 tercatat sekitar 138,56 juta kendaraan yang terdiri atas mobil penumpang, bis, mobil barang dan sepeda motor, dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 7% selama periode 2013 – 2017. Jumlah tersebut meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi, pendapatan dan jumlah masyarakat kelas menengah. Hal ini memberikan potensi penetrasi mobil listrik untuk menggantikan kendaraan berbasis *conventional fuel* yang selama ini digunakan oleh masyarakat Indonesia. Peluang pengembangan kendaraan listrik di Indonesia tidak terlepas dari tantangan yang yang ada saat ini, salah satunya diperlukan peningkatan nilai tambah pada pertambangan Nikel, Cobalt dan Manganese sebagai bahan baku baterai. Hal ini memerlukan *roadmap* untuk hilirisasi dan pembuatan industri komponen. Peluang bisnis manufaktur baterai masih terbuka untuk dikembangkan oleh Pertamina dikarenakan sampai sejauh ini belum terdapat industri lokal. Keuntungan menjadi *pioneer* produsen *battery cell/ battery pack* dapat memiliki nilai kompetitif dengan *anchor customer* yaitu produsen otomotif maupun *energy stationary storage*. Pada akhirnya diharapkan pertumbuhan industri kendaraan listrik yang cenderung tumbuh agresif dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap *market share* kendaraan secara keseluruhan.

Pertamina sebagai BUMN energi telah melakukan beberapa rencana

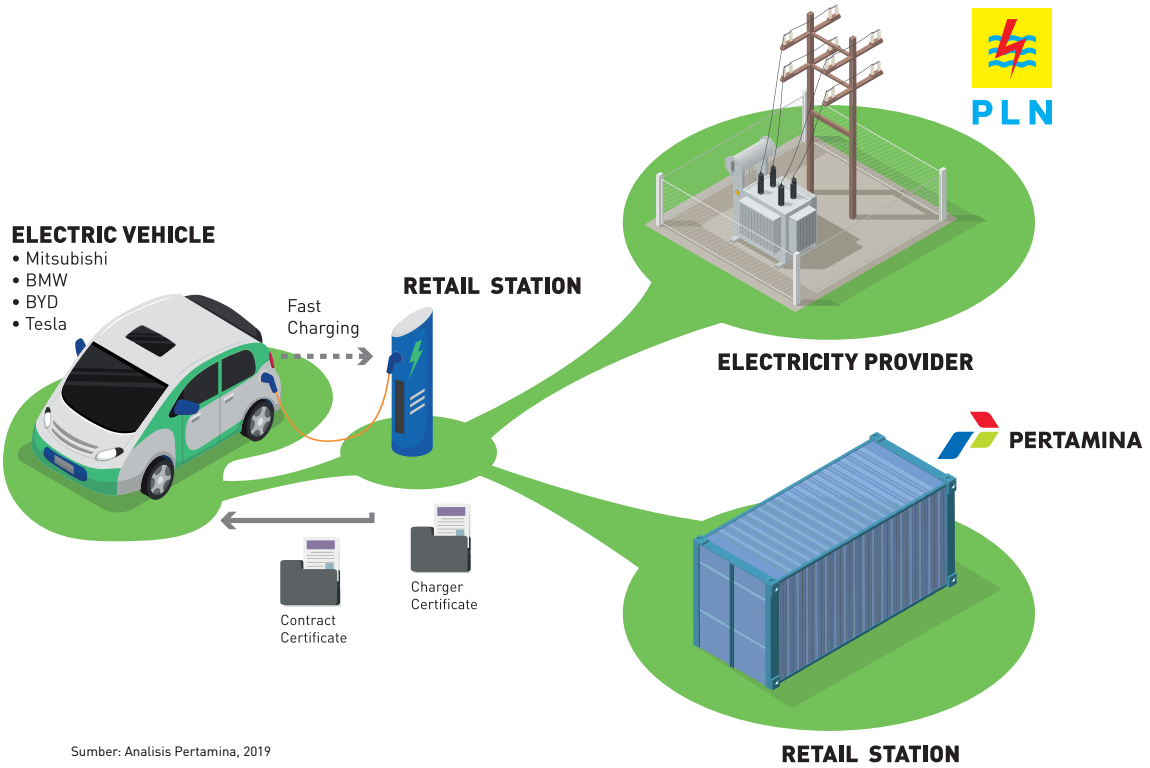
Gambar 4.3 :

Pertambahan Jumlah Kendaraan Indonesia



Gambar 4.4 :

Konsep Bisnis Kendaraan Listrik Segmen Mobil di Indonesia



Sumber: Analisis Pertamina, 2019

pengembangan bisnis sebagai antisipasi perkembangan kendaraan listrik di Indonesia. Pengembangan tersebut diantaranya dengan mempersiapkan fasilitas SPBU *existing* agar dapat melayani *charging* untuk kendaraan listrik. Sementara konsep yang dikembangkan adalah dengan membuat fasilitas *charging* yang dapat melayani beberapa *plug* kendaraan. Saat ini fasilitas *charging* tersebut telah memiliki beberapa standar seperti *Chademo*, *Type 2*, dan *CCS*. Dengan menggunakan jaringan SPBU *existing*, diharapkan implementasi *charging* dapat dilakukan lebih cepat dan menyeluruh di Indonesia.

Sementara untuk kendaraan roda-2 dan roda-3, konsep yang dikembangkan adalah metode *swap battery*. Hal ini dilakukan sebagai mitigasi bahwa pemilik motor mengharapkan kemudahan aksesibilitas

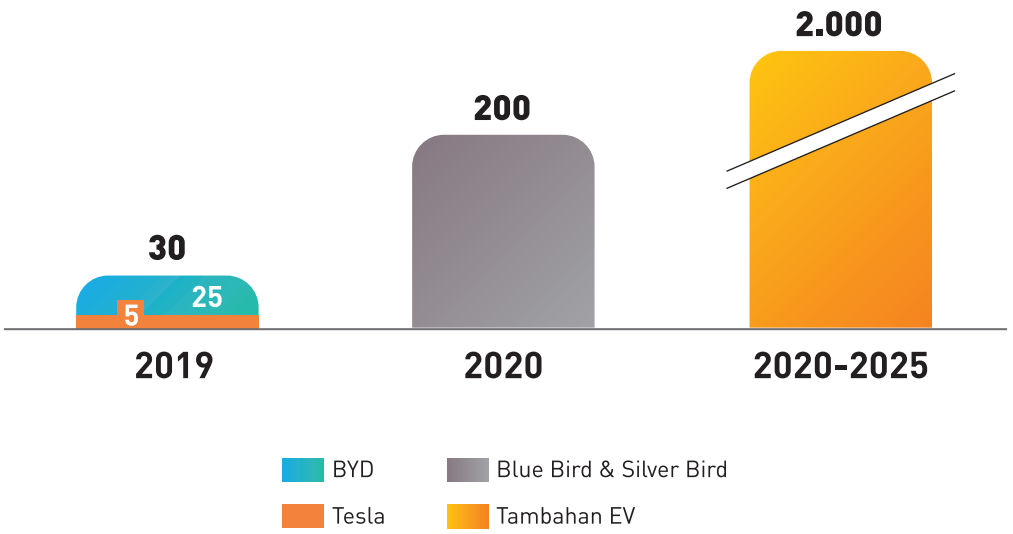
dan metode penukaran baterai yang cukup praktis. Sehingga dapat mengurangi waktu tunggu dan juga *retail station* dapat melakukan pengisian baterai saat *off-peak time*.

Bluebird merupakan salah satu *business player* di Indonesia yang telah mengimplementasikan kendaraan listrik, dengan pengenalan taksi listrik baik untuk kelas regular maupun kelas premium. Meski saat ini unit masih terbatas, pengenalan taksi listrik kepada masyarakat dinilai dapat meningkatkan *public awareness* bahwa kendaraan listrik tersebut tidak bising, tanpa emisi dan memiliki kenyamanan yang setara dengan mobil konvensional. Bluebird dalam siaran pers Kementerian ESDM menargetkan 2000 kendaraan listrik pada tahun 2020 – 2025 untuk armada taksi reguler dan eksekutif.

Selain itu pada jenis kendaraan umum, Transjakarta sebagai operator bus di DKI Jakarta telah melakukan uji coba 2 bus listrik yaitu bus listrik BYD yang diproduksi di China dan bus listrik produksi nasional yaitu Mobil Anak Bangsa (MAB).

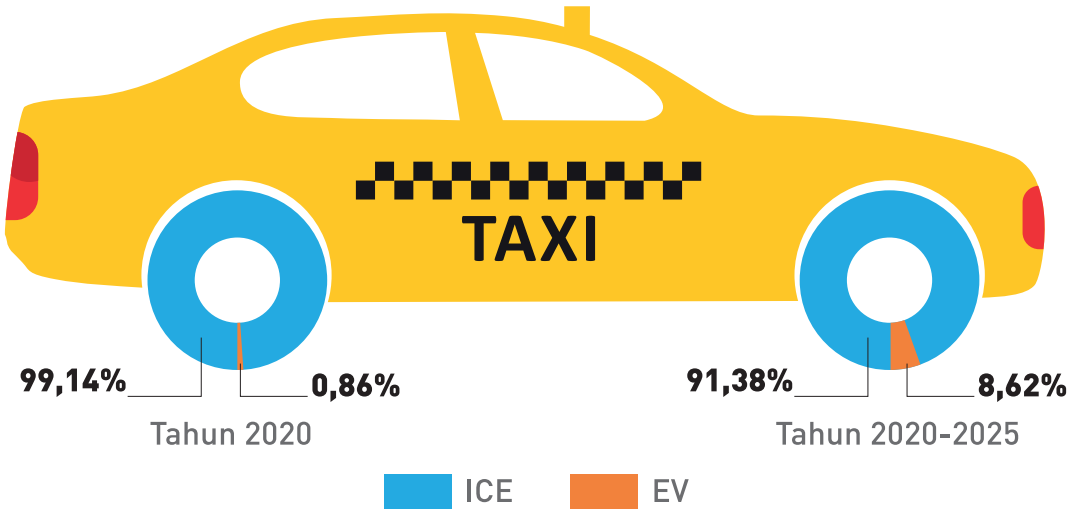
Gambar 4.5 :

Target Penggunaan EV PT Blue Bird Tbk



Sumber: Kementerian ESDM, 2019

Diasumsikan Replacement EV terhadap Armada Taksi Reguler dan Taksi Eksekutif



Sumber: Laporan Tahunan 2018 Blue Bird Group 2018, diolah

4.3 Penanggulangan Emisi Sektor Energi

Dalam beberapa waktu terakhir, Indonesia –khususnya Jakarta– menjadi perhatian dunia terkait statusnya sebagai salah satu kota besar terpolusi di dunia. Pada 28 Agustus 2019 penyedia data polusi udara www.airvisual.com mencatat Jakarta sebagai kota besar di dunia dengan kualitas udara terburuk dengan tingkat kualitas udara di angka 170, lebih tinggi dari kota-kota lain di dunia seperti Lahore (Pakistan) 168 dan Kabul (Afganistan) 167. Selain Jakarta, pada periode yang sama juga mencatat Bekasi sebagai kota terpolusi di dunia dengan kualitas udara pada angka 186.

Salah satu yang diidentifikasi sebagai penyebab menurunnya kualitas udara di Jakarta dan Bekasi adalah emisi atau gas buang kendaraan bermotor. Kombinasi jumlah kendaraan yang meningkat dan ketergantungan terhadap energi fosil merupakan penyebabnya. Karena itu pergeseran penggunaan kendaraan pribadi kepada kendaraan umum dan diversifikasi penggunaan energi kepada energi baru terbarukan (EBT) yang lebih ramah lingkungan merupakan opsi yang harus dilakukan.

Pengembangan dan pemanfaatan EBT merupakan opsi yang relevan dijalankan secara paralel baik dalam kondisi masyarakat masih tergantung dengan kendaraan pribadi maupun telah bergeser menggunakan kendaraan umum. Pertamina mencatat terdapat sejumlah potensi EBT yang dapat dikembangkan untuk memperbaiki kualitas lingkungan, terutama kualitas udara di Indonesia. Beberapa diantaranya adalah pemanfaatan *bioethanol*, energi panas bumi, energi angin, dan pengembangan gasifikasi batubara.

4.3.1 Pemanfaatan *Bioethanol*

Bioethanol merupakan energi alternatif ramah lingkungan yang dapat menggantikan BBM. *Bioethanol* dapat diproduksi dari sumber daya nabati seperti tebu, singkong, ubi dan jagung yang dapat dengan mudah dibudidayakan di Indonesia. Di samping itu, dapat dilakukan dengan mencampurkan (*blending)* bensin dengan *ethanol*. Kadar campuran *ethanol* terhadap bensin dapat mencapai level 5% (disebut E5) dan 10% (disebut E10). Dengan Bahan bakar *bioethanol* lebih ramah lingkungan dan aman bagi mesin kendaraan bermotor. Beberapa produsen otomotif mampu memproduksi bahan bakar *ethanol* murni (E100) atau dikenal dengan *Flexible Fuel Vehicle*.

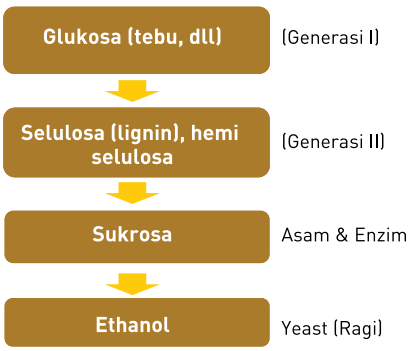
Bioethanol dapat diproduksi dari tumbuhan yang memiliki kandungan gugus zat karbohidrat baik dalam bentuk sederhana

dalam bentuk senyawa glukosa ($C_6H_{12}O_6$) maupun dalam bentuk rantai panjang yang diproses dengan proses fermentasi.

Pemrosesan *bioethanol* dari gugus glukosa tersebut merupakan reaksi sederhana atau disebut proses *bioethanol* generasi 1. Melalui teknologi saat ini, pemrosesan *bioethanol* dapat diproses lebih cepat dari biasanya. Melalui teknologi modern dapat memproduksi *bioethanol* dari gugus karbohidrat yang lebih kompleks seperti dari selulosa (*bioethanol* generasi 2). Pengembangan generasi 2 banyak dilakukan karena Indonesia memiliki ketersediaan zat selulosa yang besar. Selanjutnya, *ethanol* yang sudah dihasilkan diproses lebih lanjut hingga menjadi *biofuel* siap pakai dengan bagan proses sebagai berikut:

Gambar 4.5 :

Proses Pembuatan *Bioethanol*



Sumber : Analisis Pertamina

Sekitar dua tahun lalu, pemerintah telah mencanangkan pemberlakuan penggunaan *ethanol* (*blending* dengan bensin) 5% sebagai bahan bakar kendaraan, kemudian direvisi menjadi 2%. Mandatori tersebut tertuang dalam Peraturan Menteri (Permen) ESDM Nomor 12 Tahun 2015 Tentang Penyediaan, Pemanfaatan dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati *(biofuel)* sebagai bahan bakar lain. Permen tersebut mengamanatkan penggunaan *bioethanol* untuk usaha mikro, perikanan, pertanian, transportasi dan pelayanan umum (PSO) pada 2016 adalah sebesar 2% terhadap kebutuhan total dan meningkat sebesar 5% pada tahun 2020, dan meningkat menjadi 20% pada tahun 2025.

Terkait dengan mandat tersebut, pengembangan *bioethanol* di Indonesia menghadapi beberapa tantangan yaitu penggunaan *bioethanol* sebagai bahan bakar kendaraan harus dipastikan kesiapannya dengan para produsen kendaraan. Produksi *ethanol* di dalam negeri tercatat sekitar 50 % dari total kebutuhan dalam negeri, sehingga kebutuhan *ethanol* belum dapat sepenuhnya dipenuhi dari dalam negeri. Tantangan lain adalah tingginya biaya *ethanol* termasuk pemrosesan *blending* bensin yang berdampak terhadap tingginya harga jual *biofuel* di Indonesia. Selain itu, biaya cukai yang dikenakan pada *ethanol* sesuai dengan Peraturan Menteri

Keuangan No. 62/PMK.011/2010 dan Peraturan Direktur Jenderal Bea dan Cukai No. P-22/BC/2010, akan berdampak terhadap tingginya produk berbasis *ethanol* termasuk *biofuel*.

Untuk mendukung mandatori pemerintah, pada Maret 2019, PT Pertamina (Persero) telah melakukan inisiasi kerjasama bisnis dengan *holding* Perusahaan PT Perkebunan Nusantara III (Persero) atau PTPN III dan PT Rajawali Nusantara Indonesia (Persero) atau PT RNI untuk proyek energi terbarukan, khususnya *Crude Palm Oil* (CPO) dan *bioethanol*. Kerjasama bisnis tersebut ditandai dengan adanya penandatanganan Nota Kesepahaman antara tiga BUMN sebagai wujud sinergi dalam mendukung implementasi khususnya energi *bioethanol* di Indonesia. Kerjasama ini sebagai komitmen perusahaan BUMN dalam menyediakan energi dari sumber daya domestik yang baru dan terbarukan sehingga dapat memproduksi bahan bakar nabati yang efisien dan ramah lingkungan serta mendukung mandat pemerintah dalam bauran energi nasional pada tahun 2025.

4.3.2 Pemanfaatan Energi Panas Bumi

Panas bumi merupakan sumber energi baru dan terbarukan (EBT) yang potensial

untuk dikembangkan di Indonesia. Terdapat dua faktor utama mengapa panas bumi potensial untuk dikembangkan. Pertama, potensi panas bumi yang dimiliki Indonesia cukup besar. Data menunjukkan Indonesia menguasai sekitar 40 % potensi panas bumi dunia. Dalam konteks bisnis, pengembangan panas bumi juga lebih potensial dibandingkan jenis EBT yang lainnya. Rata-rata skala produksi listrik dari pengembangan panas bumi lebih besar dibandingkan produksi listrik dari jenis EBT yang lain. Karena itu, pengembangan proyek panas bumi umumnya akan lebih memenuhi aspek keekonomian dibandingkan jenis EBT yang lainnya. Kedua, panas bumi akan menghasilkan listrik bersih yang relevan untuk menyelesaikan permasalahan lingkungan khususnya di kota-kota besar.

Berdasarkan data *geothermal energy association*, potensi panas bumi yang dimiliki Indonesia mencapai 28.100 MW. Potensi panas bumi tersebut setara dengan 40 % potensi panas bumi dunia dan setara dengan 93 % kapasitas terpasang pembangkit listrik nasional saat ini. Akan tetapi, meski memiliki potensi yang besar perkembangan kapasitas terpasang panas bumi nasional relatif lambat. Berdasarkan data yang ada, sampai dengan tahun 2010 kapasitas terpasang panas bumi di Indonesia baru sebesar 1.197 MW atau sekitar 4,26 % terhadap total potensi. Dari kapasitas terpasang tersebut, listrik yang

diproduksikan juga baru sebesar 3,7 % terhadap total produksi listrik nasional.

Pengembangan dan pengusahaan panas bumi di Indonesia sebenarnya telah dimulai sejak 7 Februari 1983, ditandai dengan diresmikan dan mulai beroperasinya PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) Kamojang Unit I dengan kapasitas 30 MW. Sebagai payung kebijakan terhadap pengembangan panas bumi nasional, pada tahapan selanjutnya pemerintah menerbitkan beberapa regulasi dalam pengusahaan panas bumi. Beberapa regulasi yang telah diterbitkan diantaranya : (1) UU No.27 Tahun 2003 tentang "Panas Bumi"; (2) PP No.59 Tahun 2007 tentang "Kegiatan Panas Bumi"; (3) PP No.62 Tahun 2008 tentang "Fasilitas Pajak Penghasilan untuk Penanaman Modal di Bidang-Bidang Usaha Tertentu dan/atau Daerah-Daerah Tertentu"; (4) PP No.04 Tahun 2010 tentang "Penugasan Kepada PT.PLN (Persero) untuk Melakukan Percepatan Pembangunan Pembangkit Tenaga Listrik Yang Menggunakan Energi Baru Terbarukan, Batubara, dan Gas"; dan (5) Permen ESDM No.11/2008, 02/2009, 11/2009, 15/2010, 02/2011.

Akan tetapi, meski telah diusahakan sejak lama dan beberapa payung hukum kebijakan pengusahaanya juga telah diterbitkan, perkembangan panas bumi nasional sampai dengan saat ini masih dinilai belum sesuai dengan ekspektasi. Besaran rasio kapasitas terpasang terhadap potensi dan proporsi produksi listrik panas bumi terhadap produksi listrik nasional masih rendah.

Dalam perjalanannya pengembangan dan pengusahaan panas bumi nasional masih dihadapkan pada beberapa kendala sebagai berikut: (1) belum adanya titik temu dan kesepakatan harga listrik panas bumi antara penjual (pengusaha) dan pembeli (PLN); (2) izin penggunaan kawasan hutan masih bermasalah (sebagian WKP berada di hutan konservasi, hutan lindung, dan taman nasional); (3) masih terdapat masalah pada aspek pendanaan (biaya eksplorasi masih tinggi dan belum ada skema alokasi risiko, biaya Capex/kW masih tinggi, dan tidak ada jaminan Pemerintah- hanya jaminan kelayakan usaha PLN (Perpres 04/2010); (4) kepastian potensi cadangan dan kualitas uap masih menjadi masalah terkait belum adanya eksplorasi dan studi kelayakan; (5) masih relatif terbatasnya kemampuan dan pengalaman sebagian calon pengembang; dan (6) masih banyak izin yang dibutuhkan setelah IUP terbit (rekomendasi AMDAL dari Gubernur, Izin Penggunaan Air Tanah dan Air Permukaan, Izin Lokasi dari Gubernur/Bupati, Izin Pinjam Pakai Lahan dari Kementerian Kehutanan, Izin Masuk Kawasan Hutan untuk Kegiatan Eksplorasi & Eksploitasi,

Izin Tebang Pohon dari Dinas Kehutanan).

Dari sejumlah kendala yang ada, belum adanya titik temu antara penjual dan pembeli mengenai besaran harga tenaga listrik yang diproduksikan dari panas bumi merupakan kendala utama yang menyebabkan lambatnya pengembangan dan pengusahaan panas bumi nasional. Jika mengacu terhadap sudut pandang masing-masing pihak, penawaran dan permintaan harga (yang belum menemukan titik temu) pada dasarnya tidak dapat dipersalahkan. Pada satu sisi, wajar jika investor dengan pertimbangan besarnya resiko investasi (resiko eksplorasi, pengembangan, dan finansial) dalam pengusahaan panas bumi menghendaki agar harga jual listrik panas bumi minimal adalah harga yang menghasilkan *Project IRR* yang wajar. Selain itu, untuk meminimalkan resiko usaha juga sesuatu yang wajar jika investor menghendaki adanya kepastian *key term and condition* atau kontrak penjualan listrik panas bumi ke PLN *(Electricity Sales Contact - ESC)*.

Disisi lain, juga wajar jika PLN terus berupaya menurunkan Biaya Pokok Penyediaan (BPP) listrik. Karena pertimbangan tersebut, jika biaya (harga) listrik panas bumi dinilai belum kompetetitif dengan biaya listrik dari sumber-sumber energi yang telah ada, menjadi wajar jika PLN tidak akan membelinya. Berdasarkan data yang ada, saat ini harga listrik panas bumi belum kompetitif dengan listrik yang dihasilkan dari gas dan batubara. Karena pertimbangan BPP PLN dan pertimbangan bisnis investor panas bumi yang belum sejalan tersebut, sampai sejauh ini belum terdapat kesepakatan antara keduabelah pihak mengenai harga listrik panas bumi.

Pada dasarnya pengembangan panas bumi di negara-negara lain juga dihadapkan pada permasalahan yang relatif sama dengan permasalahan pengembangan dan pengusahaan panas bumi di Indonesia. Pada tahap awal pengembangan dan pengusahaan panas bumi yang masih berkorelasi dengan biaya dan resiko yang tinggi, berdampak terhadap harga jual listrik yang diproduksikan menjadi lebih mahal dibandingkan dengan harga jual listrik yang diproduksikan dari energi lain dan yang juga telah diusahakan terlebih dahulu. Karena itu, sebagai upaya menyelesaikan permasalahan tersebut, pemerintah di negara-negara lain menerapkan kebijakan dan memberikan insentif agar pengembangan dan pengusahaan panas bumi di negaranya dapat dilaksanakan dengan optimal.

Kebijakan pengembangan dan pengusahaan panas bumi yang diterapkan di negara-negara lain pada dasarnya

tidak hanya mengikat bagi produsen (investor) namun juga bersifat *mandatory* bagi konsumen. Selain menerapkan kebijakan yang bersifat wajib dan mengikat pemerintah di negara-negara lain juga memberikan berbagai insentif baik bagi konsumen maupun produsen yang ikut terlibat aktif dalam pengembangan dan pengusahaan panas bumi. Beberapa insentif pengembangan dan pengusahaan panas bumi yang umumnya diberikan oleh pemerintah di negara-negara lain adalah: (1) keringanan pajak; (2) pembebasan bea impor barang-jasa terkait pengusahaan panas bumi; (3) pemberian subsidi; (4) pemberian pinjaman lunak; (5) penyediaan dana riset dan pengembangan yang ditanggung oleh pemerintah; dan (6) memberikan kemudahan perizinan usaha bagi investor.

Berikut adalah beberapa bentuk kebijakan dan insentif yang diberikan oleh pemerintah di negara-negara lain sebagai upaya untuk meningkatkan pengembangan dan pengusahaan panas bumi di negaranya masing-masing:

Tabel 4.5 :

Bentuk Kebijakan Pengembangan Panas Bumi di Beberapa Negara

Negara	Bentuk Kebijakan
Amerika	- Menetapkan target standar energi terbarukan di masing-masing Negara Federal masing-masing antara 15% - 33% terhadap total bauran energi - Memberikan subsidi pajak investasi sampai dengan 30 % oleh Pemerintah Federal untuk proyek-proyek panas bumi yang baru - Menerbitkan obligasi negara dan daerah senilai 1.6 Milyar USD untuk pengembangan energi terbarukan termasuk panas bumi - Memberikan jaminan pinjaman sampai dengan 6 Milyar USD untuk pengembangan teknologi panas bumi - Adanya keterlibatan aktif Kementerian/Lembaga yang bertanggungjawab dalam pengelolaan hutan, pengelolaan tanah, dan pengelolaan lingkungan, serta memberikan kemudahan dalam pinjam pakai lahan/hutan - Pemerintah menyediakan tidak kurang dari 400 Juta USD untuk *Geothermal Tecnologies* Program (GTP) - Departemen Energi menyediakan tidak kurang dari 338 Juta USD sebagai dana penghargaan bagi pengembang panas bumi yang memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh pemerintah

Negara	Bentuk Kebijakan
Philipina	- Menerbitkan beberapa peraturan perundangan diantaranya: *Renewable Energy Law (2008), Resource Management Act (1991), Empowering Act (1976), Geothermal Energy Regulation (1961),* dan *Geothermal Energy Act (1953)* - Memberikan *tax holiday* selama tujuh tahun pertama dalam pengembangan panas bumi, membebaskan pajak kredit karbon, dan menetapkan target pemenuhan energi oleh kemampuan domestik sekitar 60% pada 2010 - Menetapkan tarif PPN dalam pengembangan panas bumi sebesar 0 % - Membebaskan pajak impor yang terkait pengembangan panas bumi selama 10 tahun pertama - Memberikan 100% kredit pajak atas penggunaan barang dan jasa domestik dalam pengembangan panas bumi - Menatapkan *Corporate Tax Rate* sebesar 10 % setelah masa 7 tahun *tax holiday* selesai - Hanya mengenakan 1.5 % pajak atas peralatan dan mesin yang digunakan untuk pengembangan panas bumi - Memberikan jaminan bahwa *net operating lost* selama tujuh tahun pertama dapat di *carry over* - Menetapkan pengaturan akses sumber daya alam dan fisik seperti tanah, udara dan air untuk penggunaan sumber daya berkelanjutan - Memberikan insentif untuk pengembangan operasional panas bumi - Menetapkan bahwa dewan kota *Rotorua* dapat membuat ketentuan untuk melakukan kontrol dan menekankan atas penggunaan energi panas bumi di kota *Rotorua*
Mexico	- Pemerintah Mexico menyediakan kebijakan insentif untuk mendorong pengembangan dari sumber energi terbarukan termasuk energi panas bumi - Memberikan pengembalian 100 % atas biaya invetasi yang dikeluarkan oleh investor selama 1 tahun pertama - Mendirikan Mexican *State Power Company* yang ditugaskan untuk melakukan pengembangan dan pengusahaan panas bumi

Negara	Bentuk Kebijakan
Italy	- Mewajibkan perusahaan-perusahaan di Italy untuk menggunakan listrik dari energi terbarukan (termasuk panas bumi) minimal 7,55 % dari total konsumsi listrik - Memberikan dana hibah untuk melakukan pengembangan panas bumi - Memberikan insentif perpajakan dan pungutan-pungutan lain selama 15 tahun sejak pertama pengembangan panas bumi - Menetapkan besarnya tarif listrik dari pengusahaan panas bumi *fixed* sebesar 20 Cent EURO/kWh selama 15 tahun
New Zealand	- Menerbitkan beberapa perturan perundangan terkait diantaranya: *Electricity Industry Refor Act Amandement (2008), Projects to Reduce Emissions (2003), dan Energy Efficiency and Conservation Act (200)* - Memberikan insentif perpajakan dan kemudahan lain bagi pembangkit listrik yang menggunakan energi terbarukan (termasuk panas bumi) - Memberikan anggaran karbon kredit atas penurunan emisi akibat pengembangan panas bumi - Menekankan dan memberikan tempat yang istimewa terhadap pengembangan energi terbarukan
Iceland	- Menyusun kebijakan jangka panjang untuk menurunkan pencemaran lingkungan yang berkonsentrasi pada pengembangan panas bumi - Melakukan riset dan inovasi untuk meningkatkan kemampuan SDM dalam pengembangan teknologi energi terbarukan dan ramah lingkungan untuk kemudian diterapkan di negaranya dan diekspor - Melakukan riset yang mendalam untuk menurunkan kadar CO_2 dalam pengembangan panas bumi - Berkonsentrasi pada pengembangan teknologi panas bumi untuk mengatasi isu pencemaran lingkungan dan pemanasan global

Negara	Bentuk Kebijakan
Jepang	- Menetapkan tarif yang kompetitif untuk harga jual energi listrik yang dihasilkan dari panas bumi dan energi terbarukan - Menetapkan kebijakan bahwa pemenuhan energi domestik harus dipenuhi dari kombinasi optimal dari kemampuan lokal dan sumber energi terbarukan - Melibatkan peran aktif sektor swasta dalam melakukan riset dan pengembangan panas bumi - Menyiapkan anggaran sebesar 30.9 Milyar Yen pada tahun anggaran 2008 untuk projek pengembangan energi terbarukan, khususnya panas bumi - Memberikan insentif dan subsidi terhadap pengembangan dan pengusahaan panas bumi
El Salvador	- Membebaskan semua jenis pungutan pajak terhadap pengembangan dan pengusahaan panas bumi untuk projek-projek dengan kapasitas terpasang di bawah 10 MW selama 10 tahun pertama - Berkonsentrasi untuk melakukan diversifikasi energi dan meningkatkan peran energi terbarukan, utamanya panas bumi - Memberikan pinjaman lunak dan asistensi dalam pembiayaan selama dalam tahap studi kelayakan pengembangan panas bumi
Kenya	- Menetapkan besaran tarif yang kompetitif untuk listrik yang dihasilkan oleh panas bumi - Mengembangkan teknologi untuk pengembangan dan pengusahaan panas bumi - Menugaskan Bank tertentu untuk membantu pembiayaan dan mendorong pengembangan dan pengusahaan panas bumi - Membentuk perusahaan khusus yaitu *Geothermal Development Company* (GDC) yang ditugaskan untuk mengembangkan pengusahaan panas bumi

Sumber: Geothermal Energy Association, 2018

Terkait dengan adanya beberapa permasalahan tersebut, agar pengembangan dan pengusahaan panas bumi nasional dapat dijalankan dengan optimal, diperlukan kebijakan terobosan dan intervensi pemerintah. ***Pertama***, terkait perizinan perlu adanya desain perizinan pengembangan dan pengusahaan panas bumi yang lebih mudah dan sederhana. Dalam hal ini terkait dengan urusan birokrasi lintas sektoral dan lintas regional (urusan dengan Pemeintah Deerah) agar menjadi domain dan tanggungjawab Pemerintah Pusat dalam hal ini Kementerian Teknis (Kementerian ESDM), bukan domain (diserahkan) kepada investor. ***Kedua,*** pemerintah perlu melakukan intervensi untuk mengantisipasi terjadinya kegagalan pasar sehubungan belum adanya kesepakatan harga listrik panas bumi. Pemerintah perlu segera memutuskan dan menetapkan harga panas bumi yang wajar berdasarkan aspek bisnis sehingga dapat menarik investasi dan minat investor. ***Ketiga***, sebagai konsekuensi dari keputusan dan penetapan harga panas bumi tersebut, pemerintah diharapkan menjadi fasilitator dan menjembatani kepentingan investor dan pembeli (PLN).

Terkait dengan kebijakan harga listrik panas bumi tersebut, pilihan rumusan kebijakan fiskal dalam bentuk pemberian subsidi terhadap selisih harga yang mampu dibeli oleh PLN dengan harga yang ditawarkan investor panas bumi, dan/atau memberikan insentif dalam bentuk pembebasan kewajiban pajak dan pungutan-pungutan lain kepada investor terkait pengembangan dan pengusahaaan panas bumi selama durasi waktu tertentu adalah pilihan kebijakan yang harus segera diputuskan oleh pemerintah. Keputusan pemerintah dalam menetapkan rumusan kebijakan fiskal tersebut merupakan faktor penting untuk mendukung dan mendorong optimalisasi pengembangan dan pengusahaan panas bumi di Indonesia.

4.3.3 Pemanfaatan Energi Angin

Pemanfaatan energi angin dapat menjadi sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki potensi energi angin yang besar. Sejumlah wilayah di Indonesia memiliki potensi menghasilkan energi listrik dari angin lebih dari 100 Megawatt (MW), dengan total potensi seluruhnya sekitar 60.647 MW atau 60,65 GW dengan kapasitas terpasang keseluruhan saat ini sekitar 3,1 MW. Berdasarkan analisis dan pemetaan potensi energi angin yang telah dilakukan, berikut detail wilayah dengan potensi energi angin besar di Indonesia:

Gambar 4.6 :

Potensi Energi Angin Indonesia (per Wilayah)

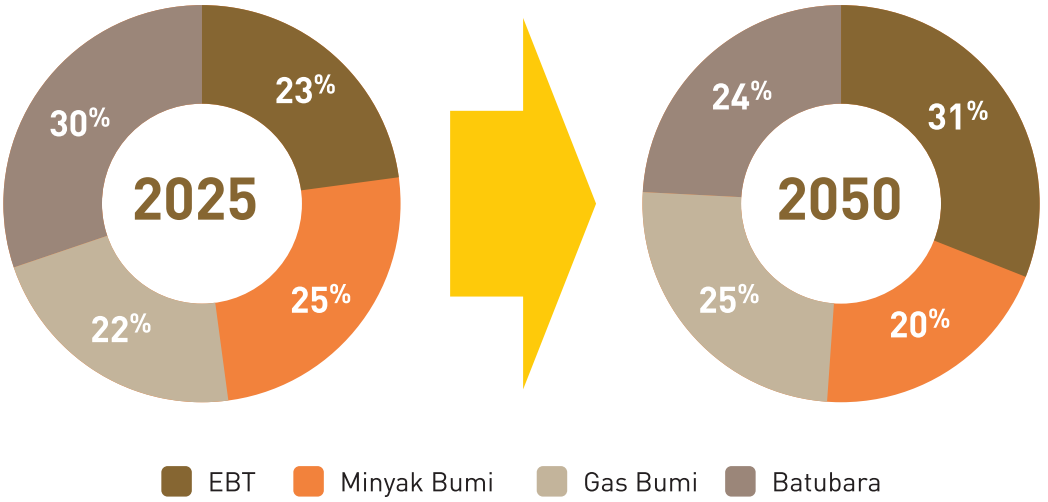
Potensi Energi Angin >= 100 MW	
Nama Wilayah	Kapasitas (MW)
Sukabumi	170
Garut	150
Lebak	150
Pandeglang	150
Lombok	100

Potensi Energi Angin < 100 MW	
Nama Wilayah	Kapasitas (MW)
Tanah Laut	90
Sidrap	75
Jeneponto	72
Bantul	50
Kupang	20
Timur Tengah Selatan	20
Buton	15
Ambon	15
Gunung Kidul	10
Belitung Timur	10
Selayar	5
Kei Kecil	5
Saumlaki	5
Sumba Timur	3

Sumber: Kementerian ESDM (2016).

Tabel 4.7 :

Target Bauran Energi Nasional



Sumber : RUEN (2017), diolah.

Pengembangan dan pemanfaatan energi baru terbarukan termasuk energi angin sebagai tulang punggung energi nasional tercatat diupayakan pemerintah untuk mencapai target bauran energi nasional dari EBT sebesar 23% dan 31% masing-masing pada tahun 2025 dan 2050 mendatang.

Pemerintah Indonesia terpantau semakin serius mengembangkan energi terbarukan bagi Indonesia, khususnya energi angin. Salah satu upaya konkret pemerintah dalam hal ini adalah diterbitkannya Perpres Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional, yang diantaranya direalisasikan dengan beroperasinya beberapa proyek energi terbarukan untuk mencapai target kebutuhan listrik nasional sebesar 35.000 megawatt (MW).

Salah satu proyek energi angin yang telah dilakukan pada pertengahan tahun 2018, tepatnya Juli 2018, adalah proyek Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Sidenreng Rappang (Sidrap). PLTB Sidrap terletak di Desa Mattirotasi, Kecamatan Watang Pulu, Kabupaten Sidrap, Sulawesi Selatan yang mampu menghasilkan energi listrik sebesar 75 MW. PLTB ini diproyeksikan akan mampu mengaliri listrik 70.000 pelanggan di wilayah Sulawesi Selatan dengan daya listrik rata-rata 900 Volt Ampere (VA).

Potensi energi angin yang besar yang dimiliki Indonesia, ternyata memiliki beberapa kendala dan tantangan di dalam pengembangannya, diantaranya adalah:

- Kecepatan angin relatif rendah
- Kecepatan angin di wilayah Indonesia berada dalam kisaran rata-rata 3 meter per detik, sementara kecepatan minimum untuk memutar baling-baling turbin memerlukan kecepatan angin sekitar 5 meter per detik.
- Biaya investasi yang masih tinggi
- Pengembangan energi angin di Indonesia ini masih dalam tahap percobaan atau penelitian dan masih relatif baru. Penelitian untuk mengembangkan teknologi energi angin saat ini masih memerlukan biaya yang cukup mahal sementara tata kelola energi terbarukan di Indonesia belum sepenuhnya optimal.
- Biaya produksi yang tinggi
- Biaya investasi yang tinggi dalam penerapan dan pengembangan teknologi energi angin akan berimplikasi pada biaya produksi atau biaya operasional yang tinggi. Biaya operasional dalam proses mulai dari turbin hingga ke *storage* dan output yang dihasilkan menjadi semakin mahal.
- Kewajiban pemberlakuan tarif listrik yang murah

Masyarakat cenderung mengharapkan tarif dasar listrik serendah mungkin. Kesadaran sebagian besar konsumen/pelanggan umumnya masih cukup rendah yang kurang mempedulikan asal atau sumber energi listrik yang dihasilkan.

Berdasarkan sejumlah tantangan yang dihadapi tersebut, masyarakat dan pemerintah perlu untuk bersinergi agar mampu memberikan solusi terbaik dalam pemanfaatan dan pengembangan energi listrik yang berasal dari energi angin. Pengembangan energi listrik yang berasal dari tenaga angin diharapkan lebih memiliki prospek ke depannya meskipun bukan dalam skala besar.

Pertamina sebagai perusahaan energi nasional telah mulai merintis pengembangan bisnis energi angin yang dimulai sejak tahun 2010 melalui penandatanganan Nota Kesepahaman dengan Balitbang ESDM yang telah ditandatangani oleh Direktur Hulu Pertamina dan Kepala Badan Litbang ESDM pada tanggal 17 September 2010.

Salah satu implementasi dari Nota Kesepahaman tersebut, Pertamina telah melakukan studi kelayakan potensi dan komersialisasi energi angin di Indonesia. Studi dilakukan Pertamina

dengan Balitbang ESDM yaitu Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (P3TKEBTKE). Di samping itu, Pertamina juga bekerjasama dengan lembaga Meteorologi ITB. Hasil dari studi menjadi referensi atau basis dalam pengembangan energi angin, khususnya sebagai diversifikasi energi baru dan terbarukan.

Selain bekerjasama dengan kedua lembaga tersebut, Pertamina juga bekerjasama dengan PT Viron Energy terkait penyusunan kajian potensi pengembangan PLTB. Kerja sama dilakukan melalui penandatanganan Nota Kesepahaman Bersama pada tanggal 24 Oktober 2013 yang ditandatangani oleh Direktur Perencanaan Investasi dan Managemen Risiko (PIMR) Pertamina dan Direktur PT Viron Energy.

Kerja sama bisnis pengembangan energi angin tersebut menegaskan Pertamina memiliki komitmen kuat terhadap pengembangan energi terbarukan di Indonesia yang sejalan dengan target bauran energi nasional. Perlu adanya dukungan yang kuat terhadap Pertamina dan pemerintah untuk dapat terus terlibat aktif dalam proyek energi angin. Dengan keterlibatan tersebut dapat menjadikan Pertamina sebagai perusahaan energi nasional yang semakin terdepan di dalam mengembangkan dan melakukan komersialisasi energi angin menjadi energi listrik.

4.3.4 Pengembangan Gasifikasi Batubara

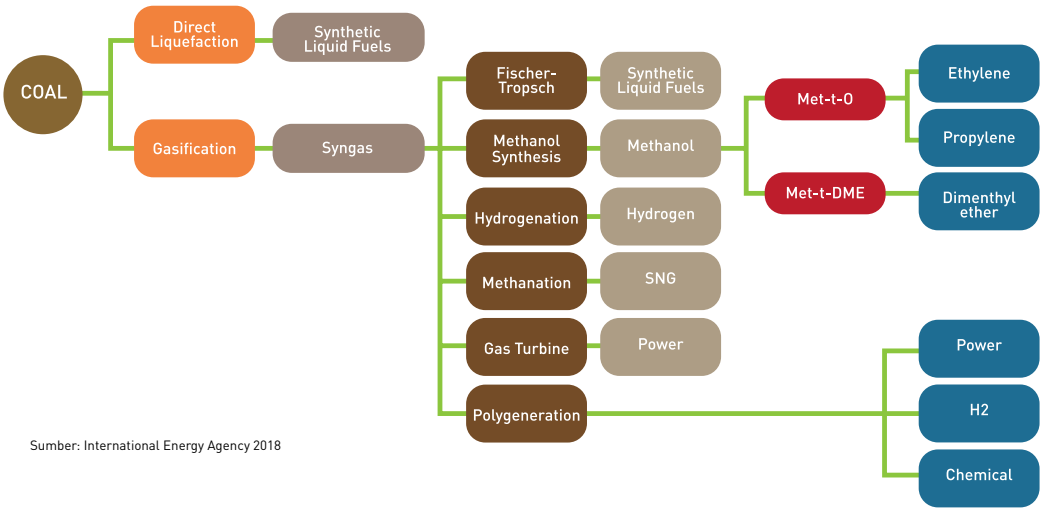
Konversi batubara menjadi energi bersih penting untuk mengakomodasi isu lingkungan. Dengan proses gasifikasi ataupun *direct liquefaction*, batubara dapat menghasilkan energi yang lebih bersih, rendah karbon ataupun komponen polusi udara lainnya. Dari proses gasifikasi akan menghasilkan suatu gas yang disebut *syngas* dimana kompenen utamanya adalah gas CO dan H_2. Dengan *treatment* khusus *Syngas* dapat diolah menjadi berbagai produk ramah lingkungan seperti *ethylene, propylene, dimethyl ether* (DME).

a. **Pengolahan Hilir Batubara**

Pengolahan hilir batubara memiliki produk turunan yang berguna untuk bahan baku beberapa industri seperti *power plant, smelting iron, petrochemical, fertilizer* dan *fuel* (bahan bakar). Dengan menggunakan proses gasifikasi, batubara dapat menghasilkan produk akhir berupa *Dymethil Ether* (DME) yang berguna sebagai alternatif pengganti bahan bakar. Secara umum, proses pembuatan DME bermula ketika proses gasifikasi batubara menghasilkan *syngas*. Selanjutnya,

Tabel 4.8 :

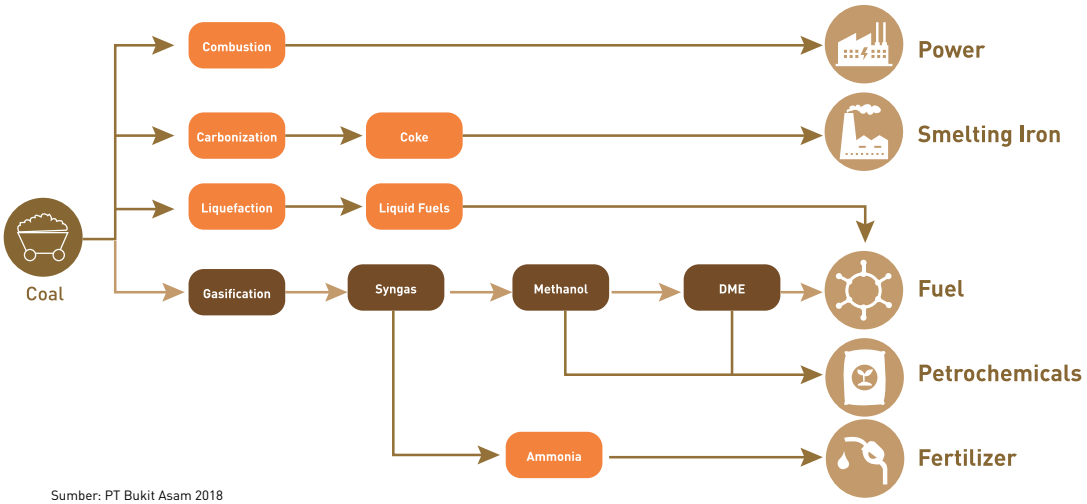
Produk Turunan dari Pengolahan Batubara untuk Menghasilkan *Clean Energy*



Sumber: International Energy Agency 2018

Tabel 4.9 :

Diversifikasi Produk Turunan dari Batubara



Sumber: PT Bukit Asam 2018

methanol terbentuk dengan mereaksikan sintesa katalis pada tekanan rendah yang melibatkan proses oksidasi parsial dari *syngas*. Penerapan dari Gas DME ini bermanfaat sebagai *power generation fuel*, *transporation fuel, aerosol propellant*, dan sebagai bahan substitusi LPG.

b. Inisiatif Pengembangan Batubara Menjadi DME

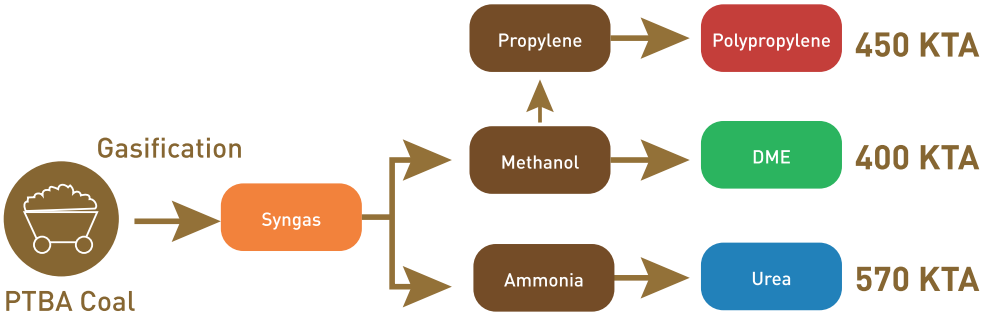
Proyek pengembangan DME dari batubara akan mulai dikembangkan di dua tambang milik PT Bukit Asam yaitu di Tanjung Enim dan Peranap. Kedua tambang tersebut menghasilkan batubara dengan tipe *lignite* dengan GAR masing 4200 kcal/kg (Tanjung Enim) dan 2715 kcal/kg (Peranap).

Pada 8 Desember 2017, PT Bukit Asam menandatangani *Head of Agreement* (HoA) dengan PT Pertamina, PT Pupuk Indonesia, dan PT Chandra Asri untuk berkerjasama dalam pengembangan batubara menjadi Urea, DME, dan *Polypropylene* di mulut tambang batubara PT Bukit Asam yang berlokasi di Tanjung Enim. Proyek ini akan menghasilkan Urea sebesar 570 KTA, DME sebesar 400 KTA, dan *Polypropylene* sebesar 450 KTA dengan total kapasitas produksi sebesar 1420 KTA.

PT Bukit Asam berencana untuk mengembangkan Batubara menjadi *gas plant* untuk mengkonversi batubara tipe *low rank* (GAR 2,715 kcal / kg) di daerah IUP Peranap, Riau, menjadi *Synthetic Natural Gas* (SNG) and *Dimethyl Ether* (DME). SNG akan dikirimkan ke jaringan

Tabel 4.10 :

Kapasitas Produksi dari Pengembang Proyek Batubara di Tanjung Enim



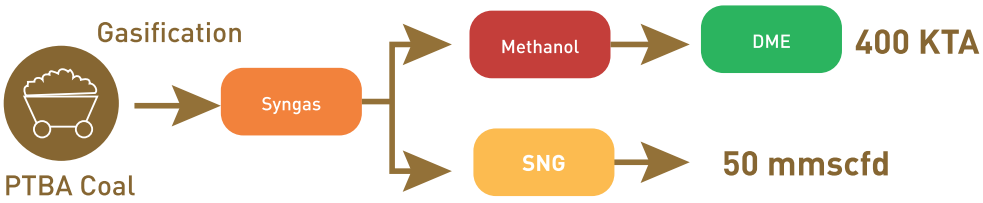
Sumber: PT Bukit Asam 2018

pipa gas terdekat untuk didistribusikan ke konsumen. Sedangkan untuk DME akan digunakan sebagai bahan campuran LPG yang diharapkan dapat menurunkan impor LPG dan dapat mendukung ketahanan energi nasional.

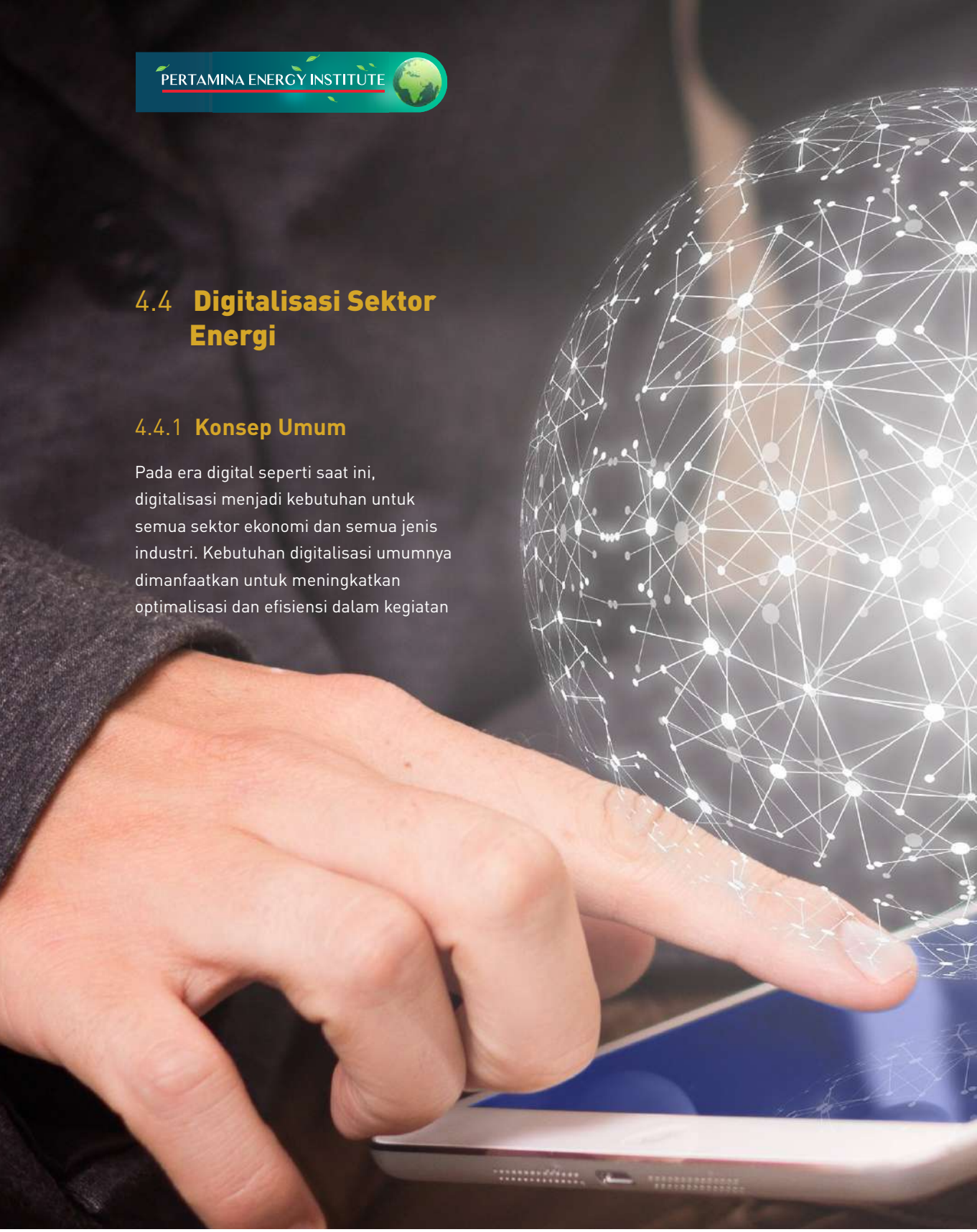
Melihat potensi sumber daya batubara di Indonesia yang sangat melimpah khususnya untuk jenis *low-rank*, Indonesia dapat memanfaatkannya dengan cara mengkonversinya kedalam produk yang lebih bersih yaitu DME, SNG, Urea, *Polypropylene*, dan lainnya. Dari segi keekonomian, produk-produk tersebut memiliki nilai keekonomian yang tidak terlalu menguntungkan akibat bertambahnya proses pengolahan. Oleh karena itu dibutuhkan banyak dukungan dari pemerintah, produsen, konsumen dan asosiasi lainnya untuk menjalankan *project clean energy* dari batubara.

Tabel 4.11 :

Kapasitas Produksi dari Pengembang Proyek Batubara di Peranap



Sumber: PT Bukit Asam 2018



4.4 Digitalisasi Sektor Energi

4.4.1 Konsep Umum

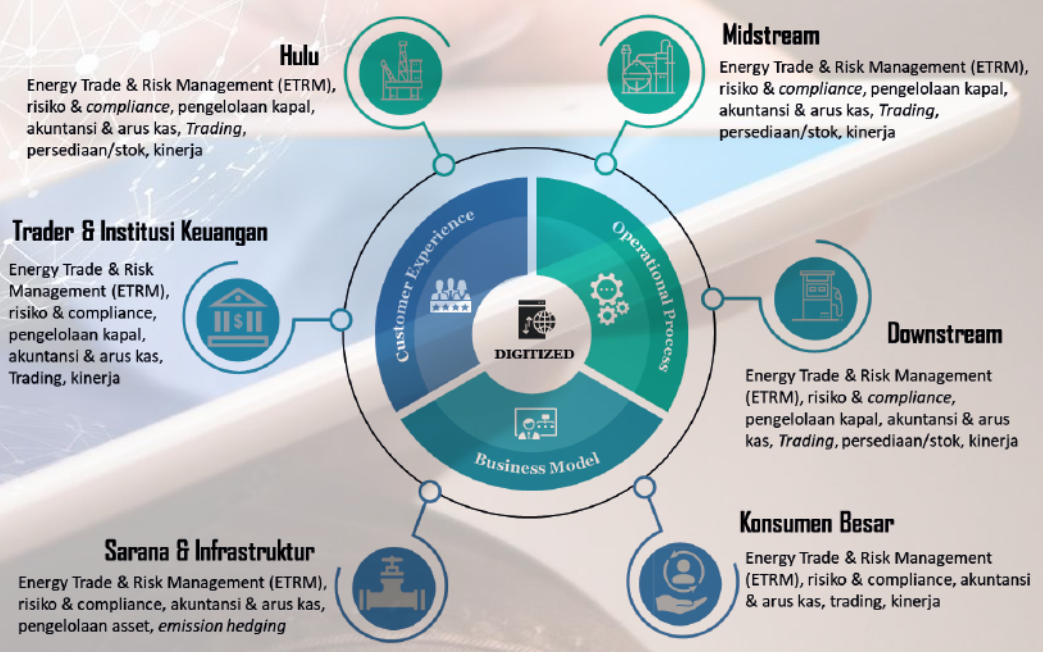
Pada era digital seperti saat ini, digitalisasi menjadi kebutuhan untuk semua sektor ekonomi dan semua jenis industri. Kebutuhan digitalisasi umumnya dimanfaatkan untuk meningkatkan optimalisasi dan efisiensi dalam kegiatan

operasional bisnis. Digitalisasi juga diperlukan dalam sektor atau bisnis energi. Dalam hal ini, bisnis energi seperti bisnis komoditas lain, memiliki beberapa tantangan. Salah satunya adalah kebutuhan untuk menghubungkan pelaku usaha, data, serta piranti ke dalam *supply chain.*

Selain hal di atas, tantangan yang dihadapi adalah pertumbuhan volume data yang besar yang menuntut pemahaman (*data analytic*) lebih cepat. Untuk menjawab

Tabel 4.12 :

Membangun Hubungan Melalui Digitalisasi



Sumber: Analisis Pertamina 2019

tantangan tersebut perusahaan di sektor energi memerlukan penyesuaian untuk menjadi lebih gesit, berinovasi lebih cepat, bereaksi secara *real time*, serta fleksibel terhadap perubahan pasar.

Digitalisasi dapat menghubungkan unit bisnis hulu, *midstream* dan *downstream*, *trader* dan institusi keuangan, sarana dan infrastruktur, serta konsumen utama. Adapun gambaran digitalisasi dalam membantu pengelolaan perubahan adalah sebagai berikut:

Digitalisasi dapat membantu perusahaan dalam merespon dinamika bisnis dengan lebih cepat. Karena itu digitalisasi akan menciptakan efisiensi, meningkatkan margin, komunikasi bisnis lebih aman, dan mendekatkan perusahaan dengan kebutuhan pelanggan. Hasil riset McKinsey & Co menunjukkan perusahaan yang agresif mendigitalkan rantai pasokan dapat meningkatkan pendapatan tahunan sekitar 3,2%.

Tabel 4.13 :

Digitalisasi Membantu Pengelolaan Perubahan

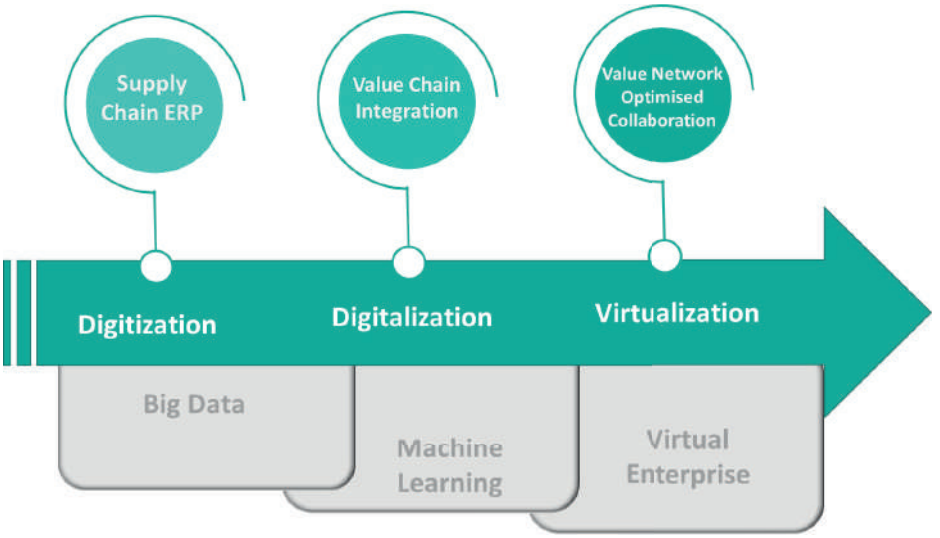
Sumber: Analisis Pertamina 2019

Saat ini perkembangan *digitization* telah beradaptasi menjadi *digitalization virtualization*. Fase *digitization* telah dijalani industri melalui penggunaan ERM *supply chain* dan pengambilan keputusan yang bertumpu pada manusia. Pada fase ini *machine analytics* membantu pengolahan data untuk mendukung pengambilan keputusan yang dilakukan manusia. Sementara pada fase *digitalization* mulai dilakukan integrasi *value chain* dan pengambilan keputusan berbasis pada optimasi pengembangan *machine analytics* ke *machine learning* (*digital twin*). Pada fase *virtualization* terjadi perubahan dari integrasi *value chain* menjadi *optimised collaboration value network* melalui *virtual enterprise*.

Sektor energi memiliki cakupan yang luas dari hulu ke hilir dengan salah satu contoh digitalisasi pada bisnis pengolahan. Bisnis pengolahan memiliki margin terbatas (*spread* antara *feed* dan produk) sehingga penggunaan digitalisasi penting untuk mengoptimalkan margin terutama

Tabel 4.14 :

Perkembangan *Digitization - Virtualization*



Sumber: Analisis Pertamina 2019

process controls dengan perkembangan transformasinya selama 30 tahun dimulai dari analog ke basis operasi manual sampai menjadi sistem terotomasi untuk melakukan optimasi berkelanjutan.

Potensi digitalisasi pada sektor pengolahan salah satunya penggunaan *artificial intelligence* dalam optimasi pemilihan minyak mentah untuk *feed* kilang, penggunaan otomasi robotika untuk pekerjaan berbahaya, implementasi nirkabel dan proliferasi sensor untuk mengenali korosi, *augmented reality* untuk kegiatan pelatihan, implementasi *blockchain*, serta perencanaan dan penjadwalan pemeliharaan. Keuntungan penerapan digitalisasi di pengolahan diantaranya meningkatkan kemampuan memenuhi produk sesuai spesifikasi, meningkatkan *throughput*, dan mengurangi biaya.

4.4.2 Implementasi di Pertamina

Pertamina telah melakukan *digital transformation* yang tidak hanya "memindahkan" proses bisnis ke *platform digital* tetapi juga melakukan perubahan holistik yang meliputi *process*, *people*, *and technology*. Terdapat 4 pilar utama sebagai filosofi *digital transformation* Pertamina yaitu: fokus pada tema utama transformasi digital, *business-led*, Pertamina *integrated*, dilakukan secara holistik, serta fleksibilitas dalam pengembangan solusi. Pada tahun 2018, digitalisasi memasuki fase 1 – *build foundation* dengan *deliverables* utama sebagai berikut:

- Digitalisasi SPBU melalui implementasi *point of sales system* Pertamina.
- B2B – CLM melalui *MyPertamina for business.*
- *Logistic Planning System* melalui pembangunan aplikasi *auto planning logistic system* dan *rollout* aplikasi *MS2 Mobile*;
- *Integrated SCM Planning* melalui *joint operation dashboard.*
- *Predictive Maintenance* melalui konsep *predictive maintenance* dan pemilihan metode pengembangan dan solusi.
- *Integrated GGR* melalui *integrase* dan standarisasi aplikasi GGR berbasis *Cloud.*
- SSO/SSC melalui *roadmap* SSC *multi tower* serta implementasi *wave 1* Fungsi Keuangan.
- Digital HSSE melalui implementasi *visitor management system.*
- *Corporate Command Center* melalui pembangunan *content corporate commend center*.

Transformasi digital Pertamina untuk tahun 2019 fokus pada 5+1 prioritas utama yaitu *loyalty program, digital refinery, knowledge management & best practise in upstream, digital procurement, corporate digitalization*, dan digitalisasi SPBU & Terminal BBM. Pemilihan prioritas utama tahun 2019 tersebut sejalan dengan kebutuhan perkembangan bisnis serta potensi manfaat yang diperoleh.

Transformasi *digitalization* Pertamina akan memberikan efisiensi serta *competitive advantage* bagi Pertamina untuk beradaptasi dengan lingkungan bisnis. Digitalisasi yang dilaksanakan saat ini merupakan pondasi bagi perusahaan untuk menuju *Virtual Enterprise*. Transisi tersebut dilaksanakan beririsan (tidak *sequential*) karena beberapa bisnis telah menerapkan *value network optimized collaboration.*

Sebagai perusahaan energi, Pertamina dituntut mengembangkan dan mengimplementasikan teknologi untuk meningkatkan kapabilitas dan kualitas perusahaan. Tuntutan lingkungan bisnis tersebut dijawab Pertamina diantaranya melalui program *Breakthrough Project* (BTP) 2019 dimana Pertamina akan membuat beberapa aplikasi untuk menunjang kegiatan operasional perusahaan.

4.4.3 BTP Digitalisasi SPBU

Sejalan dengan berkembangnya teknologi, Pertamina secara bertahap menyesuaikan teknologi yang digunakan untuk dapat menjaga level daya saing di era digital. Melalui program BTP digitalisasi SPBU, Pertamina akan mengimplementasikan *software* dan *hardware* di seluruh SPBU Pertamina di Indonesia. Digitalisasi SPBU ditargetkan beroperasi di 5.518 SPBU pada akhir Desember 2019. Dengan adanya implementasi perangkat tersebut, Pertamina dapat memantau penjualan per hari secara *real-time* dan *reliable*.

4.4.4 BTP *Digital Procurement*

Digital Procurement menjadi salah satu fokus dari Digital Transformation Pertamina yang telah ditetapkan oleh Digital Steering Committee untuk dikembangkan pada tahun 2019. Melalui aplikasi Digital Procurement, akan tersedia *digital tool* untuk mendukung proses pengadaan yang dilakukan secara *end-to-end* yang mana akan tersedia *dashboard inventory* untuk meningkatkan pengawasan dan sentralisasi *procurement.*

PERTAMINA ENERGY INSTITUTE
HEATING MEDIUM

- Arthur D Little. 2016. *Battery Electric Vehicles vs. Internal Combustion Engine Vehicles.* Arthur D Little, Paris.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Indikator Ekonomi Buletin Statistik Bulanan Agustus 2018.* Badan Pusat Statistik, Jakarta
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Indikator Ekonomi Buletin Statistik Bulanan Agustus 2018.* Badan Pusat Statistik, Jakarta
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Proyeksi Penduduk Indonesia 2015 - 2045.* Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Laporan Bulanan Data Sosial Ekonomi Edisi 110 Juli 2019.* Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Bank Indonesia. 2018. *Laporan Kebijakan Moneter Triwulan IV 2014*. Bank Indonesia, Jakarta.
- Bank Indonesia. 2018. *Laporan Kebijakan Moneter Triwulan IV 2018.* Bank Indonesia, Jakarta.
- Blue Bird Group. 2018. *Laporan Tahunan 2018 Blue Bird Group.* Blue Bird Group, Jakarta.
- Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG).2011. *The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything.* Cisco Internet Business Solutions Group, Singapore.
- Diamond, D., 2009. *The Impact of Government Incentives for Hybrid-Electric Vehicles*. Evidence from U.S. states. Energy Policy 37 (3), 972–983.
- Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. 2016. *Statistik EBTKE 2016.* Kementerian ESDM, Jakarta.
- Energy Information Administration (EIA).2019. *Annual Energy Outlook 2019 with Projections to 2050*. U.S. Department of Energy, Washington, DC.
- European Environment Agency (EEA). 2015. *Assessment of Global Megatrends* —http://www.eea.europa.eu/themes/scenarios/global-megatends diakses 12 Agustus 2019.
- FAO, IFAD and WFP. 2014. *The State of Food Insecurity in the World 2014*, *Strengthening the Enabling Environment for Food Security and Nutrition*.FAO, Rome.
- Gaikindo. 2018. *Indonesian Automobile Industry Data.* https://www.gaikindo.or.id/indonesian-automobile-industry-data/ diakses 08 September 2019.
- Huda, M. et al (2019). *The Futute of Electric Vehicles to Grid Integration in Indonesia*. Energy Procedia 158 (2019) 4592-4597.
- International Energy Agency (IEA). 2018. *World Energy Outlook 2018*. International Energy Agency, Paris.
- International Gas Union (IGU).2018. 2018 *World Gas LNG Report.* International Gas Union, Barcelona.
- International Gas Union (IGU).2019. 2019 *World Gas LNG Report.* International Gas Union, Barcelona.
- International Monetary Fund (IMF). 2019. *World Economic Outlook: July 2019.* International Monetary Fund, Washington, DC.
- International Renewable Energy Agency (IRENA). 2019. *Renewable Energy Statistics 2019.* International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Karabarbounis, L. and Neiman, B. 2014. *'The global decline of the labor share'*, *The Quarterly Journal of Economics 129, 61–103.*
- Kementerian ESDM. 2018. *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2017.* Kementerian ESDM, Jakarta.
- Kementerian ESDM. 2019. *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2018.* Kementerian ESDM, Jakarta.
- Kementerian PPN/Bappenas. 2019. *Visi Pembangunan Industri Manufaktur 2045.* Indonesia Industrial Summit 2019.
- Kupper, D. et al. 2018. *The Future of Battery Production for Electric vehicles*. Boston Consulting Group.https://www.bcg.com/publications/2018/future-battery-productionelectric- vehicles.aspx

- Marine Power System.2017. *Making Wave Power Work.* Marine Power Sistem, Swansea
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).2012. *Global Material Resource Outlook to 2060.* Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC).2018.*World Oil Outlook 2018*. Organization of the Petroleum Exporting Countries, Vienna.
- Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC).2019.*Monthly Oil Market Report June 2019*. Organization of the Petroleum Exporting Countries, Vienna.
- Pertamina Energy Institute (PEI). 2019. *Buletin Pertamina Energy Institute Edisi 01 2019*. Pertamina Energy Institute, Jakarta.
- Pertamina Energy Institute (PEI). 2019. *Buletin Pertamina Energy Institute Edisi 02 2019*. Pertamina Energy Institute, Jakarta.
- PT. Bukit Asam Tbk. 2018 . *Potential Coal Reserves for DME Project in Indonesia.* PT. Bukit Asam Tbk.
- PWC. 2016. *Five Megatrends and Their Implications for Global Defense Security*. PricewaterhouseCoopers, London.
- Renn, O. and Roco, M. C. 2006. *Nanotechnology and The Need for Risk Governance, Journal of Nanoparticle Research 8, 153–191*.
- Republik Indonesia. 2017. *Peraturan Presiden No 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional.* Sekretariat Negara Republik Indonesia, Jakarta.
- Roberts, D. (2017, November 21). *New global survey reveals that everyone loves green energy - especially the Chinese. Retrieved from vox*: www.vox.com/energy-andenvironment/ 2017/11/20/16678350/global-support-clean-energy diakses 11 September 2019.
- Roberts, D. (2018, October 11). *Utilities have a problem: the public wants 100% renewable energy, and quick. Retrieved from vox*: www.vox.com/platform/amp/energyand- environment/2018/9/14/17853884/utilities-renewable-energy-100-percent-publicopinion diakses 11 September 2019.
- Rockefeller Foundation and Global Business Network. 2010. *Scenarios for the Future of Technology and International Development.* Rockefeller Foundation and Global Business Network, New York.
- Standard Chartered. 2013. *The super-cycle lives: EM growth is key.* Standard Chartered.
- Statista. 2019. *Global biofuel production from 2000 to 2018.* Statista, www.statista.com
- The World Bank. 2019. *Global Economic Prospects, June 2019*. The World Bank Group, Washington, DC.
- The World Bank. 2019. *Indonesian Economic Quarterly Report, June 2019*. The World Bank Group, Washington, DC.
- Thinkgeoenergy. 2018. *The Top 10 Geothermal Countries 2018 – based on installed generation capacity.* Thinkgeoenergy.
- UNFPA, 2014. *State of World Population 2014: The Power of 1,8 Billion Adolescents, Youth and the Transformation of the Future*. United Nations, New York.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2019. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420).* United Nations, New York.
- Y. et al. 2019. *Making Electric Vehicles Profitable*. Mckinsey & Company. https:// www.mckinsey.com/industries/ automotive-and-assembly/our-insights/making-electricvehicles- profitable
- Wood Mackenzie. 2018. *Transport in transition: the rise of the electric vehicle. Macro Oils long-term outlook.* Wood Mackenzie

PERTAMINA

PERTAMINA

EDITORIAL OFFICE:
Pertamina Energy Institute (PEI)
Corporate Strategy and Planning
Planning, Investment, & Risk Management Directorate

PT. PERTAMINA (PERSERO)
Main Building 18th Floor, Jl. Medan Merdeka Timur 1A
Central Jakarta 10110, Indonesia

energy-institute@pertamina.com