

Implementasi Kokurikuler Berbasis Proyek Profil Pelajar Pancasila: Potensi Pemanasan Global melalui Studi Kasus Pemakaian Smartphone di Kalangan Pelajar

Wiryalhaqqi Tianto¹, Ibnu Susanto Joyosemito^{2*}, Narila Mutia Nasir³, Muhammad Akmal Darmawan⁴, Noval Nurdiansyah⁵, Muhammad Abidzar Alfian⁶, Muhammad Khairul Najib⁷, Aulia Maharani⁸, Tri Haryati⁹, Siti Sarah¹⁰, Desy Indrias Wari¹¹

^{1,4,5,6,7,8,9,10,11}SMA Negeri 82, Jl. Daha 2 No. 15A, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12110, Telp: (021) 7246413; wiryalh@gmail.com, aidparadox70@gmail.com, novalnurdiansyah1810@gmail.com, info@smn82jkt.sch.id, muhammadknajib@gmail.com, info@smn82jkt.sch.id, triharyati2505@gmail.com, info@smn82jkt.sch.id, desywari42@guru.sma.belajar.id

²Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Jl. Raya Perjuangan Marga Mulia Bekasi Utara, Kota Bekasi, Jawa Barat 17121. Telp/fax: (021)-88955882/(021)-88955871, ibnu.susanto@dsn.ubharajaya.ac.id

³Fakultas Ilmu Kesehatan, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta; Jl. Kertamukti No. 5, Tangerang Selatan, Banten, Telp: (021) 74716718; narilamutia@uinjkt.ac.id

*Korespondensi: ibnu.susanto@dsn.ubharajaya.ac.id

Diterima: 30 Juni 2023 ; Review: 10 Juli 2023 ; Disetujui: 27 Juli 2023 ; Diterbitkan: 28 Juli 2023

Abstract

The Pancasila Student Profile (PPP) is a translation of the national education goal from the structure of the Merdeka (freedom) curriculum which is implemented in project-based co-curricular learning activity. Public High School (SMAN) 82 Jakarta has started the PPP project for grade X (ten) of 2022 batch selecting the theme "Sustainable Lifestyle" from the available eight PPP project themes. This community service activity aims to support the implementation of the PPP that project-based in SMAN 82 Jakarta by accompanying the students to do the PPP project. One of the groups of Grade X focused on global warming's impact on climate change as a result of using energy-consuming equipment with a case study of smartphone use among students. The experiment and observation were carried out by the student group using two brands of smartphones, namely Xiaomi Redmi Note 9 (Android-based) and Iphone 11 (IOS-based). These two smartphones were used to operate two applications, Game Online and Youtube. Each application was run for one hour using the smartphones. The result of this project demonstrates the process sequence and the calculation of how the smartphone use contributes to global warming and climate change. Furthermore, this result also gives an initial insight that no matter the smartphone brand, running the game online application will generate higher Global Warming Potential (GWP) than Youtube application. Moreover, the GWP generated from running the Youtube application depends on the smartphone brand. The result demonstrated by this PPP project activity is expected to raise awareness of global warming and climate change, particularly among students and also the general public in order to contribute in mitigation efforts through the smart use of energy-consuming equipment which is started with the equipment that always attached in our daily life, namely smartphone.

Keywords: *the Merdeka learning curriculum, Pancasila Student Profile, Sustainable Lifestyle, Smartphone application, Global Warming Potential*

Abstrak

Profil Pelajar Pancasila (PPP) merupakan penerjemahan tujuan pendidikan nasional dari struktur kurikulum merdeka yang implementasinya dilaksanakan melalui kegiatan pembelajaran kokurikuler berbasis proyek. Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 82 Jakarta memulai Proyek PPP untuk kelas X (sepuluh) angkatan 2022 dengan memilih tema 'Gaya Hidup Berkelanjutan' yang merupakan satu dari delapan tema proyek PPP. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk membantu pelaksanaan implementasi PPP berbasis proyek di SMAN 82 Jakarta dengan mendampingi siswa dalam mengerjakan proyek PPP. Salah satu kelompok dari kelas X mengambil fokus tentang pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim akibat dari pemakaian peralatan yang mengkonsumsi energi melalui studi kasus pemakaian telepon seluler modern atau *smartphone* di kalangan pelajar. Kegiatan eksperimen dan observasi dilaksanakan oleh kelompok siswa dengan menggunakan dua buah *smartphone* yaitu Xiaomi Redmi Note 9 (berbasis Android) dan Iphone 11 (berbasis IOS). Kedua *smartphone* tersebut digunakan untuk mengoperasikan dua aplikasi yaitu *Game Online* dan *Youtube*. Masing-masing aplikasi dioperasikan selama satu jam dengan menggunakan *smartphone* tersebut. Hasil kegiatan proyek ini mendemonstrasikan runtutan proses beserta perhitungannya tentang bagaimana penggunaan *smartphone* berkontribusi kepada pemanasan global dan perubahan iklim. Temuan dari hasil kegiatan proyek memberi wawasan permulaan bahwa apapun merek *smartphone* yang digunakan, pengoperasian aplikasi *Game Online* akan menghasilkan besaran Global Warming Potential (GWP) lebih banyak dari pada aplikasi *Youtube*. Akan tetapi besaran GWP yang dihasilkan dari pengoperasian *Youtube* bergantung dari merek *smartphone* yang digunakan. Hasil yang didemonstrasikan oleh kegiatan proyek PPP ini diharapkan meningkatkan kepedulian terhadap pemanasan global dan perubahan iklim khususnya di kalangan pelajar dan umumnya di masyarakat luas sehingga dapat berkontribusi dalam upaya mitigasinya melalui penggunaan peralatan yang mengkonsumsi energi secara bijak yang dapat dimulai dari peralatan yang melekat dalam aktivitas sehari-hari yaitu *smartphone*.

Kata kunci: Kurikulum Merdeka Belajar, Profil Pelajar Pancasila, Gaya Hidup Keberlanjutan, Aplikasi Smartphone, Potensi Pemanasan Global

1. PENDAHULUAN

Profil Pelajar Pancasila (PPP) merupakan bentuk penerjemahan dari tujuan pendidikan nasional yang merupakan bagian dari struktur kurikulum merdeka untuk tingkat Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD), pendidikan dasar, menengah, khusus dan kesetaraan. PPP memiliki enam dimensi yaitu 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa; dan berakhlak mulia; 2) mandiri; 3) bergotong-royong; 4) berkebinekaan global; 5) bernalar kritis; dan 6) kreatif. Deskripsi/uraian lebih lanjut dari masing-masing keenam dimensi tersebut dapat dilihat pada Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, Dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Nomor 009/H/Kr/2022 Tentang Dimensi, Elemen, Dan Subelemen Profil Pelajar Pancasila Pada Kurikulum Merdeka (Kep.Ka.BadanSKAP, 2022).

Implementasi PPP dilaksanakan dengan kegiatan pembelajaran kokurikuler berbasis proyek yang terpisah atau tidak harus dikaitkan dengan tujuan dan materi dari kegiatan pembelajaran intrakurikuler. Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 82 Jakarta sebagai salah satu Satuan Pendidikan (SP) sudah memulai Proyek PPP pada semester ganjil 2022-2023 untuk kelas sepuluh (X) angkatan 2022. Ada delapan tema dari proyek PPP yang dapat dipilih oleh SP yaitu 1) Gaya Hidup Berkelanjutan; 2) Kearifan Lokal; 3) Bhinneka Tunggal Ika; 4) Bangunlah Jiwa dan Raganya; 5) Suara Demokrasi; 6) Rekayasa dan Teknologi; 7) Kewirausahaan; dan 8) Kebekerjaan (Badan Standar Kurikulum Dan Asesmen Pendidikan, 2022a). Untuk proyek PPP di awal ini, SMAN 82 mengambil tema 'Gaya Hidup Berkelanjutan' dimana para pelajar diharapkan a) dapat memahami dampak aktivitas manusia, baik jangka pendek maupun panjang, terhadap kelangsungan kehidupan di dunia maupun lingkungan sekitarnya; b) terbangun kesadaran untuk bersikap dan berperilaku ramah lingkungan; c) mempelajari potensi krisis keberlanjutan yang terjadi di lingkungan sekitarnya; d) dapat mengembangkan kesiapan untuk menghadapi dan memitigasinya (Badan Standar Kurikulum Dan Asesmen Pendidikan, 2022a).

Sebagaimana diketahui bersama bahwa pengguna *smartphone* tidak hanya di kalangan orang dewasa, anak-anak dan remaja pun menggunakannya. Tuntutan penggunaan *smartphone* di kalangan Anak-anak dan remaja semakin meningkat karena pandemi *Coronavirus Disease 2019* (COVID-19) dimana pembelajaran sampai evaluasi/ujiannya berpindah dari sekolah ke rumah yang dilaksanakan dalam jaringan (daring; *-online-*) untuk memutus mata rantai penularan COVID-19. Sebagai gambaran, menurut data Badan Pusat Statistik (BPS, 2021), pengguna internet di Indonesia pada tahun 2019 sebesar 47,69% (sebelum pandemi, kasus COVID-19 pertama di Indonesia diumumkan pada tanggal 2 Maret 2020) sedangkan pada 2021 sebesar 62,1% atau meningkat 14,41% pada periode pandemic 2021. Pada 2022 ini, menurut Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) pengguna internet di Indonesia meningkat lagi menjadi 77% (Intan Rakhmayanti, 2022) atau meningkat 29,31% selama pandemi COVID-19. Dari angka-angka tersebut, pengguna internet di kalangan anak dan remaja masing-masing dengan kelompok umur 5 sampai dengan 12 tahun, 12 sampai dengan 15 tahun, 16 sampai dengan 18 tahun dan 19 sampai dengan 24 tahun adalah 13,32%, 7,23%, 8,12% dan 15,26% atau secara total adalah 43,93%. Selanjutnya, pada era pandemi 2020-2021 *smartphone* adalah alat yang paling banyak digunakan oleh masyarakat untuk mengakses internet masing-masing 98,31% untuk tahun 2020 dan 98,75 untuk tahun 2021. Dari data tersebut kiranya dapat menggambarkan besarnya penggunaan *smartphone* dan internet di kalangan remaja.

Penggunaan berbagai perangkat elektronik tentunya mengkonsumsi energi dalam hal ini energi listrik, dimana energi listrik dihasilkan oleh pembangkit listrik. Pembangkit listrik di Indonesia sebagian besar berbahan bakar energi fosil (bahan bakar yang dibentuk oleh proses alami dari organisme mati jutaan tahun lalu seperti batu bara, minyak, atau gas alam) dengan komposisi Batu Bara sebesar 63,07%, Gas Alam sebesar 11,01%, Gas Alam Cair sebesar 4,09% Minyak Bakar sebesar 2,56% sedangkan sisanya yaitu 19,17% bersumber dari energi baru dan terbarukan (MEMR-RI, 2022). Jadi Pembangkit listrik di Indonesia masih sangat bergantung pada energi fosil (80,73%) dengan Batu Bara yang masih didominasi. Pembakaran energi fosil di pembangkit listrik ini menghasikan emisi Gas Rumah Kaca (GRK). GRK hasil pembakaran energi berbasis fosil tersebut akan mengendap dalam waktu yang lama di atmosfer bumi, menyerap energi sinar matahari sehingga memperlambat pelepasannya ke luar Bumi. Inilah yang menyebabkan kenaikan suhu rata-rata Bumi (pemanasan global) karena GRK tersebut seperti selimut yang menyekat Bumi. Ada delapan GRK utama yang dianggap menjadi pendorong terjadinya pemanasan global karena ketujuh GRK tersebut berumur panjang di atmosfer, yaitu Carbon Dioxide (CO₂), Methane (CH₄), Nitrous Oxide (N₂O), Sulfur Hexafluoride (SF₆), Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs), Hydrofluorocarbons (HFCs), Perfluorocarbons (PFCs) sulfur hexafluoride (SF₆) (US EPA, 2022b). Pemanasan global ini menyebabkan perubahan iklim dengan pola yang berbeda-beda di berbagai wilayah bumi yang berbeda karena perubahan suhu, kelembaban, curah hujan, angin dan faktor lainnya (US EPA, 2022a).

Perubahan iklim yang disebabkan karena kenaikan suhu bumi adalah permasalahan yang paling mendesak di era sekarang ini dan masa depan karena akan berdampak pada terjadinya bencana alam, degradasi lingkungan, pola cuaca ekstrem yang mengganggu panen, perikanan, memicu penyakit menular dan lain sebagainya sehingga mengancam kehidupan dan mata pencaharian milyaran orang di dunia (United Nations, n.d.). Sayangnya menurut survey yang dilakukan oleh YouGove, perusahaan analisis data di Inggris, sebagai bagian dari Proyek Globalisme YouGov-Cambridge dan The Guardian kepada 26 ribu responden dari 25 negara, masyarakat Indonesia menempati peringkat pertama yang berpendapat bahwa "perubahan iklim tidak terjadi atau 'perubahan iklim memang terjadi tetapi bukan karena ulah manusia (yang bertanggung jawab)" (Kamaliah, 2022). Untuk itu perlunya meningkatkan pengetahuan dan kesadaran akan kondisi aktual yang terjadi saat ini (*awareness*) terkait pemanasan global dan perubahan iklim di kalangan pelajar sebagai generasi masa depan sehingga membangkitkan kesadaran bersama untuk ikut ambil bagian dalam mitigasinya melalui pembelajaran berbasis projek dari studi kasus di aktivitas keseharian mereka. Kegiatan pengabdian masyarakat (Abdimas) ini bertujuan untuk membantu pelaksanaan implementasi PPP berbasis projek di SMAN 82 dengan mendampingi siswa dalam mengerjakan projek yang bertemakan 'Gaya Hidup Berkelanjutan'. Dimana salah satu kelompok dari kelas X (selanjutnya disebut kelompok V), mengambil fokus tentang pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim akibat dari pemakaian peralatan yang mengkonsumsi energi dengan studi kasus pemakaian telepon seluler modern atau *smartphone* di kalangan pelajar/pelajar.

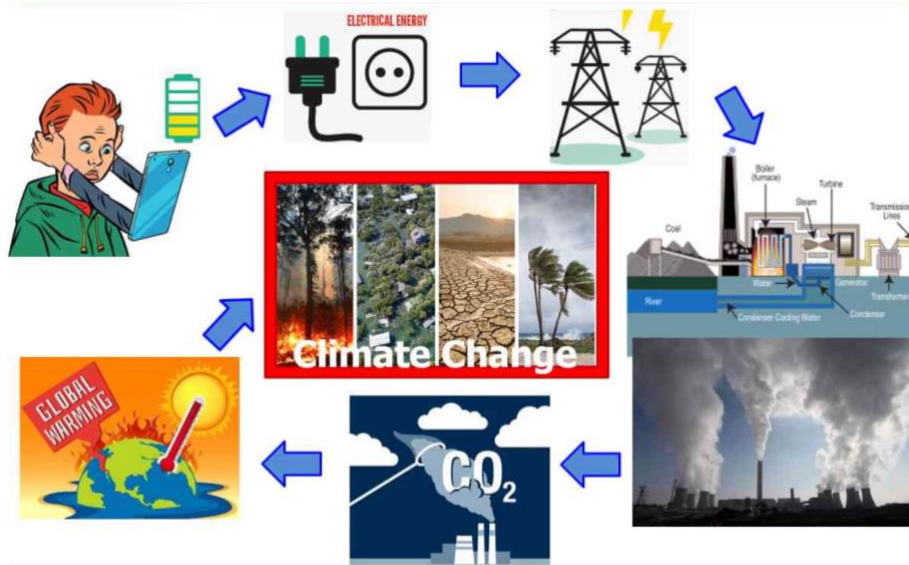
2. ANALISIS SITUASI

Kegiatan Abdimas ini merupakan bagian dari implementasi penguatan PPP di SMAN 82, Jakarta Selatan. Dimana PPP harus dapat dipahami dan dibantu dalam pelaksanaannya oleh seluruh pemangku kepentingan (Kepala SP, Dinas Pendidikan Propinsi, Pendidik, Peserta Didik, Komite SP, Pengawas, Orang tua/Masyarakat/Mitra) dalam implementasinya (Badan Standar Kurikulum Dan Asesmen Pendidikan, 2022a), Hal ini untuk mendukung proses pembelajaran para pelajar guna membetuk mereka menjadi individu bangsa Indonesia yang melekat karakter dan prilakunya sesuai nilai-nilai luhur Pancasila di sepanjang hayatnya (Badan Standar Kurikulum Dan Asesmen Pendidikan, 2022b) (Badan Standar Kurikulum Dan Asesmen Pendidikan, 2022a). Penulis kedua adalah salah satu pengurus komite sekolah SMAN 82 periode 2022 - 2025 untuk bidang pendidikan sesuai Keputusan Kepala Sekolah Nomor 008 tahun 2022. Untuk itu penulis bermaksud memberikan dukungan dengan mendampingi para siswa kelompok V dalam mengerjakan kegiatan kokurikuler berbasis proyek PPP yang bertemakan 'Gaya Hidup Berkelanjutan' yang difokuskan pada pemakaian *smartphone* di kalangan pelajar/pelajar Diharapkan melalui kegiatan kokurikuler berbasis proyek penelitian PPP ini, para siswa mendapatkan pembelajaran interdisiplin ilmu dalam mengamati dan memikirkan solusi terhadap permasalahan di lingkungan terkait dengan perubahan iklim, serta menguatkan kompetensi dan karakter PPP untuk tema 'Gaya Hidup Berkelanjutan' poin a), b), c) dan d) seperti yang sudah dipaparkan sebelumnya.

Hasil kegiatan kokurikuler berbasis proyek penelitian PPP ini selanjutnya didesiminasikan sebagai bahan kampanye sekaligus edukasi khususnya kepada para pelajar dan umumnya kepada masyarakat tentang kondisi aktual yang terjadi saat ini terkait pemanasan global dan perubahan iklim dengan studi kasus pemakaian *smartphone*. Diharapkan para pelajar dan masyarakat umumnya: a) mempercayai bukti-bukti secara sains dan fenomena alam bahwa telah terjadi pemanasan global dan perubahan iklim dengan mengetahui runtutan/prosesnya melalui kegiatan kokurikuler berbasis proyek PPP ini; b) dapat berkontribusi dalam mitigasinya dengan menggunakan secara bijak peralatan yang mengkonsumsi energi yang dimulai dari peralatan yang melekat dalam genggamannya sehari-hari yaitu *smartphone*.

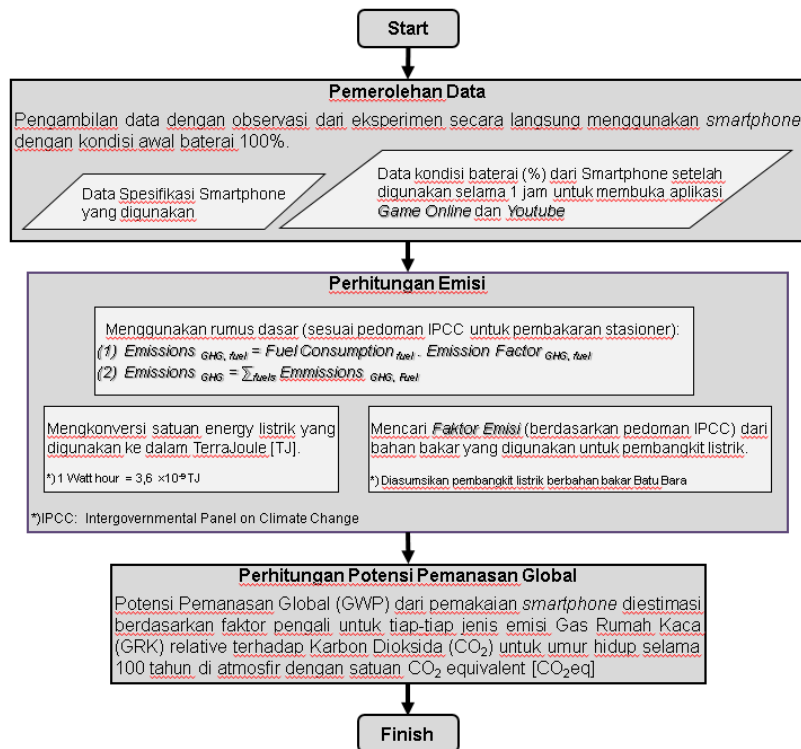
3. METODE PELAKSANAAN

Pemakaian *smartphone* membutuhkan pengisian daya baterainya yang menggunakan energi listrik. Energi listrik bersumber dari pembangkit listrik yang berenergi dari pembakaran energi fosil untuk menggerakkan generator yang memproduksi energi listrik. Pembakaran energi fosil di pembangkit listrik (*stationary combustion*) menghasilkan emisi GRK yang nantinya akan mengendap di atmosfer bumi, menyerap energi sinar matahari sehingga menyebabkan kenaikan suhu bumi (pemanasan global) dan pada akhirnya menyebabkan perubahan iklim di berbagai wilayah bumi dengan pola cuaca ekstrem yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi spesifik di wilayah tersebut sehingga mengancam kehidupan di bumi. Gambar 3.1 mengilustrasikan proses pemakaian *smartphone* sampai kontribusinya pada perubahan iklim.



Sumber : Hasil Pelaksanaan (2023), gambar diolah dari berbagai sumber di internet

Gambar 1. Ilustrasi Pemakaian Smartphone dan Kontribusinya terhadap Pemanasan Global dan Perubahan Iklim



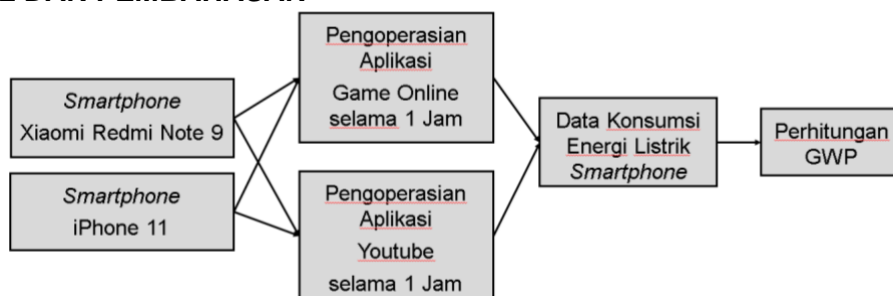
Sumber : Hasil Pelaksanaan (2023)

Gambar 2. Metode pemerolehan data sampai perhitungan GWP pemakaian *smartphone*

Dampak pemanasan global dari Emisi GRK yang dihasilkan dari pemakaian *smartphone* berdasarkan konsumsi energi fosilnya diukur dalam Potensi Pemanasan Global (*Global Warming Potential –GWP–*). Dimana GWP adalah indeks yang mengukur seberapa banyak panas (gaya radiasi) yang akan terperangkap oleh satu unit GRK di atmosfer selama periode waktu tertentu apabila dibandingkan dengan jumlah CO₂ yang akan terperangkap dalam jumlah yang sama (Ajadi et al., 2020). Untuk emisi GRK yang bukan CO₂, ketika diukur dengan menggunakan GWP maka disebut sebagai CO₂ equivalent (CO₂-eq) atau emisi yang 'setara dengan CO₂'. Semakin besar GWP, semakin banyak gas yang menghangatkan bumi selama periode waktu tertentu, periode waktu yang digunakan biasanya adalah untuk umur hidup GRK selama 100 tahun di atmosfer (US EPA, 2022b).

Pada kokurikuler berbasis proyek penelitian PPP ini, GWP yang diukur/dihitung berdasarkan pemakaian *smartphone* selama 1 jam dengan masing-masing membuka aplikasi *Game Online* dan *Youtube*. Diasumsikan kedua aplikasi tersebut adalah yang paling banyak diakses oleh pengguna *smartphone* di kalangan pelajar. Untuk memperkirakan emisi GRK yang dihasilkan dari penggunaan energi fosil untuk menyediakan energi listrik (di pembangkit listrik –*Stationary Combustion*–), kokurikuler berbasis proyek penelitian PPP ini mengikuti metodologi tingkat 1 (tier-1) dari pedoman *International Panel on Climate Change (IPCC)* untuk Inventarisasi GRK Nasional (IPCC, 2006). Besaran nilai perkiraan emisi GRK dari pemakaian *smartphone* selama 1 jam tersebut disajikan dalam nilai maksimum (max), rata-rata (mean) dan minimum (min) dengan menggunakan faktor emisi Batu Bara, hal ini dikarenakan pembangkit listrik di Indonesia sebagian besar berbahan bakar Batu Bara. Metode pemerolehan data sampai perhitungan GWP dari kokurikuler berbasis proyek penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 3. Selanjutnya untuk tahap diseminasi dari hasil kegiatan kokurikuler berbasis proyek PPP ini dilakukan melalui kegiatan ‘Pameran Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila’ yang difasilitasi oleh SMAN 82 pada tanggal 16 Desember 2022. Kegiatan dibuka untuk umum yang bertepatan dengan penerimaan hasil evaluasi belajar para siswa /rapor.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN



Sumber : Hasil Pelaksanaan (2023)

Gambar 3. Kerangka Kerja Kegiatan Observasi dan Ekperimen untuk Memperoleh Data Primer (Atas) dan Dokumentasi Pelaksanaan Kegiatan oleh para Siswa Kelompok V (Bawah)

Para siswa di kelompok V melakukan kegiatan eksperimen dan observasi secara langsung menggunakan dua buah *smartphone* yaitu Xiaomi Redmi Note 9 dan Iphone 11 yang masing-masing akan dipakai untuk membuka dua buah aplikasi yaitu *Game Online* dan *Youtube* selama 1 jam. Untuk mengetahui konsumsi listrik yang terpakai untuk mengoperasikan aplikasi, siswa harus mencatat spesifikasi baterai dari masing-masing *smartphone* dan kapasitas isi baterai dipastikan dalam kondisi penuh (*full*, 100%) sebelum memulai eksperimen. Kapasitas baterai Xiaomi Redmi Note 9 adalah 4920 miliAmpere per hour (mAh) atau 19,4 Watt hour (Wh) dan iphone 11 adalah 3110 mAh atau 11,91Wh (Hardiansyah, 2022). Data hasil eksperimen dan observasi menunjukkan bahwa untuk *smartphone* Xiaomi Redmi Note 9 baterai yang tersisa pasca dipakai untuk mengoperasikan *Game Online* dan *Youtube* masing-masing adalah 88% (Gambar 4, kanan bawah) dan 94% dari baterai yang tadinya terisi penuh. Sedangkan untuk iphone 11 baterai yang tersisa masing-masing adalah 84%% dan 99%. Hasil data eksperimen (primer) dan literature studi (sekunder) untuk kokurikuler proyek penelitian kecil disajikan dalam

Tabel 1. Berikut ini adalah langkah perhitungan emisi dan GWP untuk *smartphone* Xiaomi Redmi Note 9 yang digunakan untuk mengoperasikan *Game Online* dan *Youtube* yang juga mewakili langkah perhitungan untuk iPhone 11 (tidak ditampilkan).

Game online

- Energi yang dikonsumsi: $(100\% - 88\%) \times 19,4 \text{ [Wh]} = 2,328 \text{ [Wh]} \times 3,6 \times 10^{-9} = 8,381 \times 10^{-9} \text{ [TJ]}$
- Emisi CO₂:
 - Emisi Minimum = $8,381 \times 10^{-9} \text{ [TJ]} \times 87,3 \text{ [ton/TJ]} = 7,316 \times 10^{-7} \text{ [ton]}$
 - Emisi Rata-rata = $8,381 \times 10^{-9} \text{ [TJ]} \times 94,6 \text{ [ton/TJ]} = 7,928 \times 10^{-7} \text{ [ton]}$
 - Emisi Maksimum = $8,381 \times 10^{-9} \text{ [TJ]} \times 101 \text{ [ton/TJ]} = 84,646 \times 10^{-7} \text{ [ton]}$
- Emisi CH₄:
 - Emisi Minimum = $8,381 \times 10^{-9} \text{ [TJ]} \times 0,0003 \text{ [ton/TJ]} = 2,514 \times 10^{-12} \text{ [ton]}$



Sumber : Hasil Pelaksanaan (2023)

Gambar 4. Dokumentasi (sebagai Perwakilan) dari Hasil Kegiatan Observasi dan Ekperimen yang Dilaksanakan oleh para Siswa Kelompok V untuk Smartphone Xiaomi Redmi Note 9 yang Dipakai untuk Membuka/Mengoperasikan *Game Online*

Keterangan Gambar: Spesifikasi baterai (kiri atas); Baterai terisi penuh 100% (kiri bawah); Siswa mengoperasikan *Game Online* selama 1 jam (kanan atas); Baterai tersisa 88% pasca mengoperasikan *Game Online* selama 1 jam (kanan bawah)

Tabel 1. Data Primer dan Sekunder untuk Perhitungan GWP dari Pemakaian *Smartphone*

No	Variabel	Nilai	Sumber
1	<i>Smartphone</i> Xiaomi Redmi Note 9		Eksperimen dan observasi
	Kapasitas baterai	19,4 [Wh]	
	Persentasi sisa baterai pasca mengoperasikan <i>Game Online</i> selama 1 jam	88%	
	Persentasi sisa baterai pasca mengoperasikan <i>Youtube</i> selama 1 jam	94%	
2	<i>Smartphone</i> iPhone 11		Eksperimen dan observasi
	Kapasitas baterai	11,91 [Wh]	
	Persentasi sisa baterai pasca mengoperasikan <i>Game Online</i> selama 1 jam	84%	
	Persentasi sisa baterai pasca mengoperasikan <i>Youtube</i> selama 1 jam	99%	

3	Faktor Emisi (EF) untuk pembangkit listrik (<i>Stationary Combustion</i>)		(IPCC, 2006)
	EF CO ₂ minimum	87,3 ton TJ ⁻¹	
	EF CO ₂ default	94,6 ton TJ ⁻¹	
	EF CO ₂ maksimum	101 ton TJ ⁻¹	
	EF CH ₄ minimum	0,0003 ton TJ ⁻¹	
	EF CH ₄ default	0,001 ton TJ ⁻¹	
	EF CH ₄ maksimum	0,003 ton TJ ⁻¹	
	EF N ₂ O minimum	0,0005 ton TJ ⁻¹	
	EF N ₂ O default	0,0015 ton TJ ⁻¹	
EF N ₂ O maksimum	0,005 ton TJ ⁻¹		
4	Gaya radiasi infra merah GRK (GWP) untuk umur hidup 100 tahun di atmosfer		(IPCC, 2021)
	GWP CO ₂	1	
	GWP CH ₄ energi fosil	27	
	GWP N ₂ O	273	

Sumber: Hasil Pelaksanaan (2023)

- Emisi Rata-rata = $8,381 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 0,001 [ton/TJ] = $8,381 \times 10^{-12}$ [ton]
- Emisi Maksimum = $8,381 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 0,003 [ton/TJ] = $25,142 \times 10^{-12}$ [ton]
- Emisi N₂O:
 - Emisi Minimum = $8,381 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 0,0005 [ton/TJ] = $4,19 \times 10^{-12}$ [ton]
 - Emisi Rata-rata = $8,381 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 0,0015 [ton/TJ] = $12,571 \times 10^{-12}$ [ton]
 - Emisi Maksimum = $8,381 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 0,005 [ton/TJ] = $41,904 \times 10^{-12}$ [ton]
- Perhitungan GWP:
 - GWP CO₂ min = $7,316 \times 10^{-7}$ [ton] \times 1 = $7,316 \times 10^{-7}$ [ton]
 - GWP CO₂ rata2 = $7,928 \times 10^{-7}$ [ton] \times 1 = $7,928 \times 10^{-7}$ [ton]
 - GWP CO₂ maks = $84,646 \times 10^{-7}$ [ton] \times 1 = $84,646 \times 10^{-7}$ [ton]
 - GWP CH₄ min = $2,514 \times 10^{-12}$ [ton] \times 27 = $67,878 \times 10^{-12}$ [ton CO₂eq]
 - GWP CH₄ rata2 = $8,381 \times 10^{-12}$ [ton] \times 27 = $226,287 \times 10^{-12}$ [ton CO₂eq]
 - GWP CH₄ maks = $25,142 \times 10^{-12}$ [ton] \times 27 = $678,834 \times 10^{-12}$ [ton CO₂eq]
 - GWP N₂O min = $4,19 \times 10^{-12}$ [ton] \times 273 = $1,144 \times 10^{-9}$ [ton CO₂eq]
 - GWP N₂O rata2 = $12,571 \times 10^{-12}$ [ton] \times 273 = $3,432 \times 10^{-9}$ [ton CO₂eq]
 - GWP N₂O maks = $41,904 \times 10^{-12}$ [ton] \times 273 = $11,44 \times 10^{-9}$ [ton CO₂eq]

Youtube

- Energi yang dikonsumsi: (100% - 94%) \times 19,4 [Wh] = 1,164 [Wh] \times $3,6 \times 10^{-9}$ = $4,19 \times 10^{-9}$ [TJ]
- Emisi CO₂:
 - Emisi Minimum = $4,19 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 87,3 [ton/TJ] = $3,658 \times 10^{-7}$ [ton]
 - Emisi Rata-rata = $4,19 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 94,6 [ton/TJ] = $3,964 \times 10^{-7}$ [ton]
 - Emisi Maksimum = $4,19 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 101 [ton/TJ] = $4,232 \times 10^{-7}$ [ton]
- Emisi CH₄:
 - Emisi Minimum = $4,19 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 0,0003 [ton/TJ] = $1,257 \times 10^{-12}$ [ton]
 - Emisi Rata-rata = $4,19 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 0,001 [ton/TJ] = $4,19 \times 10^{-12}$ [ton]
 - Emisi Maksimum = $4,19 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 0,003 [ton/TJ] = $12,571 \times 10^{-12}$ [ton]
- Emisi N₂O:
 - Emisi Minimum = $4,19 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 0,0005 [ton/TJ] = $2,095 \times 10^{-12}$ [ton]
 - Emisi Rata-rata = $4,19 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 0,0015 [kg/TJ] = $6,286 \times 10^{-12}$ [ton]
 - Emisi Maksimum = $4,19 \times 10^{-9}$ [TJ] \times 0,005 [kg/TJ] = $20,952 \times 10^{-12}$ [ton]
- Perhitungan GWP
 - GWP CO₂ min = $3,658 \times 10^{-7}$ [ton] \times 1 = $3,658 \times 10^{-7}$ [ton]
 - GWP CO₂ rata2 = $3,964 \times 10^{-7}$ [ton] \times 1 = $3,964 \times 10^{-7}$ [ton]
 - GWP CO₂ maks = $4,232 \times 10^{-7}$ [ton] \times 1 = $4,232 \times 10^{-7}$ [ton]
 - GWP CH₄ min = $1,257 \times 10^{-12}$ [ton] \times 27 = $33,939 \times 10^{-12}$ [ton CO₂eq]
 - GWP CH₄ rata2 = $4,19 \times 10^{-12}$ [ton] \times 27 = $113,13 \times 10^{-12}$ [ton CO₂eq]
 - GWP CH₄ maks = $12,571 \times 10^{-12}$ [ton] \times 27 = $339,417 \times 10^{-12}$ [ton CO₂eq]
 - GWP N₂O min = $2,095 \times 10^{-12}$ [ton] \times 273 = $5,719 \times 10^{-10}$ [ton CO₂eq]
 - GWP N₂O rata2 = $6,286 \times 10^{-12}$ [ton] \times 273 = $17,16 \times 10^{-10}$ [ton CO₂eq]

$$\text{GWP N}_2\text{O}_{\text{max}} = 20,952 \times 10^{-9} [\text{ton}] \times 273 = 57,19 \times 10^{-10} [\text{ton CO}_2\text{eq}]$$

Total besaran GWP untuk penggunaan *smartphone* selama 1 jam untuk mengoperasikan *Game Online* dan *Youtube* adalah penjumlahan ketiga emisi CO₂, CH₄, dan N₂O. Besaran GWP minimum, rata-rata dan maksimum dari penggunaan *smartphone* Xiaomi Redmi Note 9 untuk mengoperasikan *Game Online* masing-masing adalah 7,33×10⁻⁷, 7,97×10⁻⁷ dan 8,59×10⁻⁷ [ton CO₂eq], sedangkan untuk mengoperasikan *Youtube* masing-masing adalah 3,66×10⁻⁷, 3,98×10⁻⁷ dan 4,29×10⁻⁷ [ton CO₂eq]. Selanjutnya, besaran GWP minimum, rata-rata dan maksimum dari penggunaan *smartphone* iPhone untuk mengoperasikan *Game Online* masing-masing adalah 9,77×10⁻⁷, 1,06×10⁻⁶ dan 1,145×10⁻⁶ [ton CO₂eq], sedangkan untuk mengoperasikan *Youtube* masing-masing adalah 6,11×10⁻⁸, 6,64×10⁻⁸ dan 7,155×10⁻⁸ [ton CO₂eq].

Perbandingan emisi GRK dan GWP yang dihasilkan dari kedua *smartphone* Xiaomi Redmi Note 9 dan iPhone 11 yang digunakan untuk mengoperasikan aplikasi *Game Online* dan *Youtube* selama 1 jam disajikan dalam Tabel 2. Dari Tabel 2. dapat dilihat bahwa pada *smartphone* Xiaomi Redmi Note 9, aplikasi *Game Online* mengkonsumsi energi listrik dua kali lebih banyak (2,328 [Wh]) dari pada aplikasi *Youtube* (1,164 [Wh]). Pada *smartphone* iPhone 11 aplikasi *Game Online* mengkonsumsi energi listrik enam belas kali lebih banyak (3.104 [Wh]) dari pada aplikasi *Youtube* (0.194 [Wh]). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi *Game Online* lebih banyak mengkonsumsi energi dibandingkan aplikasi *Youtube* untuk kedua merek *smartphone* yang digunakan dalam eksperimen. Dari sisi konsumsi energi berdasarkan merek *smartphone*, iPhone 11 lebih banyak mengkonsumsi energi (3.104 [Wh]) apabila dibandingkan dengan Xiaomi Redmi Note 9 (2,328 [Wh]) untuk pengoperasian *Game Online*. Akan tetapi untuk pengoperasian *Youtube*, iPhone 11 lebih sedikit mengkonsumsi energi (0.194 [Wh]) dibandingkan dengan Xiaomi Redmi Note 9 (1,164 [Wh]).

Tabel 2. Perbandingan Emisi GRK dan GWP yang Dihasilkan dari Kedua Smartphone yang digunakan untuk Mengoperasikan Aplikasi *Game Online* dan *Youtube* Selama 1 Jam

	Smartphone Xiaomi Redmi Note 9			Smartphone iPhone		
	Min	Rata-rata	Maks	Min	Rata-rata	Maks
Konsumsi Baterai untuk mengoperasikan <i>Game Online</i> selama 1 jam	2,328 [Wh] atau 8,381×10 ⁻⁹ [TJ]			3.104 [Wh] atau 1,117×10 ⁻⁸ [TJ]		
Konsumsi Baterai untuk mengoperasikan <i>Youtube</i> selama 1 jam	1,164 [Wh] atau 4,19×10 ⁻⁹ [TJ]			0.194 [Wh] atau 6,984×10 ⁻¹⁰ [TJ]		
Emisi GRK dari <i>Game Online</i> [ton]						
CO ₂	7,316×10 ⁻⁷	7,928×10 ⁻⁷	84,646×10 ⁻⁷	9,755×10 ⁻⁷	1,057×10 ⁻⁶	1,129×10 ⁻⁶
CH ₄	2,514×10 ⁻¹²	8,381×10 ⁻¹²	25,142×10 ⁻¹²	3,352×10 ⁻¹²	1,117×10 ⁻¹¹	3,352×10 ⁻¹¹
N ₂ O	4,19×10 ⁻¹²	12,571×10 ⁻¹²	41,904×10 ⁻¹²	5,587×10 ⁻¹²	1,676×10 ⁻¹¹	5,587×10 ⁻¹¹
Emisi GRK dari <i>Youtube</i> [ton]						
CO ₂	3,658×10 ⁻⁷	3,964×10 ⁻⁷	4,232×10 ⁻⁷	6,097×10 ⁻⁸	6,607×10 ⁻⁸	7,054×10 ⁻⁸
CH ₄	1,257×10 ⁻¹²	4,19×10 ⁻¹²	12,571×10 ⁻¹²	2,095×10 ⁻¹³	6,984×10 ⁻¹³	2,095×10 ⁻¹²
N ₂ O	2,095×10 ⁻¹²	6,286×10 ⁻¹²	20,952×10 ⁻¹²	3,492E-13	1,048×10 ⁻¹²	3,492×10 ⁻¹²
GWP [ton CO ₂ eq]						
<i>Game Online</i>	7,33×10 ⁻⁷	7,97×10 ⁻⁷	8,59×10 ⁻⁷	9,77×10 ⁻⁷	1,06×10 ⁻⁶	1,145×10 ⁻⁶
<i>Youtube</i>	3,66×10 ⁻⁷	3,98×10 ⁻⁷	4,29×10 ⁻⁷	6,11×10 ⁻⁸	6,64×10 ⁻⁸	7,155×10 ⁻⁸

Sumber: Hasil Pelaksanaan (2023)

Untuk besaran GWP tentunya sejalan dengan besaran konsumsi energi listriknya. Dari sisi aplikasi yang digunakan, *Game Online* menghasilkan emisi GRK lebih banyak yaitu di rentang 7,33×10⁻⁷ ~ 1,145×10⁻⁶ [ton CO₂eq] dari pada aplikasi *Youtube* yang berada di rentang 6,11×10⁻⁸ ~ 4,29×10⁻⁷ [ton CO₂eq]. Dari sisi *smartphone* yang digunakan, emisi GRK yang dihasilkan oleh iPhone 11 lebih banyak yaitu di rentang 9,77×10⁻⁷ ~ 1,145×10⁻⁶ [ton CO₂eq] dari pada Xiaomi Redmi Note 9 yang berada di rentang 7,33 ~ 8,59×10⁻⁷ [ton CO₂eq] untuk pengoperasian *Game Online*. Sebaliknya, emisi GRK yang dihasilkan oleh Xiaomi Redmi Note 9 lebih banyak yaitu di rentang 3,66 ~ 4,29×10⁻⁷ [ton CO₂eq] dari pada iPhone 11 yang berada di rentang 6,11 ~ 7,155×10⁻⁸ untuk pengoperasian *Yoitube*.

Hasil kegiatan eksperimen dan observasi dari kokurikuler projek penelitian PPP ini memberikan wawasan bahwa penggunaan peralatan apapun yang mengkonsumsi energi listrik

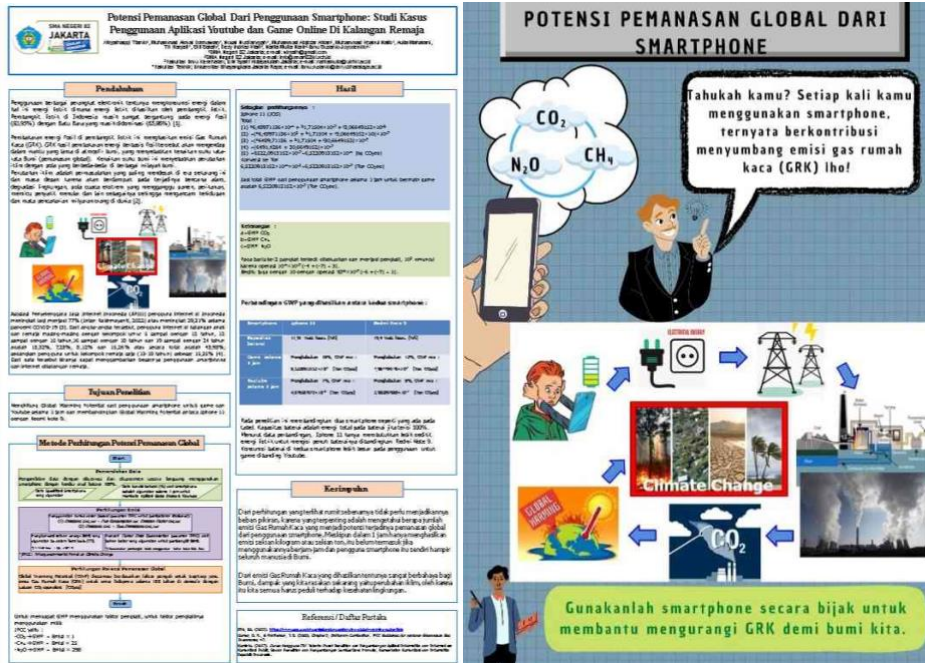
akan menghasilkan emisi GRK. Untuk pengoperasian berbagai aplikasi yang berbeda dengan menggunakan *smartphone* akan mengkonsumsi energi listrik dan mengemisikan GWP dengan besaran yang berbeda-beda juga. Aplikasi *Game Online* terindikasi sebagai aplikasi yang akan paling banyak menghasilkan GWP walaupun dioperasikan dengan menggunakan berbagai merek *smartphone* yang berbeda. Untuk aplikasi *Youtube*, GWP yang dihasilkan tergantung dari merek *smartphone* yang digunakan. Dan perlu ditekankan bahwa besaran GWP yang disajikan hanya untuk penggunaan satu buah *smartphone* dan untuk pengoperasian aplikasi dalam satu jam saja. Kontribusi penggunaan *smartphone* terhadap kenaikan suhu bumi secara aktual/sesungguhnya dapat diestimasi dari banyaknya jumlah *smartphone* yang digunakan secara global dan lamanya pengoperasian dari masing-masing penggunaannya.

Hasil keluaran dari kegiatan kokurikuler proyek penelitian PPP ini didiseminasikan kepada para pelajar dan masyarakat umum pada kegiatan 'Pameran Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila' yang difasilitasi oleh SMAN 82 pada tanggal 16 Desember 2022 (Gambar 5). Kegiatan dibuka untuk umum yang bertepatan dengan penerimaan hasil evaluasi belajar para siswa/rapor. Pihak penyelenggara menyediakan tempat berupa stand tenda untuk masing-masing kelompok siswa untuk mendesiminasikan dan memamerkan hasil dari pengerjaan proyek mereka. Siswa kelompok V memamerkan hasil pengerjaan proyek penelitian PPP dengan mensimplifikasinya menjadi poster dan pamflet (Gambar 6), dimana poster untuk penjelasan hasil pengerjaan proyek secara runtut dan pamflet dibagikan kepada pengunjung sebagai bahan kampanye sekaligus edukasi kepada pelajar dan masyarakat tentang kondisi aktual yang terjadi saat ini terkait pemanasan global dan perubahan iklim. Dan diharapkan pelajar dan masyarakat dapat berkontribusi dalam upaya mitigasinya yaitu dengan menggunakan secara bijak peralatan yang mengkonsumsi energi, yang dapat dimulai dari peralatan yang melekat dalam genggamannya sehari-hari yaitu *smartphone*.



Sumber : Hasil Pelaksanaan (2023)

Gambar 5. Pelaksanaan Diseminasi dari Hasil Pembelajaran Kokurikuler Berbasis Proyek Profil Pelajar Pancasila pada 'Pameran Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila' SMAN 82 Jakarta



Sumber : Hasil Pelaksanaan (2023)

Gambar 6. Poster yang Pajang (Kiri) dan Pamflet yang Dibagikan (Kanan) kepada para Pengunjung pada Kegiatan Pameran Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila

5. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kegiatan kokurikuler proyek penelitian PPP ini mendemostrasikan runtutan proses bagaimana penggunaan *smartphone* akan berkontribusi ke pemanasan global dan perubahan iklim. Hasil kegiatan kokurikuler proyek penelitian PPP ini memberikan wawasan permulaan bahwa apapun merek *smartphone* yang digunakan, pengoperasian aplikasi *Game Online* akan menghasilkan besaran GWP lebih banyak dari pada aplikasi *Youtube*. Sedangkan besaran GWP yang dihasilkan dari pengoperasian *Youtube* bergantung dari merek *smartphone* yang digunakan.

Dengan apa yang sudah didemonstrasikan oleh kegiatan kokurikuler proyek penelitian PPP ini diharapkan meningkatkan kepedulian terhadap pemanasan global dan perubahan iklim khususnya di kalangan pelajar dan di masyarakat pada umumnya sehingga dapat berkontribusi dalam upaya mitigasinya melalui penggunaan peralatan yang mengkonsumsi energi secara bijak yang dapat dimulai dari peralatan yang melekat dalam aktivitas sehari-hari yaitu *smartphone*. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat melengkapi hasil proyek penelitian kecil ini yaitu dengan menggunakan berbagai merek *smartphone* untuk pengoperasian berbagai aplikasi populer lainnya di kalangan pelajar, serta dengan waktu pengoperasian yang lebih lama atau bervariasi.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Kepala Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 82 Jakarta Selatan Sugiyanti, S.Pd, M.Pd yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk berkontribusi dalam kegiatan sekolah melalui Keputusan Kepala Sekolah No.9 Tahun 2022 serta dukungannya dalam kegiatan implementasi Profil Pelajar Pancasila.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajadi, S. O., Alao, F. I., Aliu, S., Amoo, L. M., Amoo, O. M., & Babatunde, S. (2020). Applications of heat, mass and fluid boundary layers. In R. O. Fagbenle, O. M. Amoo, S. Aliu, & A. Falana (Eds.), *Applications of Heat, Mass and Fluid Boundary Layers*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817949-9.00002-5>
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Statistik Telekomunikasi Indonesia*. Badan Pusat Statistik Indonesia.

- Badan Standar Kurikulum Dan Asesmen Pendidikan. (2022a). *Panduan Pengembangan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia.
- Badan Standar Kurikulum Dan Asesmen Pendidikan. (2022b). *Tahapan Implementasi Kurikulum Merdeka Di Satuan Pendidikan*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia.
- Hardiansyah, Z. (2022). Berapa mAh Baterai iPhone? Ini Penjelasannya. *Kompas Tekno*. <https://tekno.kompas.com/read/2022/05/14/14150037/berapa-mah-baterai-iphone-11-ini-penjelasannya>
- Intan Rakhmayanti, D. (2022). *Data Terbaru Berapa Pengguna Internet Indonesia 2022*. CNBC Indonesia. <https://www.cnbcindonesia.com/tech/20220609153306-37-345740/data-terbaru-berapa-pengguna-internet-indonesia-2022>
- IPCC. (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, volume 2, energy, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). In *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Institute for Global Environmental Strategies. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
- IPCC. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. In *Future Global Climate: Scenario-42 Based Projections and Near-Term Information*; Cambridge University Press: Cambridge, UK. Cambridge University Press.
- Kamaliah, A. (2022). Orang Indonesia Juara Dunia Paling Tidak Percaya Global Warming. *Detikinet*. <https://inet.detik.com/science/d-6228282/orang-indonesia-juara-dunia-paling-tidak-percaya-global-warming>
- Kep.Ka.BadanSKAP. (2022). *Keputusan Kepala Badan Standar Kurikulum Dan Asesmen Tentang Dimensi, Elemen Dan Subelemen Profil Pelajar Pancasila Pada Kurikulum Merdeka*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia.
- MEMR-RI. (2022). *Handbook of energy and economic statistics of Indonesia*.
- United Nations. (n.d.). *Climate Change*. United Nations Trust Fund for Human Security. Retrieved November 25, 2022, from <https://www.un.org/humansecurity/climate-change/>
- US EPA. (2022a). *Frequently Asked Questions About Climate Change*. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/climatechange-science/frequently-asked-questions-about-climate-change#weather-climate>
- US EPA. (2022b). *Understanding Global Warming Potential*. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>