

# Analisis Jejak Karbon Pada Pembelajaran Kelas

Agustinus Dirga<sup>1</sup>, Temy Setiawan<sup>2\*</sup>, Ririn Breliastiti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Bunda Mulia

[agustinus.dirga@gmail.com](mailto:agustinus.dirga@gmail.com), [setiawantemy@gmail.com](mailto:setiawantemy@gmail.com), [rbreliastiti@bundamulia.ac.id](mailto:rbreliastiti@bundamulia.ac.id)

\*Corresponding Author

Diajukan : 10 Desember 2023

Disetujui : 15 Januari 2024

Dipublikasikan : 1 Juli 2024

## ABSTRACT

*The environmental issue should have already become a primary concern and a crucial focal point for sustainability. One of the influencing factors is carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions, which have a significant impact on climate change. Electricity consumption contributes the largest share of carbon emissions in the energy sector, followed by transportation activities. This study aims to compare the levels of carbon emissions generated and the costs incurred in the face-to-face and online learning processes involving electricity consumption and transportation activities. The research employs a qualitative approach with a case study method. The population in this study consists of active accounting students at Bunda Mulia University, Serpong Campus, and no sampling is conducted to obtain the entire data, which includes primary data from observation and questionnaire. The tools used in this study are Microsoft Excel and [jejakkarbonku.id](http://jejakkarbonku.id) for processing research samples. The results of the study indicate that electricity consumption is higher in face-to-face learning compared to online learning. Additionally, a greater level of carbon emissions is produced from face-to-face learning than online learning, with building electricity consumption surpassing transportation activities. The costs incurred for face-to-face learning are also higher than those for online learning. Despite face-to-face learning being the largest contributor to consumption, carbon emissions, and costs, it is perceived as more effective than online learning. Therefore, there is a need for solutions to address environmental issues while maintaining the effectiveness of education.*

**Keywords:** carbon cost accounting, carbon footprint, face to face learning, online learning

## PENDAHULUAN

Umumnya kegiatan belajar mengajar baik tingkat sekolah sampai universitas dilakukan dengan langsung atau tatap muka (*face to face*) antara pengajar dan juga pelajar baik di ruang kelas serta lingkungan tempat pembelajaran (Fitriansyah, 2022). Namun sejak Senin, 2 Maret 2020, virus corona pertama kali terdeteksi di Indonesia. Hal tersebut memulai masa pandemi Covid-19 yang dirasakan bukan hanya di Indonesia melainkan seluruh dunia, serta membuat segala aktivitas menjadi terbatas karena tidak diperbolehkan aktivitas langsung yang menimbulkan kontak fisik antar sesama manusia. Jelas peristiwa tersebut berdampak pada kegiatan belajar mengajar, beralih menjadi Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) yang dimana mengharuskan untuk melaksanakan pembelajarannya dari rumah (Meri, et al., 2022; Basar, 2021) Sejak saat itu membuat aktivitas di luar rumah menjadi sangat minim serta jarang dilakukan karena semua pengajar serta pelajar hanya melakukan kegiatannya di dalam rumah.

Satu tahun telah berjalan seluruh dunia berjuang bersama untuk terus menjalankan aktivitasnya melalui banyaknya aturan salah satunya Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) yang memperbolehkan masyarakat beraktivitas namun memiliki batasan dan kekurangan karena tidak boleh adanya kontak serta jarak interaksi fisik (Orinaldi, 2021). Bahkan dunia pendidikan yang terus mengembangkan serta menyempurnakan sistem pembelajarannya agar bisa efektif dan efisien bagi pengajar dan peserta didiknya agar tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan baik dan benar (Pakpahan & Fitriani, 2020). Oleh karena itu bagi dunia pendidikan di Indonesia melalui Surat Keputusan Bersama (SKB) 01/KB/2022, Nomor 408/2022, Nomor



HK.01.08/MENKES/1140/2022, Nomor 420-1026 Tahun 2022 tentang Panduan Penyelenggaraan Pembelajaran di Masa Pandemi Covid-19 dari 4 menteri antara lain Menteri Pendidikan Kebudayaan Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Menteri Agama, Menteri Kesehatan, dan Menteri Dalam Negeri, memutuskan bahwa pembelajaran tatap muka akan dapat dimulai pada Juli 2021. Hal tersebut didorong dengan vaksinasi untuk virus Covid-19 yang bertujuan untuk dapat mengembalikan situasi menjadi normal kembali seperti sebelum terjadinya pandemi Covid-19. Akan tetapi, pada masa awal itu pembelajaran tatap muka dilakukan secara terbatas dengan syarat serta protokol yang masih sangat ketat. Seiring berjalannya waktu baik aktivitas belajar mengajar maupun aktivitas lainnya sudah banyak perkembangan aturan sampai kondisi dari virus Covid-19 itu sendiri, sehingga pada akhirnya ditetapkan Keppres no 17 tahun 2023 pada 21 juni 2023 menyatakan bahwa status pandemi *Corona Virus Disease 2019* (COVID-19) telah berakhir dan mengubah status faktual *Corona Virus Disease 2019* (COVID-19) menjadi penyakit endemi di Indonesia. Dengan demikian, menandakan bahwa bencana nasional yaitu pandemi Covid-19 resmi berakhir sehingga segala aktivitas sudah dapat kembali berjalan dengan normal khususnya untuk pembelajaran tatap muka yang dapat lebih efektif seperti sedia kala sebelum adanya pandemi ini.

Dengan adanya dua kondisi yang ada yaitu pandemi Covid-19 dan aktivitas normal dapat membuat perbedaan yang signifikan dalam hal perubahan iklim khususnya pada emisi karbon. Seperti yang dilansir oleh *Ekonomi.bisnis.com* (2020) Pandemi Covid-19 nyatanya turut berkontribusi pada penurunan emisi karbon di Indonesia hingga 59 juta ton CO<sub>2</sub> sepanjang 2020. Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional (DEN) Djoko Siswanto mengatakan bahwa emisi karbon pada 2020 turun menjadi 579 juta ton dari sebelumnya di angka 638 juta ton pada tahun 2019. “Penurunan emisi ini sebagai akibat dari pandemi Covid-19 yang mengurangi mobilitas masyarakat, serta kegiatan sektor industri dan komersial,” kata Djoko Siswanto saat webinar transisi energi *net zero emission*. Menurutnya dari total emisi karbon tersebut kontribusi terbesar ialah berasal dari sektor pembangkit listrik sekitar 48 persen, transportasi 23 persen, serta industri 17 persen. “Saat ini tingkat ketergantungan energi fosil masih tinggi. Padahal, cadangan fosil mulai menipis. Untuk itu percepatan transformasi penggunaan energi fosil menuju penguatan energi baru terbarukan (EBT) dan energi rendah karbon merupakan suatu yang mutlak dilakukan” lanjutnya. Hal ini juga didorong dengan selama masa pandemi Covid-19 yang mengakibatkan banyak daerah di Indonesia melakukan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) serta memaksa para pelajar melakukan pembelajaran dari rumah atau pembelajaran jarak jauh, yang dimana sedikit banyak memengaruhi kualitas udara di beberapa kota khususnya kota-kota besar di Indonesia (Wibowo, 2023; Setyorini, 2020). Hal ini dipengaruhi oleh berkurangnya aktivitas kendaraan bermotor di jalan raya, yang merupakan sumber pencemar/emisi udara paling besar. Namun, pada saat ini kebijakan PSBB telah mengalami perubahan menjadi tatanan baru atau *new normal*, yakni menjalani aktivitas sehari-hari sesuai dengan protokol kesehatan.” Namun berdasarkan kutipan dari *Smithsonian* pada *Kompas.com* (2021) laporan terbaru *Global Carbon Project* emisi karbon global kembali naik ke tingkat mendekati rekor tertinggi sebelum pandemi Covid-19. Hal tersebut dikarenakan berakhirnya penerapan *lockdown* Covid-19, sehingga diperkirakan dunia akan dapat melepaskan 36,4 miliar metrik ton karbon dioksida ke atmosfer pada akhir 2021. Jumlah ini bahkan lebih banyak daripada penurunan emisi karbon yang terjadi selama tahun 2020 pada masa pandemi Covid-19 yang melanda. Terbukti Menurut (Katadata, 2023) data *Energy Institute*, emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang dihasilkan sektor energi global sepanjang 2022 mencapai 34,37 miliar ton CO<sub>2</sub>, paling besar sepanjang sejarah. Untuk negara Indonesia duduk di peringkat ke-6 global dengan sumbangan emisi sektor energi 691,97 juta ton CO<sub>2</sub> pada 2022.

Penelitian yang membahas mengenai penurunan emisi karbon pada saat pandemi banyak dilakukan sehingga membuahkan beberapa hasil antara lain: (Setiawan, et al.,2023) dari paparan penelitian tersebut menyatakan bahwa karena hal-hal yang dilakukan pada pembelajaran tatap muka seperti menggunakan angkutan umum dan kendaraan pribadi untuk pergi ke kampus merupakan penyumbang emisi karbon yang terbesar bagi mahasiswa sehingga diperlukan penurunan tingkat emisi karbon dengan pembelajaran *online*. Serta terdapat perubahan yaitu sebuah penurunan pada biaya yang terjadi pada kegiatan pembelajaran *online* dibandingkan saat pembelajaran tatap muka. Karena dengan adanya perubahan metode pembelajaran menjadi sistem *online* pengeluaran yang biasanya besar untuk ongkos angkutan umum, bahan bakar pada

kendaraan pribadi, biaya parkir, dan beberapa diahlikan untuk paket data sehingga menyebabkan penurunan emisi karbon yang dikeluarkan dari aktivitas belajar mengajar di perkuliahan dengan menggunakan pembelajaran *online*. Kebijakan belajar dari rumah menurunkan jejak karbon dilihat dari hampir semua variabel yang merupakan penjabaran dari jejak ekologis mahasiswa (Rahayu, 2023). Dari hasil penelitian tersebut menandakan pembelajaran *online* dapat mengurangi emisi karbon yang dikeluarkan karena adanya beberapa aktivitas yang tidak dapat dilakukan sehingga dialihkan menjadi yang baru. Namun proses pembelajaran *online* dirasa kurang efektif dibandingkan pembelajaran tatap muka (Nurlatifah, 2021).

Penelitian ini menjadi penting dalam memberikan gambaran bahwa isu lingkungan benar – benar perlu diperhatikan karena banyak dampak serta pengaruhnya baik bagi kesehatan maupun kebutuhan primer makhluk hidup nantinya seperti air, oksigen, dan lain- lain. Sudah ada bentuk nyata yaitu dengan adanya gerakan *Earth Hour* yang dimana dalam 1 jam mematikan lampu serta alat elektronik yang dimana dampaknya dari 10 negara menunjukkan acara *Earth Hour* mampu mengurangi konsumsi listrik dengan rata-rata 4 persen (Kountouris, 2022; Jechow, 2019). Selain itu, aksi mematikan lampu selama 1 jam ini juga meningkatkan kesadaran masyarakat tentang isu lingkungan (Kompas.com, 2022). Oleh karena itu harusnya dalam dunia pendidikan juga dapat membuat perubahan untuk mengurangi konsumsi energi dan tingkat karbon yang dihasilkan dari proses pembelajaran dengan menerapkan efektif dan efisiensi pembelajaran yang memperhatikan lingkungan. Salah satunya ialah dengan melakukan perlu adanya penyesuaian antara pembelajaran tatap muka dikombinasikan dengan pembelajaran *online* untuk bisa menurunkan emisi karbon yaitu dikenal sebagai perkuliahan *hybrid*. Karena beberapa kampus seperti Universitas Multimedia Nusantara (UMN), Universitas Tangerang Raya (Untara), Universitas of Pelita Harapan (UPH), dan lain – lain yang mampu menerapkan perkuliahan *hybrid* yang merupakan gabungan antara pembelajaran tatap muka dan onsite (Rorimpandey & Midun, 2021). Hal ini didukung dengan regulasi dari pemerintah yang memperbolehkan melakukan pembelajaran *hybrid* antara lain dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 7 Tahun 2020 tentang Pendirian, Perubahan, Pembubaran Perguruan Tinggi Negeri, dan Pendirian, Perubahan, Pencabutan Izin Perguruan Tinggi Swasta yang di dalamnya memuat peraturan tentang penyelenggaraan Pendidikan Jarak Jauh dan Permendikbudristek Nomor 53 Tahun 2023 (Pasal 14 ayat 3) yang menjelaskan bahwa proses pembelajaran dapat dilakukan mulai dari tatap muka, daring, hingga kombinasi tatap muka dan daring (*hybrid*).

## STUDI LITERATUR

### Teori Legitimasi

Teori legitimasi berperan penting dalam hubungan antara aturan yang berlaku di masyarakat dengan aktivitas dari suatu organisasi. Aturan yang berlaku dalam masyarakat berkaitan dengan kondisi sosial yang sedang berjalan dalam masyarakat sesuai kenyataan serta peristiwa yang ada. Oleh karena itu organisasi harus menyesuaikan diri dalam kegiatan operasionalnya, agar apa yang sedang terjadi bisa disesuaikan sehingga tidak timbul konflik bahkan perpecahan antara masyarakat dan organisasi. Karena disatu sisi masyarakat dianggap dirugikan atau organisasi melanggar norma yang ada, sehingga akhirnya dapat berdampak buruk bagi kelangsungan hidup organisasi.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Setiawan, et al.,2023) menjelaskan mengenai istilah legitimasi yang dikemukakan oleh Weber, seorang sarjana dalam riset sosiologi bahwa legitimasi organisasi merupakan kegiatan organisasi yang konsisten dengan tatanan dan sistematis organisasi sehingga legitimasi itu tumbuh dari konsistensi terhadap aturan sosial, norma, dan hukum. Yang menandakan bahwa kondisi sosial selalu berubah disebabkan oleh permasalahan yang terjadi terus – menerus dan bervariasi serta perkembangan sosial yang cepat seiring perkembangan zaman. Namun organisasi harus cepat pula dalam menempatkan dirinya agar konsistensinya dapat terus terjaga sehingga sesuai dengan kondisi atau perkembangan yang ada.

Teori Legitimasi pertama kali disuarakan oleh Dowling & Pfeffer (1975), yang mengatakan bahwa organisasi berusaha menciptakan kesesuaian antara nilai - nilai sosial yang ada pada kegiatannya dengan norma-norma yang pada sistem sosial masyarakat di mana organisasi merupakan bagian dari sistem sosial masyarakat. Oleh karena itu keberlanjutan hidup dan pertumbuhan dari organisasi didasari oleh sistem – sistem yang mengatur aktivitas mereka yang

harus sejalan dengan aturan sosial dan budaya yang ada di masyarakat agar manfaat dari keberadaan organisasi tersebut dapat dirasakan dengan baik dalam bidang ekonomi, sosial, budaya, politik, dan keamanan.

Legitimasi dianggap penting bagi perusahaan dikarenakan legitimasi masyarakat kepada perusahaan menjadi faktor yang strategis bagi perkembangan perusahaan ke depan (Utomo, 2019). Sehingga dikarenakan terdapat perbedaan nilai – nilai baik dari legitimasi organisasi dan legitimasi masyarakat akan membuat organisasi terdesak karena perbedaan tersebut yang dikenal dengan legitimasi *gap*. Oleh karena ini apabila masyarakat dapat merasakan manfaat baik dan aktivitas organisasi yang dapat diterima oleh mereka maka organisasi dapat terus berjalan dan terus berlanjut selama hubungan masyarakat dan organisasi tidak menyebabkan terjadinya konflik dari legitimasi tersebut.

### Akuntansi Manajemen Lingkungan

*International Federation of Accountants* (IFAC) menjelaskan akuntansi manajemen lingkungan sebagai alat bantu organisasi dalam upaya membuat keputusan untuk pengelolaan informasi ekonomi dan lingkungan yang dapat mempengaruhi mereka, yang dimana harus sesuai dengan kondisi sebenarnya dari dampak/masalah lingkungan yang timbul dikaitkan dengan kinerja ekonomi organisasi. Pengelolaan kinerja lingkungan dan ekonomi melalui sistem dan praktik akuntansi manajemen yang berfokus pada informasi fisik mengenai aliran energi, air, material, dan limbah, serta informasi moneter mengenai biaya, pendapatan, dan penghematan terkait. (IFAC, 2005).

(Afazis & Handayani, 2020) menjabarkan bahwa akuntansi manajemen lingkungan adalah sebuah alat dalam pengelolaan lingkungan yang dapat membantu manajemen menghasilkan keputusan yang lebih baik, karena akuntansi manajemen lingkungan berkontribusi dalam kelangsungan usaha dalam jangka panjang dalam meningkatkan laba serta kinerja lingkungan perusahaan.

### Carbon Cost

Biaya karbon/*carbon cost* adalah jumlah pengeluaran biaya akan aktivitas individu yang menghasilkan emisi karbon. Biaya ini muncul akibat dari seberapa besar konsumsi yang dilakukan baik penggunaan bahan bakar, listrik, dan produksi yang masih menggunakan bahan bakar fosil.

Dari adanya biaya karbon ini maka perlu adanya akuntansi karbon/*carbon accounting* yang dimana *carbon accounting* merupakan suatu proses pengukuran, pencatatan, dan pelaporan karbon yang dihasilkan oleh perusahaan. Adanya *carbon accounting* memungkinkan perusahaan untuk dapat mengetahui tingkat emisi karbon yang dihasilkan (Pratama, 2021). Sehingga dapat menghasilkan informasi yang berguna bagi perusahaan untuk melakukan perencanaan dalam usaha penurunan emisi karbon yang dihasilkan serta pengungkapan emisi karbon kepada *stakeholder* yang biasanya dilaporkan melalui *annual report* atau *sustainability report*.

### Carbon footprint

(Kasman, 2020) mengatakan bahwa jejak karbon/*carbon footprint* merupakan total keseluruhan emisi gas rumah kaca yang disebabkan oleh aktivitas individu maupun suatu instansi yang dihitung dan dinyatakan setara dengan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Jejak karbon dihitung dan dinyatakan berdasarkan aktivitas yang dilakukan oleh manusia dalam menghasilkan emisi sehingga perlu adanya pengungkapan emisi karbon melalui jejak karbon ini. Upaya mengukur jejak karbon pada area perkotaan adalah dengan antara lain melihat kontribusi sektoral maupun mengamati unit aktivitas yang lebih kecil pada wilayah perkotaan, yang salah satunya adalah universitas sebagai aktivitas pendidikan yang diyakini memiliki intensitas pergerakan dan konsumsi yang besar (Rahayu, 2023).

Jejak karbon dapat menunjukkan seberapa sadar, peduli, serta kontribusi dari negara, sektor, dan perorangan pada perubahan iklim. Perubahan dalam pola konsumsi adalah salah satu hal penting dalam upaya untuk membatasi jejak karbon (Rahayu, 2023). Semakin tinggi konsumsi akan kebutuhan yang dapat menghasilkan emisi karbon maka, akan semakin tinggi pula dampak akan lingkungan yang dapat menyebabkan beberapa perubahan iklim bahkan bencana yang akan

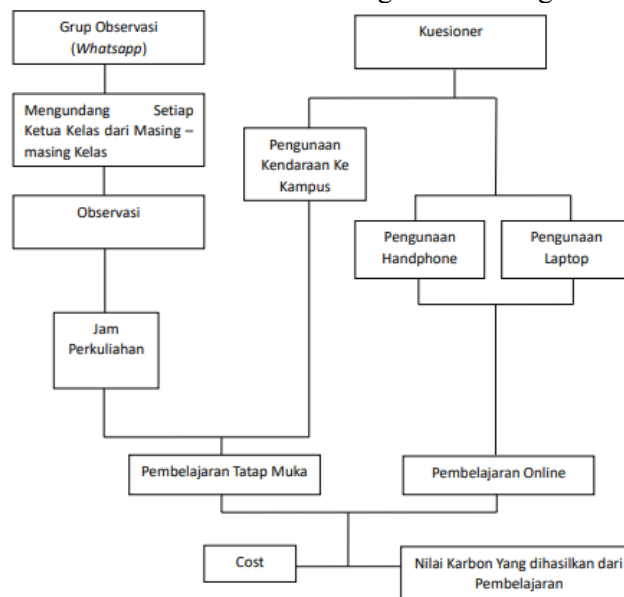
terjadi seperti pemanasan global, polusi udara, dan lain – lain. Sehingga jejak karbon penting untuk dilakukan selain untuk mengetahui berapa total karbon dihasilkan dari aktivitas yang telah dilakukan, namun juga sebagai bahan evaluasi serta perencanaan untuk mengurangi atau bahkan mengganti konsumsi yang menghasilkan karbon dengan energi terbarukan yang dimana diproses dari alam, contoh : tenaga surya, tenaga angin, dan lain – lain.

### Tipe Pembelajaran (Sinkronus & Asinkronus)

Tipe pembelajaran dibagi menjadi dua yaitu *synchronous* dan *asynchronous*. Menurut (Fahmi, 2020) penerapan komunikasi *synchronous*, dimana komunikasi dalam proses pembelajaran antara pendidik dan peserta didik dilakukan secara *realtime* atau pada saat yang sama. Sedangkan komunikasi *asynchronous* terjadi ketika pendidik dan peserta didik tidak bertemu secara bersamaan. Oleh karena itu pembelajaran tatap muka berkaitan dengan komunikasi *synchronous* yang merupakan model ngajar mengajar yang dilakukan melalui interaksi antara pelajar dan pengajar dengan pemberian materi pembelajaran yang berikan di lingkungan tempat belajar. Dari pembelajaran tatap muka ini pengajar akan lebih mudah dalam mengawasi serta mengevaluasi peserta didiknya karena dapat melihat serta memberikan pengarahan secara langsung. Untuk pembelajaran *online* berkaitan dari keduanya yaitu komunikasi *synchronous* dan *asynchronous* karena untuk bertemu di pada ruang yang sama dapat melalui tatap muka virtual dalam bentuk video conference, video call, teleconference, dan atau diskusi dalam grup di media sosial atau aplikasi pesan instan. Sedangkan untuk *asynchronous* dilakukan melalui Platform pembelajaran digital atau dikenal dengan *Learning Management System* (LMS). Dan penggabungan dari kedua tipe pembelajaran itu disebut sebagai pembelajaran *hybrid*. Tipe pembelajaran tersebut dipilih sesuai dengan media, tujuan serta kebutuhan dari pengajar kepada pelajar.

### Kerangka Konseptual

Pemikiran dari penelitian ini disediakan dalam bentuk gambar kerangka berikut :



Gambar 1. Kerangka Konseptual  
Sumber : Data diolah peneliti, 2023

## METODE

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian dimulai sejak 1 September 2023 hingga 30 September 2023, di dalam merancang model penelitian dengan meninjau dari latar belakang dan referensi penelitian terdahulu sebagai acuan. Pada 1 Oktober 2023 hingga 31 Oktober 2023 dilakukan pengumpulan data berupa observasi kepada masing – masing ketua kelas dan kuisisioner kepada responden yaitu mahasiswa

aktif program studi akuntansi Universitas Bunda Mulia Kampus Serpong . Pada 1 November hingga 30 November dilakukan pengolahan data, interpretasi dan menarik simpulan.

### Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif, menurut Sugiyono (2018) penelitian yang digunakan untuk menyelidiki, menemukan, menggambarkan, dan menjelaskan kualitas atau keistimewaan dari pengaruh sosial yang tidak dapat dijelaskan, diukur atau digambarkan melalui pendekatan kuantitatif. Pengumpulan data terdiri dari data primer dan sekunder yang dimana diperoleh dengan melakukan observasi, kuesioner, dan dokumentasi.

### Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa akuntansi Universitas Bunda Mulia dan tidak dilakukan sampling untuk memperoleh keseluruhan data sebagai bahan analisis.

### Metode Analisis Data

#### Aktivitas Konsumsi Listrik

Dalam penelitian ini konsumsi dari energi listrik dari alat elektronik dan tingkat emisi yang dihasilkan diukur menggunakan satuan Kilo *Watt* Jam (kWh). Dengan rumus sebagai berikut :

$$W = P \times t \quad (1)$$

Keterangan :

W = Satuan konsumsi energi (1 kWh = 1000 Wh)

P = Daya energi listrik (*Watt*)

t = Lama konsumsi (Jam)

#### Aktivitas Penggunaan Handphone

Penggunaan handphone tingkat konsumsinya dapat dihitung berdasarkan tingkat pengisian baterai yang biasanya dinyatakan dalam spesifikasi dari handphone maupun pada alat pengisian baterai (*charger*) yang biasanya dinyatakan dalam *watt (volt x ampere)*. Dengan rumus sebagai berikut :

$$W \text{ handphone} = (P \text{ handphone} \times \text{jumlah isi daya dalam sehari}) \times t \quad (2)$$

Keterangan :

W handphone = Satuan energi konsumsi handphone (1 kWh = 1000 Wh)

P handphone = Daya konsumsi handphone (*Watt*)

Jumlah isi daya dalam sehari = Banyak aktivitas melakukan isi daya dalam satu hari

t = Waktu dalam setiap satu kali aktivitas pengecasan (Jam)

#### Aktivitas Penggunaan Laptop

Perhitungan tingkat konsumsi dari laptop sama seperti yang dilakukan terhadap konsumsi handphone (2), dengan rumus :

$$W \text{ laptop} = (P \text{ laptop} \times \text{jumlah isi daya dalam sehari}) \times t \quad (3)$$

Keterangan :

W Laptop = Satuan energi konsumsi handphone (1 kWh = 1000 Wh)

P Laptop = Daya konsumsi handphone (*Watt*). Dalam penelitian ini *watt* yang dipakai untuk konsumsi laptop secara umum sebesar 65 *watt* (Lintang dalam inilah.com, 2023)

jumlah isi daya dalam sehari = Banyak aktivitas melakukan isi daya dalam satu hari

t = Waktu dalam setiap satu kali aktivitas pengecasan (Jam)

### Aktivitas Konsumsi Listrik Gedung

Rumus yang dipakai untuk mengetahui konsumsi listrik gedung seperti dengan rumus (1). Namun Dalam penelitian ini satuan konsumsi energi menggunakan data sebagai berikut :

**Tabel 1. Intensitas Konsumsi Energi Gedung**

Jenis Gedung Perkantoran	Intensitas Konsumsi Energi
Gedung Besar	160 kWh/m2/tahun
Gedung Menengah	202 kWh/m2/tahun

Sumber :Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi  
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Dari data diatas dipilih gedung besar sesuai dengan UBM Tower yang dipakai oleh mahasiswa/i Universitas Bunda Mulia Kampus Serpong karena memiliki luas bangunan 78.800 m2 dan 27 lantai untuk rata – rata mahasiswa per kelasnya ialah 25, namun perlu adanya penyesuaian data yaitu konversi intensitas konsumsi energi menjadi per hari, lalu perlu dihitung tingkat konsumsi energi bedasarkan m2 yang diatur dalam STANDAR SARPRAS (Permenristekdikti No.44/2015) sehingga pada akhirnya dapat dihasilkan *watt* per hari yang dipakai .

### Perhitungan Jejak Karbon

Perhitungan jejak karbon pada penelitian ini dibagi menjadi 3 bagian, sebagai berikut :  
**Emisi Penggunaan Handphone dan Laptop**

$$\text{Emisi GRK} = \text{FE CO}_2 \times \text{W} \tag{4}$$

Keterangan :

Emisi GRK = Emisi Gas Rumah Kaca (1 KgCO<sub>2</sub> = 0,001 TonCO<sub>2</sub>)

FE = Faktor Emisi (Dalam penelitian ini menggunakan *CM Ex* = Post Jamali tahun 2019 yaitu 0,87 ton CO<sub>2</sub>/mWh)

W = Satuan konsumsi energi (1 kWh = 1000 Wh)

### Emisi Aktivitas Transportasi

Dalam penelitian ini perhitungan jejak karbon pada aktivitas ini dibantu dengan sebuah website yaitu [jejakkarbonku.id](http://jejakkarbonku.id). Pada aktivitas ini, jarak tempuh perjalanan yaitu Kilometer (Km) yang menjadi satuan untuk mengukur besar emisi yang dihasilkan.

### Emisi Konsumsi Listrik Gedung

Perhitungan emisi yang dihasilkan dalam konsumsi listrik gedung untuk perkuliahan tatap muka diketahui seperti rumus (4).

## HASIL

Dalam penelitian ini data primer yang digunakan berasal dari observasi terhadap jam pembelajaran dan kuesioner yang telah disebarkan ke subjek penelitian yaitu mahasiswa/i aktif program studi akuntansi Universitas Bunda Mulia Kampus Serpong selama periode waktu penelitian. Dari observasi yang telah dilakukan, data yang diambil merupakan banyaknya jam pembelajaran dari mata kuliah yang dilaksanakan setiap harinya dalam seminggu. Untuk kuesioner yang disebarkan melalui masing – masing ketua kelas dengan total sebanyak kurang lebih 380 mahasiswa/i, jawaban yang diterima sebanyak 192 yang akan menjadi sampel pada penelitian ini.

### Identifikasi Observer

**Tabel 2. Kriteria Observer**

Hari	Banyak Mata Kuliah	Banyak Jam Per Hari
Senin	15	45
Selasa	15	42

Rabu	11	35
Kamis	14	45
Jumat	8	23
Sabtu	2	7
Total	65	197

Sumber : Data diolah peneliti, 2023

### Analisis Konsumsi Energi Listrik

#### Aktivitas Penggunaan Handphone dan Laptop

Perhitungan penggunaan handphone dan laptop sebagai ukuran tingkat konsumsi energi listrik dalam proses pembelajaran *online* menggunakan rumus (2 dan 3), Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 3. Penggunaan Handphone dan Laptop**

Penggunaan	Total kWh
Handphone	16,78
Laptop	46,54
Total	63,32

Sumber : Data diolah peneliti, 2023

#### Aktivitas Konsumsi Listrik Gedung

Perhitungan konsumsi listrik gedung sebagai ukuran tingkat konsumsi energi listrik dalam pembelajaran tatap muka menggunakan rumus (1) yang disesuaikan dengan analisis data aktivitas konsumsi listrik gedung, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 4. Konsumsi Listrik Gedung**

Hari	Total kWh
Senin	2.671
Selasa	2.473
Rabu	2.078
Kamis	2.671
Jumat	1.385
Sabtu	396
Total	11.674
Rata - Rata	1.946

Sumber : Data diolah peneliti, 2023

Dari **tabel 3 dan 4** diatas dapat diketahui bahwa dengan pembelajaran *online* yang diukur melalui pemakaian handphone dan laptop tingkat konsumsi listrik yang digunakan sebesar 63,52 kWh, berbanding jauh dengan tingkat konsumsi listrik dari pembelajaran tatap muka yang dilakukan di kampus. Yang dimana dari banyaknya hari dalam seminggu perkuliahaan paling kecil berada di hari sabtu sebesar 396 kWh dan itupun hanya dilakukan kegiatan dari 2 mata kuliah tatap muka sedangkan terbesar berada di hari senin dan kamis dengan 15 dan 14 mata kuliah yang dilaksanakan selama 45 jam. Apabila di rata – ratakan perhari mulai dari hari senin sampai sabtu, pembelajaran tatap muka menghasilkan 1.946 kWh per harinya.

#### Analisis Tingkat Emisi Karbon yang Dihasilkan dari Pembelajaran *Online* dan Tatap Muka

Pada bagian ini tingkat emisi karbon yang dikeluarkan dari beberapa aktivitas akan dibandingkan antara pada saat pembelajaran *online* dan tatap muka di Universitas Bunda Mulia Kampus Serpong. Perhitungan jejak karbon atas penggunaan hanphone, penggunaan laptop, dan konsumsi listrik gedung dilakukan menggunakan rumus (4), namun untuk aktivitas transportasi peneliti menggunakan *website* jejakkarbonku.id untuk mengukur tingkat emisi karbon yang dihasilkan. Sehingga hasil yang diintrepetasikan sebagai berikut :



**Tabel 5. Tingkat Emisi Karbon dari Konsumsi Energi Listrik**

Aktivitas Konsumsi Energi Listrik (KgCO <sub>2</sub> /Hari)		
Tatap Muka	Online	
Gedung	Handphone	Laptop
1.693	14,60	40,49

Sumber : Data diolah peneliti, 2023

**Tabel 6. Tingkat Emisi Karbon dari Transportasi**

Aktivitas Transportasi (KgCO <sub>2</sub> /Hari)		
Kendaraan	Tatap Muka	Online
Motor	412,66	0
Mobil	223,12	0

Sumber : Data diolah peneliti, 2023

Dari gambar **tabel 6** di atas maka dapat diketahui bahwa untuk konsumsi energi listrik yang menghasilkan emisi karbon terbesar ialah pembelajaran tatap muka yang dimana perharinya menghasilkan 1.693 KgCO<sub>2</sub>/Hari atau setara dengan 1,693 TonCO<sub>2</sub>/Hari sedangkan pembelajaran *online* sebesar 55,09 KgCO<sub>2</sub>/Hari atau setara dengan 0,055 TonCO<sub>2</sub>/Hari dari penggunaan handphone 14,60 KgCO<sub>2</sub>/Hari dan penggunaan Laptop 40,49 KgCO<sub>2</sub>/Hari.

Untuk gambar **tabel 7** dapat dilihat bahwa dari pembelajaran tatap muka menghasilkan emisi karbon atas aktivitas transportasi untuk jarak tempuk ke kampus yaitu sebesar 412,66 KgCO<sub>2</sub>/Hari untuk motor dan 223,12 KgCO<sub>2</sub>/Hari untuk mobil apabila ditotal maka 635,78 KgCO<sub>2</sub>/Hari atau setara dengan 0,64 TonCO<sub>2</sub>/Hari dari kendaraan yang digunakan. Sedangkan untuk pembelajaran *online* para mahasiswa/i tidak menghasilkan emisi karbon sama sekali karena aturan yang mengharuskan mereka untuk melakukan pembelajaran di rumah dengan pembelajaran jarak jauh sehingga tidak adanya jarak tempuk menuju kampus.

## PEMBAHASAN

Dari hasil yang diperoleh baik mengenai konsumsi energi listrik maupun tingkat emisi yang dihasilkan dari kedua tipe pembelajaran yaitu tatap muka dan *online* menunjukkan bahwa pembelajaran tatap muka lebih beresiko terhadap isu lingkungan yang terjadi sampai saat ini. Karena dari hasil ini menggunakan data total emisi karbon Indonesia sebesar 691,97 juta ton CO<sub>2</sub>, dapat melihat bahwa dari pembelajaran tatap muka memberikan sumbangan 0,2% untuk konsumsi energi listrik sedangkan pembelajaran *online* mengumbang 0,008%. Belum lagi untuk pembelajaran tatap muka masih adanya tingkat karbon yang dihasilkan dari perjalanan kendaraan untuk sampai di kampus.

Dari segi biaya, penelitian ini untuk konsumsi energi listrik menggunakan data dari PLN yaitu tarif listrik per kwh golongan bisnis menengah Rp 1.444,70 untuk pembelajaran tatap muka dan golongan keperluan rumah tangga kecil Rp 1.444,70 untuk pembelajaran *online*. Menunjukkan bahwa per hari untuk pembelajaran tatap muka mengeluarkan biaya Rp 2.305.741 per hari sedangkan pembelajaran *online* mengeluarkan biaya Rp 91.478 per hari. Pada aktivitas transportasi mahasiswa/i Universitas Bunda Mulia Kampus Serpong memiliki rata – rata jarak tempuh 13 Km per hari untuk sampai ke kampus sehingga jarak pulang - pergi sejauh 26 Km. Apabila untuk 1 liter dapat menempuh jarak 10 km (Moladin, 2023), dan harga 1 liter *pertamax* adalah Rp 13.350/1 Desember 2023 maka untuk mahasiswa/i Universitas Bunda Mulia Kampus Serpong membutuhkan 2,6 Liter x Rp 13.350 = Rp 34.710 per hari biaya yang dikeluarkan perjalanan pulang – pergi dari rumah ke kampus untuk mengikuti pembelajaran tatap muka.

Namun apabila dilihat dari segi efektifitas pembelajaran tatap muka lebih efektif dibandingkan dengan pembelajaran *online*, menurut pandangan para responden mayoritas lebih memilih pembelajaran tatap muka meskipun adanya biaya tambahan dan dampak lingkungan yang dihasilkan. Karena dengan pembelajaran *online* materi yang dijelaskan kurang maksimal ditangkap

oleh mahasiswa/i dan juga pembelajaran *online* membuat para mahasiswa/i merasa jenuh dan kurang adanya aktivitas sehingga pembelajaran tatap muka lebih dipilih. Namun biaya yang dikeluarkan dirasakan pula oleh responden yang dimana perlu adanya perjalanan ke kampus yang mengeluarkan biaya untuk membeli bahan bakar serta biaya lain baik parkir, tol, dan lainnya.

Dari hasil penelitian yang telah diperhitungkan memiliki perbedaan dengan penelitian terdahulu (Setiawan, et al.,2023; Kasman, et al., 2020) mengenai tingkat emisi karbon yang dimana pada penelitian ini paling besar dihasilkan berasal dari konsumsi energi listriknya pada penelitian ini ialah konsumsi untuk listrik gedung dari UBM Tower bukan dari aktivitas transportasinya. Namun sejalan mengenai pembelajaran tatap muka menghasilkan emisi karbon lebih besar dan adanya perbedaan biaya yang dimana pembelajaran *online* lebih kecil dalam pengeluaran biayanya dibandingkan pembelajaran tatap muka (Setiawan, et al.,2023; Ismail, 2020; Handayani, et al., 2021). Pembelajaran *online* dirasa kurang efektif dibandingkan pembelajaran tatap muka (Nurlatifah, 2021; Meri, et al., 2022). Penelitian dari (Rahayu, 2023) merekomendasikan untuk melanjutkan model pembelajaran *hybrid* (baik kelas *online* maupun tatap muka) di akhir pandemi untuk mengurangi jejak karbon siswa dalam jangka panjang.

### KESIMPULAN

Kekhawatiran atas isu lingkungan saat ini kian semakin genting. Pada masa era kenormalan baru, yang mana semua aktivitas sudah berjalan seperti sebelumnya, namun hal ini menimbulkan masalah baru. Kondisi lingkungan terutama udara yang sejak 3 tahun mengalami penurunan emisi, melonjak seketika dengan nilai emisi CO<sub>2</sub> yang malah makin besar. Terbukti dengan pemberitaan bahwa udara di Jakarta yang makin kotor dan banyaknya warga yang menderita infeksi pernapasan. Hal ini menjadi masalah bersama dengan seluruh pemangku kepentingan termasuk Universitas untuk mengatasi masalah jejak karbon. Universitas dihadapkan pada dilema efektifitas pembelajaran yang diarahkan tatap muka di era kenormalan baru, namun meningkatkan emisi pada jejak karbon. Namun pembelajaran *online* yang mana menekan emisi, dirasakan menurunkan efektifitas pembelajaran. Selain itu biaya relevan juga dipertimbangkan atas pembelajaran tatap muka dan *online*. Penelitian ini menarik dalam memberikan gambaran jejak karbon yang lebih rendah pada pembelajaran *online* dan biaya yang bisa lebih dihemat. Yang menjadi tantangan di penelitian lebih lanjut, apakah dengan jejak karbon yang menurun dan biaya yang lebih hemat, akan dapat mempertahankan efektifitas belajar atau adanya temuan atas sistem pembelajaran efektif dengan rendah emisi karbon.

### REFERENSI

- Afazis, R. D., & Handayani, S. (2020). Penerapan Akuntansi Manajemen Lingkungan Terhadap Kinerja Keuangan: Kinerja Lingkungan Sebagai Pemediasi. *Jurnal Bisnis Dan Akuntansi*, 22(2), 257-270. <https://doi.org/10.34208/jba.v22i2.702>
- Auger, C., Hilloulin, B., Boisserie, B., Thomas, M., Guignard, Q., & Rozière, E. (2021). Open-source *Carbon footprint* Estimator: Development and University Declination. *Sustainability*, 13(8), 4315. <https://doi.org/10.3390/su13084315>
- Basar, A. M. (2021). Problematika Pembelajaran Jarak Jauh Pada Masa Pandemi Covid-19:(Studi kasus di SMPIT Nurul Fajri–Cikarang Barat–Bekasi). *Edunesia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 2(1), 208-218. <https://doi.org/10.51276/edu.v2i1.112>
- Breliastiti, R., & Augustine, Y. (2018). The Role of Environmental Information System Mediation on the Effect of Environmental Strategy and Compliance with Government Regulation on Environmental Performance (Pilot Study of Companies in Indonesia). *Research Journal of Finance and Accounting*, 9(14), 102-111.
- Fahmi, M. H. (2020). Komunikasi *Synchronous* dan *Asynchronous* Dalam E-learning Pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Nomosleca*, 6(2). <https://doi.org/10.26905/nomosleca.v6i2.4947>
- Farell, G., Ambiyar, A., Simatupang, W., Giatman, M., & Syahril, S. (2021). Analisis efektivitas pembelajaran daring pada smk dengan metode *asynchronous* dan *synchronous*. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(4), 1185-1190. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i4.521>

- Febrina, L., Wahyudi, D., & Harki, R. D. (2021). Kajian Emisi CO<sub>2</sub> Berdasarkan Jejak Karbon Sekunder Di Lingkungan Universitas Sahid Jakarta. *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, 3(1), 40-49. <https://doi.org/10.36441/seoi.v3i1.435>
- Fitriansyah, F. (2022). Dinamika Pembelajaran Tatap Muka Terbatas Di Kalangan Mahasiswa. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 3(1), 123-130. <https://doi.org/10.37478/jpm.v3i1.1438>
- Handayani, L., Abdullah, M., Solichin, S., & Arifin, M. S. (2021). Kajian Jejak Karbon (*Carbon footprint*) DI FMIPA Universitas Negeri Semarang. *Indonesian Journal of Conservation*, 10(1), 48-52. <https://doi.org/10.15294/ijc.v10i1.30038>
- I Made Narsa. 2019. *Akuntansi Manajemen*. Banten : Universitas Terbuka.
- Indonesia, Ikatan Akuntansi. (2015). *Akuntansi Manajemen*. Ikatan Akuntansi Indonesia. Hlm. 28 & 29.
- Ismail, A. (2020). Potensi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (Grk) Dalam Kegiatan Belajar Di Rumah Secara on-Line: Analisis Jejak Karbon (*Carbon footprint Analysis*). *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 6(2). <http://dx.doi.org/10.20527/jukung.v6i2.9262>
- Jechow, A. (2019). Observing the Impact of WWF Earth Hour On Urban Light Pollution: A Case Study in Berlin 2018 Using Differential Photometry. *Sustainability*, 11(3), 750. <https://doi.org/10.3390/su11030750>
- Kasman, M., Riyanti, A., & Apriani, N. R. (2020). Estimasi Jejak Karbon dari Aktivitas Kampus Universitas Batanghari. *Jurnal Daur Lingkungan*, 3(2), 42-46. <http://dx.doi.org/10.33087/daurling.v3i2.52>
- Kountouris, Y. (2022). Awareness Days and Environmental Attitudes: The Case of The “Earth Hour”. *Ecological Economics*, 195, 107367. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107367>
- Ladista, R. D., Lindrianasari, L., & Syaipudin, U. (2023). Determinan Pengungkapan Emisi Karbon dan Pengaruhnya Terhadap Kinerja Keuangan. *Owner: Riset dan Jurnal Akuntansi*, 7(3), 2262-2283. [10.33395/owner.v7i3.1535](https://doi.org/10.33395/owner.v7i3.1535)
- Marvella, E., & Breliastiti, R. (2023). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perusahaan Sektor Pertanian Dalam Melakukan Pengungkapan Lingkungan. *ESENSI: Jurnal Manajemen Bisnis*, 26(1), 34-47. <https://doi.org/10.55886/esensi%20jmb.v26i1.657>
- Masiyah Kholmi. 2019. *Akuntansi Manajemen*. UMM Press. Jakarta. Hlm .1.
- Meri, M., Enawaty, E., Masriani, M., Muharini, R., & Ulfah, M. (2022). Hubungan Motivasi dengan Hasil Belajar IPA Siswa Selama Pembelajaran Tatap Muka Terbatas. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 10(1), 21-33. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v10i1.5176>
- Nastiti, A., & Hardiningsih, P. (2022). Determinan Pengungkapan Emisi Karbon. *Fair Value: Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Keuangan*, 4(6), 2668-2681. <https://doi.org/10.32670/fairvalue.v4i6.1155>
- Nurlatifah, N., Ahman, E., Machmud, A., & Sobandi, A. (2021). Efektivitas Pembelajaran *Online* Versus Tatap Muka. *Pedagonal: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 5(1), 15-18. [10.33751/pedagonal.v5i1.2893](https://doi.org/10.33751/pedagonal.v5i1.2893)
- Orinaldi, M. (2021). Dampak Pembatasan Kegiatan Masyarakat Terhadap Pertumbuhan Ekonomi: Suatu Kajian. *J-MAS (Jurnal Manajemen Dan Sains)*, 6(2), 391-398. <http://dx.doi.org/10.33087/jmas.v6i2.301>
- Pakpahan, R., & Fitriani, Y. (2020). Analisa Pemanfaatan Teknologi Informasi Dalam Pembelajaran Jarak Jauh Di Tengah Pandemi Virus Corona Covid-19. *JISAMAR (Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research)*, 4(2), 30-36. <https://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/jisamar/article/view/181>
- Pratama, Y. M. (2021). Analisis Determinan Pengungkapan Emisi Karbon Di Indonesia. *Modus*, 33(2), 120-137. <https://doi.org/10.24002/modus.v33i2.4644>
- Rahayu, P., Andini, I., Mukaromah, H., Rahayu, M. J., Astuti, W., Putri, R. A., & Rini, E. F. (2023). Jejak Karbon Mahasiswa: Perbandingan Sebelum Dan Saat Diberlakukan Kebijakan Belajar Dari Rumah. *Region: Jurnal Pembangunan Wilayah dan Perencanaan Partisipatif*, 18(2), 580-593. <https://doi.org/10.20961/region.v18i2.56143>

- Rorimpandey, W. H., & Midun, H. (2021). Effect of *Hybrid Learning Strategy* and Self-efficacy On Learning Outcomes. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 48(8).
- Rusli, Y. M., Augustine, Y., Murwaningsari, E., & Breliastiti, R. (2019). The Moderating Effect of Competitive Business Strategy On Corporate Environmental Performance and Corporate *Carbon Emission Disclosure Towards Corporate Financial Performance*. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 10(6), 10.7176/JESD/10-6-13
- Setiawan, T., & Whyne, V. (2023). Analysis of OLC Systems In The Perspectives of Relevant Cost and *Carbon Emission Cost*. *Kajian Akuntansi*, 24(2), 336-345. [https://doi.org/10.29313/kajian\\_akuntansi.v24i2.2538](https://doi.org/10.29313/kajian_akuntansi.v24i2.2538)
- Setiawan, T., Ahalik, A., & Soekamto, Y. L. (2023). Analisa *Online Learning* Dalam Perspektif *Carbon Emission Cost*. *Jurnal Analisa Akuntansi dan Perpajakan*, 7(2), 220-237. <https://doi.org/10.25139/jaap.v7i2.7008>
- Setyorini, I. (2020). Pandemi Covid-19 dan *Online Learning*: Apakah Berpengaruh Terhadap Proses Pembelajaran Pada Kurikulum 13?. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 1(1b), 95-102. <https://doi.org/10.7777/jiemar.v1i1.31>
- Shen, X., Qiu, Y., Luo, L., & Zheng, X. (2021). The Impacts of Special Environmental Events On Short-run Electricity-saving Behaviors. *Environmental Research Letters*, 16(9), 094035. 10.1088/1748-9326/ac1629
- Utomo, D. A. N. (2019). *Ramah Lingkungan dan Nilai Perusahaan*. Surabaya: Jakad Media Publishing.
- Wang, L., Yan, X., Fang, M., Song, H., & Hu, J. (2023). A Systematic Design Framework for Zero *Carbon Campuses*: Investigating the Shanghai Jiao Tong University Fuhua Campus Case. *Sustainability*, 15(10), 7975. <https://doi.org/10.3390/su15107975>
- Wibowo, R. J. A. (2023). Tinjauan Kebijakan Hukum Insentif Perpajakan Pada Sektor Energi dan Transportasi Untuk Mendukung Net Zero Emission Tahun 2060 di Indonesia. *JURNAL PAJAK INDONESIA (Indonesian Tax Review)*, 7(1), 91-107.
- Wirawan, J., & Setijaningsih, H. T. (2022). Analisis Pengungkapan Emisi Karbon Di Indonesia. *Jurnal Muara Ilmu Ekonomi dan Bisnis*, 6(1), 235-249. <https://doi.org/10.24912/jmieb.v6i1.18398>