

Jejak karbon mahasiswa: perbandingan sebelum dan saat diberlakukan kebijakan belajar dari rumah

Students' carbon footprint: comparison before and during the implementation of study-from-home policy

P Rahayu¹, I Andini¹, H Mukaromah¹, M J Rahayu¹, W. Astuti¹, RA Putri¹, dan E F Rini¹

¹Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

Corresponding author's email: istiandini@staff.uns.ac.id

Abstrak. Pandemi Covid-19 telah mengubah pola mobilitas masyarakat. Pembatasan pergerakan harian diperkirakan akan mengubah banyak aspek dalam kehidupan manusia, termasuk diantaranya persepsi pada interaksi dan aktivitas secara daring, penggunaan kendaraan umum, maupun pola konsumsi. Penelitian ini mengonfirmasi bahwa secara umum terjadi reduksi jejak karbon setelah pandemi Covid-19 menyerang. Penelitian ini fokus pada kelompok mahasiswa yang mengalami perubahan karakteristik aktivitas perkuliahan semenjak pandemi. Data tentang frekuensi pergerakan, penggunaan peralatan listrik, dan konsumsi makanan dikumpulkan dari populasi mahasiswa Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Sebelas Maret sebagai dasar perhitungan perubahan jejak karbon mahasiswa sebelum dan saat implementasi kebijakan belajar dari rumah. Analisis dengan metode kuantitatif menunjukkan bahwa jejak karbon mahasiswa berkurang, baik pada aspek kegiatan harian, aktivitas akademik maupun transportasi. Persentase terbesar pada aspek akademik ditunjukkan dengan lebih dari 80% pengurangan penggunaan kertas. Perubahan lingkungan tinggal mahasiswa menunjukkan bahwa mahasiswa yang kembali ke rumah mencatat penurunan jejak karbon yang lebih besar ketimbang mahasiswa yang masih bertahan untuk tinggal di kost di sekitar kampus UNS. Perubahan kebiasaan dalam aktivitas harian mahasiswa selama pandemi menunjukkan bahwa pandemi membawa efek positif dalam pengurangan jejak karbon. Penelitian ini merekomendasikan kolaborasi pembelajaran dalam jaringan dengan luar jaringan pada saat pandemi berakhir untuk mengurangi jejak karbon mahasiswa dalam jangka waktu yang lebih lama.

Kata Kunci: Jejak Karbon; Mahasiswa; Mobilitas; Pandemi Covid-19

Abstract. The Covid-19 pandemic has changed mobility patterns of people around the globe. To lower the spread rate, restrictions on daily movement and activities applied and thus changed many aspects of human life, including the frequency of online interactions and activities, use of public transportation, and the pattern of consumption. This study confirms that there is a reduction in carbon footprint after the Covid-19 pandemic strikes focusing on groups of students who have experienced changes in the characteristics of academic activities since the pandemic. Data on the frequency of movement, use of electrical equipment, food consumption and others were collected from the population of Urban and Regional Planning students in Universitas Sebelas Maret to calculate changes in student carbon footprints before and during the implementation of the study from home policy. Analysis with quantitative method shows that students' carbon footprint is reduced in aspects of daily activities, academic activities and transportation. The largest change in the academic aspect is indicated by more than 80% reduction in paper use. Analysis in students' living environment showed that students who returned home recorded a greater reduction in their carbon footprint than students who still persisted in living in boarding houses near the UNS campus. Changes in students' habits in daily activities during the pandemic show that the pandemic has a positive effect in reducing carbon footprints. This study recommends to continue the hybrid learning model (both online and offline classes) at the end of the pandemic to reduce the carbon footprint of students in the longer term.

Keywords: Carbon Footprint; Mobility; Pandemic Covid-19; Students

1. Pendahuluan

Pandemi Covid-19 telah membawa banyak perubahan dalam kehidupan manusia. Salah satu perubahan utama adalah dalam perubahan aktivitas harian dan pola pergerakan. Kedua perubahan ini membawa pada diskusi mengenai pengaruh perubahan tersebut terhadap penurunan emisi karbon. Meskipun banyak argumen juga menyatakan bahwa penurunan emisi karbon selama pandemi Covid-19 tidak akan berdampak pada jumlah gas rumah kaca di atmosfer yang telah ada akan tetap terkurung di sana dalam jangka waktu yang lama. Meskipun demikian, fakta bahwa pembatasan pergerakan mengurangi emisi karbon adalah hal positif dari pandemi yang harus kita akui bersama.

Keterkaitan perubahan pola pergerakan dan penurunan emisi karbon dihitung dengan apa yang dikenal sebagai jejak karbon. Jejak karbon/*carbon footprint* adalah konsep penting untuk memahami total kontribusi negara, sektor, dan perorangan pada perubahan iklim [1]. Perubahan dalam pola konsumsi adalah salah satu hal penting dalam upaya untuk membatasi jejak karbon. Kota adalah sumber bangkitan karbon yang sangat besar. Menurut data UN Habitat pada tahun 2019, mencapai 70 - 80 persen dari total emisi karbon dunia berasal dari aktivitas di perkotaan. Ekspansi area perkotaan dan penambahan populasi di daerah

perkotaan adalah dampak dan *driver* bagi masalah emisi karbon perkotaan. Terkait dengan masalah emisi karbon perkotaan ini, sesungguhnya jejak karbon yang dihasilkan oleh rumah tangga memiliki kontribusi yang signifikan dan bisa menjadi prioritas dalam program penurunan emisi karbon yang selama ini belum terlalu diperhitungkan dalam strategi mengurangi emisi karbon global [1].

Menurut WHO, jejak karbon adalah “ukuran dari dampak aktivitas suatu entitas pada jumlah emisi gas rumah kaca yang diproduksi melalui pembakaran bahan bakar fosil yang diukur melalui berat CO₂ dalam ton”. Jejak karbon telah digunakan secara luas untuk mengukur emisi karbon yang dihasilkan baik secara langsung maupun tidak langsung oleh aktivitas konsumsi manusia dalam keseluruhan rantai sediaan/*supply chain* [2]. Dari perspektif sektoral dapat dilihat bahwa dominasi setiap sektor dalam kontribusinya pada jejak karbon berbeda-beda. Sektor energi termasuk di dalamnya industri, transportasi, listrik dan pemanas, dan proses pembakaran bahan bakar berkontribusi lebih dari 65%, sektor pertanian 13.8%, perubahan guna lahan 13.8%, sampah dan lain-lain sekitar 7%.

Setiap sektor kemudian bisa diidentifikasi lagi secara lebih detail kontribusinya pada emisi karbon, misalnya untuk sektor transportasi, transportasi jalan darat/jalan raya adalah kontributor terbesar. Untuk sektor energi, selain industri, energi untuk gedung baik perumahan dan komersial juga salah satu kontributor besar pada emisi karbon. Dari karakter sektoral kontribusi pada emisi karbon, diyakini bahwa struktur demografi, kondisi perkotaan, dan pedesaan akan berpengaruh pada pola konsumsi dan pergerakan, yang kemudian mempengaruhi kontribusi emisi karbon [3]. Transportasi perkotaan lebih mendominasi jumlah emisi karbon dibandingkan pada area non perkotaan [2]. Memahami pola dan kontributor emisi karbon adalah hal yang penting untuk penyusunan strategi yang tepat bagi penanganan peningkatan gas-gas rumah kaca [4]. Perbedaan pola konsumsi rumah tangga yang signifikan antara area perkotaan dan pedesaan merupakan salah satu tantangan dalam memformulasikan kebijakan terkait rencana mitigasi karbon [2].

Selain pengamatan pada rumah tangga, sektor transportasi, pola konsumsi, dan perbedaan konteks pedesaan dan perkotaan, studi sebelumnya pada emisi karbon juga fokus pada universitas. Universitas diyakini merupakan salah satu aktor penghasil emisi karbon yang besar, karena konsumsi energi, air, dan alat tulis kantor yang dipakai pada gedung-gedung kampus, karena besarnya populasi mahasiswa dan staff universitas [5]. Perhitungan emisi karbon pada universitas didasarkan pada Life Cycle Analysis (LCA) dengan memperhitungkan penghasil langsung dan tidak langsung gas rumah kaca dari unit penghasil emisi, dan besarnya emisi yang dihasilkan oleh tiap unit tersebut, seperti pembangkit uap, listrik, kendaraan, pengolahan air limbah, dan lain-lain [5].

Jumlah penelitian terkait emisi karbon universitas meningkat dalam beberapa tahun terakhir, yang umumnya menerapkan metoda dan fokus yang sama, menghitung emisi gas rumah kaca dari aktivitas di dalam kampus. Penelitian tersebut antara lain dilakukan di Chile, yang juga menginvestigasi protokol emisi gas rumah kaca universitas [6]. Penelitian di India menekankan pada formulasi kebijakan untuk mereduksi gas rumah kaca universitas [7].

Sementara untuk kasus di Indonesia, penelitian serupa fokus pada transportasi dalam kampus civitas akademika, penggunaan listrik, dan volume sampah [8]. Untuk kasus di Mexico, disimpulkan bahwa sumber emisi terbesar adalah aktivitas pulang-pergi dari tempat tinggal ke kampus [9]. Studi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan universitas dengan tujuan yang sedikit berbeda dilakukan di Belanda, yaitu untuk menilai efektivitas proses pembelajaran daring pada penurunan emisi karbon, yang terutama dihasilkan dari perjalanan dari rumah ke kampus. Studi ini menyatakan bahwa proses pembelajaran daring secara signifikan mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari perjalanan staff dan mahasiswa dari rumah ke kampus dan sebaliknya [10].

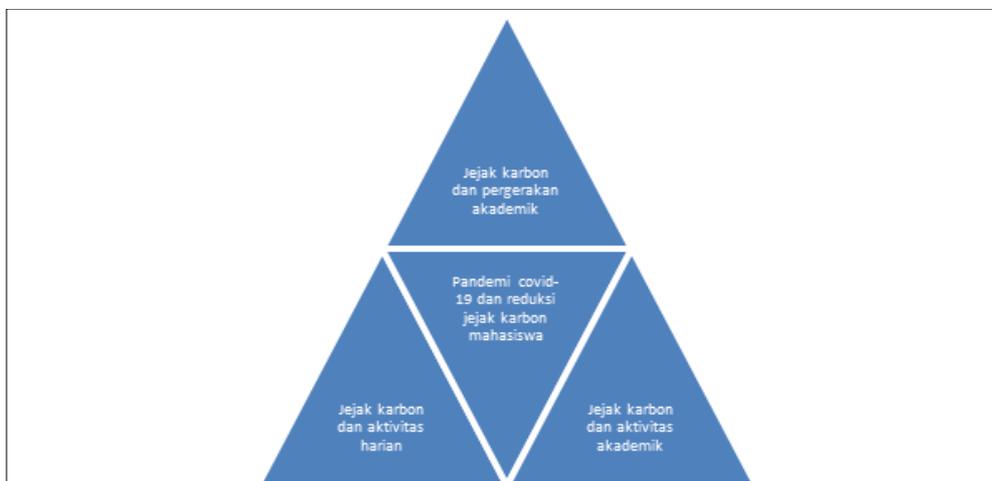
Terkait dengan kota sebagai *driver* penghasil karbon dan pentingnya untuk menekankan pada unit yang lebih kecil untuk pengamatan kontribusi pada emisi karbon, penelitian ini akan fokus pada kota pusat pendidikan. Kota pusat pendidikan adalah kota dengan universitas besar yang merupakan penarik pergerakan. Dari banyak kalangan yang terdampak oleh kebijakan pembatasan pergerakan, salah satunya adalah mahasiswa, karena adanya kebijakan belajar dari rumah. Mahasiswa adalah kalangan usia muda yang memiliki pergerakan sangat tinggi, dan umumnya menggunakan kendaraan bermotor. Dengan adanya kebijakan kuliah daring, pergerakan harian mahasiswa dibatasi. Seluruh aktivitas yang biasa dilakukan sebagai bagian dari pergerakan dari rumah ke kampus, dan pergerakan sebagai bagian dari kegiatan kampus diperkirakan akan berkurang. Meskipun demikian, hingga saat ini belum terdapat penelitian yang melakukan identifikasi dan analisis pada perubahan kegiatan dan pergerakan mahasiswa karena kebijakan kuliah *online* yang kemudian dikaitkan dengan potensi kontribusinya pada pengurangan emisi karbon pada “kota pusat pendidikan”.

Li [11] mengelompokkan kegiatan mahasiswa pada studi jejak karbon di universitas di China pada tiga kelompok, yaitu kehidupan harian, kehidupan akademis, dan transportasi. Kehidupan harian terkait dengan pola konsumsi dasar, sementara kehidupan akademis terkait dengan pola aktivitas perkuliahan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kehidupan harian mengambil porsi terbesar dalam jejak karbon, sementara aktivitas perkuliahan hanya menyumbang 15% jejak karbon mahasiswa. Sepanjang pandemi, ketiga kelompok kegiatan tersebut mengalami perubahan karakteristik seiring dengan dengan pembatasan aktivitas dan pergerakan yang berlaku.

Terkait dengan meningkatnya atensi pada kontribusi universitas pada emisi karbon baik dari aktivitas di dalam kampus maupun transportasi dari dan menuju kampus, sehingga jika terdapat perubahan pada aktivitas tersebut dinyatakan akan ada potensi pengurangan emisi karbon, studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan aktivitas dan pergerakan tersebut yang dilihat dalam dua belas bulan penerapan kebijakan sekolah dari rumah.

Sejalan dengan studi yang dilakukan di Belanda oleh Versteijlen, Perez, Janssen dan Counotte [10], fokus studi ini adalah pada aktivitas di luar kampus. Hal ini dikaitkan dengan pandemi Covid-19 dan diterapkannya kebijakan perkuliahan daring-belajar dari rumah. Perbedaannya adalah, studi ini tidak hanya fokus pada perubahan di aspek transportasi, tetapi juga pada

aktivitas harian dan aktivitas pembelajaran yang mengacu pada variabel-variabel yang biasa dihitung pada kalkulator jejak ekologis.



Gambar 1. Variabel-variabel pembentuk reduksi jejak karbon mahasiswa.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif. Walaupun pada umumnya metode kuantitatif didasarkan pada sampling pada populasi [12,13]. Data yang dikumpulkan adalah data yang terkait dengan potensi pengurangan jejak karbon dengan melihat perubahan aktivitas akademik dan non-akademik mahasiswa yang diakibatkan oleh pembatasan mobilitas pada saat pandemi. Data tersebut diperoleh melalui kuesioner pada 102 mahasiswa. Penelitian ini tidak mengambil sampling dari populasi, tetapi menggunakan seluruh populasi mahasiswa Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Sebelas Maret yang mengalami perkuliahan dari kampus sebelum status pandemi diberlakukan dan perkuliahan dari rumah saat status pandemi ditetapkan. Sebanyak 102 mahasiswa dari 3 angkatan menjadi responden dalam penelitian ini dan mampu menggambarkan variasi perubahan lingkungan belajar yang ada.

Universitas Sebelas Maret berlokasi di Kota Surakarta, Provinsi Jawa Tengah. Kota Surakarta merupakan pusat dari wilayah Subosukowonosraten. Sebagai salah satu universitas yang menduduki posisi sepuluh besar dalam perangkaan universitas di Indonesia, Universitas Sebelas Maret memiliki mahasiswa dari seluruh Indonesia dan beberapa negara asing. Pandemi membuat mahasiswa dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok berdasarkan perubahan lingkungan tinggal, yaitu (1) mahasiswa yang tetap tinggal di rumah asal baik sebelum maupun saat pandemi; (2) mahasiswa yang sebelum pandemi tinggal di kost/rumah kontrak yang dekat dengan kampus UNS, namun pulang dan berkuliah dari rumah asal selama pandemi; dan (3) mahasiswa yang tetap tinggal di kost/rumah kontrak baik sebelum maupun saat pandemi.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua puluh data pada sepuluh variabel dari tiga aspek jejak karbon mahasiswa. Secara lengkap, data yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. di bawah ini.

Tabel 1. Variabel dan data pengamatan.

Aspek Jejak Ekologis Mahasiswa	Variabel Amatan	Data	Unit Data
Konsumsi Harian	Penggunaan listrik	Pengeluaran untuk biaya listrik bulanan	Rupiah per orang, per bulan
	Konsumsi makanan	Pengeluaran untuk bahan makanan mentah bulanan	Rupiah per orang, per bulan
		Pengeluaran untuk bahan makanan beku bulanan	Rupiah per orang, per bulan
		Pengeluaran untuk makanan jadi bulanan	Rupiah per orang, per bulan
	Konsumsi obat	Pengeluaran untuk pembelian obat dan suplemen kesehatan	Rupiah per orang, per bulan
	Penggunaan internet	Pengeluaran untuk biaya akses internet	Rupiah per orang, per bulan
Pergerakan	Transportasi jarak pendek	Jumlah trip mingguan ke kampus	trip per minggu
	Transportasi jarak jauh	Jumlah trip bulanan ke rumah asal untuk mahasiswa yang kost/kontrak di sekitar kampus	trip per bulan
Konsumsi Akademik	Penggunaan laptop/komputer	Lama penggunaan laptop per orang per hari	jam per orang
	Penggunaan kertas cetak untuk laporan	Banyaknya laporan yang dikerjakan dalam bentuk cetak per semester	eksemplar per orang

Data-data tersebut kemudian dianalisis untuk mendapatkan gambaran perubahan konsumsi setiap aspek pada setiap kelompok responden. Perubahan diperoleh dari data sebelum dan saat pandemi yang kemudian dihitung dengan perbandingan nilai awal pada masa sebelum pandemi. Perubahan tersebut kemudian diklasifikasikan dalam tiga kelompok orde, yaitu (1) penurunan konsumsi, (2) tidak ada perubahan atau peningkatan tidak signifikan (di bawah 50 %), serta (3) peningkatan signifikan (lebih dari atau sama dengan 50%). Kesimpulan ditarik berdasarkan perbedaan perubahan pada setiap aspek dan kaitannya dengan kelompok-kelompok responden. Kesimpulan pada penelitian ini menunjukkan pola perubahan jejak ekologis berdasarkan pola konsumsi pada kelompok mahasiswa deahan lingkungan belajar cukup seimbang.

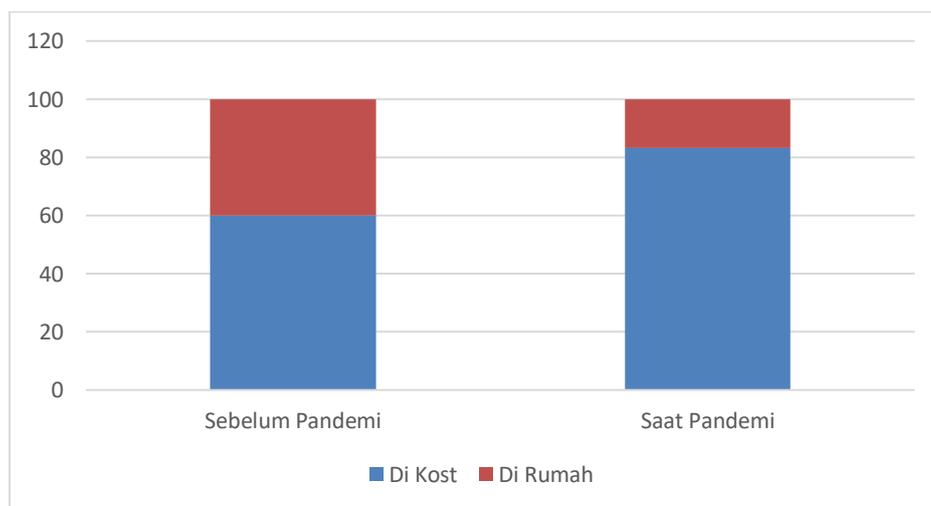
3. Hasil penelitian dan pembahasan

Dengan populasi berjumlah 102 mahasiswa, penelitian ini melakukan beberapa pengelompokan yang didasari atas perubahan lingkungan tinggal mahasiswa akibat pandemi. Lingkungan belajar dibedakan menjadi rumah dan kost atau kontrakan di sekitar kampus.

Perubahan lingkungan ini menjadi penting karena setiap lingkungan belajar memberikan karakteristik konsumsi yang berbeda. Rumah merupakan lingkungan belajar di mana konsumsi terjadi secara komunal. Saat mahasiswa tinggal di rumah bersama keluarga, efisiensi konsumsi terjadi karena penggunaan bersama dan menurunkan biaya marginal dari masing-masing orang. Sementara itu, mahasiswa yang tinggal di kost atau kontrakan di dekat kampus cenderung melakukan konsumsi individual dengan nilai konsumsi individu yang cenderung lebih tinggi ketimbang tinggal di rumah bersama keluarga

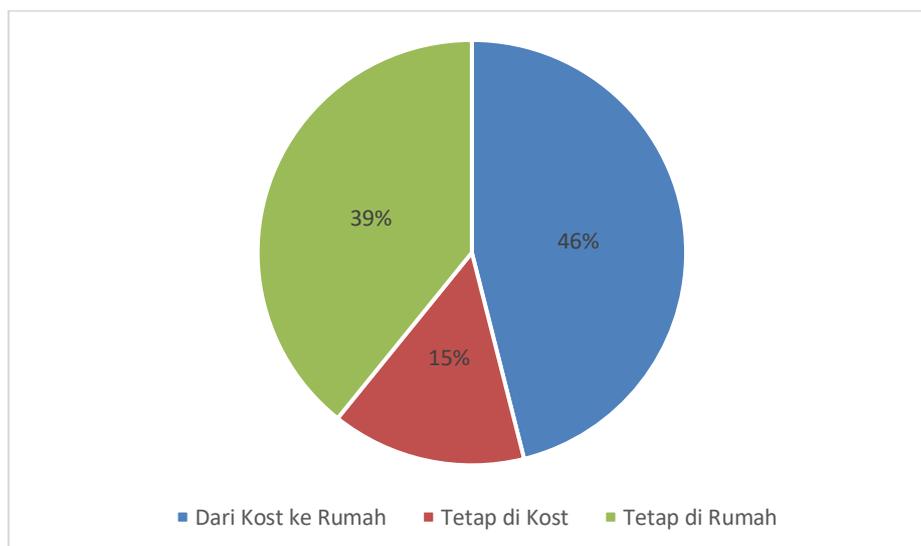
3.1. Perubahan lingkungan belajar selama pandemi

Pandemi dan pembatasan pergerakan dan aktivitas telah menutup kampus dari aktivitas perkuliahan tatap muka kecuali untuk kegiatan yang tidak bisa digantikan dengan interaksi dalam jaringan. Hal ini menyebabkan banyak mahasiswa memilih untuk kembali ke rumah di daerah asal. Hal ini didasari karena tidak perlu lagi datang ke kampus dan biaya yang harus dikeluarkan untuk tempat tinggal yang dapat dihemat bila kembali ke rumah masing-masing. Hasil penelitian menunjukkan lebih dari 75% responden yang tinggal di kost/kontrakan memilih untuk pulang ke rumah. Pada saat pandemi, hanya 15% mahasiswa yang tinggal di kost di sekitar kampus.



Gambar 2. Perubahan lingkungan belajar.

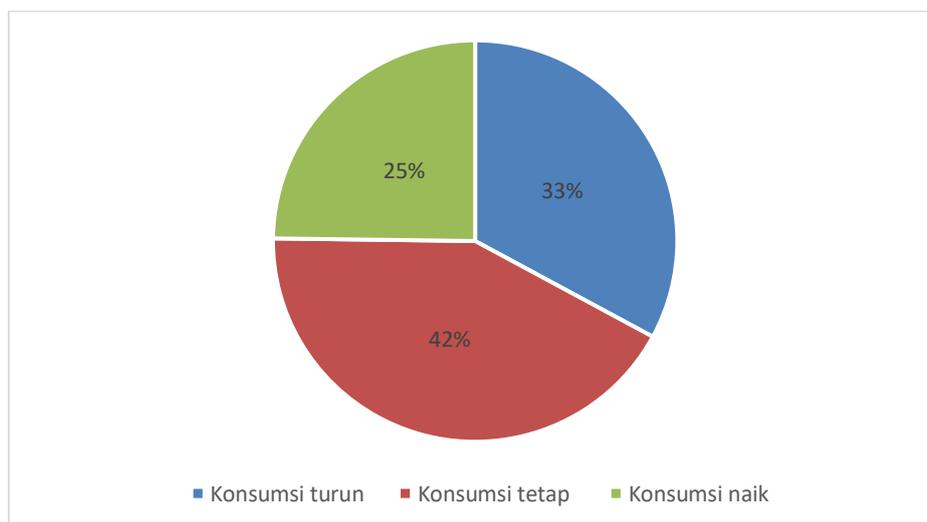
Dari keseluruhan populasi, terdapat 48% mahasiswa yang memilih untuk pulang ke rumah ketimbang bertahan di kost/kontrakan di sekitar kampus. Bila diperbandingkan, maka terdapat tiga kelompok mahasiswa terkait perubahan lingkungan belajar, yaitu (1) Berpindah dari kost ke rumah; (2) Tetap di kost/kontrakan di sekitar kampus; dan (3) Tetap tinggal di rumah sendiri. Berdasarkan pengelompokan tersebut, persentase terbesar dimiliki oleh kelompok tetap tinggal di rumah dengan 51 mahasiswa. Bila pengelompokkan dilakukan berdasarkan perubahan lingkungan belajar, maka perbandingan masih dapat dikatakan seimbang dengan 44,34% mengalami perubahan lingkungan belajar dan 55,66% tidak mengalami perubahan lingkungan belajar.



Gambar 3. Persentase perubahan lingkungan belajar.

3.2. Perubahan konsumsi harian

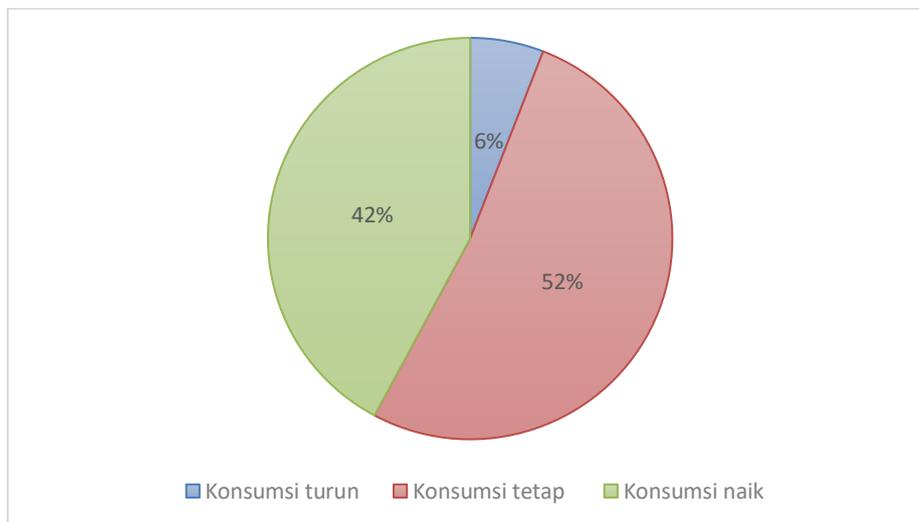
Perubahan konsumsi harian dihitung dari tiga aspek, yaitu konsumsi listrik, konsumsi makanan dan obat-obatan, serta konsumsi internet. Hasil penelitian secara umum menunjukkan bahwa penurunan konsumsi harian memiliki proporsi yang besar, sedikit lebih besar dari peningkatan yang tidak signifikan. Pada populasi, 33% mengalami penurunan konsumsi, 42% tidak mengalami perubahan signifikan, dan hanya 25% populasi yang mengalami peningkatan konsumsi secara signifikan.



Gambar 4. Perubahan konsumsi harian.

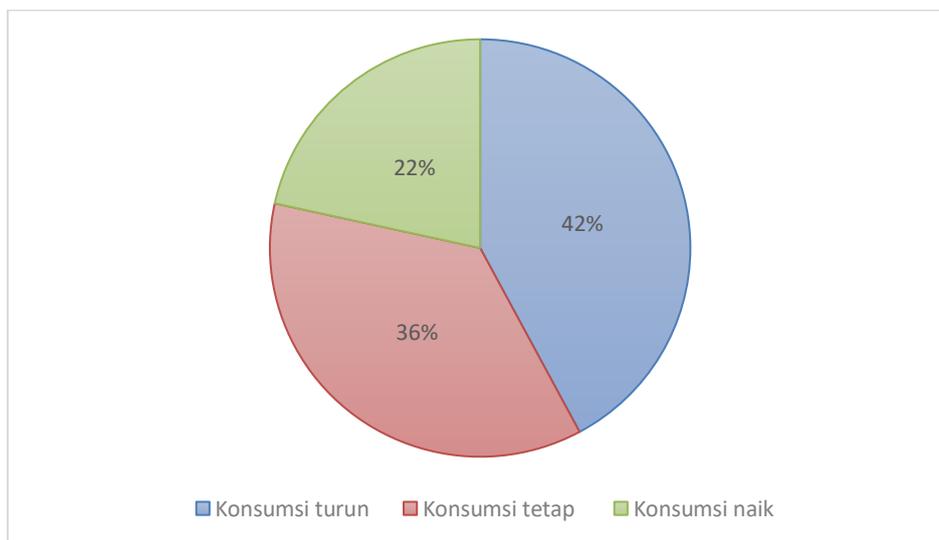
Konsumsi harian pada penelitian ini kemudian diidentifikasi berdasarkan empat sub-konsumsi, yaitu konsumsi listrik, konsumsi makanan dan obat-obatan, serta konsumsi akses internet.

Peningkatan terbesar ada pada konsumsi akses internet seperti dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 5. Persentase perubahan konsumsi akses internet.

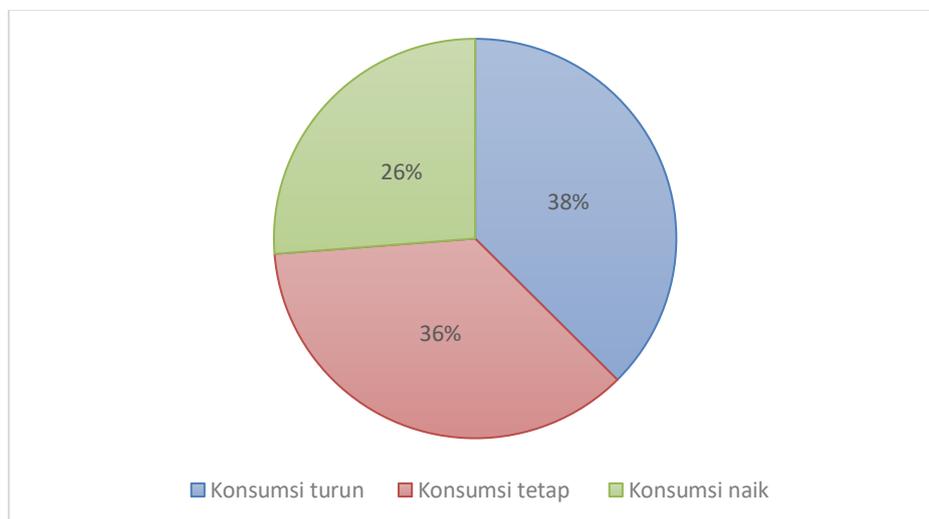
Pada konsumsi listrik, secara umum terjadi kenaikan baik signifikan maupun tidak. Hanya 22% dari responden yang mengonsumsi lebih sedikit listrik sepanjang pandemi untuk aktivitas mereka. Sementara itu, pada konsumsi akses internet, peningkatan justru terlihat lebih signifikan dengan lebih dari 90% responden mengalami kenaikan dan lebih dari separuhnya mengonsumsi akses internet jauh lebih banyak ketimbang konsumsi saat sebelum pandemi.



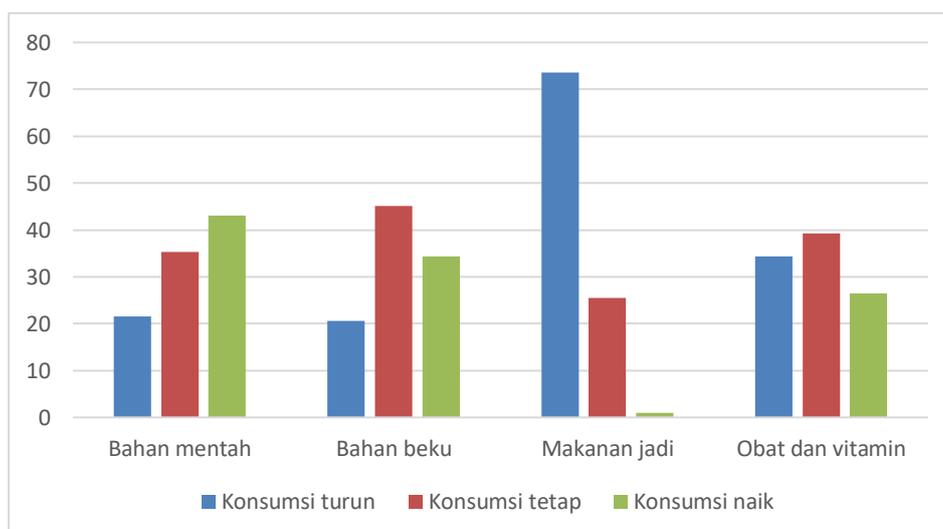
Gambar 6. Persentase perubahan konsumsi listrik.

Pada konsumsi makanan, kenaikan signifikan tidak terlihat pada agregat jenis makanan dan obat-obatan. Namun, data pada masing-masing sub-komponen menunjukkan penurunan signifikan hingga lebih dari 70% pada konsumsi makanan jadi. Sebaliknya, konsumsi bahan

mentah dan bahan beku mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Konsumsi obat tidak menunjukkan pola perubahan yang berarti karena terdapat proporsi yang nyaris seimbang pada setiap klasifikasi perubahannya.



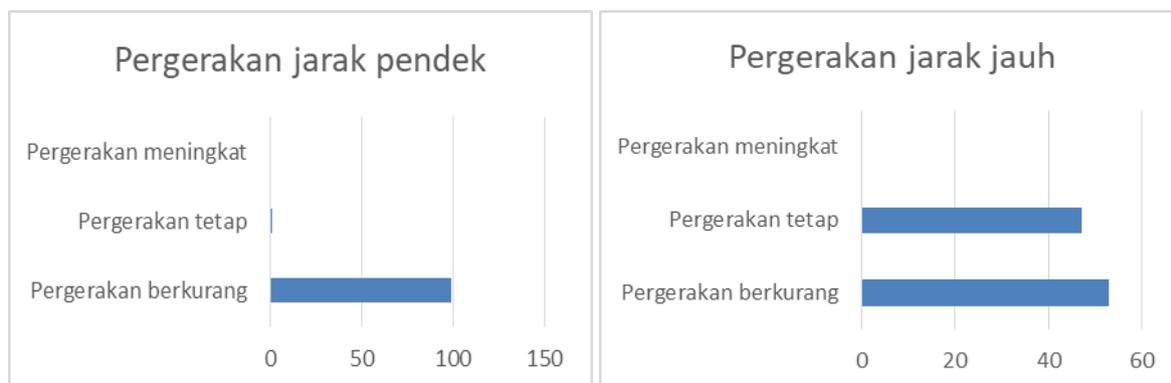
Gambar 7. Persentase perubahan konsumsi makanan dan obat.



Gambar 8. Perubahan konsumsi makanan dan obat.

3.3. Perubahan pergerakan selama pandemi

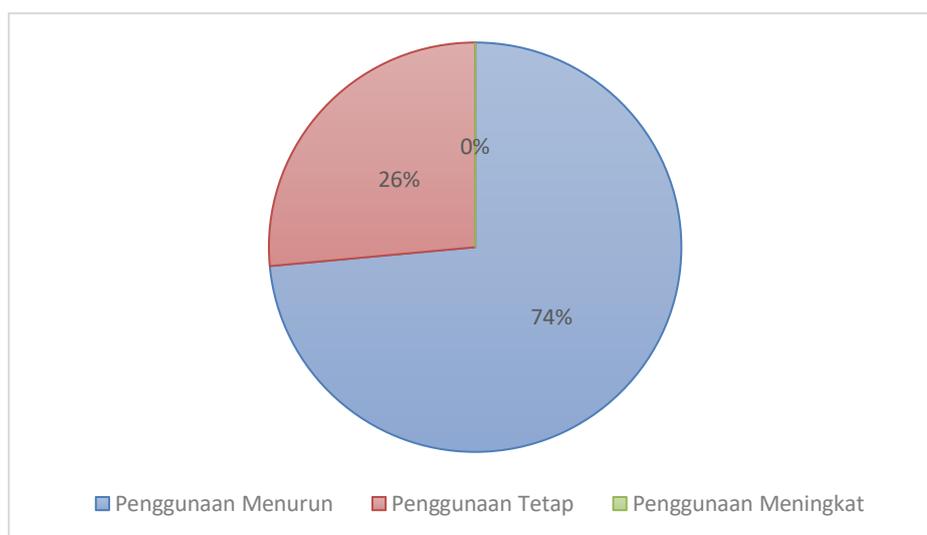
Perubahan pergerakan selama pandemi adalah aspek perubahan paling signifikan dengan penurunan pergerakan lebih dari 90% pada pergerakan jarak pendek. Penurunan pergerakan terjadi karena tidak ada pergerakan harian ke kampus sama sekali dan penurunan drastis pergerakan jarak jauh untuk kembali ke rumah. Responden pada kelompok yang tetap tinggal di kost sepanjang pandemi juga menurunkan intensitas pulang ke rumah selama pandemi. Beberapa mahasiswa masih melakukan pergerakan ke kampus, tetapi hanya insidental untuk hal-hal yang tidak bisa dilakukan dalam jaringan.



Gambar 9. Perubahan pergerakan total.

3.4. Perubahan aktivitas akademik selama pandemi

Perubahan aktivitas akademik selama pandemi terdiri dari perubahan penggunaan laptop/komputer dan penggunaan kertas untuk laporan penugasan. Pada aspek ini, terlihat penggunaan laptop/komputer yang naik secara signifikan, sementara penggunaan kertas untuk laporan penugasan terlihat turun secara signifikan.

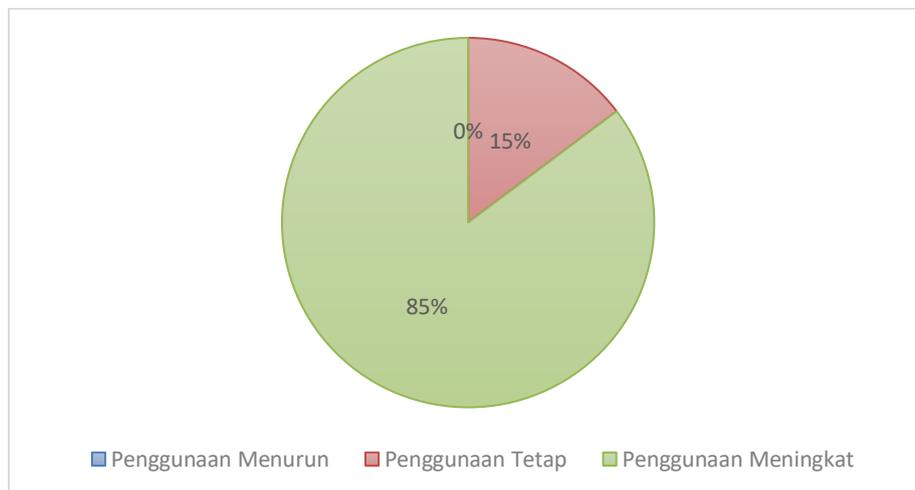


Gambar 10. Perubahan penggunaan kertas untuk laporan penugasan.

Sebanyak 73,53% mahasiswa menyatakan penurunan penggunaan kertas untuk pelaporan penugasan, sementara 26,47% sisanya menyatakan tidak ada perubahan atau naik namun tidak signifikan. Kenaikan penggunaan kertas pada mahasiswa ditengarai karena sedang menempuh mata kuliah Tugas Akhir yang akhirnya memang membutuhkan laporan cetak sebagai syarat kelulusan mata kuliah.

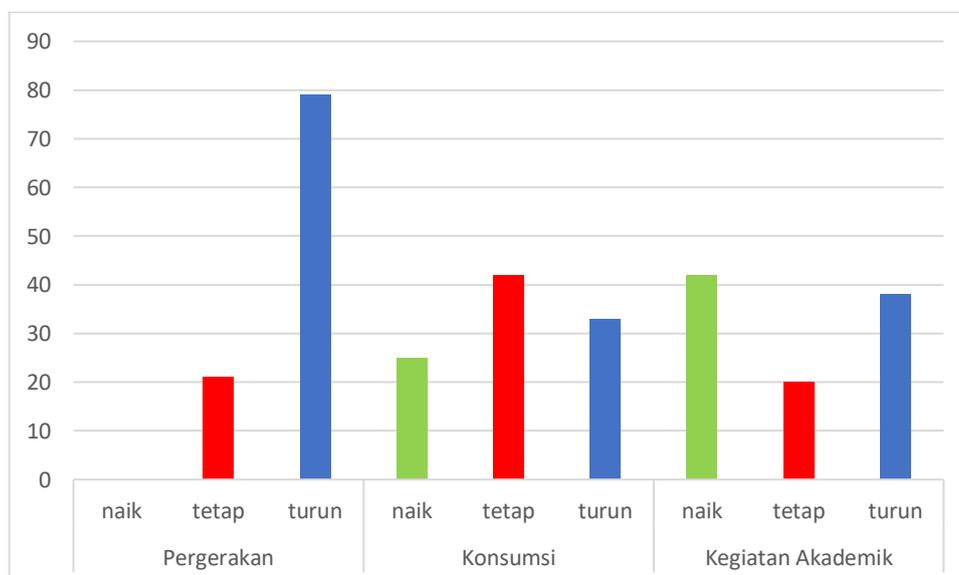
Sementara itu, penggunaan laptop atau komputer mengalami kenaikan yang signifikan diiringi penggunaan internet pada mahasiswa. Sebanyak 85,29% mahasiswa menyatakan

peningkatan signifikan pada penggunaan laptop, sementara sisanya sebesar 14,71% menyatakan peningkatan tidak signifikan.



Gambar 11. Perubahan penggunaan laptop atau komputer.

Perubahan Jejak Karbon Mahasiswa pada setiap aspek konsumsi menunjukkan bahwa konsumsi individu yang meningkat terjadi pada responden yang tinggal sendirian (di kost atau rumah kontrak di sekitar kampus) dengan perbedaan yang signifikan bila dibandingkan dengan penurunan konsumsi yang terjadi pada kelompok mahasiswa yang pulang ke rumah. Pola konsumsi komunal dalam keluarga terbukti menurunkan konsumsi marginal yang pada akhirnya menurunkan jejak karbon.



Gambar 12. Perubahan jejak karbon selama pandemi Covid-19.

Pada perhitungan yang diperbandingkan, dengan jelas terlihat bahwa kebijakan belajar dari rumah pada responden menurunkan jejak karbon yang signifikan pada komponen pergerakan.

Pada komponen kegiatan akademik, penurunan jejak karbon pada penggunaan kertas cetak sayangnya diimbangi dengan peningkatan sangat signifikan pada penggunaan laptop dan komputer yang membawa jejak karbon dari penggunaan listrik.

4. Kesimpulan

Jejak karbon adalah ukuran dari dampak aktivitas suatu entitas pada jumlah emisi gas rumah kaca yang diproduksi melalui pembakaran bahan bakar fosil yang diukur melalui berat CO₂ dalam ton. Pola konsumsi dan pergerakan adalah kontributor pada jejak karbon. Kota sebagai pusat aktivitas dengan intensitas pergerakan dan tingkat konsumsi yang tinggi merupakan area dengan jejak karbon yang tinggi. 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. Sejak pandemi Covid-19 berlangsung dan diterapkannya kebijakan bekerja dan belajar dari rumah, diyakini terjadi penurunan kontribusi emisi karbon dari universitas.

Penelitian ini, mencoba melakukan pengukuran pada emisi karbon karena adanya kebijakan belajar dari rumah dengan melakukan kalkulasi perubahan pola pergerakan dan konsumsi mahasiswa pada Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Dari pengukuran terhadap enam variabel pangamatan yaitu penggunaan listrik, konsumsi makanan, konsumsi obat, penggunaan internet, transportasi jarak pendek, transportasi jarak jauh, penggunaan laptop/komputer, dan penggunaan kertas cetak untuk laporan. Enam variabel tersebut diukur pada tiga kategori mahasiswa, yaitu (1) berpindah dari kost ke rumah; (2) tetap di kost/kontrakan di sekitar kampus; dan (3) tetap tinggal di rumah sendiri. Secara umum dapat diketahui bahwa perubahan jejak karbon mahasiswa pada setiap aspek konsumsi menunjukkan bahwa konsumsi individu yang meningkat terjadi pada responden yang tinggal sendirian (di kost atau rumah kontrak di sekitar kampus) dengan perbedaan yang signifikan bila dibandingkan dengan penurunan konsumsi yang terjadi pada kelompok mahasiswa yang pulang ke rumah. Dapat dipahami dari hal ini bahwa konsumsi komunal dalam keluarga menurunkan konsumsi marjinal yang pada akhirnya menurunkan jejak karbon, yang berarti bahwa pada kasus dalam studi ini, secara umum, kebijakan belajar dari rumah menurunkan jejak karbon dilihat dari hampir semua variabel yang merupakan penjabaran dari jejak ekologis mahasiswa. Pengecualian adalah pada variabel penggunaan laptop/komputer, yang merupakan bagian dari konsumsi akademik, menunjukkan peningkatan yang signifikan. Studi serupa dapat dilakukan dengan jumlah sampel yang lebih besar pada populasi yang lebih luas untuk mengamati variasi yang mungkin lebih beragam.

Referensi

- [1] Lee J, Taherzadeh O, Kanemoto K. The scale and drivers of carbon footprints in households, cities and regions across India. *Global Environmental Change* 2021;66:102205. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102205>.

- [2] Wei T, Chen S. Dynamic energy and carbon footprints of urban transportation infrastructures: Differentiating between existing and newly-built assets. *Appl Energy* 2020;277:115554. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115554>.
- [3] Salo M, Savolainen H, Karhinen S, Nissinen A. Drivers of household consumption expenditure and carbon footprints in Finland. *J Clean Prod* 2021;289:125607. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125607>.
- [4] Koiwanit J, Filimonau V. Carbon footprint assessment of home-stays in Thailand. *Resour Conserv Recycl* 2021;164:105123. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105123>.
- [5] Clabeaux R, Carbajales-Dale M, Ladner D, Walker T. Assessing the carbon footprint of a university campus using a life cycle assessment approach. *J Clean Prod* 2020;273:122600. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122600>.
- [6] Yañez P, Sinha A, Vásquez M. Carbon Footprint Estimation in a University Campus: Evaluation and Insights. *Sustainability* 2019;12:181. <https://doi.org/10.3390/su12010181>.
- [7] Sangwan KS, Bhakar V, Arora V, Solanki P. Measuring Carbon Footprint of an Indian University Using Life Cycle Assessment. *Procedia CIRP* 2018;69:475–80. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.111>.
- [8] Ridhosari B, Rahman A. Carbon footprint assessment at Universitas Pertamina from the scope of electricity, transportation, and waste generation: Toward a green campus and promotion of environmental sustainability. *J Clean Prod* 2020;246:119172. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119172>.
- [9] Mendoza-Flores R, Quintero-Ramírez R, Ortiz I. The carbon footprint of a public university campus in Mexico City. *Carbon Manag* 2019;10:501–11. <https://doi.org/10.1080/17583004.2019.1642042>.
- [10] Versteijlen M, Perez Salgado F, Janssen Groesbeek M, Counotte A. Pros and cons of online education as a measure to reduce carbon emissions in higher education in the Netherlands. *Curr Opin Environ Sustain* 2017;28:80–9. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.09.004>.
- [11] Li X, Tan H, Rackes A. Carbon footprint analysis of student behavior for a sustainable university campus in China. *J Clean Prod* 2015;106:97–108. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.084>.
- [12] Babbie E. *The Practice of Social Research*. 13th ed. Wadsworth Cengage Learning; 2013.
- [13] Sugiyono. *Metoda Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta; 2010.