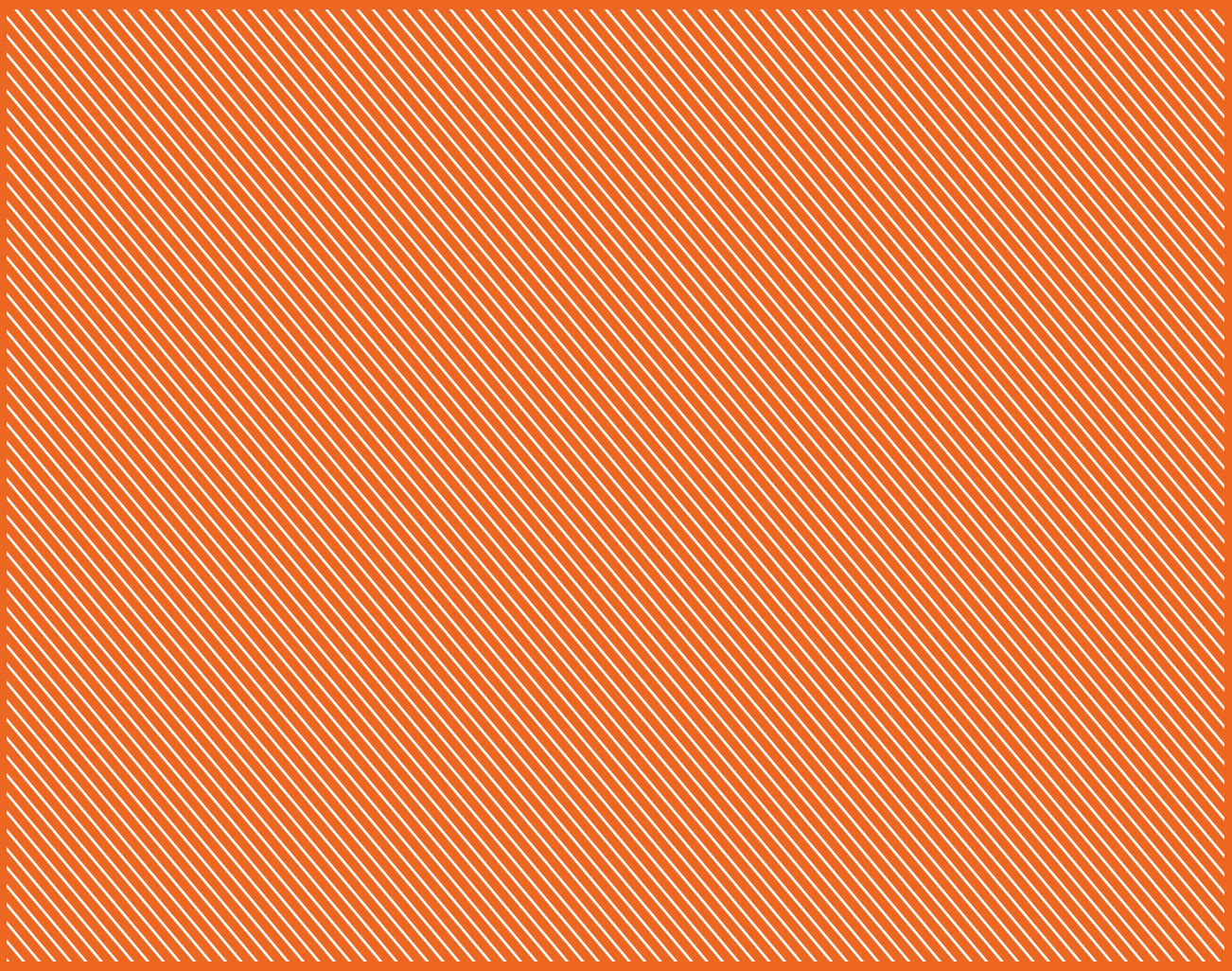
Climateworks CENTRE

Dekarbonisasi pada sektor manufaktur Indonesia

Studi kasus subsektor makanan dan minuman, tekstil dan kimia

FEBRUARI 2025



TENTANG KAMI

Climateworks Centre menjembatani kesenjangan antara penelitian dan aksi iklim. Kami adalah spesialis transisi iklim, yang bekerja di Australia, Asia Tenggara, dan Pasifik, serta berkolabolasi dengan para pembuat keputusan yang memiliki kewenangan dalam mengurangi emisi dalam skala besar. Climateworks mengembangkan solusi berbasis bukti untuk mempercepat pengurangan emisi sejalan dengan target suhu global 1,5°C dan keselamatan iklim bersama.

Didirikan bersama oleh filantropi dan Universitas Monash, Climateworks merupakan lembaga nirlaba independen yang bekerja di bawah Monash Sustainable Development Institute.

UCAPAN TERIMA KASIH

Climateworks Centre mengucapkan terima kasih kepada Porticus Asia Limited atas pendanaan dan dukungan luar biasa yang telah memungkinkan tersedianya jaringan strategis. Kontribusi ini berperan besar dalam keberhasilan proyek ini.

PENULIS

Petra Christi

Fikri Muhammad

Dinda Maharani

Climateworks Centre, 2025, *Dekarbonisasi pada sektor manufaktur Indonesia: Studi kasus subsektor makanan dan minuman, tekstil dan kimia*

ISBN: 978-1-7637231-2-2

Daftar Isi

Ringkasan eksekutif 6

Bab 1: Pertumbuhan industri dan intensitas energi Indonesia 8

Keadaan dekarbonisasi industri di Indonesia 11

Bab 2: Tingkat kesiapan teknologi 12

Pilar 1: Efisiensi energi 14

Pilar 2: Listrik terbarukan 17

Pilar 3: Elektrifikasi dan peralihan bahan bakar 18

Pilar 4: Pengurangan emisi nonenergi 19

Bab 3: Teknologi pengurangan emisi 21

Pengurangan emisi dan optimalisasi biaya efisiensi energi 21

Transisi hemat biaya 27

Bab 4: Prospek ke depan 32

Pilar dekarbonisasi dan standar pengungkapan internasional 32

Rencana transisi iklim 34

Bibliografi 36

Ringkasan eksekutif

Perusahaan manufaktur di Indonesia memiliki kebutuhan mendesak untuk mengadopsi praktik bisnis yang lebih berkelanjutan, terutama dalam dekarbonisasi proses produksi dan peningkatan efisiensi energi. Sektor manufaktur merupakan tulang punggung perekonomian Indonesia, dengan kontribusi sebesar 18% terhadap PDB.

Sektor manufaktur merupakan penyumbang signifikan terhadap emisi nasional, yaitu sekitar 28%, dengan subsektor seperti bahan kimia, semen, pulp dan kertas, makanan dan minuman, besi dan baja, plastik, sabun dan deterjen, serta tekstil sebagai penyumbang emisi tertinggi. Meskipun kebijakan nasional terkait dekarbonisasi masih dalam tahap pengembangan, teknologi yang tersedia saat ini memungkinkan sektor ini untuk mengurangi emisi secara signifikan dan bertransisi menuju operasi rendah karbon.

Dalam laporan ini, Climateworks Centre menganalisis teknologi efisiensi energi dan mewawancarai para ahli dalam industri bahan kimia, tekstil, serta makanan dan minuman. Kami mendapati bahwa meskipun sebagian besar teknologi efisiensi energi telah berkembang, penerapannya masih beragam. Temuan ini mengindikasikan adanya peluang besar, terutama bagi sektor-sektor yang intensif energi seperti bahan kimia, tekstil, serta makanan dan minuman, untuk memanfaatkan teknologi yang sudah mapan. Sektor-sektor ini dapat mencapai penghematan energi yang signifikan melalui modernisasi peralatan dan proses produksi, yang pada akhirnya akan mengurangi biaya operasional dan meningkatkan daya saing.

Strategi dekarbonisasi dan efisiensi energi sangat bergantung pada adopsi teknologi yang efisien, optimalisasi proses, dan minimalisasi penggunaan energi selama periode tidak produktif. Meskipun investasi awal mungkin diperlukan, teknologi ini menawarkan keuntungan finansial jangka panjang yang signifikan melalui pengurangan biaya utilitas dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Bagi industri seperti semen, baja, dan bahan kimia, transisi menuju proses hemat energi dan teknologi rendah karbon dapat meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi biaya operasional. Selain itu, penghematan energi yang terakumulasi dari waktu ke waktu dapat menjadi landasan finansial yang kuat untuk investasi lebih lanjut dalam teknologi rendah karbon di masa depan.

Usaha kecil dan menengah (UKM) seringkali menghadapi tantangan dalam mengakses pembiayaan untuk implementasi teknologi-teknologi ini. Meskipun biaya awal dapat menjadi kendala, terdapat solusi kebijakan dan keuangan yang dapat mendukung upaya tersebut. Kebijakan seperti insentif pajak, standar efisiensi energi, dan sertifikat energi terbarukan dapat membantu mengurangi biaya awal dan mendorong investasi. Kerja sama antara pemerintah dan badan usaha, penerbitan obligasi hijau, dan pinjaman berbunga rendah semakin banyak tersedia untuk menyediakan modal bagi investasi rendah karbon. Mekanisme ini dapat memastikan bahwa baik perusahaan besar maupun UKM memiliki akses terhadap sumber daya yang diperlukan untuk menerapkan teknologi hemat energi dan mendekarbonisasi operasi mereka.

Banyak perusahaan yang membutuhkan investasi modal yang besar untuk memodernisasi peralatan, beralih ke alternatif rendah karbon seperti bahan bakar nabati, dan meningkatkan efisiensi energi. Strategi utama bagi sektor ini meliputi optimalisasi sistem HVAC, penggunaan lampu LED, dan peningkatan sistem udara bertekanan - yang masing-masing menawarkan peluang untuk mengurangi konsumsi energi dan meningkatkan efisiensi operasional. Investasi dalam teknologi yang lebih efisien akan membantu industri memenuhi persyaratan peraturan yang semakin ketat dan mempersiapkan diri untuk keberlanjutan dan daya saing jangka panjang dalam ekonomi global yang semakin rendah karbon.

Standar Pelaporan Keuangan Internasional untuk pengungkapan terkait iklim (IFRS S2) dan empat pilar dekarbonisasi Climateworks, yang dijelaskan dalam laporan ini, memiliki komponen yang sama terkait efisiensi energi, tenaga listrik terbarukan, dan elektrifikasi. Standar internasional seperti IFRS S2 sangat penting untuk mendorong perusahaan mempertimbangkan risiko dan peluang terkait perubahan iklim. Standar ini mengharuskan perusahaan untuk berbagi informasi secara publik tentang risiko dan peluang terkait iklim, termasuk emisi, target, dan rencana transisi mereka. Peningkatan transparansi ini membantu investor dan pemangku kepentingan lainnya dalam membuat keputusan yang lebih informasi tentang perusahaan. Indonesia sedang bersiap untuk menerapkan standar serupa, dengan Otoritas Jasa Keuangan (OJK) yang saat ini sedang mengembangkan peraturan untuk melakukan penyelarasan dengan standar internasional.

Sebagai contoh, industri bahan kimia memiliki persyaratan IFRS S2 yang ketat di semua pilar dekarbonisasi, sementara IFRS S2 untuk industri makanan olahan terutama berfokus pada efisiensi energi dan energi terbarukan. Untuk industri tekstil, yang merupakan kontributor signifikan terhadap emisi karbon global, IFRS S2 berfokus pada identifikasi perusahaan yang berkelanjutan dan memiliki kesadaran lingkungan yang kuat, mengingat penggunaan energi industri tersebut belum sepenuhnya terungkap. International Sustainability Standards Board (ISSB), yang mengembangkan IFRS, terus menyempurnakan standar ini dengan mempertimbangkan tantangan keberlanjutan khusus industri dan menyelaraskan metrik dengan model bisnis dan kegiatan ekonomi.

Penggunaan kerangka kerja Transition Plan Taskforce juga dapat meningkatkan daya tarik perusahaan bagi investor yang peduli terhadap keberlanjutan, dengan menghubungkan upaya dekarbonisasi dengan peluang pendanaan. Perencanaan transisi, yang mencakup penetapan target iklim dan penyesuaian model bisnis secara strategis untuk masa depan rendah karbon, sangat penting bagi perusahaan, terutama dalam ekonomi di mana keterbatasan teknis dan data menjadi hambatan. Perusahaan yang mampu merumuskan rencana pengurangan emisi mereka dalam 'rencana transisi' merupakan kandidat yang lebih baik untuk mendapatkan dukungan pemerintah dan keuangan, seperti pembiayaan hijau, yang dapat sangat mempercepat upaya dekarbonisasi mereka. Panduan dekarbonisasi khusus sektor dapat membantu perusahaan menerapkan langkah-langkah dekarbonisasi yang praktis dan berdampak, serta bertransisi menuju operasi rendah karbon dengan cara yang layak secara finansial.

Laporan ini menyoroti langkah-langkah yang dapat diambil oleh perusahaan manufaktur untuk melakukan dekarbonisasi sambil mendukung sasaran bisnis yang lebih luas. Laporan ini juga mencakup kerangka kerja untuk upaya dekarbonisasi secara komprehensif, yang dapat membantu memandu perusahaan saat mengembangkan rencana transisi dan mengkomunikasikan rencana dekarbonisasi mereka kepada para pemangku kepentingan di Indonesia dan secara global melalui pengungkapan yang mengikuti standar pengungkapan keberlanjutan internasional.

Laporan ini menyajikan langkah-langkah dekarbonisasi untuk tiga subsektor penyumbang emisi tertinggi di industri manufaktur Indonesia - makanan dan minuman, tekstil, dan bahan kimia. Analisis kami menunjukkan bagaimana teknologi yang tersedia dapat mendukung rencana dekarbonisasi perusahaan pada empat pilar dekarbonisasi: meningkatkan efisiensi energi, menggunakan listrik terbarukan, elektrifikasi dan peralihan bahan bakar, serta mengurangi emisi non-energi. Laporan ini mengevaluasi tindakan praktis jangka pendek hingga menengah, teknologi yang tersedia, dan potensi pengurangan emisi masing-masing, dengan mempertimbangkan rencana transisi komprehensif yang semakin penting bagi perusahaan yang mematuhi amanat pengungkapan terkait iklim seperti IFRS S2.

Bab 1: Pertumbuhan industri dan intensitas energi Indonesia

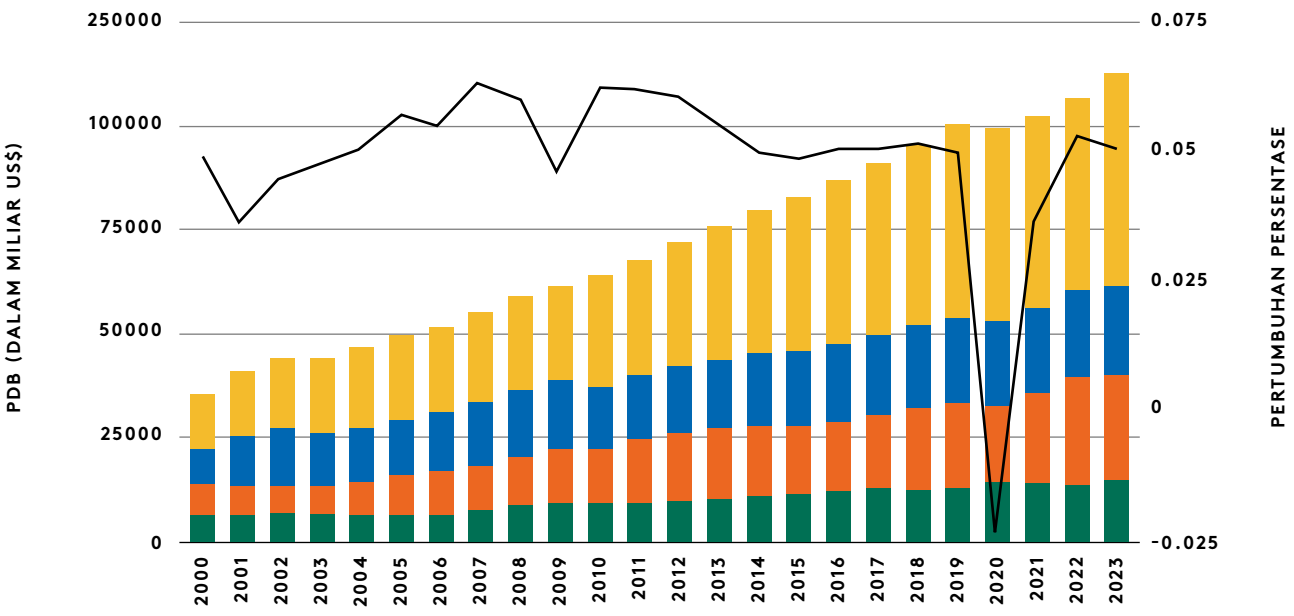
Indonesia telah mempertahankan pertumbuhan ekonomi yang stabil selama dua puluh tahun terakhir, yaitu dari US$395 miliar pada tahun 2000 menjadi US$1,18 triliun pada tahun 2023. Pertumbuhan terus berlanjut hingga krisis keuangan global tahun 2008, dan hanya melambat selama pandemi COVID sebelum pulih pada tahun berikutnya.

Secara khusus, sektor manufaktur bertumbuh dari US$89,5 miliar pada tahun 2000 menjadi US$220,7 miliar (Bank Dunia 2024). Analisis shift-share mendapati bahwa pertumbuhan ini didorong oleh perubahan struktural dalam perekonomian Indonesia dari perekonomian yang secara tradisional berbasis pertanian menjadi perekonomian yang didominasi oleh sektor industri dan jasa.

Daerah yang terindustrialisasi di Indonesia mengalami peralihan ke industri padat energi seperti baja atau semen (Andriansyah dan Rifai 2023).

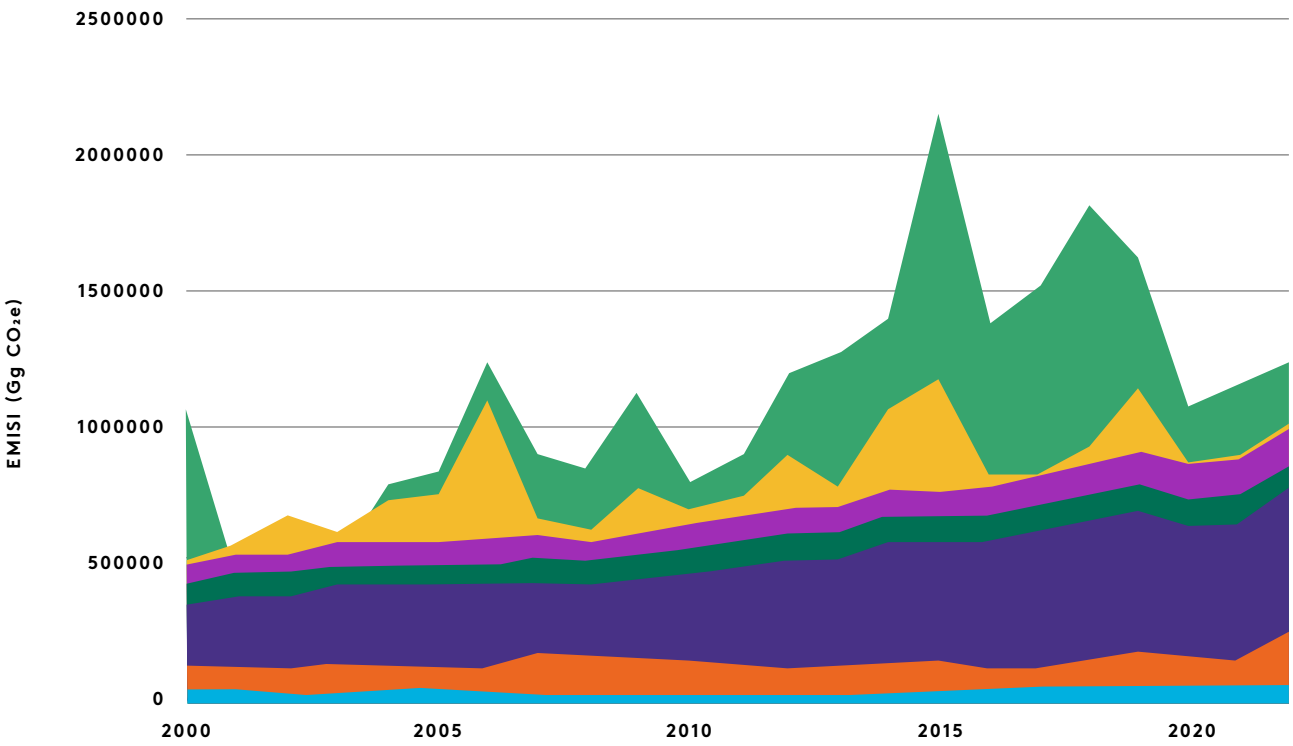
Peralihan struktural dalam perekonomian Indonesia juga menyebabkan peningkatan emisi. Perkembangan industri padat energi meningkatkan permintaan energi, sehingga meningkatkan emisi terkait energi dari pembangkitan listrik untuk keperluan industri. Terdapat bukti empiris tentang hubungan sebab-akibat antara peralihan struktural ini dan emisi GRK (Jung dkk. 2000).

GAMBAR 1: PDB DAN PERTUMBUHAN PDB INDONESIA MENURUT SEKTOR



Sumber: Bank Dunia (2024)

GAMBAR 2: EMISI GAS RUMAH KACA DI INDONESIA, MENURUT SECTOR



Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2024)

Emisi dari sektor energi terus meningkat dan sejak tahun 2020 telah melampaui emisi dari perubahan penggunaan lahan, menjadikannya sumber emisi terbesar Indonesia. Peningkatan ini terutama disebabkan oleh meningkatnya konsumsi energi di sektor industri manufaktur.

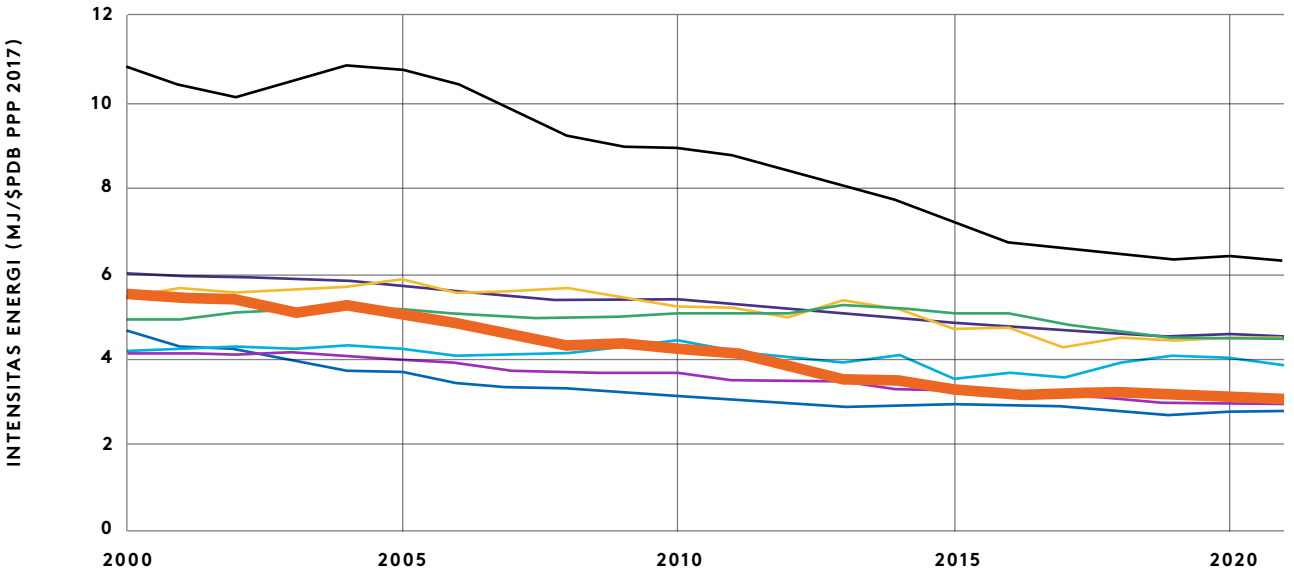
Sektor manufaktur Indonesia – khususnya subsektor seperti bahan kimia, semen, pulp dan kertas, makanan dan minuman, besi dan baja, plastik serta sabun dan detergen – merupakan kontributor utama emisi karbon Indonesia, yang menyumbang sekitar 28 persen dari total emisi (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2022; Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2024).

Indonesia menghadapi tantangan kompleks dalam mencapai sasaran ganda pembangunan ekonomi dan target pengurangan emisi. Visi Indonesia 2045, yang dicanangkan oleh pemerintah, menargetkan transformasi ekonomi struktural untuk mencapai status negara berpenghasilan tinggi pada tahun 2045. Industrialisasi skala besar, terutama di sektor bahan kimia dan tekstil, merupakan salah satu strategi utama untuk keluar dari jebakan pendapatan menengah.

Namun, di saat yang sama, Indonesia memiliki komitmen yang kuat untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 31,89%, sebagaimana tertuang dalam *Visi Indonesia 2045* (Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional 2025) dan *Enhanced Nationally Determined Contribution* (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2022). Strategi pengurangan emisi ini mencakup langkah-langkah efisiensi energi, adopsi energi terbarukan secara luas, dan perbaikan pola konsumsi energi.

Target emisi Indonesia saat ini belum sepenuhnya selaras dengan sasaran suhu 1,5 derajat Celsius yang ditetapkan dalam Perjanjian Paris. Target yang ada lebih konsisten dengan proyeksi kenaikan suhu global sebesar 4 derajat Celsius (Climate Action Tracker 2024). Meskipun terdapat kemajuan di beberapa sektor, keberlanjutan penggunaan pembangkit listrik tenaga batu bara di luar jaringan listrik nasional, terutama dalam industri padat energi, masih menjadi kendala signifikan bagi upaya Indonesia mencapai sasaran 1,5°C.

GAMBAR 3: INTENSITAS ENERGI PRIMER DI NEGARA ASEAN



Source: The World Bank (2024)

Kemajuan Indonesia dalam mengurangi intensitas energi tergolong lambat. Gambar 3 mengilustrasikan intensitas energi primer dalam megajoule (MJ) per dolar PDB yang dikonversi ke dolar internasional 2017 menggunakan tingkat paritas daya beli (PPP) ($PDB PPP 2017). Penggunaan $PDB PPP 2017 memungkinkan perbandingan keluaran ekonomi antar negara yang lebih akurat karena memperhitungkan perbedaan tingkat harga. Energi primer, sesuai dengan definisi dari Energy Information Administration A.S. (n.d.), merujuk pada energi yang belum mengalami konversi menjadi bentuk energi sekunder atau tersier. Sebagai contoh, Tiongkok berhasil menurunkan intensitas energinya sebesar 4,61 MJ/$PDB PPP 2017 antara tahun 2000 dan 2020. Dalam periode waktu yang sama, Indonesia mencatatkan penurunan intensitas energi sebesar 2,46 MJ/$PDB PPP 2017.

Indonesia telah membuat komitmen baik di tingkat nasional (Visi Indonesia 2045) maupun internasional (Perjanjian Paris) untuk menurunkan emisi gas rumah kaca. Seiring dengan upaya mencapai pembangunan ekonomi berbasis manufaktur, Indonesia juga perlu mempercepat dekarbonisasi di sektor manufaktur untuk mencapai sasaran ganda, yaitu pembangunan ekonomi yang berkelanjutan dan mitigasi perubahan iklim.

Keadaan dekarbonisasi industri di Indonesia

Indonesia telah mengambil langkah-langkah proaktif menuju dekarbonisasi sektor industrinya melalui inisiatif 'Industri Hijau'. Inisiatif ini menyediakan insentif bagi praktik industri yang berkelanjutan, memfasilitasi dekarbonisasi melalui dukungan dari perusahaan jasa industri 'hijau', dan melalui sertifikasi, seperti Sertifikasi Industri Hijau.

'Inisiatif industri hijau' berpotensi memberikan kerangka kerja yang lebih komprehensif bagi industri dengan memasukkan empat pilar dekarbonisasi. Keberhasilan implementasi pilar-pilar ini sangat bergantung pada ketersediaan teknologi dan efisiensi biaya dari solusi yang diterapkan.

Meskipun teknologi dekarbonisasi telah tersedia untuk berbagai industri, adopsi dan implementasinya sangat erat kaitannya dengan efisiensi biaya. Meskipun perusahaan pada akhirnya akan mendapatkan keuntungan jangka panjang, biaya awal yang tinggi untuk energi terbarukan atau teknologi penangkapan karbon, sebagai contoh, dapat menghambat adopsi teknologi tersebut.

Penyelarasan dekarbonisasi dengan ketersediaan teknologi dan efisiensi biaya memerlukan intervensi kebijakan yang tepat, seperti pemberian subsidi, penetapan harga karbon, dan kerangka peraturan yang memberikan insentif bagi adopsi teknologi rendah karbon. Integrasi keempat pilar dekarbonisasi ke dalam inisiatif Industri Hijau Indonesia akan membantu memberikan jalur yang lebih terstruktur, menyeimbangkan antara kebutuhan inovasi dengan solusi praktis dan hemat biaya yang dapat diadopsi oleh industri dalam skala besar.

GAMBAR 4: EMPAT PILAR DEKARBONISASI

Sumber: ClimateWorks Australia (2014)

Bab 2: Tingkat kesiapan teknologi

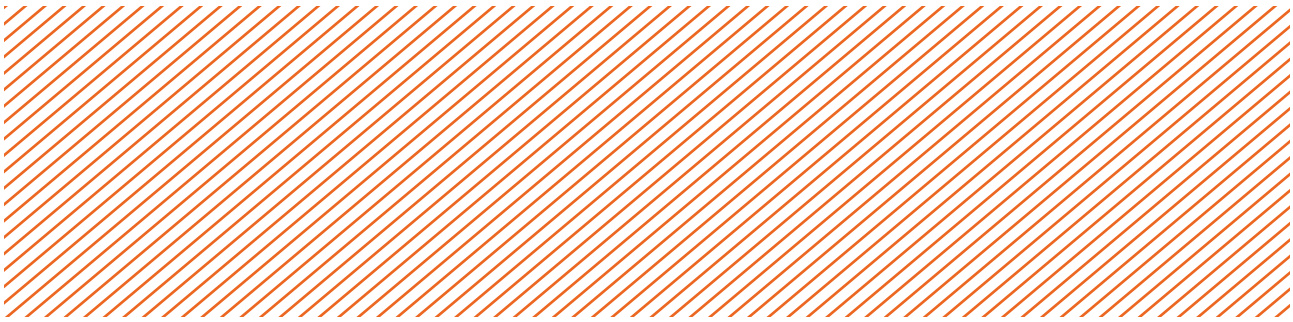
Tingkat kesiapan teknologi dekarbonisasi industri bervariasi di seluruh sektor dan pilar dekarbonisasi. Banyak industri di Indonesia masih mengandalkan teknologi lama yang kurang efisien dan sulit diganti karena biaya yang tinggi atau kurangnya keahlian dalam mengadopsi alternatif yang lebih canggih. Dekarbonisasi industri, terutama industri padat energi, memerlukan investasi modal yang signifikan untuk modernisasi peralatan, transisi ke bahan bakar alternatif rendah karbon, dan peningkatan efisiensi energi.

Banyak perusahaan mengalami kesulitan dalam mengakses pembiayaan yang terjangkau untuk proyek dekarbonisasi karena lembaga keuangan domestik belum memiliki insentif yang kuat untuk melakukan investasi 'hijau' berskala besar (Cordonnier & Saygin 2023). Pemberian keringanan pajak atau subsidi bagi perusahaan yang berinvestasi dalam energi terbarukan, efisiensi energi, dan teknologi penangkapan karbon dapat mengurangi beban finansial dan membuat dekarbonisasi menjadi lebih kompetitif.

Berikut ini adalah evaluasi kesiapan teknologi saat ini di seluruh bidang utama dekarbonisasi di Indonesia.

TABEL 1: TEKNOLOGI BERKELANJUTAN YANG DITERAPKAN DALAM SUBSEKTOR TEKSTIL, MAKANAN DAN MINUMAN SERTA BAHAN KIMIA

Pilar dekarbonisasi	Subsektor dan proses produksi/ pendukung	Peralatan konvensional
EFISIENSI ENERGI	Tekstil: Penenunan	Energi termal menggunakan bahan bakar fosil
	Bahan kimia: Proses pendinginan cat	Tidak ada sistem pendingin kendali termal
	Makanan dan minuman: Pengeringan makanan	Pengeringan semprot, pengeringan udara panas, dan pengeringan beku
	Semua industri	Penerangan, non-LED
ENERGI TERBARUKAN	Tekstil: Pewarnaan	Pemanas air bertenaga batu bara atau gas
	Makanan dan minuman: Semua proses	Sumber energi bahan bakar fosil
	Bahan kimia: Semua proses cat	Sumber energi bahan bakar fosil untuk penerangan
ELEKTRIFIKASI DAN PERALIHAN BAHAN BAKAR	Bahan kimia: Semua proses cat	Traktor/forklif diesel
	Makanan dan minuman: Memasak	Oven dan ketel bertenaga gas



Teknologi yang telah berkembang:
Efisiensi energi dan beberapa teknologi energi terbarukan merupakan teknologi yang paling siap untuk diterapkan secara luas di Indonesia. Teknologi ini telah digunakan di berbagai sektor, meskipun masih ada ruang untuk meningkatkan tingkat adopsi.

Teknologi yang sedang berkembang:
Teknologi ini secara teori layak diterapkan tetapi memerlukan pengembangan lebih lanjut, investasi besar dan kebijakan yang mendukung agar menjadi layak secara ekonomi dan dapat ditingkatkan skalanya.

Sumber: Agarwal dkk. 2023; Andrei dkk. 2024; Farhana dkk. 2022

	Peralatan dengan potensi pengurangan emisi (saduran sebagian)	Kesiapan teknologi (telah berkembang, sedang berkembang, baru berkembang)	Catatan
	Energi termal menggunakan biogas	Telah berkembang	
	Menara pendingin hemat energi - ventilasi pendinginan secara bebas	Telah berkembang	
	Pemulihan panas	Telah berkembang	
	Penerangan LED	Telah berkembang	
	Energi termal surya untuk pemanas air	Telah berkembang	Dalam proses pewarnaan, diperlukan air panas dalam jumlah besar untuk keperluan yang berbeda dan bidang ini berpotensi paling besar untuk penerapan energi termal surya guna memanaskan air.
	Biomassa – bahan baku perlu diperoleh secara berkelanjutan, seperti melalui sisa pertanian atau limbah perkotaan, bukan dari deforestasi.	Sedang berkembang	Penggunaan biomassa 100% saat ini tidak memungkinkan tanpa perubahan pada rancangan ketel. Selain itu, biomassa lebih mahal daripada batu bara dan gas, yang membuatnya kurang menarik bagi para pembeli.
	Tenaga surya fotovoltaik untuk penerangan, pendinginan, penyejuk udara	Telah berkembang	
	Tenaga surya fotovoltaik untuk penerangan	Telah berkembang	Kendala peraturan dan tarif yang kurang menarik untuk penjualan listrik lebih semakin menghambat adopsi tenaga surya fotovoltaik secara luas, meskipun Indonesia memiliki potensi tenaga surya yang tinggi.
	Traktor/forklif listrik	Telah berkembang	
	Oven dan ketel listrik	Telah berkembang	Ketel kondensasi dan teknologi optimalisasi uap tersedia dan semakin banyak diadopsi dalam sektor manufaktur makanan dan minuman.

Penerapan teknologi rendah karbon

Pilar 1: Efisiensi energi

Dekarbonisasi industri tekstil, makanan dan minuman, serta bahan kimia dapat dimulai dengan peningkatan efisiensi energi pada proses produksi dan peralatan yang ada, serta penerapan teknologi termutakhir pada fasilitas baru. Langkah-langkah efisiensi energi tidak hanya menghasilkan penghematan biaya yang signifikan, tetapi juga mendorong praktik manufaktur yang lebih berkelanjutan. Studi yang dilakukan oleh Badan Energi Internasional (IEA 2019) menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi energi dalam industri manufaktur dapat menghasilkan penghematan biaya substansial, yang sering kali melampaui biaya investasi awal.

Industri manufaktur umumnya mengonsumsi energi dalam jumlah besar untuk sistem Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) penerangan, dan udara bertekanan, sehingga sangat potensial untuk peningkatan efisiensi energi. Selain itu, retrofitting peralatan seperti motor dan ketel merupakan strategi efisiensi energi yang umum dilakukan. Kebijakan seperti standar kinerja energi minimum dan pelabelan energi juga dapat membantu mendorong adopsi teknologi hemat energi dan retrofitting peralatan (Lu et al. 2024).

MANAJEMEN HVAC

Bagi banyak produsen, sistem HVAC merupakan fokus utama untuk efisiensi energi. Sistem HVAC sangat penting untuk menjaga kondisi kerja yang optimal dan memastikan kualitas produk. Sebagai contoh, pabrik pengolahan makanan atau perusahaan tekstil dapat menerapkan kontrol HVAC yang canggih untuk mempertahankan tingkat suhu dan kelembapan yang tepat, yang sangat penting untuk keamanan pangan dan kualitas produk. Dengan menggunakan variable speed drives dan motor yang efisien, sebuah pabrik dapat secara signifikan mengurangi konsumsi energi HVAC di luar jam sibuk.

Di Indonesia, industri makanan dan minuman memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi energi melalui pemulihan panas dan tekanan yang terbuang, terutama dari proses memasak. Pembaruan peralatan isolasi dan pemanas, serta peralatan pembeku, dapat lebih meningkatkan efisiensi energi. Teknologi pemulihan panas, khususnya penukar panas serta combined heat and power, telah tersedia dan digunakan di fasilitas produksi makanan yang lebih besar. Teknologi ini dipromosikan melalui audit energi dan program efisiensi, tetapi masih kurang dimanfaatkan dalam operasi yang lebih kecil.

Industri bahan kimia, khususnya produksi cat, memerlukan pengurangan penggunaan listrik untuk zat yang mudah terbakar yang digunakan dalam proses produksi. Pompa sentrifugal, pompa diafragma, dan pemulihan pelarut yang lebih efisien dalam sistem HVAC sangat bermanfaat dalam konteks ini.

LED DAN PENERANGAN CERDAS

Produsen sering kali melakukan peningkatan ke sistem penerangan Light Emitting Diode (LED), yang mengonsumsi lebih sedikit energi dan memiliki masa pakai lebih panjang daripada solusi penerangan tradisional. Sebagai contoh, sistem penerangan cerdas yang menyesuaikan kecerahan berdasarkan penempatan dan ketersediaan cahaya alami dapat menghasilkan penghematan energi yang signifikan. Sistem ini tidak hanya mengurangi penggunaan energi, tetapi juga meningkatkan produktivitas dan keselamatan pekerja dengan menyediakan kondisi penerangan yang lebih baik.

SISTEM UDARA BERTEKANAN

Sistem udara bertekanan banyak digunakan dalam proses manufaktur dan dapat mengonsumsi energi dalam jumlah besar. Sistem udara bertekanan hemat energi, yang dilengkapi dengan deteksi kebocoran dan penyimpanan yang dioptimalkan, memberikan potensi penghematan energi yang signifikan. Studi menunjukkan bahwa pengurangan sebesar 20-60 persen dapat dicapai melalui pengurangan tekanan, optimalisasi suhu saluran masuk, dan pemulihan panas. Dengan return on investment rata-rata di bawah dua tahun, sistem ini semakin menarik bagi produsen yang ingin meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya (Hernandez-Herrera 2020). Sistem ini semakin banyak diadopsi seiring dengan meningkatnya kesadaran pelaku industri akan potensi penghematan energi mereka. Produsen dapat meningkatkan efisiensi energi dengan memelihara dan mengoptimalkan sistem ini. Pada fasilitas manufaktur tekstil, misalnya, pemeliharaan kompresor udara secara rutin dan pemasangan sistem deteksi kebocoran dapat mencegah pemborosan energi. Selain itu, penggunaan kompresor hemat energi dan optimalisasi pengaturan tekanan udara agar sesuai dengan kebutuhan spesifik dari berbagai tahap produksi dapat lebih meningkatkan efisiensi.

Dalam industri makanan dan minuman, sistem udara bertekanan digunakan di hampir semua tahap produksi (Australian Alliance for Energy Productivity 2021). Akan tetapi, sistem ini tidak efisien apabila digunakan dalam proses tertentu, seperti pembersihan proses dan pembuangan (Cullum & Brown 2024; Taylor 2022). Sebaliknya, sistem ini dapat digunakan untuk proses yang tidak memiliki alternatif lain.

Dengan berfokus pada bidang-bidang utama ini - manajemen HVAC, penerangan, dan sistem udara bertekanan - produsen di berbagai subsektor dapat mencapai penghematan energi yang signifikan dan berkontribusi pada industri yang lebih berkelanjutan. Penerapan langkah-langkah ini membantu mengurangi biaya dan mendukung sasaran lingkungan yang lebih luas, sehingga menjadikan efisiensi energi sebagai solusi yang saling menguntungkan bagi produsen dan upaya dekarbonisasi mereka.

Namun, terdapat tantangan dalam upaya penerapan solusi efisiensi energi karena adopsi teknologi ini belum merata di seluruh sektor. Meskipun perusahaan besar mungkin lebih maju dalam hal ini, usaha kecil dan menengah menghadapi tantangan dalam hal modal dan keahlian teknis untuk menerapkan peningkatan efisiensi energi.

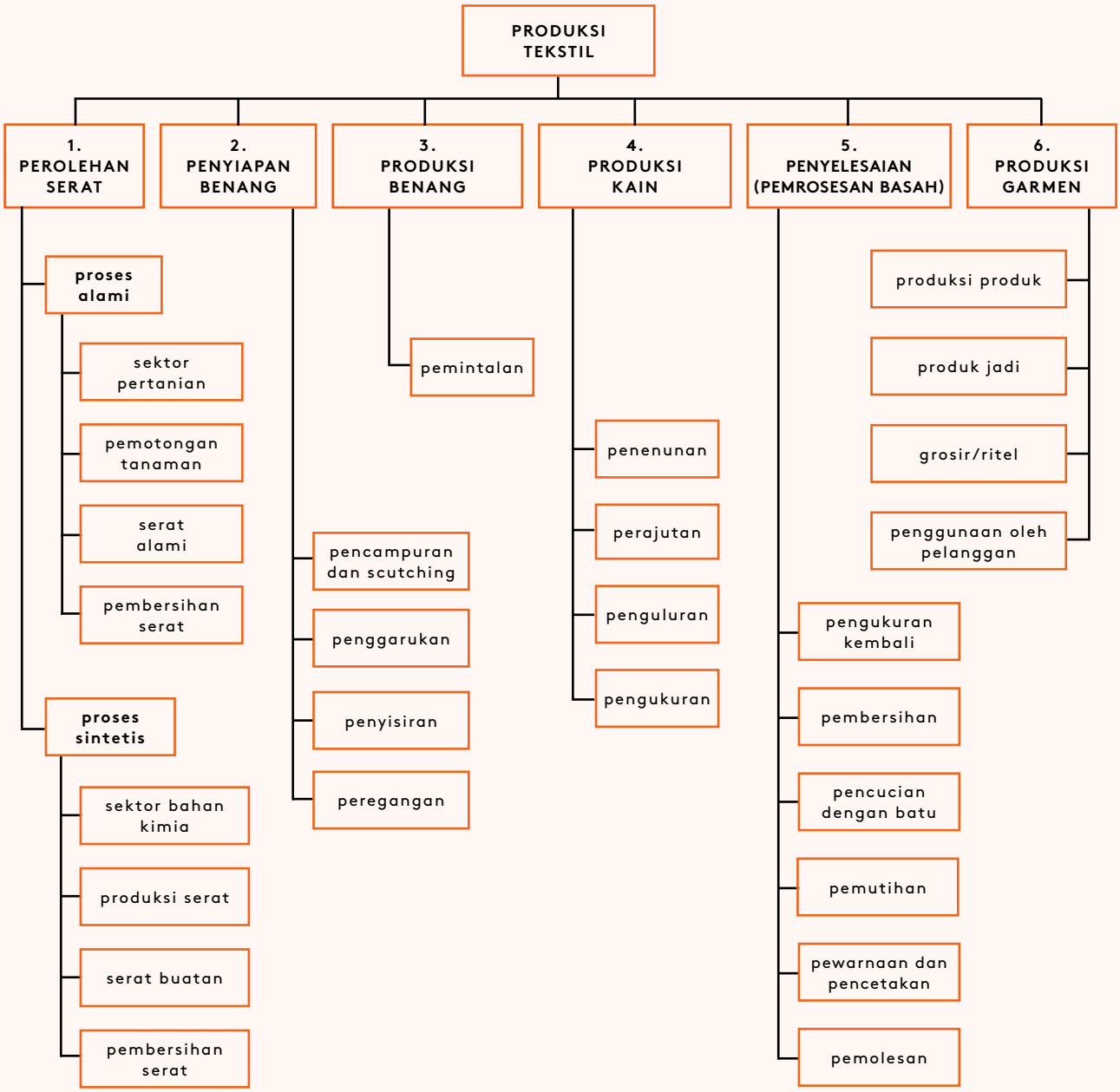
KOTAK 1:

Efisiensi energi dalam produksi tekstil

GAMBAR 5: PROSES PRODUKSI TEKSTIL DAN GARMEN

Wawancara dengan para ahli industri tekstil mengungkapkan bahwa, meskipun beberapa proses tekstil telah sepenuhnya dielektrifikasi, kebutuhan energi termal yang besar dari proses padat energi tertentu menjadi tantangan dalam transisi ke sumber energi rendah karbon. Sebagian besar konsumsi energi terjadi pada proses tahap akhir, khususnya produksi dan penyelesaian serat/benang (lihat Gambar 5), yang sangat bergantung pada energi termal. Proses padat energi seperti pewarnaan, pencetakan, dan penyelesaian merupakan kontributor utama tingginya permintaan energi dalam produksi tekstil. Meskipun demikian, transisi ke energi terbarukan, meskipun kompleks, bukanlah sesuatu yang mustahil.

Proses produksi tekstil dan garmen secara menyeluruh adalah sebagai berikut:



Kebutuhan listrik untuk produksi tekstil sebagian besar dipasok oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN), dengan sekitar 25 persen di antaranya dihasilkan oleh bahan bakar fosil, terutama solar. Meskipun proses pemintalan dapat dijalankan sepenuhnya dengan listrik, carbon offset melalui sertifikat energi terbarukan digunakan sebagai sarana untuk memitigasi emisi. Proses produksi garmen seperti menjahit dan pemanasan melalui ketel masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil, terutama batu bara, meskipun banyak fasilitas yang bertransisi ke gas karena cadangan batu bara semakin menipis.

Sumber energi utama untuk proses produksi tekstil adalah listrik jaringan dan bahan bakar fosil. Langkah-langkah telah diambil untuk mengurangi emisi dengan membakar batu bara dan biomassa secara bersamaan, seperti cangkang kelapa sawit, limbah perkotaan, dan pelet kayu. Akan tetapi, dalam industri tekstil, biomassa tidak umum digunakan karena biaya yang lebih tinggi dan penyesuaian infrastruktur terkait.

Standar Industri Hijau saat ini sedang disusun untuk industri tekstil, dengan perhatian khusus pada batasan konsumsi energi. Industri tersebut menyadari bahwa teknologi hemat energi dapat membantu pabrik memenuhi standar ini, tetapi masalah biaya dan reputasi dengan klien menghalangi investasi dalam teknologi tersebut.

Pilar 2: Listrik terbarukan

Integrasi energi terbarukan umumnya melibatkan pembangkitan energi terbarukan, misalnya dari tenaga surya fotovoltaik.

Menurut para ahli industri, panel surya digunakan untuk membangkitkan listrik bagi fasilitas produksi. Energi surya mulai diminati dalam sektor manufaktur Indonesia, khususnya dalam industri dengan ruang atap yang luas seperti fasilitas tekstil dan garmen. Perusahaan memasang sistem tenaga surya fotovoltaik di atap pabrik untuk membangkitkan listrik, yang membantu mengurangi ketergantungan mereka pada listrik jaringan. Beberapa produsen terkemuka di Indonesia – Unilever Indonesia dan Nestlé Indonesia – telah memasang panel surya berukuran besar untuk memenuhi sebagian kebutuhan energi mereka (Britcham Indonesia 2023; D Insights 2022). Sifat sumber energi terbarukan yang intermiten perlu dikelola dengan tepat. Sumber energi terbarukan, seperti matahari dan angin, hanya membangkitkan energi dalam kondisi tertentu. Hal ini dapat dikelola melalui penyimpanan baterai, perdagangan energi antar wilayah, dan penggunaan teknologi energi terbarukan yang lebih andal.

Listrik yang dihasilkan dari bahan bakar fosil yang dipadukan dengan teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon (*carbon capture and storage,* CCS) juga termasuk dalam kategori dekarbonisasi ini. Teknologi untuk menggunakan atau menyimpan emisi karbon industri masih dalam tahap awal pengembangan dan penerapan di Indonesia. Meskipun teknologi ini diminati, terutama oleh sektor seperti semen dan petrokimia, proyek CCS memerlukan investasi besar dan menghadapi tantangan teknis dan ekonomi.

Apabila diterapkan, produk sampingan CCS industri dapat digunakan untuk menghasilkan pelarut dan cairan pemindah panas, atau dikonversi menjadi berbagai bahan bakar, bahan kimia, dan bahan bangunan (Gratham Research Institute on Climate Change and the Environment 2023).

Pilar 3: Elektrifikasi dan peralihan bahan bakar

Kegiatan elektrifikasi dalam sektor manufaktur umumnya melibatkan pengintegrasian tenaga listrik ke dalam berbagai proses produksi, baik dengan menggantikan sistem berbasis bahan bakar fosil maupun dengan meningkatkan efisiensi melalui otomatisasi. Sebagai contoh, sistem pemanas listrik yang menggunakan teknologi induksi, resistif, dan inframerah dapat menggantikan pemanas berbasis bahan bakar fosil. Banyak produsen yang mengadopsi sistem ini karena emisinya yang lebih rendah dan efisiensinya yang lebih tinggi, terutama dalam sektor seperti produksi makanan (Kim et al. 2022). Elektrifikasi sering kali dipadukan dengan otomatisasi, yang menggunakan teknologi canggih seperti sensor dan sistem kendali untuk menyederhanakan operasi, mengurangi konsumsi energi, dan meningkatkan produktivitas.

Teknologi elektrifikasi yang tersedia, seperti pompa panas listrik, tungku induksi, dan motor listrik, belum diadopsi secara luas dalam sektor industri berat di Indonesia. Dalam industri tekstil, upaya elektrifikasi sering kali menargetkan bidang produksi utama seperti pemintalan, penenunan, dan pewarnaan. Sebelumnya, proses ini mengandalkan sistem mekanis atau bertenaga bahan bakar fosil, tetapi inisiatif elektrifikasi modern memperkenalkan alat tenun listrik, mesin pewarnaan bertenaga listrik, dan sistem pemintalan otomatis.

Industri makanan dan minuman telah menerapkan kegiatan elektrifikasi dalam proses seperti memasak, pasteurisasi, dan pengemasan. Misalnya, produsen dapat mengganti oven dan ketel bertenaga gas dengan oven dan ketel listrik, yang memberikan pemanasan yang lebih konsisten dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Dalam pasteurisasi, sistem listrik digunakan untuk memanaskan dan mendinginkan produk secara lebih efisien, sehingga memastikan keamanan pangan sambil meminimalkan konsumsi energi (Başaran et al. 2018).

Kendaraan listrik, termasuk kendaraan berpemandu otomatis (AGV) seperti forklift berpemandu otomatis, juga semakin banyak digunakan dalam logistik dan penanganan material dalam fasilitas manufaktur. Pasar kendaraan listrik berkembang karena produsen berupaya melakukan otomatisasi untuk mengurangi biaya tenaga kerja dan meminimalkan emisi (Nanjundaswamy et al. 2023).

Beberapa perusahaan telah melakukan peralihan bahan bakar sebagai langkah sementara untuk mengurangi emisi. Bagi produsen, langkah ini sering kali mencakup peralihan ke biodiesel, bioetanol, atau biomassa dari batu bara untuk menggerakkan mesin, pemanasan, dan proses lainnya. Mekanisme peralihan bahan bakar mengganti bahan bakar fosil tinggi karbon dengan alternatif rendah karbon, seperti biomassa dan bahan bakar nabati, untuk mencapai pengurangan emisi yang lebih cepat dan berbiaya rendah. Pendekatan ini merupakan peralihan secara bertahap dari bahan bakar fosil sementara infrastruktur dan teknologi untuk sumber energi terbarukan sepenuhnya dikembangkan lebih lanjut. Penting untuk membedakan peralihan bahan bakar ini dari transisi sumber energi yang lebih luas; dalam konteks ini, hal ini tidak merujuk pada elektrifikasi, tetapi lebih pada penggantian satu jenis bahan bakar dengan jenis bahan bakar lain. Meskipun proyek elektrifikasi berkontribusi pada dekarbonisasi, penggunaan bahan bakar nabati merupakan strategi transisi yang berbeda.

Dengan meningkatnya dukungan kebijakan dari pemerintah, beberapa perusahaan swasta telah berinvestasi dalam proyek biomassa (da Costa 2022). Misalnya, beberapa perusahaan telah berkolaborasi dalam produksi pelet kayu dari limbah kayu dan sisa hutan untuk bahan bakar pembangkit listrik dalam negeri. Pemerintah telah merancang peraturan untuk memastikan bahan baku biomassa berasal dari sumber yang tersertifikasi dan dikelola secara berkelanjutan, khususnya untuk sisa minyak sawit dan produk sampingan kehutanan.

Badan usaha milik negara Indonesia telah bermitra untuk memajukan teknologi energi biomassa. Misalnya, Marubeni Corporation dan Japan Petroleum Exploration Co. Ltd. mengadakan perjanjian studi bersama dengan PT Pertamina pada Agustus 2024 untuk menilai kelayakan bioenergi dengan penangkapan dan penyimpanan karbon di Sumatera Selatan (Marubeni Corporation 2024).

KOTAK 2:

Elektrifikasi dalam produksi cat

Wawancara dengan para ahli industri cat dalam industri kimia mengungkapkan bahwa sebagian besar proses produksi, dari prapencampuran hingga pengemasan, menggunakan listrik. Akan tetapi, bahan bakar fosil masih digunakan untuk pemanasan, dalam proses penyaringan, dan untuk peralatan berat yang mengangkut barang di sekitar kompleks pabrik.

Para ahli menyoroti adanya kesenjangan dalam kesadaran akan keberlanjutan antara pabrik kecil dan besar. Pabrik yang lebih besar menyadari upaya-upaya keberlanjutan dan menjalankan fasilitas penelitian dan pengembangan mereka sendiri untuk meningkatkan efisiensi, tetapi sebagian besar pabrik yang lebih kecil tidak mendapatkan informasi dan tidak dipantau.

Industri cat saat ini memiliki Standar Industri Hijau sukarela yang mencakup efisiensi energi dan emisi karbon. Standar tersebut membatasi emisi hingga 58 kg CO_2/ton. Wawancara kami mengungkapkan bahwa beberapa produsen cat besar beroperasi di bawah batasan sukarela tersebut.

Upaya elektrifikasi lebih lanjut dalam industri cat dapat mencakup penggantian peralatan bertenaga diesel dengan peralatan listrik – forklift listrik, misalnya, sudah tersedia. Kemungkinan penggunaan listrik untuk pemanasan dalam proses penyaringan juga dapat dieksplorasi.

Pilar 4: Pengurangan emisi nonenergi

SERTIFIKAT ENERGI TERBARUKAN DAN CARBON OFFSETCARBON OFFSET

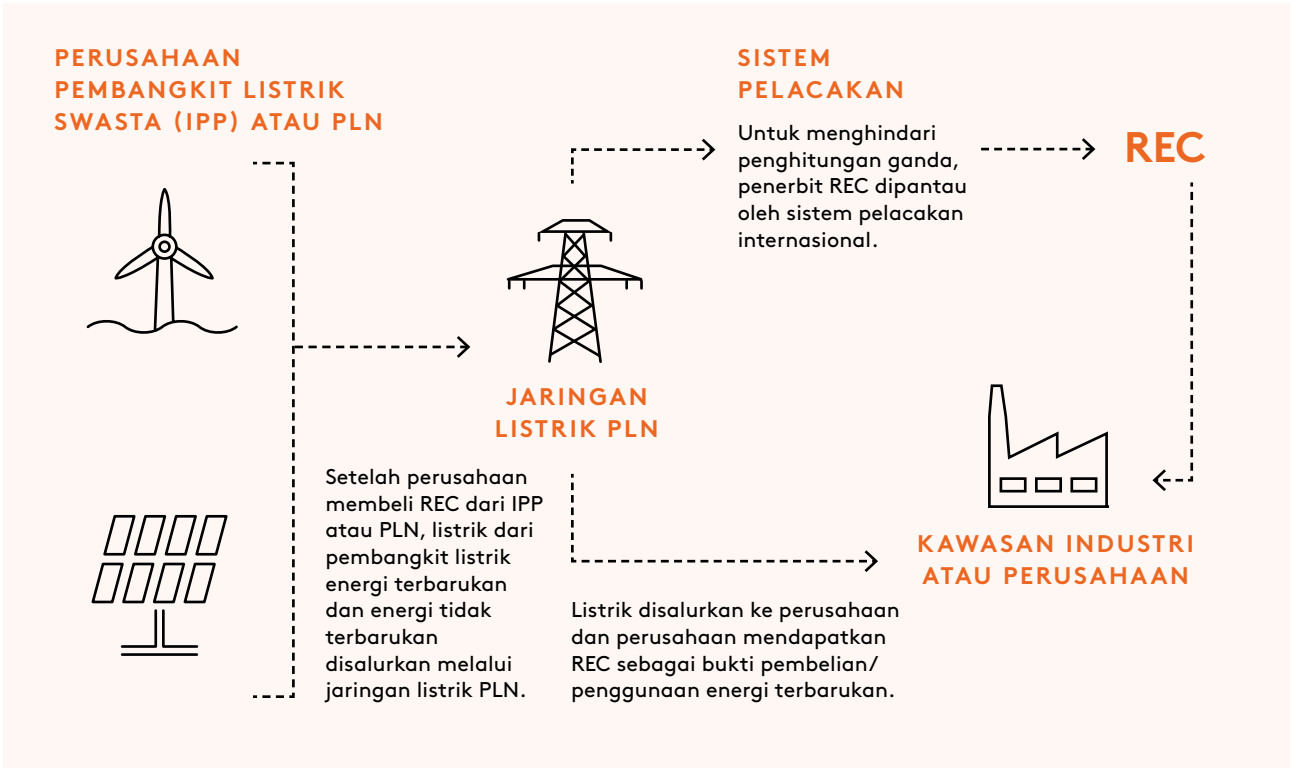
Pengurangan emisi non-energi dicapai melalui pengelolaan karbon dalam industri, pertanian, dan kehutanan. Dekarbonisasi industri memerlukan pengelolaan proses dan emisi yang tidak disengaja dari produksi. Dekarbonisasi ini termasuk mengoptimalkan proses produksi, meminimalkan limbah dan memaksimalkan pemanfaatan sumber daya, selain mengidentifikasi dan mengatasi kebocoran pada peralatan dan sistem. Oleh karena itu, industri seharusnya memprioritaskan pengurangan emisi melalui kemajuan teknologi dan praktik pertanian berkelanjutan, dengan menggunakan pengimbangan hanya sebagai upaya terakhir untuk emisi yang tidak dapat dihindari.

Meskipun carbon offset dapat memainkan peran yang terbatas dalam mencapai emisi nol bersih, Science Based Targets initiative (SBTi) mengimbau perusahaan untuk memprioritaskan pengurangan emisi dan meminimalkan ketergantungan mereka pada pengimbangan. SBTi merekomendasikan penggunaan pengimbangan untuk maksimum 10 persen dari penghapusan emisi dan, apabila perlu, menggunakan kredit karbon yang didukung oleh yurisdiksi (SBTi 2024). Climate Bonds Initiative juga mendukung pendekatan ini dan menyebutkan bahwa ketergantungan pada pengimbangan seharusnya tidak melebihi 10 persen dari total upaya pengurangan emisi dan hanya digunakan pada 'tahap terakhir' untuk emisi residual (Climate Bonds Initiative 2020).

Sertifikat energi terbarukan (*renewable energy certificate*, REC) adalah sertifikat yang dapat diperdagangkan yang membuktikan bahwa sejumlah energi terbarukan tertentu telah dihasilkan dan dialirkan ke jaringan listrik, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6. Bagi produsen, REC menyediakan cara untuk menunjukkan komitmen mereka pada penggunaan energi terbarukan, meskipun mereka tidak secara langsung mendapatkan energi terbarukan untuk kegiatan operasional mereka.

Melalui REC, pemerintah Indonesia semakin mempromosikan energi terbarukan sebagai masukan penting bagi produsen yang bertujuan untuk meningkatkan keberlanjutan dan mengurangi jejak karbon mereka.

GAMBAR 6: PENGGUNAAN SERTIFIKAT ENERGI TERBARUKAN DALAM SEKTOR INDUSTRI INDONESIA



Sumber: Clean Energy Investment Accelerator 2021

Bab 3: Teknologi pengurangan emisi

Pengurangan emisi dan optimalisasi biaya efisiensi energi

Sebagaimana tercermin dalam keempat pilar dekarbonisasi, upaya dekarbonisasi mencakup adopsi teknologi yang efisien, optimalisasi prosedur operasional, dan penghindaran penggunaan energi selama fase tidak produktif. Teknologi-teknologi ini, meskipun memerlukan investasi awal, memberikan manfaat finansial jangka panjang yang signifikan. Seiring dengan kemajuan teknologi yang terus menekan biaya dan meningkatkan efikasi, perusahaan-perusahaan menyadari bahwa integrasi teknologi pengurangan emisi dan langkah-langkah efisiensi energi tidak hanya mendukung sasaran lingkungan mereka, tetapi juga meningkatkan kinerja keuangan secara keseluruhan.

Sistem penerangan dan HVAC

Peralihan ke sistem penerangan LED merupakan peningkatan yang paling menguntungkan dalam hal pengurangan biaya dan emisi (Khan 2011). Tabel 2 menyajikan data efikasi dan masa pakai penerangan, yang dikumpulkan dari berbagai sumber (Khayam et al. 2021; Putra et al. 2022; Irman et al. 2020; Husnayain et al. 2023; Khayam et al. 2023; Clasp & PWC 2020). Data ini menunjukkan bahwa lampu LED umumnya lebih unggul, diikuti oleh lampu neon dan pijar. Efikasi penerangan mengacu pada seberapa baik suatu unit menghasilkan cahaya – nilai yang lebih tinggi menunjukkan unit tersebut lebih efisien dalam menghasilkan cahaya.

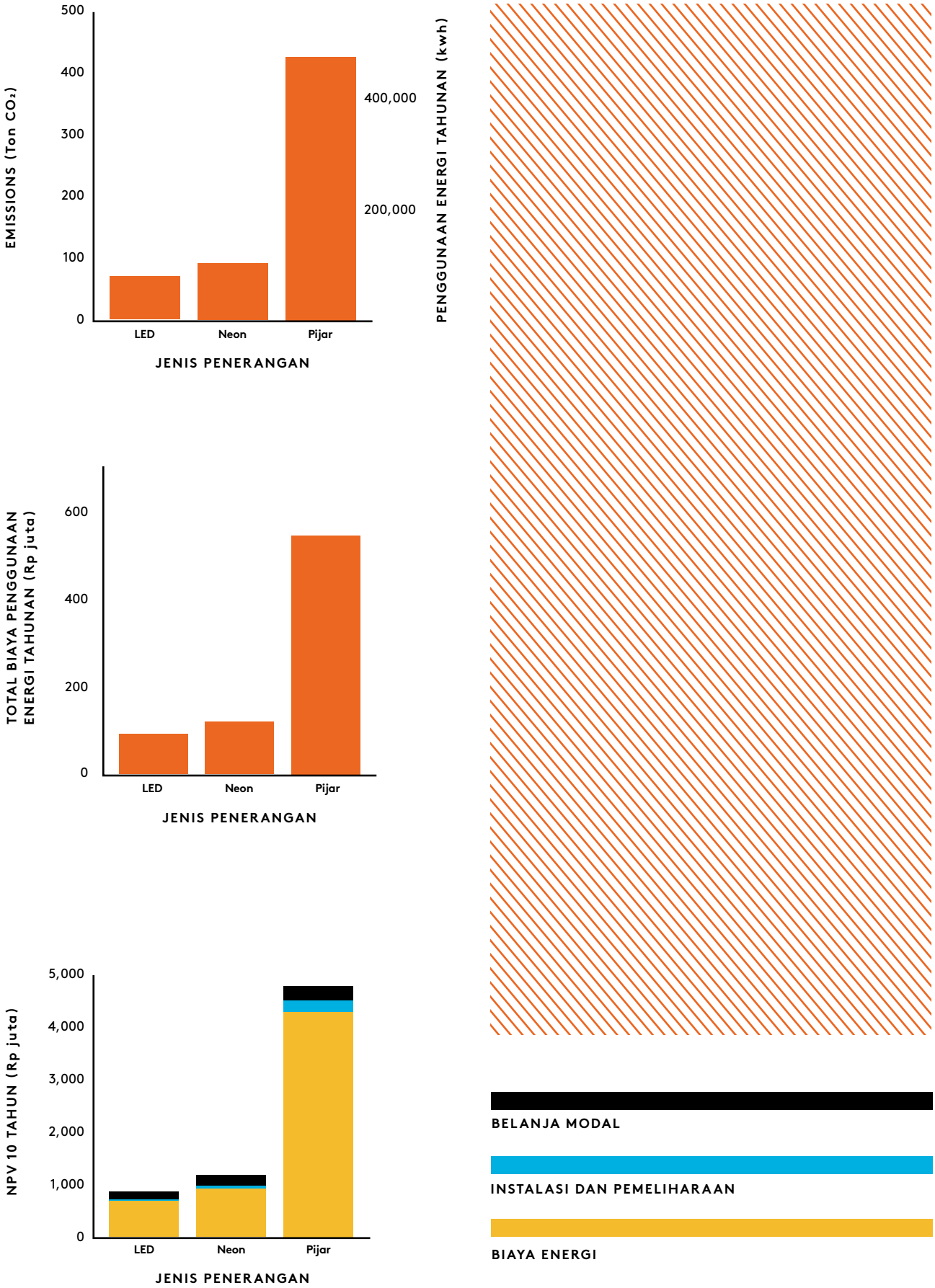
TABEL 2: EFIKASI DAN MASA PAKAI JENIS LAMPU YANG BERBEDA

JENIS PENERANGAN	EFISIENSI PENERANGAN (LM/W)	MASA PAKAI (JAM)
Pijar	14.7	1,000–2,000
Neon	69.4	9,000–20,000
LED	94.5	50,000–100,000

Sumber: Khayam dkk. 2021; Putra dkk. 2022; Irman dkk. 2020; Husnayain dkk. 2023; Khayam dkk. 2023; Clasp dan PWC 2020

Berdasarkan berbagai sumber tersebut, kami melakukan simulasi penggunaan energi, emisi, biaya tahunan, dan nilai kini bersih (NPV) dari berbagai sumber penerangan. Untuk area seluas satu hektar yang membutuhkan 350 lumen dan beroperasi selama 1.920 jam per tahun, penerangan LED dapat mencapai tingkat pencahayaan yang sama dengan lampu pijar dan neon dengan masing-masing 15 dan 65 persen energi (Pereira et al. 2017; Islam et al. 2015). Dalam hal emisi, penerangan LED menghasilkan sekitar 70 ton CO_2e per hektar, sementara penerangan neon dan pijar masing-masing menghasilkan sekitar 92 dan 422 ton CO_2e per hektar.

GAMBAR 7: EMISI, PENGGUNAAN ENERGI, BIAYA TAHUNAN DAN NPV DARI BERBAGAI SUMBER PENERANGAN



Dengan demikian, total biaya energi mengikuti pola yang sama. Climateworks memperkirakan bahwa lampu LED memiliki biaya tahunan terendah, yaitu antara Rp 200 dan 300 juta. Sementara itu, biaya lampu pijar setidaknya dua kali lipat untuk tingkat pencahayaan yang sama. Belanja modal merupakan sebagian kecil dari total biaya penerangan. Sebagian besar biaya berasal dari penggunaan energi, yang semakin menekankan manfaat beralih ke lampu LED. LED lebih efisien dan efektif dalam hal biaya dan pengurangan emisi.

Angka pasti pengurangan emisi dan penghematan biaya bervariasi tergantung pada industri, luas area, operasional, dan kebutuhan pencahayaan. Industri tekstil, misalnya, mungkin memerlukan lumen yang lebih tinggi untuk pemeriksaan warna, yang akan memerlukan lebih banyak energi dan akibatnya meningkatkan biaya. Sumber energi juga berkontribusi pada perbedaan biaya dan pengurangan emisi. Misalnya, simulasi di atas memanfaatkan faktor emisi dari jaringan listrik PLN yang bergantung pada batu bara. Sebuah perusahaan dapat mengurangi emisi dengan lebih baik apabila penggantian lampu dipadukan dengan pemanfaatan tenaga surya.

Kombinasi perbaikan penerangan dan HVAC dapat memberikan manfaat yang lebih besar. Tabel 3 menunjukkan bagaimana perusahaan di sektor makanan dan minuman, bahan kimia, dan tekstil dapat menghemat energi serta mengurangi jejak karbon mereka dengan perbaikan penerangan dan HVAC.

TABEL 3: PENGHEMATAN BIAYA DARI BEBERAPA LANGKAH PENINGKATAN PENERANGAN DAN HVAC

SEKTOR DAN BIDANG	PENINGKATAN	DAMPAK		SUMBER
		EFISIENSI ENERGI	PENGHEMATAN KEUANGAN	
Makanan dan minuman: Bidang produksi	Rekonfigurasi saklar, mengganti dengan lampu LED Standar Nasional Indonesia	4.938 kWh/ bulan	Penghematan biaya: Rp 59 juta/tahun Periode pengembalian: 2,36 bulan	Fitria et al. (2017)
	Memasang unit AC yang efisien	9.881 kWh/ bulan	Penghematan biaya: Rp 119.5 juta/tahun Periode pengembalian: 10 bulan	
Makanan dan minuman: Akuakultur, dalam dan luar ruangan	Mengganti lampu neon dengan LED	~700 kWh/ bulan	Penghematan biaya: Rp 15,2 juta/tahun	Duanaputri et al. (2024)
Tekstil: Produsen benang poliester, area pabrik	Mengganti lampu neon dengan LED	296.438 kWh/tahun	Penghematan biaya: Rp 300 juta/tahun Periode pengembalian: 0,74 tahun ROI: 436%	Kasliani (2021)
Tekstil: Bidang produksi	Mengonfigurasi kembali waktu pengoperasian pendingin (penundaan mulai dan penghentian awal)	46.548 kWh/ bulan	Penghematan biaya: Rp 617 juta/tahun	Nuha (2018)
	Mengganti lampu neon dengan LED, yang disesuaikan dengan kebutuhan ruangan	73.327 kWh/ bulan	Penghematan biaya: Rp 972 juta/tahun Periode pengembalian selama 1,3 tahun	

MANFAAT UTAMA:

+ **Penghematan finansial:** Banyak peningkatan efisiensi energi, seperti penerangan LED dan jadwal HVAC yang dioptimalkan, memberikan penghematan biaya yang signifikan dan mencapai pengembalian investasi dalam waktu singkat. Sebagai contoh, investasi dalam penerangan dan HVAC di area produksi produsen tekstil diperkirakan mencapai titik impas dalam 1,3 tahun atau bahkan lebih cepat (Nuha 2018)
+ **Minimalisasi gangguan operasional:** Peningkatan terkait efisiensi energi sering kali hanya memerlukan sedikit perubahan pada proses produksi, sehingga menjamin kelancaran kegiatan operasional.
+ **Stabilitas peningkatan efisiensi energi:** Langkah-langkah efisiensi energi dapat disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan dan anggaran tertentu, baik untuk usaha kecil maupun perusahaan besar. Jam operasional yang lebih lama dan penggunaan energi khusus proses untuk produksi meningkatkan dampak positif dari langkah-langkah efisiensi energi.

LANGKAH PRAKTIS UNTUK MEMULAI:

1. **Melakukan audit energi:** Mengidentifikasi area dengan potensi konsumsi energi tertinggi, seperti penerangan, sistem HVAC, dan proses produksi.
2. **Meningkatkan sistem penerangan:** Mengganti perlengkapan penerangan yang sudah ketinggalan zaman dengan lampu LED hemat energi. Simulasi kami di atas menunjukkan bahwa peralihan dari lampu pijar ke LED dapat mengurangi biaya energi sebesar 65 persen, sementara peralihan dari lampu neon dapat mengurangi biaya energi sebesar 15 persen (Pereira et al. 2017; Islam et al. 2015).
3. **Mengoptimalkan sistem HVAC:** Menyesuaikan pengaturan termostat, memperbaiki isolasi, dan menerapkan jadwal pemeliharaan rutin. Misalnya, perbaikan HVAC dapat dicapai dengan menyesuaikan jadwal operasional pendingin yang ada. Dengan mengatur waktu secara strategis untuk menyalakan dan mematikan unit ini, dan memaksimalkan penggunaan kapasitas pendinginan residual, penghematan biaya yang signifikan dapat terwujud (Vahid et al. 2014).
4. **Menjajaki teknologi inovatif:** Untuk semakin mengurangi konsumsi energi, pertimbangkan teknologi canggih seperti termostat cerdas dan demand-side management.
5. **Berkolaborasi dengan pakar energi:** Berkonsultasi dengan pakar efisiensi energi untuk mengembangkan rencana khusus dan mengakses insentif serta potongan harga yang tersedia.

TABEL 4: CONTOH LANGKAH PERBAIKAN KHUSUS SEKTOR

SEKTOR DAN BIDANG	PENINGKATAN	DAMPAK		SUMBER
		EFISIENSI ENERGI	KEUANGAN	
Tekstil: Proses penyelesaian	Mengonversi sistem pemanas fluida termal menjadi sistem pembakaran gas langsung untuk stenter dan pengering	120 MWh/ tahun/pabrik	Biaya modal: ~Rp 468 juta/pabrik Periode pengembalian: 1 tahun	Hasanbeigi dkk. (2012)
Tekstil: Pemrosesan basah	Memasang peralatan pemulihan panas untuk mesin stenter	~30% pengurangan penggunaan energi stenter	Biaya modal: ~ Rp 721–4.308 juta/sistem Periode pengembalian: 1,5–6,6 tahun	Hasanbeigi dkk. (2012)
Tekstil: Proses industri	Memasang sistem pemanasan proses industri tenaga surya	Pengurangan penggunaan energi hingga 14,7%	Periode pengembalian: ~ 13 tahun	Rahman dkk. (2023)
Tekstil: Batik tulis	Mengganti kompor minyak tanah dan gas dengan kompor listrik untuk skala mikro/ perajin perorangan	—	Penghematan biaya energi hingga Rp 3,9 juta/tahun	Syahputra dan Mujahid (2019)
Makanan dan minuman: Industri tahu	Mengganti kayu bakar mentah dengan pelet kayu untuk produksi tahu	Efisiensi bahan bakar hingga 34%	Penghematan biaya energi hingga 50%	Sakuri dkk. (2023)
Makanan dan minuman: Monosodium glutamat	Mengganti sistem refrigeran kumparan spiral dengan penukar panas pelat dan kerangka	Pengurangan energi hingga 13.000 kWh	Penghematan biaya energi hingga Rp 19 miliar	Anara dan Azis (2023)
Makanan dan minuman: Industri pengolahan daging	Audit energy use and adjust machinery operating time to improve efficiency	Pengurangan energi sekitar 540 kWh/hari	Penghematan biaya energi sekitar Rp 587.000/hari	Pratama, Hartati, dan Kumara (2017)

Teknologi yang efisien, peralihan bahan bakar dan elektrifikasi

Dibandingkan dengan sistem penerangan dan HVAC, peningkatan teknologi yang efisien, peralihan bahan bakar, dan elektrifikasi beragam antarsektor. Langkah ini tampak berbeda tergantung pada proses produksi tertentunya karena perbedaan dalam teknologi dan sumber energi tetapi sama pentingnya dalam melakukan dekarbonisasi.

Langkah-langkah pengurangan emisi dalam industri tekstil terutama berfokus pada adopsi sumber energi yang lebih efisien untuk proses pemanasan. Saat ini, industri sangat bergantung pada bahan bakar fosil, terutama solar, untuk mengoperasikan stenter dan pengering. Sementara itu, diskusi kami dengan para ahli menunjukkan bahwa elektrifikasi dapat diterapkan dalam proses tersebut. Integrasi pemulihan panas ke dalam proses industri juga dapat sangat mengurangi konsumsi energi (Luo et al. 2015).

Elektrifikasi dalam sektor tekstil sering kali terlihat pada kegiatan operasional berskala besar dengan mesin industri. Industri tradisional kecil, seperti produksi batik tulis, juga dapat memperoleh keuntungan dengan beralih dari kompor minyak tanah atau gas ke kompor listrik, sehingga mengurangi biaya energi (Mujahid 2019). Kompor listrik mungkin relatif lebih mahal, yang mungkin menyulitkan bagi industri mikro. Akan tetapi, potensi penghematan biaya energi dapat dengan cepat menutupi biaya awal dalam pembelian kompor listrik. Dalam industri makanan dan minuman, di mana ketel digunakan secara umum, peralihan sementara dari bahan bakar fosil ke pelet kayu dapat meningkatkan efisiensi energi hingga 30 persen, yang berpotensi mengurangi separuh biaya energi (Sakuri et al. 2023).

Peningkatan efisiensi dalam proses produksi tidak selalu memerlukan investasi besar. Misalnya, audit energi dalam industri pengolahan daging mengungkapkan inefisiensi dalam waktu pengoperasian mesin (Pratama, Hartati, & Kumara 2017). Dengan mengoptimalkan jam operasional ini, industri dapat mengurangi konsumsi energi hingga 540 kWh per hari tanpa berdampak pada produktivitas atau menimbulkan biaya tambahan. Hal ini menggarisbawahi peran penting audit energi dalam mengidentifikasi peluang efisiensi.

Penting untuk dicatat bahwa contoh di atas merupakan studi kasus, dan hasil penerapan teknologi hemat energi bergantung pada konteksnya, yang beragam sesuai dengan kondisi tertentu dari setiap perusahaan. Akan tetapi, penelitian menunjukkan bahwa banyak perusahaan manufaktur di Indonesia yang tidak memenuhi standar efisiensi energi (Pranolo et al. 2018). Hal ini menyoroti besarnya potensi perbaikan, bahkan melalui inisiatif berskala kecil.

Inisiatif seputar standar kinerja dan pelabelan energi dapat berperan penting. Standar kinerja energi minimum dapat menetapkan tolok ukur yang jelas untuk efisiensi energi, sehingga mendorong produsen untuk mengadopsi teknologi canggih dan mengoptimalkan kegiatan operasional mereka. Selain itu, pelabelan energi wajib untuk produk dapat memberdayakan konsumen untuk membuat pilihan berdasarkan informasi dan mendorong permintaan akan produk hemat energi.

PERAN CARBON OFFSET

Sebelum mendalami carbon offset, industri sebaiknya mengadopsi teknologi yang efisien dan beralih ke bahan bakar rendah karbon. Pendekatan ini menawarkan manfaat nyata seperti biaya operasional yang lebih rendah, peningkatan produktivitas, dan pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Misalnya, industri pengolahan daging dapat secara signifikan mengurangi konsumsi energi dengan mengoptimalkan waktu pengoperasian mesin, sementara industri tekstil dapat menjajaki potensi sistem pemanasan proses industri bertenaga surya.

Setelah industri menerapkan efisiensi energi dan langkah-langkah peralihan bahan bakar yang signifikan, carbon offset dapat dianggap sebagai strategi pelengkap untuk semakin mengurangi emisi. Akan tetapi, penting untuk menggunakan carbon offset dengan hati-hati. Meskipun carbon offset menawarkan cara untuk menetralkan emisi residual, terdapat kekhawatiran tentang efektivitas dan integritas lingkungannya. Untuk memastikan bahwa pengimbangan tersebut kredibel, perusahaan perlu mendapatkan pengimbangan berkualitas tinggi dari proyek yang dapat diverifikasi yang memberikan pengurangan emisi nyata dan tambahan (Valiergue & Ehrenstein 2023). Oleh karena itu, pengimbangan sebaiknya digunakan sebagai pilihan terakhir dan hanya setelah menggunakan semua peluang lain untuk pengurangan emisi secara langsung.

MENJELAJAHI LANSKAP SERTIFIKAT ENERGI TERBARUKAN YANG RUMIT

Industri dapat mempertimbangkan REC apabila investasi dalam infrastruktur terbarukan mereka sendiri terlalu mahal untuk saat ini. Banyak perusahaan yang bergantung pada REC PLN karena harganya yang terjangkau (Rp 35.000 per 1.000 kWh) meskipun kendala pasokan tetap menjadi tantangan. Pada tahun 2023, kapasitas energi terbarukan PLN hanya mencapai 8.768 MW – tidak cukup untuk memenuhi permintaan energi sektor industri yang terus meningkat (PLN 2024b). Meningkatnya permintaan REC PLN, yang naik sebesar 75 persen dari tahun 2022 ke tahun 2023, menyoroti peningkatan minat dalam praktik berkelanjutan (PLN 2024a). Meskipun terdapat tantangan, hal itu juga menandakan pasar siap untuk inovasi.

Meskipun REC dapat menjadi cara yang praktis untuk mengimbangi emisi, penting untuk memahami keterbatasannya. Seiring dengan meningkatnya permintaan REC, perlu ada perhatian terhadap keterbatasan pasokan dan volatilitas harga. Dengan berinvestasi dalam pembangkitan energi terbarukan di lokasi, seperti tenaga surya atau angin, industri dapat mengurangi ketergantungannya pada REC dan mencapai kemandirian energi yang lebih besar.

Dengan berinvestasi secara proaktif dalam proyek energi terbarukan dan menjajaki mekanisme pembiayaan yang inovatif, perusahaan dapat memperoleh sumber energi bersih jangka panjang yang dapat diandalkan. Pendekatan proaktif ini dapat membantu memitigasi risiko yang terkait dengan REC dan memastikan masa depan energi yang berkelanjutan. Pemasangan panel surya di luar jaringan untuk memberi daya pada proses produksi mungkin merupakan alternatif yang lebih dapat diandalkan dan berkelanjutan daripada mengandalkan REC PLN. Meskipun batas atas sebesar 10–15 persen sebelumnya diberlakukan pada panel surya atap, peraturan terbaru menghapus batasan ini dan membuka lebih banyak peluang (Karyza 2024).

Transisi hemat biaya

Kunci untuk transisi hemat biaya adalah penggunaan teknologi yang tersedia secara efisien. Untuk mencapai transisi hemat biaya ke perekonomian rendah karbon, perusahaan harus memprioritaskan solusi yang praktis dan terjangkau. Dengan berfokus pada teknologi yang tersedia, perusahaan di Indonesia dapat secara signifikan mengurangi emisi tanpa restrukturisasi keuangan secara besar-besaran. Teknologi ini menawarkan potensi pengurangan emisi yang signifikan dan memberikan banyak penghematan biaya dalam periode pengembalian yang relatif cepat.

GAMBAR 8: DEKARBONISASI HEMAT BIAYA UNTUK INDUSTRI MAKANAN DAN MINUMAN, TEKSTIL DAN BAHAN KIMIA

	Makanan dan minuman	Tekstil	Bahan kimia
EFISIENSI ENERGI	+ Melakukan peningkatan ke peralatan hemat energi seperti unit pendingin, oven dan sistem penerangan. + Mengoptimalkan proses memasak untuk mengurangi konsumsi energi. + Menerapkan sistem manajemen energi untuk memantau dan mengendalikan penggunaan energi.	+ Melakukan peningkatan ke mesin dan peralatan tekstil hemat energi. + Mengoptimalkan proses produksi untuk mengurangi konsumsi energi. + Menerapkan sistem manajemen energi untuk memantau dan mengendalikan penggunaan energi.	+ Melakukan peningkatan ke pompa, kompresor dan peralatan lain yang hemat energi. + Mengoptimalkan proses produksi untuk mengurangi konsumsi energi. + Menerapkan sistem manajemen energi untuk memantau dan mengendalikan penggunaan energi.
LISTRIK TERBARUKAN	+ Memasang panel surya atap untuk membangkitkan energi bersih. + Membeli REC untuk mengimbangi emisi dari listrik jaringan.	+ Memasang panel surya atap untuk membangkitkan energi bersih. + Membeli REC untuk mengimbangi emisi dari listrik jaringan.	+ Memasang panel surya atap untuk membangkitkan energi bersih. + Membeli REC untuk mengimbangi emisi dari listrik jaringan.
ELEKTRIFIKASI DAN PERALIHAN BAHAN BAKAR	+ Menggunakan peralatan dan kendaraan listrik apabila memungkinkan, seperti kendaraan pengiriman listrik. + Menjajaki peluang untuk menggunakan sistem pemanas dan pendingin listrik.	+ Menggunakan mesin dan peralatan listrik apabila memungkinkan, seperti motor dan pompa listrik.	+ Menggunakan peralatan dan kendaraan listrik apabila memungkinkan, seperti forklif listrik.
PENGURANGAN EMISI NONENERGI	+ Mengurangi limbah makanan melalui peningkatan manajemen inventaris dan pengendalian porsi. + Menerapkan program pengurangan dan daur ulang limbah untuk bahan pengemasan. + Memperoleh bahan dan material pengemasan yang berkelanjutan.	+ Mengurangi konsumsi air melalui praktik manajemen air yang efisien. + Minimalkan penggunaan bahan kimia dan pembangkitan sampah. + Memperoleh material yang berkelanjutan dan didaur ulang.	+ Mengurangi emisi pelarut dengan menggunakan cat berbahan dasar air dan rendah VOC. + Menerapkan program minimalisasi dan daur ulang limbah. + Memperoleh bahan baku yang berkelanjutan. raw materials.

Penyeimbangan ambisi dengan realitas keuangan perusahaan

Meskipun sasaran akhirnya adalah transisi ke 100 persen energi terbarukan, penting untuk mempertimbangkan implikasi keuangannya. Bagi beberapa perusahaan, pendekatan yang lebih bertahap, seperti beralih ke bahan bakar yang beremisi lebih rendah atau berinvestasi dalam teknologi hemat energi, mungkin merupakan langkah pertama yang lebih praktis dan pilihan yang hemat biaya sebelum berkomitmen pada proyek energi terbarukan berskala lebih besar.

Bagi perusahaan di Indonesia, peralihan bahan bakar – mengganti bahan bakar fosil tinggi karbon dengan alternatif rendah karbon seperti biomassa dan bahan bakar nabati – dan proyek elektrifikasi berskala kecil dapat menjadi langkah langsung dan hemat biaya menuju pengurangan emisi. Misalnya, dengan mencampur biodiesel dengan solar konvensional, perusahaan dapat secara signifikan mengurangi emisi gas rumah kaca dalam jangka pendek tanpa memerlukan perubahan infrastruktur besar. Perubahan serupa lainnya termasuk mengganti batu bara dengan gas alam cair untuk proses pemanasan, apabila memungkinkan. Langkah-langkah sementara ini dapat membuka jalan bagi inisiatif dekarbonisasi yang lebih ambisius di masa depan.

Inisiatif dekarbonisasi yang lebih besar, khususnya yang membutuhkan pembiayaan besar, memerlukan pertimbangan biaya awal dan manfaat jangka panjang secara saksama. Dengan mengelola belanja modal secara strategis dan menjajaki berbagai pilihan pendanaan, perusahaan dapat memaksimalkan pengembalian investasi mereka sambil mencapai sasaran keberlanjutan mereka. Perencanaan keuangan yang baik dapat menjembatani kesenjangan antara ahli teknis dan pengambil keputusan keuangan serta memastikan bahwa proyek dekarbonisasi didanai secara memadai (Accounting for Sustainability 2024).

Keputusan pembiayaan sering kali tertunda atau terhambat oleh kesenjangan pemahaman antara ahli teknis dan pengambil keputusan keuangan. Menjembatani kesenjangan ini melalui proyeksi keuangan terperinci dan analisis skenario dapat membantu menunjukkan potensi penghematan biaya, sehingga memberikan alasan pendanaan yang kuat. Dalam mengevaluasi pilihan pembiayaan, analisis laba atas investasi terperinci yang menggabungkan penghematan biaya langsung dan manfaat dekarbonisasi yang lebih luas sangat penting. Analisis tersebut akan memungkinkan perusahaan untuk mempertimbangkan nilai peningkatan ketahanan terhadap risiko iklim, potensi pendapatan dari kredit karbon, dan dampak keuangan jangka panjang lainnya. Dengan menyajikan model pengembalian investasi yang komprehensif, para pengambil keputusan dapat menilai nilai penuh investasi dekarbonisasi dengan lebih baik. Meningkatnya minat investor terhadap investasi berkelanjutan menandakan bahwa perusahaan dapat memperluas basis investor mereka dengan mengintegrasikan upaya dekarbonisasi ke dalam proses bisnis mereka.

Proyek dekarbonisasi menawarkan potensi penghematan jangka panjang dan perolehan pendapatan yang signifikan, yang sering kali menjadi alasan bagi biaya awal ini. Potensi manfaat ini ditunjukkan pada Tabel 4. Selain itu, perusahaan dapat mempertimbangkan tidak hanya pengembalian keuangan secara langsung, tetapi juga manfaat yang lebih luas, seperti peningkatan reputasi merek, kepatuhan terhadap standar peraturan, dan mitigasi risiko yang terkait dengan penetapan harga karbon. Dengan menjadikan dekarbonisasi sebagai investasi strategis, perusahaan dapat menunjukkan bahwa manfaat keuangan dan operasional jangka panjang lebih besar daripada belanja awal.

Di luar anggaran modal internal, perusahaan dapat memanfaatkan sumber pendanaan alternatif yang selaras dengan sasaran keberlanjutan. Beberapa pilihan ini mencakup:

PEMBIAYAAN HIJAU DAN PINJAMAN TERKAIT KEBERLANJUTAN

Pembiayaan 'hijau' mengacu pada instrumen pembiayaan yang diperuntukkan untuk mendukung kegiatan ramah lingkungan, termasuk investasi dalam teknologi rendah karbon. Baru-baru ini, pinjaman terkait keberlanjutan (SLL) muncul sebagai cara bagi lembaga keuangan untuk memperluas pembiayaan hijau mereka. SLL sering kali memiliki suku bunga dan ketentuan yang menguntungkan bagi perusahaan yang mencapai target lingkungan yang telah ditentukan sebelumnya. Produk keuangan tersebut memungkinkan perusahaan mendanai proyek dengan dampak minimal pada arus kas mereka sambil menunjukkan komitmen mereka pada pembangunan berkelanjutan.

Bank Indonesia telah memperkenalkan beberapa skema pembiayaan hijau, termasuk contoh yang ditunjukkan pada Tabel 5.

HIBAH DAN SUBSIDI PEMERINTAH:

Di banyak negara, pemerintah memberikan hibah, kredit pajak, dan subsidi untuk proyek yang bertujuan mengurangi emisi gas rumah kaca. Pemanfaatan program-program ini dapat mengurangi biaya efektif proyek dekarbonisasi, sehingga meningkatkan daya tariknya untuk mendapatkan persetujuan internal. Saat ini, Indonesia belum memiliki insentif keuangan khusus untuk pengembangan industri rendah karbon, selain Standar Industri Hijau, yang mencakup insentif non-fiskal dan subsidi kendaraan listrik. Meskipun demikian, Kementerian Perindustrian telah mempertimbangkan kemungkinan insentif fiskal untuk mendorong lebih banyak investasi rendah karbon (Yandwiputra 2023).

TABEL 5: PEMBIAYAAN HIJAU DAN PINJAMAN TERKAIT KEBERLANJUTAN

BANK	PROGRAM	DESKRIPSI
PT Bank UOB Indonesia	U-Energy	Platform pembiayaan terintegrasi untuk proyek efisiensi energi untuk bangunan (bermitra dengan empat perusahaan layanan energi lokal), termasuk antara lain pemasangan panel surya, peningkatan HVAC, pemasangan LED, dan manajemen energi dan listrik. Program tersebut menawarkan dua skema: pinjaman untuk pembelian perangkat keras/peralatan atau pembiayaan efisiensi energi.
PT Bank Central Asia Tbk (BCA)	Pinjaman terkait keberlanjutan	BCA dan penerima pinjaman menyepakati indikator kinerja utama (IKU) dan target kinerja keberlanjutan (SPT) dan penerima pinjaman akan diberikan insentif apabila mencapai SPT yang telah disepakati sebelumnya.
	Pembiayaan hijau	Mencakup energi terbarukan, efisiensi energi, manajemen sumber daya hayati berkelanjutan dan penggunaan lahan berkelanjutan, produk ramah lingkungan, transportasi 'ramah lingkungan' dan bangunan 'ramah lingkungan'.
PT Bank Mandiri Tbk	Pembiayaan hijau ritel dan grosir	Pembiayaan untuk kendaraan listrik, panel surya dan hak tanggungan hijau.
	Pembiayaan perusahaan dalam masa transisi	Pembiayaan komprehensif yang ditujukan kepada perusahaan yang bermaksud mentransformasi usahanya secara besar-besaran agar selaras dengan target iklim. Perusahaan yang tertarik dalam skema ini perlu mengembangkan strategi transisi yang terukur.
PT Bank DBS Indonesia	Pinjaman terkait keberlanjutan	Pinjaman disusun sedemikian rupa sehingga penerima pinjaman membayar bunga yang bervariasi tergantung pada pencapaian serangkaian target kinerja ESG yang telah disepakati sebelumnya.
	Pembiayaan perdagangan hijau dan berkelanjutan	Dukungan pembiayaan untuk proyek energi terbarukan atau terkait keberlanjutan dari penawaran hingga pemenuhan kontrak; memungkinkan pemasok untuk mengakses kredit berbiaya lebih rendah.
	Pinjaman hijau	Pembiayaan untuk proyek 'hijau' yang memenuhi syarat dengan manfaat lingkungan yang jelas.

Bab 4: Prospek ke depan

Pilar dekarbonisasi dan standar pengungkapan internasional

Standar pengungkapan internasional, seperti IFRS S2, sangat penting untuk mendorong integrasi pertimbangan terkait iklim ke dalam praktik bisnis dengan mengharuskan perusahaan untuk mengungkapkan risiko dan peluang terkait iklim secara transparan. Standar ini mengamanatkan perusahaan untuk mengungkapkan informasi tentang emisi gas rumah kaca, target terkait iklim, dan rencana transisi. Hal ini menghasilkan transparansi, akuntabilitas yang lebih baik, dan memberikan informasi untuk pengambilan keputusan di antara para investor, pemangku kepentingan, dan masyarakat luas.

Indonesia secara aktif mempersiapkan penerapan standar ini. Otoritas Jasa Keuangan (OJK) saat ini sedang mengembangkan kerangka regulasi yang selaras dengan praktik terbaik internasional seperti IFRS. Pengumuman terbaru dari OJK mengenai pelaporan keberlanjutan bagi perusahaan terbuka menunjukkan langkah menuju transparansi dan akuntabilitas yang lebih baik dalam pengungkapan terkait iklim (Aziz 2024). Pendekatan oleh OJK ini kemungkinan akan berperan penting dalam memfasilitasi adopsi pengungkapan terkait iklim yang baik oleh perusahaan di Indonesia.

Dengan mengadopsi IFRS S2 dan standar terkait lainnya, perusahaan di Indonesia dapat meningkatkan kinerja lingkungannya, meningkatkan transparansi keuangannya, dan menarik para investor yang bertanggung jawab. Hal ini mendorong terciptanya perekonomian yang lebih berkelanjutan dan tangguh sekaligus berkontribusi pada komitmen global Indonesia pada aksi iklim.

IFRS S2 memberikan kerangka kerja bagi perusahaan untuk melaporkan risiko dan peluang terkait iklim mereka. Kerangka kerja ini selaras dengan empat pilar dekarbonisasi: efisiensi energi, listrik terbarukan, elektrifikasi dan peralihan bahan bakar, serta manajemen karbon. IFRS S2 mengharuskan perusahaan untuk mengungkapkan informasi terkait kepada para investor dan pemangku kepentingan lainnya, sehingga memungkinkan mereka menilai risiko dan peluang terkait iklim perusahaan serta membuat keputusan berdasarkan informasi.

Meskipun versi IFRS S2 saat ini tidak secara eksplisit mencakup pengimbangan dan kredit karbon, ISSB secara aktif menjajaki cara untuk memasukkannya ke dalam standar tersebut. Karena perlakuan akuntansi ini masih dalam pengembangan, pengimbangan dan kredit karbon saat ini tidak dikurangkan dari total emisi gas rumah kaca perusahaan dalam lingkup IFRS S2.

Industri bahan kimia memiliki persyaratan pengungkapan yang lebih ketat berdasarkan IFRS S2, yang mencakup keempat pilar dekarbonisasi. Tidak hanya penggunaan energi, persyaratan ini juga mencakup rencana manajemen emisi dan kinerja perusahaan terhadap rencana tersebut.

Sebaliknya, industri tekstil, meskipun menyumbang 10 persen dari emisi karbon global, tidak secara eksplisit tercakup oleh persyaratan pengungkapan khusus industri IFRS S2 untuk penggunaan energi. Sebagai standar keberlanjutan pertama untuk industri, IFRS S2 terutama berfokus pada identifikasi perusahaan yang sungguh-sungguh

mengupayakan keuntungan berkelanjutan sambil mengatasi masalah greenwashing daripada hanya berfokus pada penggunaan energi. Meskipun penggunaan energi secara tidak langsung terkait dengan risiko dan peluang terkait iklim, IFRS S2 untuk industri tekstil tidak memiliki persyaratan terperinci untuk pengungkapan penggunaan energi.

Persyaratan pengungkapan IFRS S2 untuk industri makanan dan minuman terkait dengan pilar efisiensi energi dan energi terbarukan. Standar khusus industri berfokus pada penggunaan energi dan listrik yang diproduksi sendiri.

Perlu dicatat bahwa IFRS merupakan standar yang terus berkembang dan mengalami perbaikan. ISSB baru-baru ini mengumumkan bahwa pihaknya akan meningkatkan standar Sustainability Accounting Standards Board (SASB) yang ada, yang menjadi dasar dari IFRS S2, dengan mengidentifikasi lebih lanjut tantangan terkait keberlanjutan khusus industri.

Draf paparan ISSB mengakui bahwa rencana transisi iklim beragam menurut industri. IFRS S2 akan mengharuskan organisasi untuk mempertimbangkan metrik khusus industri yang selaras dengan model bisnis, kegiatan ekonomi, atau karakteristik industri bersama lainnya. Metrik ini juga dapat terkait dengan rencana transisi entitas.

TABEL 6: METRIK YANG BERDAMPINGAN DALAM IFRS S2 DAN EMPAT PILAR DEKARBONISASI

<table>
<tr><th></th><th>IFRS S2 & Pilar 1: Efisiensi energi</th><th>IFRS S2 & Pilar 2: Listrik terbarukan</th><th>IFRS S2 & Pilar 3: Elektrifikasi dan peralihan bahan bakar</th><th>IFRS S2 & Pilar 4: Pengurangan emisi nonenergi</th><th>IFRS S2: Pengurangan emisi tidak langsung</th></tr>
<tr><td>TEKSTIL</td><td>Tidak tersedia</td><td>Tidak tersedia</td><td>Tidak tersedia</td><td>Tidak tersedia</td><td>Perolehan bahan baku yang bertanggung jawab</td></tr>
<tr><td rowspan="2">MAKANAN DAN MINUMAN</td><td>Total konsumsi energi</td><td rowspan="2">Persentase listrik terbarukan yang digunakan dalam proses produksi</td><td rowspan="2">Tidak tersedia</td><td rowspan="2">Tidak tersedia</td><td rowspan="2">Perolehan bahan baku yang bertanggung jawab</td></tr>
<tr><td>Listrik jaringan yang digunakan dalam produksi</td></tr>
<tr><td rowspan="4">BAHAN KIMIA</td><td colspan="4">Pengungkapan rencana manajemen emisi, target pengurangan emisi, dan kinerja terhadap target</td><td rowspan="4">Perolehan bahan baku yang bertanggung jawab</td></tr>
<tr><td>Total konsumsi energi</td><td>Persentase listrik terbarukan yang digunakan dalam proses produksi</td><td>Tidak tersedia</td><td rowspan="3">Tidak tersedia</td></tr>
<tr><td colspan="3">Persentase listrik yang dihasilkan sendiri yang digunakan dalam produksi</td></tr>
<tr><td>Listrik jaringan yang digunakan dalam produksi</td><td>Tidak tersedia</td><td>Tidak tersedia</td></tr>
</table>

Rencana transisi iklim

Meningkatnya tekanan pada perusahaan untuk mendekarbonisasi kegiatan operasionalnya secara intrinsik terkait dengan pesatnya perkembangan lanskap pengungkapan terkait iklim. Persyaratan untuk mengungkapkan risiko dan peluang terkait iklim mendorong perusahaan untuk mengembangkan rencana transisi iklim yang komprehensif. Rencana ini menjelaskan strategi perusahaan untuk mencapai sasaran iklim dan beradaptasi dengan masa depan rendah karbon; mereka beralih dari penerapan secara sukarela ke komponen penting untuk memenuhi peraturan yang berubah, memenuhi persyaratan pembiayaan berkelanjutan, dan membangun kepercayaan pemangku kepentingan. Rencana transisi, yang menguraikan bagaimana suatu perusahaan berencana untuk melakukan dekarbonisasi, biasanya dikembangkan setelah perusahaan tersebut melakukan analisis skenario dan penilaian risiko secara menyeluruh untuk memahami kerentanan dan peluang terkait iklimnya yang khas.

Mandat untuk mengungkapkan risiko dan peluang terkait iklim mendorong perusahaan untuk mengembangkan rencana transisi yang akan memuaskan para investor. Dengan memahami bagaimana empat pilar dekarbonisasi – efisiensi energi, listrik terbarukan, elektrifikasi dan peralihan bahan bakar, serta manajemen karbon – dapat diterapkan pada industri mereka, perusahaan lebih siap untuk membuat rencana transisi, memenuhi kewajiban pengungkapan mereka kepada OJK sesuai dengan IFRS S2, dan mencapai target iklim mereka dengan cara yang hemat biaya dan kredibel.

'"Perencanaan transisi" adalah proses yang dilakukan oleh suatu perusahaan untuk (i) mengembangkan strategi untuk memenuhi target iklim, baik yang diadopsi secara sukarela atau diamanatkan, dan/atau (ii) menyiapkan tanggapan jangka panjang untuk mengelola risiko dan mengadaptasi model bisnis untuk mencapai perekonomian rendah emisi dan tangguh iklim' (NGFS 2023).

Karena standar dan kerangka pengungkapan iklim baru menuntut rencana transisi iklim yang lebih terperinci, keterbatasan dalam kapasitas teknis dan ketersediaan data menjadi hambatan besar bagi perusahaan dalam perekonomian di mana kapasitas teknis dan data tersebut tidak tersedia. Akan tetapi, hambatan ini dapat diatasi dengan dukungan yang disesuaikan dari para pembuat kebijakan, sehingga memungkinkan perekonomian ini menyajikan atau mengembangkan data yang diperlukan.

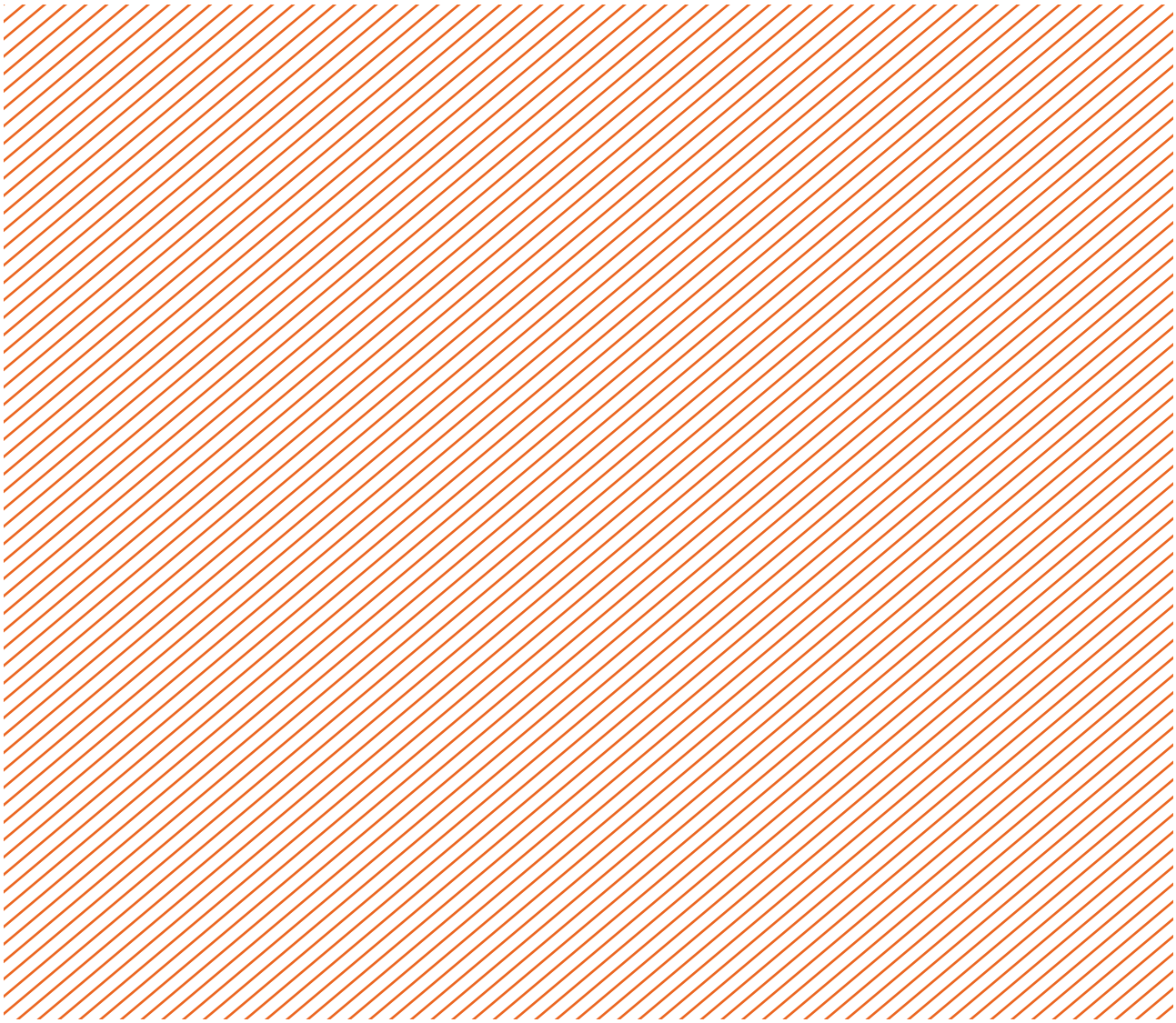
Rencana transisi yang 'kredibel', sebagaimana didefinisikan oleh Climateworks, menunjukkan komitmen perusahaan pada masa depan rendah karbon yang didukung dengan sasaran yang jelas, terukur, dan dapat dicapai, serta tindakan dan investasi tertentu yang diperlukan untuk mencapainya.

Perusahaan dapat menjadikan perencanaan transisi sebagai cara potensial untuk mendapatkan pembiayaan berkelanjutan dan pembiayaan proyek hijau. Kerangka kerja Transition Plan Taskforce memberikan panduan bagi perusahaan untuk mengembangkan dan mengungkapkan rencana transisi iklim yang kredibel, yang menguraikan bagaimana mereka akan mengurangi emisi dan beradaptasi dengan masa depan rendah karbon. Kerangka kerja tersebut menekankan ambisi, tindakan konkret, dan akuntabilitas, yang selaras dengan standar pengungkapan seperti IFRS S2 untuk mendorong aksi iklim yang efektif.

Lembaga keuangan yang ingin melakukan investasi yang lebih berkelanjutan dapat menggunakan kerangka kerja TPT untuk menilai perusahaan dan kredibilitas rencana transisi mereka, sehingga mendorong sektor keuangan untuk memprioritaskan pendanaan bagi perusahaan dengan rencana transisi yang jelas dan kredibel. Perusahaan yang menyelaraskan rencana transisi mereka dengan kerangka kerja TPT bisa lebih menarik bagi para investor dan pemberi pinjaman yang ingin menyelaraskan portofolio mereka dengan sasaran keberlanjutan.

Empat pilar dekarbonisasi memberikan dasar bagi perusahaan yang mengembangkan strategi dekarbonisasi dan rencana transisi. Dengan berfokus pada bidang utama ini, perusahaan dapat mengidentifikasi jalur yang paling efisien dan terjangkau untuk mengurangi emisinya, sehingga meminimalkan beban keuangan transisi sambil memaksimalkan manfaat lingkungan.

Studi kami mendapati bahwa meskipun perusahaan besar umumnya menyadari manfaat teknologi rendah karbon dan penghematan biaya jangka panjangnya, masalah keuangan jangka pendek hingga menengah sering kali menghambat adopsinya secara langsung. Dukungan teknis yang disesuaikan, seperti akses ke mekanisme pembiayaan, program pengembangan kapasitas, dan inisiatif alih teknologi, dapat membantu perusahaan ini mengatasi hambatan ini dan berhasil mengintegrasikan teknologi rendah karbon ke dalam kegiatan operasional mereka sebagai bagian dari rencana transisinya.



Bibliografi

Accounting for Sustainability (2024) Net Zero: A practical guide for finance team, The Prince's Accounting for Sustainability Project (A4S)

Agarwal V, Anand K, Furnari E and Purba B (2023) How to power Indonesia's solar PV growth opportunities: Indonesia, McKinsey & Company, accessed 14 October 2024.

Andrei M, Rohdin P, Thollander P, Wallin J and Tangring M (2024) 'Exploring a decarbonization framework for a Swedish Automotive Paint Shop', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 200(1): 1-17, doi:10.1016/j.rser.2024.114606.

Anara SA and Azis AR (2023) *Efisiensi Energi Dan Optimasi Proses Produksi Monosodium Glutamat Unit Kristalisasi menggunakan Plate Heat Exchanger,* Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Andriansyah, Nurwanda A and Rifai B (2023) 'Structural Change and Regional Economic Growth in Indonesia', Bulletin of Indonesian Economic Studies, 59(1):91–117, doi:10.1080/00074918.2021.1914320.

Australian Alliance for Energy Productivity (2021) *Compressed air systems: Sealing up a productive manufacturing future for NSW.*

Aziz A (2024) *OJK Akan Wajibkan Emiten Terapkan Akuntansi Berkelanjutan*, HalloBisnisNews, accessed 28 January 2025.

Başaran A, Yılmaz T and Çivi C (2018) 'Application of inductive forced heating as a new approach to food industry heat exchangers', Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 134(3):2265–2274. doi:10.1007/s10973-018-7250-7.

Cheburdanidze I (2023) Is the accounting world ready for a carbon capture economy?, *Institute of Chartered Accountants in England and Wales*, accessed 2 October 2024.

CLASP and PricewaterhouseCoopers (2020) Indonesia Lighting Market Study and Policy Analysis, accessed 28 January 2025.

Climate Action Tracker (2024) *Indonesia*, accessed 18 October 2024.

Climate Bonds Initiative (2020) *Financing credible transitions: How to ensure the transition label has impact*, accessed 18 October 2024.

ClimateWorks Australia (2014) *Pathways to deep decarbonisation in 2050*, accessed 16 July 2024.

da Costa G (5 June 2024) 'PLN records positive performance in 2023' *Indonesia Business Post*, accessed 5 November 2024.

Duanaputri R, Prasojo RA, Hakim MF, Wijaya B, Widianto G, Astuti W, Gallant RH and Razaan GTA (September 2024) 'Comparative Analysis of Breakdown Voltage Value and Color Scale of Natural Ester Oil with Mineral Oil Shell Diala-B', *2024 International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power (ICTPEP)*, 336–339, doi:10.1109/ICT-PEP63827.2024.10732899.

Farhana K, Kadirgama K, Mahamude ASF and Mica MT (2022) 'Energy consumption, environmental impact, and implementation of renewable energy resources in Global Textile Industries: An overview towards circularity and Sustainability', *Materials Circular Economy*, 4(1), doi:10.1007/s42824-022-00059-1.

Gratham Research Institute on Climate Change and the Environment (2023) What is carbon capture, usage and storage (CCUS) and what role can it play in tackling climate change?, accessed 5 November 2024.

Hasanbeigi A, Hasanabadi A and Abdorrazaghi M (2012) 'Comparison analysis of energy intensity for five major sub-sectors of the textile industry in Iran', *Journal of Cleaner Production*, 23(1):186-194.

Hernandez-Herrera H (2020) 'Energy Savings Measures in Compressed Air Systems', *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(3), pp. 414–422.

Husnayain F, Himawan DS, Utomo AR, Ardita IM and Sudiarto B (2023) 'Analisis Perbandingan Kinerja Lampu Led, Cfl, Dan Pijar Pada Sistem Penerangan Kantor', CYCLOTRON, 6(1), doi:10.30651/cl.v6i1.17165.

International Energy Agency (2021) E4 Country Profile: Energy Efficiency Indonesia, IEA, accessed 13 October 2024.

––– (2023) *Greenhouse gas emissions from Energy*, IEA, accessed 16 July 2024.

––– (2024) *Carbon Capture, Utilisation and Storage*, accessed 14 October 2024.

IEA, IRENA, UNSD, World Bank, WHO (2023) *Tracking SDG 7: The Energy Progress Report*, World Bank, accessed 18 October 2024.

Irman I, Latifah L and Ruskardi R (2020) 'Pemilihan Tingkat Efikasi Lampu Led Untuk Pencahayaan Ruangan', *Jurnal ELIT*, 1(2), doi:10.31573/elit.v1i2.58.

International Sustainability Standards Board (2022a) *IFRS Sustainability Disclosure Standard [Draft] IFRS S2 Climate-related Disclosures: Appendix B Industry-based disclosure requirements Volume B1—Apparel, Accessories & Footwear*, ISSB, accessed 22 July 2024.

––– (2022b) *IFRS Sustainability Disclosure Standard [Draft] IFRS S2 Climate-related Disclosures: Appendix B Industry-based disclosure requirements Volume B25—Processed Foods*, ISSB, accessed 22 July 2024.

––– (2022c) *IFRS Sustainability Disclosure Standard [Draft] IFRS S2 Climate-related Disclosures: Appendix B Industry-based disclosure requirements Volume B47—Chemicals*, ISSB, accessed 22 July 2024.

––– (2024) *Feedback Statement on the Consultation on Agenda Priorities*, ISSB, accessed 28 January 2025.

Jung TY, La Rovere EL, Gaj H, Shukla PR and Zhou D (2000) 'Structural changes in developing countries and their implication for energy-related CO2 emissions', *Technological Forecasting and Social Change*, 63(2–3):111–136, doi:10.1016/s0040-1625(99)00052-9.

Karyza D (28 November 2024) 'Indonesia's new rooftop solar rule set to boost industrial, commercial use', Asia News Network, accessed 28 November 2024.

Kasliani MF (2021) *Analisa Efisiensi Daya Lampu TL-LED pada PT. Asia Pacific Fibers, Tbk* [doctoral dissertation], Universitas Sultan Agung, accessed 28 January 2025.

Khan N and Abas N (2011) 'Comparative study of energy saving light sources', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1):296-309, doi:10.1016/j.rser.2010.07.072.

Khayam U and Zaeni A (2021) 'Review of Recent Research on Energy Saving Lamp in Indonesia', *2021 3rd International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS)*.

Khayam U, Zaeni A, Banjar-Nahor KM, Hamdani D, Sinisuka NI, Dupuis P, Zissis G and Canale L (2023) 'Status of Lighting Technology Application in Indonesia', *Sustainability*, 15(7):6283.

Kim JK, Son H and Yun S (2022) 'Heat integration of power-to-heat technologies: Case studies on heat recovery systems subject to electrified heating', *Journal of Cleaner Production*, 331(1):130002, doi:10.1016/j.jclepro.2021.130002.

Luo Y, Woolley E, Rahimifard S and Simeone A (2015) 'Improving energy efficiency within manufacturing by recovering waste heat energy', *Journal of Thermal Engineering*, 1(5): 337, doi:10.18186/jte.49943.

Lu H, de la Rue du Can S, Letschert V, Wong HLC, Zhou N, Wijaya F, Hidayati F and Husodo DC (2024) *Industry Decarbonization Roadmap for Indonesia: Opportunities and Challenges to Net Zero Emission*, IESR and Lawrence Berkeley National Laboratory, accessed 30 October 2024.

Marubeni Corporation (2024) *Joint Study Agreement for a feasibility assessment on BECCS in South Sumatra*, Marubeni Corporation, accessed 30 October 2024.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2022) *Updated NDC Indonesia 2022*, Ministry of Environment and Forestry, accessed 25 January 2025.

––– (2024) *Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca (Grk) Dan Monitoring, Pelaporan, Verifikasi (Mpv) 2023*, Ministry of Environment and Forestry, accessed 28 January 2025.

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional (2024) *Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional 2025-2045*, Ministry of National Development Planning, accessed 25 January 2025.

Nanjundaswamy A, Kulai A, Dinesh S and Divyashree MS (2023) 'Electric vehicles in the business processes and sustainable development', *Management Matters*, 20(1):95–113: doi:10.1108/manm-11-2022-0111.

Nature Climate Change (2018) '*The price of fast fashion*', Nature Climate Change, 8(1): doi:10.1038/s41558-017-0058-9.

NGFS (Network for Greening the Financial System) (2023) *Stocktake on Financial Institutions' Transition Plans and their Relevance to Micro-prudential Authorities*, NGFS, accessed 8 October 2024.

Nuha RU (2018) *Analisis Peluang Penghematan Energi Listrik Pada Unit Spinning 1 Di Pt. Delta Dunia Sandang Tekstil, Demak, Jawa Tengah*, Universitas Muhammadiyah Semarang, accessed 28 January 2025.

Pereira LS, Pontes Y, and da Costa FM (2017) 'Energy efficiency in the replacement of fluorescent lamps by led: Application in a store', *2017 Brazilian Power Electronics Conference (COBEP)*.

Perusahaan Listrik Negara (2 January 2024) *Kaleidoskop 2023: Kian Diminati, Penggunaan REC PLN Meningkat 75%* [Press release], Perusahaan Listrik Negara, accessed 27 January 2025.

––– (4 June 2024) *Pengembangan EBT Tumbuh Positif di 2023, PLN Catatkan Kinerja Yang Berkelanjutan* [Press release], Perusahaan Listrik Negara, accessed 27 January 2025.

Pratama HN, Hartati RS and Kumara INS (2017) Studi Pengelolaan Energi Listrik di Perusahaan Pengolahan Daging PT. Soejasch Bali, *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 16(2): 31, doi:10.24843/MITE.2017.v16i02p05.

PricewaterhouseCoopers (2023) *IFRS Financial reporting considerations for entities participating in the voluntary carbon market*, PwC, accessed 2 October 2024.

Putra AC, Hamdani D, Khayam U, Banjar-Nahor KM, Sinisuka NI, Zissis G, Dupuis P and Canale L (2022) 'Characterization of Energy Saving Lamps in Indonesia Based on Power Quality', *2022 5th International Conference on Power Engineering and Renewable Energy (ICPERE)*.

Republic of Indonesia (2022) *Enhanced Nationally Determined Contribution Republic of Indonesia*, Republic of Indonesia, accessed 18 October 2024.

Ramadhon AD (2021) *Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Di Pt. Harmoni Putra Solusindo Semarang*, Universitas Semarang, accessed 28 January 2025.

Sakuri S, Hartono H, Supriyana N, Nurfaizal Y and Al Hakim RAN (2023) 'Rancangan dan penerapan teknologi boiler vertikal fire tube untuk perebusan bubur kedelai tahu Kalisari Banyumas', *Turbo Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 12(1): doi:10.24127/trb.v12i1.2284.

Saraswati H (23 December 2024) 'MSMEs: the Key to Indonesia's Decarbonization Efforts', The Diplomat, accessed 19 November 2024.

Science Based Targets Initiative (2024) *Getting started guide for science-based target setting version 1.1*, SBTi, accessed 27 January 2025.

Silfia I (16 October 2024) 'Bappenas: Industrialisasi terfokus kunci selamatkan manufaktur RI', ANTARA, accessed 18 October 2024.

Subraveti SG, Rodriguez AE, Ramirez A, an Roussanaly S (2023) 'Is Carbon Capture and Storage (CCS) Really So Expensive? An Analysis of Cascading Costs and CO2 Emissions Reduction of Industrial CCS Implementation on the Construction of a Bridge', *Environmental Science and Technology*, 57(6):2595-2601, doi: 10.1021/acs.est.2c05724.

Syahputra R and Mujaahid F (2019) 'Aplikasi Kompor Listrik di Industri Batik untuk Efisiensi Energi dan Lingkungan Sehat' *Prosiding Seminar Nasional Program Pengabdian Masyarakat*, 6: doi:10.18196/ppm.26.522.

Taylor B (2022) '*Compressed Air for the Food & Beverages Industry*', Fluid-Aire Dynamics, accessed 24 January 2025.

The World Bank (2024) 'World Development Indicators', The World Bank, accessed 31 July 2024.

United States Energy Information Administration (n.d.) 'Primary Energy', EIA, accessed 24 January 2025.

Vahid V, Bijan S, Ahmad F and Kambiz P (2014) 'A review of different strategies for HVAC energy saving', *Energy Conversion and Management*, 77(1): 738-54, doi:10.1016/j.enconman.2013.10.023.

Valiergue A and Ehrenstein V (2023) 'Quality offsets? A commentary on the voluntary carbon markets', *Consumption Markets & Culture*, 26(4): 298-310, doi:10.1080/10253866.2022.2147162.

Yandwiputra A R (28 February 2023) '*Kemenperin Terus Dorong Insentif Fiskal untuk Industri Hijau*', Tempo.com, accessed 25 January 2025.

Untuk informasi lebih lanjut silahkan hubungi:

PETRA CHRISTI
Analis Senior
petra.christi@climateworkscentre.org

FIKRI MUHAMMAD
Analis Senior
fikri.muhammad@climateworkscentre.org

DINDA MAHARANI
Analis
dinda.maharani@climateworkscentre.org

Climateworks Centre
CEO Suite, One Pacific Place,
15th floor, Jl. Jend. Sudirman Kav.
52-53, Jakarta Selatan 12190,
Indonesia.

Climateworks Centre, 2025, Dekarbonisasi pada sektor manufaktur Indonesia: Studi kasus subsektor makanan dan minuman, tekstil dan kimia.

Diterbitkan oleh Climateworks Centre. Melbourne, Victoria, Februari 2025 © Climateworks Centre 2025

Karya ini tunduk pada hak cipta. Terlepas dari setiap penggunaan yang diizinkan berdasarkan Undang-Undang Hak Cipta Tahun 1968, tidak ada bagian yang dapat direproduksi dengan proses apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Publikasi ini dapat diunduh di:
www.climateworkscentre.org

MONASH University | MONASH SUSTAINABLE DEVELOPMENT INSTITUTE

Didirikan bersama oleh filantropi dan Universitas Monash, Climateworks Centre merupakan lembaga nirlaba independen yang bekerja di bawah Monash Sustainable Development Institute.