

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, pemanasan global dan perubahan iklim tidak hanya dialami oleh satu negara, tetapi merupakan isu global yang juga berdampak pada Indonesia dan termasuk dalam tujuan *Sustainable Development Goals* terkait aksi perubahan iklim. Sebagai negara kepulauan dengan wilayah laut yang luas, Indonesia memiliki peran penting dalam konteks pemanasan global dan perubahan iklim. Perubahan lingkungan yang signifikan telah terjadi di Indonesia, didorong oleh gaya hidup yang semakin instan dan penggunaan teknologi yang masif. Perubahan iklim mengacu pada perubahan jangka panjang dalam suhu dan pola cuaca. Kondisi ini dapat mengancam keberlangsungan hidup manusia (Ainurrohman & Sudarti, 2022; Dewi et al., 2019). Dengan mempertimbangkan dampaknya terhadap ekonomi, sosial, dan kesehatan, perubahan iklim dan lingkungan saat ini telah menjadi salah satu perhatian utama dan tantangan global (Haterd et al., 2021). Penyebab utama pemanasan global adalah peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) dalam atmosfer, seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrogen oksida (N₂O) (Singh et al. 2022). GRK adalah gas-gas dalam atmosfer Bumi yang mampu menyerap dan memancarkan radiasi infra merah, sehingga menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim (Song et al. 2019).

Dalam mengatasi perubahan iklim, upaya untuk mengurangi emisi GRK telah ditekankan secara global. Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Lahn, 2021), peningkatan konsentrasi GRK, terutama CO₂, telah terbukti meningkatkan suhu global dan menyebabkan fenomena cuaca ekstrem yang lebih sering terjadi. Peningkatan suhu global ini dapat berdampak negatif terhadap ekosistem bumi, termasuk pencairan es laut dan es gletser serta naiknya permukaan air laut, yang dapat mengancam keberlangsungan hidup manusia dan spesies lainnya (M. M. J. de Jonge, 2019). Perubahan iklim yang disebabkan oleh emisi GRK telah menjadi ancaman serius bagi lingkungan global dan kesejahteraan manusia (Lahn, 2021). Di Indonesia, beberapa tahun terakhir menunjukkan

perkembangan yang signifikan. Kesadaran berbagai pihak terhadap upaya pengurangan emisi GRK demi terwujudnya lingkungan hidup yang sehat dan berkelanjutan semakin meningkat (Sugiarto et al., 2023).

Pada tahun 2011 Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 tentang rencana aksi nasional penurunan emisi gas rumah kaca. Namun peraturan tersebut telah digantikan dengan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon Untuk Pencapaian Target Kontribusi yang ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Pembangunan Nasional. Peraturan tersebut dikeluarkan setelah *Paris Agreement* ditetapkan untuk mengatasi perubahan iklim dan kontribusi pengurangan emisi gas rumah kaca yang ditetapkan secara internasional untuk membatasi kenaikan suhu rata-rata global di bawah 2°C hingga 1,5°C dari tingkat suhu pra-industrialisasi.

Salah satu sektor yang menjadi fokus dalam pengendalian emisi GRK dalam Pembangunan nasional tersebut adalah sektor industri. Secara nasional, emisi GRK yang dihasilkan dari sektor industri berdampak negatif terhadap lingkungan karena industri merupakan pengguna energi terbesar yang terus mengalami peningkatan aktivitas produksi karena pertumbuhan ekonomi (Apriyanti et al., 2019).

Salah satu sektor industri yang mempunyai potensi emisi GRK yang signifikan adalah industri Telekomunikasi yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti pengoperasian menara telekomunikasi berbasis teknologi 4G dan 5G, dan perluasan infrastruktur telekomunikasi (Deevela et al., 2024). Industri teknologi informasi dan komunikasi berkontribusi atas sekitar 3–4% emisi CO₂ global (Freitag et al., 2020). Dalam industri teknologi informasi dan komunikasi, perusahaan telekomunikasi sendiri berkontribusi terhadap 1,6% dari seluruh emisi CO₂ di dunia (Popli et al., 2021). Berdasarkan pendapat Radonjic & Tompa (2018), dalam sektor industri teknologi informasi dan komunikasi, jaringan telekomunikasi menyediakan dukungan mendasar bagi semua komunikasi modern karena pesatnya pertumbuhan penggunaan internet, pemrosesan dan transfer data, dan komunikasi seluler. Hal ini menyebabkan peningkatan signifikan dalam penggunaan energi dan emisi GRK. Selain itu, sebagian besar listrik yang digunakan untuk menggerakkan

jaringan telekomunikasi di seluruh dunia masih diproduksi dengan membakar bahan bakar fosil, sehingga peningkatan konsumsi energi menyebabkan peningkatan jumlah emisi GRK.

Perusahaan telekomunikasi juga menghadapi tantangan terkait kebutuhan akan energi yang meningkat untuk mendukung infrastruktur mereka. Pusat data, misalnya, dikenal sebagai pengonsumsi energi besar karena kebutuhan pendinginan yang tinggi, (Gillingham and Stock 2018).

Dalam menghadapi pemanasan global, perusahaan telekomunikasi perlu menghadapi tekanan untuk mempertahankan efisiensi energi dan mengurangi jejak karbon mereka. Hal ini dapat melibatkan investasi dalam teknologi efisiensi energi, penggunaan energi terbarukan, atau bahkan inovasi dalam desain pusat data yang lebih ramah lingkungan, (Kennedy et al. 2009; Singh et al. 2022). Jejak karbon mengacu pada total emisi gas rumah kaca (GRK), terutama karbon dioksida (CO₂), yang dihasilkan secara langsung atau tidak langsung dari kegiatan manusia, organisasi, atau produk (Hertwich 2021). Konsep ini menjadi penting karena GRK, terutama CO₂, berperan dalam mempercepat perubahan iklim global melalui efek pemanasan global.

Jejak karbon, yang mencakup semua sumber emisi terkait dengan aktivitas tertentu, dapat diukur pada berbagai level, mulai dari individu, perusahaan, hingga negara (Fenner et al. 2018). Pemahaman dan pengukuran jejak karbon semakin penting dalam literatur ilmiah dan praktik bisnis modern. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menekankan bahwa pengurangan emisi gas rumah kaca, termasuk pengukuran dan pemantauan jejak karbon, sangat penting dalam upaya mitigasi dampak perubahan iklim (Lahn, 2021). Dengan memahami dan mengelola jejak karbon secara efektif, baik individu maupun organisasi dapat berkontribusi dalam menjaga keberlanjutan lingkungan global dan meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem bumi (Jonas et al. 2019).

Pengurangan emisi GRK menjadi fokus utama dalam berbagai perjanjian internasional seperti *Paris Agreement* pada tahun 2015 dan serangkaian regulasi nasional dan internasional. Standar seperti ISO 14064-1:2018 memberikan kerangka kerja yang diterima secara internasional untuk mengukur dan melaporkan

emisi GRK, yang penting untuk memahami kontribusi sumber-sumber emisi terhadap pemanasan global (Cano et al. 2023). Dengan memahami sumber-sumber dan dampak gas rumah kaca, masyarakat global dapat bekerja sama untuk mengurangi emisi secara signifikan dan menjaga keberlanjutan lingkungan untuk generasi mendatang (Hergoualc'h et al. 2021).

Selain itu, *Greenhouse Gas (GHG) Protocol* (2015) juga memberikan standar akuntansi korporat untuk mengukur dan melaporkan emisi GRK, yang relevan untuk mengevaluasi jejak karbon perusahaan telekomunikasi. Dari beberapa referensi penelitian tersebut yang menyebutkan bahwa emisi GRK berpengaruh terhadap pemanasan global dan perubahan iklim, serta jejak karbon yang dapat diukur, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap jejak karbon, dan dalam penelitian ini adalah oleh Perusahaan Telekomunikasi PT. XYZ.

PT. XYZ merupakan Perusahaan telekomunikasi yang menyediakan jasa infrastruktur digital berupa *fiber optic* yang tersebar di beberapa wilayah di Indonesia yang mempunyai pelanggan beberapa *Internet Service Provider (ISP)* ternama dan mempunyai visi untuk menciptakan Indonesia yang terhubung secara digital dan inklusif. Perusahaan ini mempunyai potensi terhadap pemanasan global dan menghasilkan emisi GRK yang berasal dari operasional nya yaitu dari aktivitas kantor, aktivitas karyawan, aset-aset Perusahaan yang menggunakan bahan bakar dan listrik, serta aktivitas rantai nilai Perusahaan. Saat ini PT. XYZ sedang aktif melakukan ekspansi dan akuisisi bisnis di Indonesia dan mempunyai ambisi menjadi pemimpin pasar dalam 5 tahun ke depan di seluruh Indonesia, dan berpotensi di pasar lain, sehingga kontribusinya terhadap emisi global juga besar.

Perusahaan juga disyaratkan oleh *investors* dan juga *shareholders* untuk melakukan perhitungan dan pelaporan jejak karbon setiap tahun yang dimulai dari tahun 2022 untuk melihat bagaimana Perusahaan berkontribusi terhadap pemanasan global dan pengelolaan lingkungan yang dilakukan oleh Perusahaan.

Dengan demikian, penelitian ini perlu dilakukan untuk melihat potensi emisi GRK yang dihasilkan oleh PT. XYZ sebagai Perusahaan telekomunikasi penyedia jaringan digital *fiber optic* yang ada di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengukur dan menganalisis secara komprehensif jejak karbon

perusahaan telekomunikasi, dengan fokus pada emisi GRK dari *Scope 1*, *Scope 2*, dan *Scope 3*. *Scope 1* merupakan emisi langsung yang dihasilkan dari penggunaan energi untuk pembakaran bahan bakar seperti kendaraan dan proses industri internal. *Scope 2* mencakup emisi tidak langsung dari penggunaan energi yang dibeli dari sumber eksternal atau penggunaan energi listrik untuk peralatan listrik, dan *Scope 3* mencakup emisi tidak langsung yang terkait dengan aktivitas bisnis perusahaan tetapi di luar batas langsung perusahaan, seperti rantai pasok dan kegiatan pelanggan (Lannelongue et al., 2021; Syafrudin et al., 2021).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam memahami kontribusi perusahaan telekomunikasi terhadap perubahan iklim global, dimana penelitian ini berfokus pada proses mengidentifikasi sumber-sumber utama emisi GRK dalam industri telekomunikasi khususnya pada Perusahaan penyedia jasa jaringan digital *fiber optic*, bagaimana proses perhitungan emisi GRK, dan mengetahui adanya peningkatan atau penurunan emisi GRK dari tahun sebelumnya dan memberikan rekomendasi ke Perusahaan untuk pengurangan jejak karbon. Analisis ini tidak hanya penting untuk memenuhi kewajiban peraturan lingkungan, tetapi juga untuk meningkatkan citra perusahaan dalam hal keberlanjutan dan tanggung jawab sosial serta dapat mendukung target pemerintah Indonesia untuk mengurangi emisi GRK dan mencapai *net zero emission* di tahun 2060.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1.** Apa saja sumber-sumber emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan secara langsung (*Scope 1*) dan tidak langsung (*Scope 2 & 3*) dalam operasional perusahaan Telekomunikasi PT. XYZ?
- 1.2.2.** Berapa besar emisi GRK yang dihasilkan secara langsung (*Scope 1*) dan tidak langsung (*Scope 2 & 3*) dari operasional perusahaan Telekomunikasi PT. XYZ?
- 1.2.3.** Apakah ada peningkatan atau penurunan emisi GRK yang dihasilkan secara langsung (*Scope 1*) dan tidak langsung (*Scope 2 & 3*) dari tahun sebelumnya?

- 1.2.4. Apa rekomendasi yang diberikan kepada perusahaan PT. XYZ untuk mengurangi jejak karbon berdasarkan masing-masing sumber emisi?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1.3.1 Untuk mengidentifikasi sumber-sumber emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan secara langsung (*Scope 1*) dan tidak langsung (*Scope 2 & 3*) di PT. XYZ.
- 1.3.2 Untuk menilai besaran jejak karbon dari emisi GRK yang dihasilkan secara langsung (*Scope 1*) dan tidak langsung (*Scope 2 & 3*) di PT. XYZ.
- 1.3.3 Untuk menganalisis dan evaluasi peningkatan atau penurunan emisi GRK yang dihasilkan secara langsung (*Scope 1*) dan tidak langsung (*Scope 2 & 3*) di PT. XYZ.
- 1.3.4 Untuk memberikan rekomendasi pengurangan jejak karbon kepada PT. XYZ berdasarkan masing-masing sumber emisi.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademis

Menyumbangkan pengetahuan ilmiah mengenai identifikasi dan penilaian emisi GRK di sektor telekomunikasi, yang dapat menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

1.4.2 Manfaat Lingkungan

Dapat berkontribusi pada upaya global dalam mengurangi emisi GRK dan mitigasi perubahan iklim, dengan fokus khusus pada sektor telekomunikasi yang memiliki peran penting dalam infrastruktur modern.

1.4.3 Manfaat Kebijakan

Menyediakan data dan analisis yang dapat digunakan oleh pembuat kebijakan untuk mengembangkan regulasi yang lebih efektif dalam mengurangi emisi GRK di sektor telekomunikasi.

1.4.4 Manfaat Praktis

Memberikan panduan dan rekomendasi praktis bagi perusahaan telekomunikasi untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK), dengan tujuan meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi dampak lingkungan.

1.5 Penelitian Terdahulu dan Keaslian Penelitian

Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan jejak karbon banyak dilakukan dengan berbagai macam metode dan fokus pembahasan. Adapun daftar penelitian terbaru sebelumnya yang membahas terkait jejak karbon adalah sebagai berikut:

Tabel 1. 1 Daftar Penelitian Terdahulu

Sektor Telekomunikasi			
No	Judul, Nama, Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1	<i>ICT Sector Electricity Consumption And Greenhouse Gas Emissions – 2020 Outcome</i> , Malmudin et al, 2024	Untuk memberikan estimasi konsumsi listrik tahap penggunaan tahun 2020 dan total emisi gas rumah kaca (GRK) siklus hidup sektor TIK yang dibagi dalam tiga bagian utama: perangkat pengguna termasuk internet-of-things, jaringan, dan pusat data.	Sektor TIK menggunakan sekitar 4% dari listrik global pada tahap penggunaan dan mewakili sekitar 1,4% dari emisi GRK global pada tahun 2020. Konsumsi listrik pada tahap penggunaan dan total emisi GRK telah meningkat sejak tahun 2015, tetapi dampak per langganan telah menurun. Perangkat pengguna menyumbang lebih dari setengah dari semua emisi GRK, dengan bagian yang sama terkait dengan tahap penggunaan dan tahap siklus hidup lainnya. Untuk jaringan dan pusat data, emisi GRK pada tahap penggunaan mendominasi. Konsumsi listrik dan emisi GRK juga diperkirakan untuk area yang terkait erat yaitu

			Hiburan dan Media (termasuk misalnya, TV), media kertas, dan mata uang kripto.
2	<i>Carbon Footprint and Employment Generation Produced by ICT Networks for Internet Deployment: A Multi-Regional Input-Output Analysis</i> , Miguel et al, 2024	Untuk memberikan kontribusi terhadap pemahaman tentang dampak penerapan TIK pada dua aspek penting keberlanjutan alam dan manusia: jejak karbon dan penciptaan lapangan kerja.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar emisi karbon (289–340 kg CO ₂ eq./subs./thn.) dan lapangan kerja (7–8 pekerjaan/subs./thn.) yang terkait dengan jaringan TIK yang lebih besar yang ditujukan untuk daerah perkotaan dan pinggiran kota disebabkan oleh pembuatan perangkat pengguna akhir. Keberlanjutan jaringan TIK yang lebih kecil untuk daerah pedesaan didominasi oleh pembangunan infrastruktur bersama (terutama peralatan 4G LTE), sementara kontribusi energi yang dikonsumsi dalam semua kasus terbatas.
3	<i>Assessing The Carbon Footprint of Telecommunication Towers In India: Effect Of 4G To 5G Transition And Solar Photovoltaics Based Hybrid Power Systems</i> , Deevela et al, 2024	Untuk meneliti dampak beberapa faktor spesifik lokasi terhadap jumlah emisi karbon dioksida (CO ₂) yang berasal dari pengoperasian menara telekomunikasi berbasis teknologi 4G dan 5G di banyak lokasi di seluruh India dengan fokus pada penilaian perubahan bertahap yang diharapkan	Hasil penelitian diketahui bahwa dengan campuran pasokan energi saat ini, emisi CO ₂ diperkirakan meningkat tiga kali lipat jika seluruh 0,71 juta menara telekomunikasi di India mengadopsi teknologi 5G. Adopsi sistem berbasis <i>Photovoltaic</i> (PV) surya bersama dengan listrik jaringan dan generator diesel dalam mode hibrida berpotensi mengurangi emisi karbon dioksida sekitar 55% untuk menara

		karena adopsi teknologi 5G.	telekomunikasi yang ada di India. Untuk kasus semua menara telekomunikasi yang beralih ke teknologi 5G, sekitar 58% pengurangan emisi CO ₂ dimungkinkan dengan adopsi sistem daya hibrida berbasis PV. Dari perspektif biaya unit mitigasi emisi CO ₂ , adopsi sistem hibrida berbasis PV surya merupakan Pilihan yang sesuai.
4	<i>A Review of Assessments of The Greenhouse Gas Footprint and Abatement Potential of Information and Communication Technology</i> , Bieser et al, 2023	Untuk memberikan gambaran umum tentang status pengetahuan saat ini tentang dua dampak utama GHG dari Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK): jejak gas rumah kaca (GRK) dari sektor TIK dan potensi pengurangan GRK dari TIK.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sektor TIK menyebabkan antara 1,5% dan 4% emisi GRK global, yang sebagian besar disebabkan oleh produksi perangkat pengguna akhir TIK, dan memperkirakan dampak GRK dari produksi perangkat TIK merupakan sumber utama ketidakpastian. Untuk meningkatkan hasil penilaian dan memberikan dasar yang lebih dapat diandalkan untuk memperoleh langkah-langkah pengurangan GRK, penelitian di masa mendatang harus menyelidiki secara empiris desain solusi dan kebijakan yang menyertainya yang sesuai untuk memanfaatkan potensi pengurangan GRK dalam kehidupan nyata. Hasil studi ini juga akan meningkatkan keandalan penilaian potensi pengurangan GRK.

5	<i>Emission Inventory of Greenhouse Gases and Sustainable Energy for Mobile Telecommunication Facilities in Nigeria, Okedere & Oyelami, 2021</i>	Untuk menentukan tingkat emisi tahunan dari tiga gas rumah kaca utama dan total ekuivalen karbon dioksidanya berdasarkan pengoperasian generator listrik berbahan bakar diesel yang ditempatkan di seluruh stasiun pemancar dasar (BTS) industri telekomunikasi di Nigeria.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat tahunan N ₂ O, CH ₄ dan CO ₂ yang masing-masing sebesar 242,88 ton/tahun, 80,76 ton/tahun dan 1617 kton/tahun pada tahun 2012 meningkat menjadi 317,42 ton/tahun, 105,54 ton/tahun dan 2113 kton/tahun pada tahun 2014. Pada akhir tahun 2020, tingkat tahunan tersebut meningkat menjadi masing-masing 561,97 ton/tahun, 186,86 ton/tahun dan 3741 kton/tahun. Total emisi GRK meningkat dari $1,7 \times 10^6$ tCO ₂ e pada tahun 2012 menjadi $2,2 \times 10^6$ tCO ₂ e pada tahun 2014 dan pada tahun 2020 telah mencapai $3,9 \times 10^6$ tCO ₂ e. Berdasarkan proyeksi 80.000 generator listrik berbahan bakar diesel, total tingkat emisi dari tiga gas rumah kaca (tCO ₂ eq) diperkirakan akan mencapai $5,8 \times 10^6$ tCO ₂ e dalam waktu dekat. Dengan mempertimbangkan implikasinya terhadap iklim global, penggunaan sumber energi terbarukan hibrida dianggap perlu sebagai pengganti pembakaran diesel.
6	<i>Carbon Footprint Calculation in Telecommunications Companies – The Importance and Relevance of Scope 3</i>	Untuk membahas aspek penerapan jejak karbon organisasi untuk perusahaan telekomunikasi	Penelitian ini menganalisis jejak karbon dari berbagai proses dan aktivitas perusahaan telekomunikasi (operator telekomunikasi) selama periode kumulatif

	<i>Greenhouse Gases Emissions</i> , Radonjic & Tompa, 2018		tiga tahun dari tahun 2012 hingga 2014. Analisis mencakup emisi langsung (<i>Scope 1</i>) dan emisi tidak langsung (<i>Scope 2</i> dan <i>Scope 3</i>). Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir 177.000 tCO ₂ e emisi dihasilkan dalam periode ini, sebagian besar merupakan hasil pelepasan CO ₂ dari beberapa sumber emisi. Analisis lebih lanjut mengungkapkan bahwa sebagian besar emisi GRK berada pada <i>Scope 2</i> , yaitu lebih dari 74% berasal dari pembelian listrik yang digunakan untuk pengoperasian jaringan dan peralatan telekomunikasi, serta kegiatan dan infrastruktur pendukung di dalam gedung milik perusahaan. Sementara itu, <i>Scope 3</i> merupakan kontribusi terbesar kedua dari total jejak karbon perusahaan telekomunikasi yang diteliti.
Sektor Non-Telekomunikasi			
7	Identifikasi dan Perhitungan Jejak Karbon Sebagai Indikator Kinerja Lingkungan: Studi Kasus, Harijadi et al, 2024	Untuk mengevaluasi jejak karbon dari aktivitas perusahaan guna peningkatan upaya mendorong terciptanya produksi yang lebih bersih, juga untuk memenuhi permintaan konsumen luar yang menuntut adanya pelaporan jejak karbon	Hasil dari penelitian yang telah dilakukan ini adalah untuk emisi karbon dari produksi perusahaan memiliki 3 sumber, yaitu dari solar dan gas alam untuk <i>scope 1</i> , penggunaan listrik dari PLN untuk <i>scope 2</i> , dan pengiriman komponen sepeda kepada konsumen untuk <i>scope 3</i> . Total jejak karbon yang dihasilkan adalah 23.151 tCO ₂ e, yang terdiri dari

			<i>scope 1</i> sebesar 2.372 tCO ₂ e, <i>scope 2</i> sebesar 8.259 tCO ₂ e, dan <i>scope 3</i> sebesar 12.520 tCO ₂ e.
8	Analisis Jejak Karbon Dalam Produksi Dan Konsumsi Energi: Menuju Ekonomi Hijau, Febryanti et al, 2024	Untuk menilai jejak karbon dalam produksi energi dengan mengidentifikasi sumber-sumber emisi utama dan menganalisis efisiensi proses produksi. Menganalisis jejak karbon pada konsumsi energi dengan memahami pola konsumsi energi, dampaknya terhadap emisi gas rumah kaca, dan potensi pengurangan di tingkat konsumen dan industri. Menyelidiki upaya dan kebijakan yang mendukung pelestarian menuju ekonomi hijau di sektor energi.	Dalam analisis pola konsumsi energi, yang harus diperhatikan bahwa berbagai kegiatan konsumsi memiliki dampak yang berbeda-beda tergantung pada sumber energi yang digunakan. Misalnya, penggunaan energi listrik dari sumber terbarukan seperti energi surya atau angin memiliki dampak karbon yang lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan listrik dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Pemahaman tentang bagaimana energi digunakan dalam berbagai proses produksi di sektor industri, penggunaan peralatan, dan sistem manajemen energi industri menjadi kunci dalam identifikasi potensi pengurangan emisi. Teknologi dan metode produksi yang lebih efisien, bersama dengan strategi penggunaan sumber energi terbarukan, dapat menjadi solusi untuk mengurangi jejak karbon. Tantangan dalam implementasi praktik ekonomi hijau termasuk kurangnya kesadaran, mewujudkan kebijakan, dan hambatan finansial. Investasi dalam penelitian

			dan pengembangan teknologi energi terbarukan, inovasi dalam praktik produksi, dan penerapan solusi pintar menjadi kunci untuk menciptakan lingkungan ekonomi yang berkelanjutan.
9	Evaluasi Jejak Karbon Produk Tahu di Kelurahan Abian Tubuh Kota Mataram Menggunakan Pendekatan Penilaian Daur Hidup (<i>Life Cycle Assessment</i>), Adi et al, 2024	Untuk mengetahui seberapa besar jejak karbon yang dihasilkan dari proses kegiatan pembuatan tahu dan penggunaan energi lainnya, serta memberikan rekomendasi atau evaluasi sistem perbaikan pada sebuah proses produksi sehingga dapat mengurangi jejak karbon	Hasil dari analisis <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA) bahwa terdapat 4 kegiatan yang memiliki kontribusi menghasilkan jejak karbon yaitu pada proses penggilingan menghasilkan 1.708,29 KgCO ₂ e, proses perebusan 1.960,55 KgCO ₂ e, penggunaan listrik pompa air 1.498,29 KgCO ₂ e, dan transportasi 64,07 KgCO ₂ e. Perbaikan yang direkomendasikan adalah proses perebusan bubur kedelai menggunakan kayu bakar diganti dengan sumber energi seperti gas LPG yang minim menghasilkan emisi, penerapan teknologi biogas, melakukan servis secara berkala mesin penggilingan kedelai atau mengganti dengan mesin baru, menggunakan air dari PDAM untuk mengurangi pemakaian pompa air.
10	Analisis Jejak Karbon Dari Aktivitas Perkantoran Industri Galangan Kapal, Rafi et al, 2023	Untuk menganalisis jejak karbon sekunder yang ditimbulkan selama aktivitas perkantoran di Industri Galangan Kapal ditinjau dari penggunaan	Hasil penelitian yang diperoleh adalah total emisi CO ₂ yang dihasilkan dari aktivitas perkantoran Gedung Manajemen sebesar 23.7456,8064 KgCO ₂ /tahun. Emisi CO ₂ terendah yang dihasilkan

		peralatan listrik dalam aktivitas sehari-hari.	dari lantai 3 sebesar 23.352,7219 KgCO ₂ /tahun. Emisi terbesar yang dihasilkan dari lantai 2 yaitu sebesar 70.912,0896 KgCO ₂ /tahun. Upaya untuk mengurangi emisi karbon yaitu menerapkan konsep <i>green computing</i> , mengurangi pemakaian AC, memaksimalkan cahaya matahari, dan melakukan sosialisasi dan edukasi kepada karyawan untuk menghemat listrik.
11	Identifikasi Jejak Karbon Pada Pekerjaan Tiang Pancang (Studi Kasus : Proyek Konstruksi Indoor Multifunction Stadium GBK), Arsyah & Yuwono, 2023	Untuk mengetahui jumlah emisi karbon yang dihasilkan dari pekerjaan tiang pancang pada proyek stadion multifungsi indoor GBK dengan menggunakan metode perhitungan yang telah ditetapkan oleh IPPC metode tier 1.	Hasil dari penelitian ini adalah emisi karbon yang dihasilkan dari pekerjaan 1 tiang pancang terdiri dari tenaga kerja (Q1) sebesar 3,87 kgCO ₂ , emisi karbon dari material (Q2) sebesar 1.478,728 kgCO ₂ , emisi karbon dari peralatan mesin (Q3) sebesar 118,588 kgCO ₂ , emisi karbon dari bahan bakar (Q4) sebesar 9,450 kgCO ₂ . Dari perhitungan di atas, diperoleh total emisi karbon dari pekerjaan tiang pancang adalah sebesar 1.610,635 kg.CO ₂ untuk pekerjaan 1 tiang pancang.
12	<i>Carbon Footprint Assessment of LPG Gas Usage in Small Industries: A Case Study of Sami Laris Swalayan Shopping Center</i> , Yuliani et al, 2023	Untuk menilai jejak karbon yang terkait dengan konsumsi gas LPG di pusat perbelanjaan Sami Laris Swalayan, dengan fokus pada industri kecil.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi gas LPG di industri kecil, yang secara eksplisit menghasilkan emisi sebesar 8.703 ton CO ₂ per tahun, menyoroti kontribusi signifikan penggunaan LPG terhadap emisi karbon. Lebih jauh, hubungan linier yang

			diamati dalam penelitian ini menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan penggunaan gas LPG, terjadi peningkatan emisi CO₂ yang sesuai. Tingkat emisi sebesar 8.703 ton CO₂ per tahun merupakan tolok ukur penting untuk menilai dampak lingkungan dari penggunaan LPG di industri kecil, seperti di pusat perbelanjaan Sami Laris Swalayan.
13	Analisis Jejak Karbon Menggunakan Pendekatan Penilaian Daur Hidup (Life Cycle Assessment): Studi Kasus Industri Kecil Kerupuk Sapi di Kota Mataram, Rais et al, 2022	Untuk menghitung jejak karbon pada Industri Kerupuk Kulit di Kecamatan Seganteng Kota Mataram dengan metode penilaian daur hidup (<i>Life Cycle Assessment</i>).	Hasil penelitian menggunakan software <i>Open LCA</i> menunjukkan bahwa terdapat dua unit proses yang menjadi sumber penyumbang emisi karbon terbesar yaitu proses penggorengan 54,32 % dengan 140,67 kg CO₂-eq, unit transportasi 39,31 % dengan 101,80 kg CO₂-eq. Perbaikan yang perlu dilakukan adalah diperlukan teknologi yang tepat guna seperti penggunaan mesin penggorengan ramah lingkungan, dan dalam proses pendatangan bahan baku dan pendistribusian, perlu dilakukan satu kali dalam jumlah volume besar sehingga tidak memerlukan jasa transportasi yang berulang kali. Penggunaan jenis bahan bakar yang memiliki oktan tinggi dan ramah lingkungan juga perlu menjadi pertimbangan.

14	Kajian Jejak Karbon (<i>Carbon Footprint</i>) di FMIPA Universitas Negeri Semarang, Rahayuningsih et al, 2021	Untuk menganalisis jumlah emisi CO ₂ di lingkungan FMIPA, memetaan jejak karbon (CO ₂) dari kegiatan di kampus, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap emisi CO ₂ .	Hasil penelitian menunjukkan bahwa jejak karbon yang dihasilkan dari aktivitas kampus tahun 2020 di FMIPA sebelum terjadi wabah pandemi Covid-19 sebesar 10.670,25 tonCO ₂ -eq/bulan. Jejak karbon tersebut mengalami penurunan pada saat terjadi pandemi menjadi sebesar 4.312,27 ton CO ₂ -eq/bulan. Jumlah jejak karbon tersebut berupa (I) aktivitas transportasi oleh kendaraan operasional dan penggunaan LPG, (II) aktivitas penggunaan listrik, (III) dosen transportasi, tenaga kependidikan, dan pelajar, pemanfaatan dan penggunaan kertas, serta kegiatan yang berkaitan dengan sampah.
15	Analisis Jejak Karbon dan Pemetaannya dari Sektor Permukiman di Kecamatan Pedurungan Kota Semarang, Kusuma et al, 2021	Untuk menghitung jumlah emisi karbon, memetakan jejak karbon, mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap emisi CO ₂ , membuat rekomendasi untuk upaya mengurangi jejak emisi karbon.	Hasil penelitian menunjukan bahwa Kelurahan Muktiharjo Kidul merupakan penghasil total emisi CO ₂ paling tinggi yaitu sebesar 31.052,03 KgCO ₂ eq/tahun sedangkan penghasil total paling rendah yaitu Kelurahan Penggaron Kidul sebesar 20.220,38 KgCO ₂ eq/tahun. Hasil pemetaan menyatakan bahwa titik T99 yang masuk dalam Kelurahan Muktiharjo Kidul merupakan penghasil total emisi CO ₂ tertinggi yaitu masuk ke dalam range warna merah sebesar

			4.910,41-5.227,5 KgCO₂-eq/tahun. Dimana pada Kelurahan Muktiharjo Kidul merupakan daerah yang paling banyak penduduknya. Penghasil total emisi CO₂ paling rendah berada di titik T53 yang masuk di wilayah Kelurahan Plamongansari yaitu masuk ke dalam range warna biru sebesar 1.606,62-1.973,70 KgCO₂-eq/tahun. Faktor yang mempengaruhi nilai emisi karbon adalah tipe rumah, daya listrik dan jumlah pendapatan. Dari ketiga variabel tersebut memberikan hasil adanya hubungan yang signifikan dibandingkan dengan emisi karbon primer dan emisi karbon sekunder.
16	<i>Carbon footprint assessment at Pertamina University from the scope of electricity, transportation, and waste generation: Toward a green campus and promotion of environmental sustainability,</i> Ridhosari & Rahman, 2020	Untuk mengukur total emisi karbon yang dihasilkan di Universitas Pertamina dari lingkup listrik, transportasi, dan timbulan sampah	Hasil penelitian menunjukkan bahwa listrik merupakan penyumbang emisi karbon terbesar, yaitu sebesar 92,3%, diikuti oleh transportasi sebesar 6,66%, dan timbulan sampah sebesar 1,04%. Total emisi karbon dioksida (CO₂) dari tiga sumber berbeda dalam kurun waktu satu tahun adalah sebesar 1.351,98 metrik ton karbon dioksida (MTCO₂) atau setara dengan 0,52 MTCO₂/orang/tahun. Data dasar jejak karbon di Universitas Pertamina akan menjadi dasar pemantauan, evaluasi, dan

			penetapan target program penurunan emisi gas rumah kaca.
17	Analisis Potensi Jejak Karbon Limbah Cair dan Listrik Pada Proses Penyamakan Kulit, Nugraha et al, 2020	Untuk menghitung emisi karbon yang terbentuk pada proses penyamakan kulit dan memberikan strategi perbaikan yang dapat dilakukan.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa listrik dan limbah cair merupakan sumber emisi karbon dalam proses produksi kulit samak. Total emisi karbon yang terbentuk pada proses penyamakan kulit adalah 1.692,17 kg CO ₂ eq per batch, dengan limbah cair memberikan kontribusi lebih besar dibandingkan listrik. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa 1 m ² kulit samak menghasilkan emisi karbon sebanyak 8,08 kg CO ₂ eq. Strategi yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi karbon adalah dengan merekayasa proses, substitusi bahan, dan penggunaan bahan yang ramah lingkungan.
18	<i>Carbon Footprint of Academic Activities: A Case Study in Diponegoro University</i> , Syafrudin et al, 2020	Untuk mengetahui seberapa besar aktivitas kampus berkontribusi terhadap emisi yang dihasilkan dan menganalisis skenario yang dapat diterapkan dalam meminimalkannya.	Hasil penelitian menunjukan bahwa jejak karbon yang dihasilkan dari aktivitas kampus di Universitas Diponegoro adalah sebesar 16.345,83 TonCO ₂ -eq. Penyumbang jejak karbon terbesar pertama dan kedua berasal dari aktivitas kelistrikan dan transportasi dengan total jejak karbon masing-masing sebesar 13.953,22 TonCO ₂ -eq dan 1.449,99465 TonCO ₂ -eq. Strategi usaha pengurangan emisi yang dapat dilakukan adalah

			melalui pendekatan konservasi dan efisiensi energi serta penggunaan Bus Kampus dan penambahan ruang terbuka hijau.
19	<i>Quantifying Carbon Footprint of Diponegoro University: Non-Academic Sector</i> ; Budihardjo et al, 2020	Untuk menghitung jejak karbon yang dihasilkan oleh kegiatan non-akademik di Universitas Diponegoro, Indonesia.	Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa jejak karbon yang dihasilkan dari kegiatan non-akademik di Universitas Diponegoro pada tahun 2019 adalah sebesar 13.945,55 Ton CO2-eq. Jejak karbon ini terdiri dari Scope 1, 2, dan 3 dengan persentase masing-masing sebesar 0,21%, 99,37%, dan 0,41%. Sektor ketenagalistrikan merupakan penyumbang utama jejak karbon dengan total sebesar 13.857,798 Ton CO2-eq/tahun. Sektor komersial menghasilkan jejak karbon tertinggi. Untuk mengurangi jejak karbon, rekomendasi terbaik adalah dengan mengusulkan konservasi energi, seperti menerapkan budaya hemat listrik dan mengoptimalkan area kampus sebagai ruang terbuka hijau.
20	Analisis Jejak Karbon Pada Sektor Transportasi, Penggunaan LPG, Listrik, dan Aset di Universitas Pertamina terhadap Upaya Penurunan Emisi	Untuk mengetahui besaran emisi karbon dari analisis setiap sektor, dampak lingkungan yang dihasilkan berdasarkan <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA).	Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa aspek yang memberikan kontribusi terbesar terhadap jejak karbon adalah penggunaan aset, yaitu sebesar 48.564 ton CO2 per tahun. Diikuti

	Karbon, Harviani, 2020		oleh penggunaan listrik, yang menghasilkan 3.370,09 ton CO ₂ per tahun. Selanjutnya, sektor transportasi dan penggunaan LPG masing-masing menghasilkan 88,044 ton CO ₂ per tahun. Sektor penggunaan LPG menghasilkan jejak karbon terkecil, yaitu 7,18 ton CO ₂ per tahun.
21	Jejak Karbon Sektor Energi D.I.Yogyakarta dan Rekomendasi Jumlah Pohon yang Harus Ditanam untuk Reduksi Emisi Gas CO ₂ , Firdaus 2019	Untuk mengetahui berapa jumlah karbondioksida (CO ₂) yang dihasilkan dari kegiatan manusia dari sektor energi (listrik, LPG, BBM) dan berapa jumlah vegetasi tanaman atau pohon yang harus ditanam untuk mereduksi emisi karbondioksida (CO ₂) tersebut sebagai parameter gas utama rumah kaca dari sektor energi yang ada di lingkungan D.I.Yogyakarta.	Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa jumlah emisi karbon (CO ₂) dari sektor energi di D.I. Yogyakarta selama periode tahun 2011-2015 berkisar antara 1.748.849.439 Kg - 2.325.700.618 Kg. Untuk mengkompensasi emisi karbon tersebut, diperlukan penanaman sebanyak 5.829.499 - 7.752.336 pohon selama periode 2011-2015. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa konsumsi setiap komponen energi, baik listrik, LPG, maupun bahan bakar minyak (BBM), mengalami peningkatan setiap tahunnya. Dengan demikian, jumlah pohon yang harus ditanam untuk mengkompensasi emisi karbon juga semakin meningkat setiap tahunnya.
22	Identifikasi dan Analisis Jejak Karbon (<i>Carbon Footprint</i>) dari Penggunaan Listrik di Institut	Untuk mengetahui berapa besar emisi CO ₂ yang dihasilkan dari penggunaan listrik Institut	Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa Institut Teknologi Yogyakarta menghasilkan jejak karbon (carbon

	Teknologi Yogyakarta, Admaja et al, 2018	Teknologi Yogyakarta, mengetahui sebaran jejak karbon dari tiap – tiap penggunaan alat elektronik di Institut Teknologi Yogyakarta, mengetahui berapa besar penurunan emisi CO ₂ yang dapat direduksi dari penghematan penggunaan listrik di Institut Teknologi Yogyakarta.	footprint) dari penggunaan listrik sebesar 6.951,589 KgCO ₂ per bulan atau rata- rata 83.419,07 KgCO ₂ per tahun. Jejak karbon tertinggi berasal dari penggunaan listrik di ruang B, sebesar 53,652 KgCO ₂ . Untuk mengurangi jejak karbon, dapat dilakukan dengan cara mematikan alat elektronik saat tidak digunakan, terutama pada waktu istirahat, serta penggunaan AC hanya pada jam pelajaran saja.
--	--	---	---

Berdasarkan informasi penelitian-penelitian yang sudah pernah dilakukan di atas, sebelumnya belum ada penelitian yang secara spesifik membahas terkait jejak karbon di perusahaan telekomunikasi khususnya perusahaan penyedia jasa infrastruktur *fiber optic*. Keaslian penelitian yang diusung oleh peneliti dalam penelitian ini dapat dilihat dari pendekatan komprehensif dalam melakukan analisis jejak karbon yang mencakup semua sumber emisi dari emisi langsung (*Scope 1*) dan emisi tidak langsung (*Scope 2* dan *Scope 3*) di perusahaan telekomunikasi PT. XYZ.

Penelitian ini memungkinkan untuk memberikan nilai tambah dengan memperkenalkan sumber-sumber emisi yang berbeda dengan perusahaan atau industri lain, atau penekanan pada aspek-aspek khusus yang belum banyak dieksplorasi sebelumnya, seperti sumber-sumber emisi dari operasional perusahaan, pengaruh berbagai operasional perusahaan terhadap emisi GRK yang dihasilkan, kebijakan perusahaan terhadap pengurangan emisi GRK atau strategi yang diterapkan untuk meningkatkan kesadaran lingkungan di dalam organisasi khususnya perusahaan yang bergerak di industri telekomunikasi.

Dengan demikian, keaslian penelitian ini tidak hanya terletak pada pengumpulan data yang akurat dan analisis yang teliti, tetapi juga pada kontribusi baru yang dapat memberikan wawasan dan rekomendasi bagi sektor industri telekomunikasi.