

Pemilihan dan Penataan Vegetasi dalam Mengurangi Emisi Karbon Kendaraan di Terminal Purabaya

Yohanes Felix Fortino Yoses^{1*}, Farida Murti²

^{1,2}Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No. 45 Surabaya

*email: felixfrtno@surel.untag-sby.ac.id

Abstract

Carbon emission is one of the global problems that many vehicles generate. This is because humans rely on vehicles as a means of facilitating mobility to their destination. One of the most widely used vehicles is the bus vehicle. Terminal Purabaya is a type A bus terminal located in Sidoarjo Regency, East Java, which is very busy. This makes the terminal a significant contributor to carbon emissions due to the high number of vehicles entering and exiting the area. There are various methods that can be employed to reduce carbon emissions, one of which is the most natural approach, utilizing vegetation with the best carbon absorption capacity to decrease the carbon content in the surrounding air. Therefore, the selection of suitable vegetation to reduce carbon emissions at Terminal Purabaya is carried out through data analysis of total carbon emissions and the carbon sequestration capacity of trees. The results will provide the most effective vegetation for carbon reduction at Terminal Purabaya, allowing for appropriate arrangements to be made to mitigate carbon emissions at this terminal.

Keywords: Carbon Emissions; Terminal Purabaya; Arrangements; Vegetation.

Abstrak

Emisi karbon adalah salah satu masalah global yang banyak dihasilkan oleh kendaraan. Hal ini dikarenakan oleh manusia yang mengandalkan kendaraan sebagai sarana mempermudah mobilitas ke tempat tujuan mereka. Salah satu kendaraan yang banyak digunakan adalah kendaraan Bus. Terminal Purabaya adalah terminal bus tipe A yang ada di Jawa Timur tepatnya di Kabupaten Sidoarjo yang sangat sibuk. Hal ini menjadikan terminal ini penyumbang emisi karbon yang besar karena banyaknya kendaraan yang keluar masuk area ini. Ada berbagai cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi karbon salah satunya dengan cara paling alami yaitu memanfaatkan vegetasi yang memiliki penyerapan karbon terbaik sehingga kadar karbon di udara sekitar akan berkurang. Untuk itu, pemilihan vegetasi yang sesuai untuk mengurangi emisi karbon pada Terminal Purabaya dilakukan dengan analisa data perhitungan total emisi karbon dan daya serap pohon. Hasilnya, akan memperoleh efektifitas yang terbaik untuk vegetasi dalam pengurangan karbon pada Terminal Purabaya sehingga dapat diperoleh penataan yang sesuai untuk mengurangi emisi karbon pada terminal ini.

Kata Kunci: Emisi Karbon; Terminal Purabaya; Penataan; Vegetasi.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang terjadi selama ini di dunia telah mempermudah setiap bentuk aktifitas manusia dalam banyak hal yaitu mobilitas, industri, perekonomian, dan lain sebagainya. Kemajuan teknologi ini juga tidak terlepas dengan perkembangan mesin – mesin yang mampu membantu kinerja manusia tersebut. Hal ini sangat berkaitan dengan bertambahnya emisi karbon yang dihasilkan dari tahun ke tahun karena pertumbuhan teknologi manusia yang terus meningkat bersamaan dengan tingkat emisi karbon yang dihasilkan. Emisi karbon dihasilkan oleh pembakaran energi yang menghasilkan karbon sehingga menimbulkan efek rumah kaca yang berujung pada pemanasan global. Dengan teknologi sekarang, hampir semua yang berhubungan dengan penggunaan energi akan menghasilkan karbon seperti kendaraan, pabrik, pembangkit listrik, pembuangan limbah, dan masih banyak lagi.

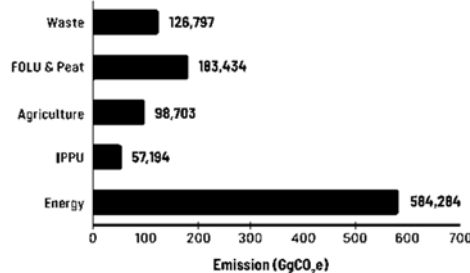
Dari data yang diperoleh di *World Resource Institute* (WRI), Indonesia tercatat menghasilkan emisi karbon sebanyak 2,05 miliar ton dan menduduki peringkat ke-6 dunia dalam hal produksi karbon (Andi Arif, 2018). Penghasil karbon tertinggi adalah transportasi. Transportasi menghasilkan 35 giga ton karbon pada tahun 2020 (Hannah Ritchie and et al., 2020) dan diperkirakan angka itu akan terus bertambah jika tidak ada penanganan yang sesuai untuk mengurangi emisi karbon. Hal tersebut akan berdampak pada perubahan suhu pada permukaan bumi yang menyebabkan banyak kerusakan pada permukaan bumi seperti, peningkatan volume air laut karena mencairnya es di kutub, peningkatan suhu air laut yang berakibat pada rusaknya terumbu karang, kebakaran hutan karena suhu yang tinggi, banyak kabut asap di permukaan bumi, krisis air bersih, dan menyebarnya wabah penyakit.

Pemerintah Indonesia sendiri memiliki beberapa tujuan dalam pengendalian emisi karbon di Indonesia. Dalam hal ini, Indonesia juga turut hadir dalam *The Paris Agreement* pada tahun 2015 yang membahas tentang bagaimana menjaga konsistensi dalam mengurangi emisi karbon. Setelah pertemuan itu, Indonesia mengeluarkan undang – undang baru yaitu Undang – undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang pengesahan *Paris Agreement*. Undang – undang ini berisi tentang target emisi gas rumah kaca pada tahun 2030 sebesar 29% dengan *business as usual* dan 40% dengan bantuan Internasional dalam bidang energi bisa turunkan emisi 314-390 juta ton CO₂. Pemerintah menargetkan *net zero emissions* nasional atau nol emisi gas rumah kaca pada tahun 2060. Dalam sektor minyak dan gas (migas) Dewan Energi Nasional (DEN) mendukung tahapan yang dilakukan SKK Migas melalui berbagai kebijakan regulasi yang diperlukan, pengelolaan energi yang efisien, *zero routine flaring*, pengurangan emisi yang *fugitive*, melakukan reforestrasi, penerapan teknologi *Carbon Capture Utilization and storage* (CSS/CCUS) (RENCANA STRATEGIS DEWAN ENERGI NASIONAL 2021 - 2025, 2021).

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi karbon seperti penanaman pohon yang dapat menyerap banyak karbon sekaligus, efisiensi penggunaan energi, menggunakan kendaraan listrik, menggunakan pembangkit listrik tenaga alami, pengelolaan sampah organik menjadi pupuk, mengurangi penggunaan plastik, menggunakan penghawaan dan pencahayaan alami, dan masih banyak lagi. Dengan berbagai upaya tersebut, diharapkan dapat membantu mengurangi emisi karbon dunia.

Upaya tersebut dapat diimplementasikan ke dalam bidang arsitektur karena bangunan adalah objek yang paling banyak digunakan oleh manusia. Arsitektur hijau menjadi salah satu contoh upaya arsitektur untuk membantu mengurangi emisi karbon dengan menggunakan bangunan sebagai sarananya. Arsitektur hijau terdiri dari banyak aspek yang harus diperhatikan pada bangunan. Aspek – aspek tersebut terdiri dari pemilihan material,

pemilihan vegetasi, efisiensi energi pada bangunan, dan analisa iklim yang tertuju pada sistem pencahayaan dan penghawaan. Beberapa aspek tersebut berhubungan dengan bagaimana arsitektur berupaya untuk mengurangi emisi karbon dengan memanfaatkan bangunan. Cara paling alami yang bisa digunakan adalah dengan memilih vegetasi yang memiliki tingkat penyerapan karbon yang tinggi. Pemilihan vegetasi ini diharapkan dapat menjaga keseimbangan dan kebersihan udara karena vegetasi dapat menyerap karbon dan menghasilkan oksigen untuk manusia. Penerapan pada terminal merupakan langkah yang sesuai dengan permasalahan emisi karbon. Emisi karbon adalah salah satu jenis emisi yang mengakibatkan efek rumah kaca yang merupakan faktor utama dari fenomena pemanasan global (Labiba & Pradoto, 2018). Emisi karbon juga merupakan salah satu reaksi kimia yaitu pelepasan senyawa karbon ke udara. Senyawa karbon didapat dari pembakaran – pembakaran bahan bakar seperti bensin, LPG, minyak tanah, dan bahan bakar lainnya. Emisi karbon menjadi salah satu penyumbang masalah iklim di dunia khususnya efek gas rumah kaca yang membuat suhu rata – rata bumi akan meningkat. Dampak dari perubahan iklim yang terus berubah mengakibatkan terjadinya bencana alam yang bisa mempengaruhi kestabilan ekonomi masyarakat. Dalam hal ini sangat berbahaya untuk keberlangsungan makhluk hidup yang ada di bumi. Untuk itu emisi CO₂ menjadi sorotan bagi para ilmuwan dunia dan juga pemerintah suatu negara. Dalam menekan angka emisi karbon, harus diketahui jumlah penghasilan emisi karbon yang ada di Indonesia demi mencapai angka dan perhitungan yang sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 1. Grafik tingkat penghasilan emisi karbon tiap sektor di Indonesia tahun 2020 (Sumber: Buku (Nurbaya et al., 2022))

Pada tahun 2020, sektor energi berkontribusi pada terbesar terhadap emisi nasional (56%), diikuti oleh sektor kehutanan dan kebakaran lahan gambut (18%), limbah (12%), pertanian (9%), dan IPPU (5%) (Nurbaya et al., 2022). Angka ini menunjukkan perubahan yang signifikan dalam komposisi kontribusi emisi dari berbagai sektor di tahun 2020. Sektor energi menjadi yang terbesar karena setiap aktifitas yang dilakukan oleh manusia sebagian besar menggunakan energi baik di bidang transportasi maupun industri.

Dalam penyerapan karbon di udara, cara paling alami yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan vegetasi atau tumbuh – tumbuhan tertentu. Vegetasi atau komunitas tumbuhan merupakan salah satu komponen biotik yang menempati habitat tertentu seperti hutan, padang ilalang, semak belukar dan lain-lain (Novita Sari et al., 2018). Beberapa penelitian tentang vegetasi yang memiliki daya serap tinggi membuat banyak pihak yang dengan mudah memilih vegetasi untuk ditanam dalam suatu tempat untuk membantu mengurangi emisi karbon Indonesia atau bahkan dunia. Ada begitu banyak jenis vegetasi yang memiliki daya serap tinggi yang mampu membantu menjaga kebersihan udara dunia ini. Dalam penelitian ini, akan diambil 10 sampel vegetasi yang memiliki daya serap terbaik saat ini yaitu ada Trembesi 22.488,39 (kg/tahun), Bunga kupu – kupu 11.662,89 kg/tahun, Glodogan 6.304,92 kg/tahun, *Cassia* 5.295,47 kg/tahun, *Syzygium zeylanica* 1.603,2 kg/tahun, Bintaro 848,84 kg/tahun, Kenanga 756,59 kg/tahun, Beringin 535,9 kg/tahun, Mangga 455,17 kg/tahun, dan Kerai Payung 404,83 kg/tahun (Sianne Marisha, 2018). Dari

sekian banyaknya vegetasi penyerap karbon terbaik, trembesi memiliki margin paling banyak diantara semuanya karena tajuk yang begitu besar dan juga daun pohonnya yang kecil sehingga jumlah daunnya begitu banyak dan dapat menyerap karbon secara maksimal. Kesamaan daripada sepuluh pohon yang diambil adalah mereka memiliki daun yang kecil karena lebih efektif dalam menyerap karbon daripada yang berdaun besar.

Dari semua vegetasi yang ditemukan, penerapannya dalam arsitektur adalah dengan cara melakukan penataan pada lansekap. Penataan Lansekap merupakan salah satu perancangan dalam arsitektur dalam hal pengelolaan ruang terbuka yang ada pada sekitar bangunan khususnya pada kawasan perkotaan. Dalam hal ini, terdapat beberapa elemen lansekap yang dihadirkan dalam proses perancangan seperti vegetasi, air, *softscape*, *hardscape*, dan banyak struktur fisik lainnya dengan tujuan estetika (Barry W. Starke & John Ormsbee Simonds, 2013). Lansekap juga mempertimbangkan berbagai aspek, termasuk keindahan visual, keberlanjutan, kenyamanan pengguna, keberlanjutan lingkungan, serta keterkaitan antara bangunan dengan konteks alaminya. Perancangan lansekap dalam arsitektur juga melibatkan analisis dan pemahaman tentang topografi, iklim, tata ruang, dan karakteristik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode penelitian kualitatif deskriptif yang mana data diperoleh dengan cara observasi lapangan secara langsung dengan didukung oleh literatur – literatur eksternal sehingga menghasilkan data yang konkrit dan akurat (Sutanta, 2019). Penelitian ini akan menemukan beberapa sampel vegetasi yang bagus dalam menyerap karbon. Observasi ini juga dapat memperoleh data eksisting seperti tingkat emisi karbon dan juga area lansekap yang dapat ditanami vegetasi. Sehingga, proses pemilihan dan penataan vegetasi pada tapak dapat dilakukan sesuai dengan data emisi karbon, vegetasi, dan tapak eksisting pada penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan ini merupakan hasil dari studi literatur dan analisa data tentang emisi karbon, vegetasi, dan kondisi eksisting. Dari data tersebut, maka dapat dihasilkan penerapan yang sesuai dengan kebutuhan dan kesimpulan yang sesuai dengan hasil akhir penelitian. Tahapan penelitian kali ini meliputi :

- 1) Data perhitungan emisi karbon kendaraan bus pada saat diam
- 2) Perhitungan efektifitas vegetasi dalam menyerap karbon kendaraan bus pada saat diam yang ditetapkan dalam jumlah individu yang diperlukan untuk menutup emisi karbon di Terminal Purabaya
- 3) Studi lahan Terminal Purabaya dengan menampilkan area *softscape* dan *hardscape*
- 4) Konsep penataan vegetasi dalam usaha mengurangi karbon

Perhitungan Emisi Karbon

Terminal Purabaya merupakan terminal Tipe A yang terletak di Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo dengan luas lahan sebesar 12 Ha yang beroperasi selama 24 jam. Kapasitas terminal Purabaya mencakup 16 lajur pemberangkatan bus AKDP, 10 lajur pemberangkatan bus AKAP/Malam, 10 Lajur pemberangkatan bus kota, 1 lajur pemberangkatan bus bandara, 3 lajur kedatangan bus antar kota, 2 lajur pemberangkatan MPU, dan 2 lajur taksi dan mobil pribadi. Terdapat 3 jenis bus yang beroperasi di Terminal Purabaya antara lain bus AKAP, bus AKDP, dan bus kota. Dengan banyaknya lajur bus ini, ditemukan data jumlah bus yang masuk ke Terminal Purabaya adalah 387.516 bus luar kota,

dan 176.901 bus kota pada tahun 2018. Tabel 1 merupakan data angka penelitian aktifitas bus yang berhubungan dengan emisi.

Tabel 1. Data Angka Aktifitas Bus

Jenis Kendaraan	Jumlah (2018)	Waktu Idle	Konsumsi Bahan Bakar
Bus Luar Kota	387.516	0,29	3,43
Bus Kota	176.901	0,46	3,43

Sumber: Jurnal (Eko Handriyono et al., 2020)

Dari data yang diperoleh dari penelitian ini, maka diperoleh data penggunaan bahan bakar dari setiap bus pada saat diam yang ada di Terminal Purabaya dalam tabel ini dengan rumus perhitungan sebagai berikut.

$$= \text{Konsumsi Bahan Bakar} \times \text{Waktu Rata} - \text{Rata Idle} \times \text{Jumlah Total Kendaraan}$$

Tabel 2. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

Kendaraan	Konsumsi BB	(L/tahun)
Bus Luar Kota	0,9947	385.462,2
Bus Kota	1,5778	279.144,4

Sumber: Jurnal (Eko Handriyono et al., 2020)

Dari data total konsumsi bahan bakar dalam setahun tersebut, maka diperoleh data total emisi karbon yang dihasilkan oleh bus pada saat diam dengan perhitungan penghasilan karbon per liter bahan bakar adalah 2.924,9 gram. Dengan begitu, dapat ditemukan hasil perhitungan total Emisi karbon dalam setahun yang dihasilkan oleh Terminal Purabaya adalah sebagai berikut.

- **Bus AKAP + AKDP** = konsumsi bahan bakar x faktor emisi

$$= \frac{385.462,2 \text{ L/tahun} \times 2.924,9 \text{ gram/L}}{1.000.000 \text{ gr/ton}}$$

$$= \mathbf{1.127,43 \text{ ton/tahun}}$$

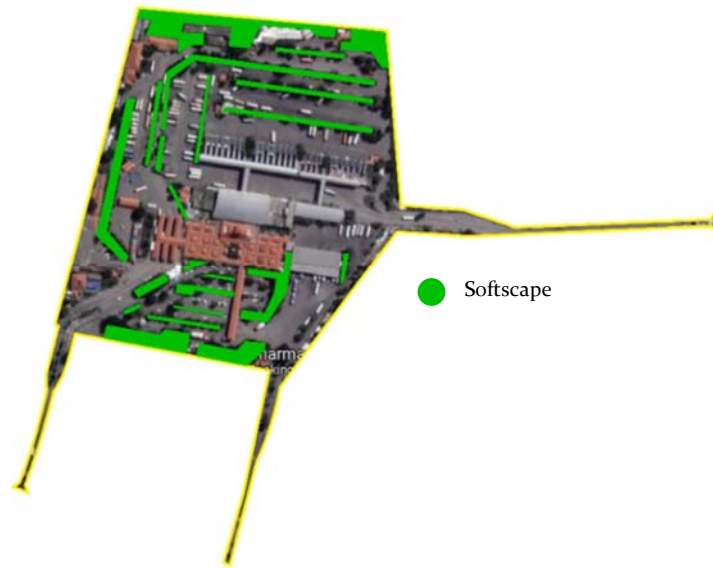
- **Bus Kota** = konsumsi bahan bakar x faktor emisi

$$= \frac{279.114,4 \text{ L/tahun} \times 2.924,9 \text{ gram/L}}{1.000.000 \text{ gr/ton}}$$

$$= \mathbf{816,38 \text{ ton/tahun}}$$

Dari hasil perhitungan di atas, total penghasilan karbon oleh kendaraan bus luar kota dan bus pada saat diam di Terminal Purabaya adalah **1.943,81 ton/tahun**. Total emisi karbon ini hanya dihasilkan pada saat bus sedang *idle*/diam tanpa memperhitungkan emisi yang dihasilkan pada saat bergerak di dalam terminal.

Analisa Lansekap



Gambar 1. Softscape pada Terminal Purabaya (Sumber: Analisa pribadi, 2023)

Dalam gambar di atas, *softscape* pada area tapak tersebar di beberapa titik yang ada di area terminal. Intensitas perkerasan jauh lebih besar dibandingkan dengan area hijau yang mampu menyerap air. Dari perhitungan yang didapat berdasarkan pengukuran menggunakan *google earth*, area hijau atau *softscape* terdiri dari 6.236 m² dari luas tapak yaitu **12.898 m²** yang berarti hanya ada sekitar 5% dari luas tapak. Hal ini terjadi karena fungsi utama dari objek ini adalah sebagai lalu lintas transportasi massal dimana banyak kendaraan yang lewat sehingga lebih banyak *hardscape* dibandingkan dengan *softscape*.

Analisa Efektifitas Vegetasi

Tabel 3. Kebutuhan Lahan tiap Vegetasi

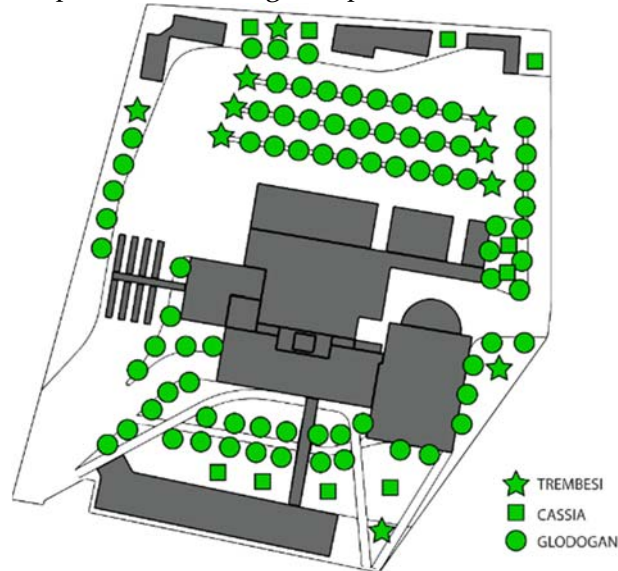
Vegetasi	Kebutuhan Lahan
Trembesi	706,5
Bunga kupu-kupu	70,65
Glodogan	3,14
<i>Cassia</i>	70,65
<i>Syzygium zeylanica</i>	4,91
Bintaro	12,56
Kenanga	314
Beringin	706,5
Mangga	314
Kerai Payung	78,5

Sumber: Skripsi (Sianne Marisha, 2018)

Dari data ini didapati bahwa tanaman yang membutuhkan luas lahan yang paling sempit adalah tanaman glodogan dengan kebutuhan lahan hanya 3,14 m². Hal ini berbanding jauh dengan pohon trembesi yang membutuhkan 706,5 m² karena memiliki diameter tajuk 10-25 meter. Sehingga, glodogan memiliki efektifitas paling tinggi dalam menutup emisi karbon yang dihasilkan oleh bus di Terminal Purabaya.

Konsep Penataan Vegetasi

Dari berbagai pertimbangan, perhitungan, dan analisa, tingkat emisi karbon pada Terminal Purabaya ada di angka **1.943,81 ton/tahun**. Angka ini dapat dikurangi dengan mengaplikasikan vegetasi yang memiliki kemampuan menyerap karbon terbaik. Dan berikut adalah gambaran penataan dari vegetasi pada Terminal Purabaya.



Gambar 2. Tata Letak Vegetasi
Sumber: (Analisa pribadi)

Dari penataan vegetasi tersebut, dapat diperlihatkan bahwa intensitas tanaman glodogan lebih banyak karena lebih efektif dalam menyerap karbon. Hal ini dikarenakan tanaman glodogan membutuhkan sedikit lahan untuk tertanam dengan tingkat penyerapan karbon yang tinggi. Namun, pohon ini tidak memiliki tajuk yang lebar karena pohonnya yang seperti kerucut sehingga tidak dapat dengan maksimal menghalangi radiasi matahari dan hal ini membuat suhu di sekitar akan naik.



Gambar 3. Pohon Glodogan (sumber: www.google.com)

Sedangkan pohon trembesi adalah pohon besar yang tingginya dapat mencapai 20 meter dan juga diameter tajuk hingga 25 meter. Pohon ini dapat menjadi peneduh sekaligus penyerap karbon secara bersamaan, namun, intensitas pohon ini tidak bisa terlalu banyak karena akar yang lebar dan juga diameter tajuk yang begitu besar.



Gambar 4. Pohon Trembesi (*sumber: www.google.com*)

Untuk pohon cassia, pohon ini adalah untuk memberikan sedikit sentuhan estetika karena bentuk pohon yang unik dan memiliki nilai estetika. Walaupun memiliki estetika yang tinggi, pohon ini juga dapat menyerap karbon dengan baik. Pohon ini juga memiliki diameter tajuk yang lebar hingga 20 meter, namun pohonnya tidak setinggi trembesi.



Gambar 5. Pohon Cassia (*Sumber: www.google.com*)

Dari penataan vegetasi tersebut, berikut adalah tabel dari perhitungan untuk tingkat pengurangan emisi karbon yang terjadi pada Terminal Purabaya.

Tabel 4. Total Emisi yang dapat Diserap

Vegetasi	Jumlah	Total (ton/th)
Trembesi	18	404,79
Casia	35	185,34
Glodogan	220	1.387,08

Sumber: Perhitungan pribadi

Dari perhitungan data di atas, total emisi karbon yang dapat diserap oleh jumlah tumbuhan yang ditanam pada lansekap Terminal Purabaya adalah **1.977,21 ton/tahun** yang artinya adalah sekitar **101,7 %** dari total emisi karbon yang dihasilkan oleh terminal ini.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini, didapatkan kesimpulan bahwa Terminal Purabaya yang merupakan terminal yang sangat sibuk sehingga menghasilkan emisi karbon yang begitu besar masih dapat diselamatkan dengan cara pemilihan dan penataan vegetasi pada lansekap terminal sehingga dapat mengurangi emisi karbon yang dihasilkan oleh bus pada terminal ini. Hal ini tentunya dapat membantu salah satu rencana nasional yang salah satunya adalah tentang mengurangi emisi karbon

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada semua pihak terkait dalam penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung untuk mendukung segala kelancaran dalam penelitian ini. Khususnya untuk :

1. Ibu Ir. Farida Murti, M.T., selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan arahan dan perbaikan pada penelitian ini
2. Pengelola Terminal Purabaya yang memberikan ijin untuk melakukan observasi lapangan.
3. Semua pihak yang selalu mendukung, baik secara materiil maupun non-materiil.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Arif. (2018). *Indonesia Negara Penyumbang Gas Emisi CO₂ Nomor 6 Terbesar di Dunia*. <https://dislhk.badungkab.go.id/artikel/17866-indonesia-negara-penyumbang-gas-emisi-co2-nomor-6-terbesar-di-dunia>
- Barry W. Starke, & John Ormsbee Simonds. (2013). *LANDSCAPE ARCHITECTURE A Manual of Environmental Planning and Design* (Fifth). Mc Graw Hill Education.
- RENCANA STRATEGIS DEWAN ENERGI NASIONAL TAHUN 2021 - 2025, (2021).
- Eko Handriyono, R., Ariyani, N., & Nia Pramestiyawati, T. (2020). KAJIAN EMISI GAS RUMAH KACA DARI KENDARAAN BUS PADA SAAT KONDISI DIAM (IDLE) BERDASARKAN PERSAMAAN TAYLOR DI TERMINAL PURABAYA. *SPECTA Journal of Technology*, 4, 81–88. <https://journal.itk.ac.id/index.php/sjt>
- Hannah Ritchieand, Max Roser, & Pablo Rosado. (2020). *CO₂ and Greenhouse Gas Emissions*. <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>
- Labiba, D., & Pradoto, W. (2018). SEBARAN EMISI CO₂ DAN IMPLIKASINYA TERHADAP PENATAAN RUANG AREA INDUSTRI DI KABUPATEN KENDAL. *Jurnal Pengembangan Kota*, 6(2), 164. <https://doi.org/10.14710/jpk.6.2.164-173>
- Novita Sari, D., Wijaya, F., Ayu Mardana, M., & Hidayat, M. (2018). *ANALISISVEGETASI TUMBUHAN DENGAN METODETRANSEK (LINE TRANSECT) DI KAWASAN HUTAN DEUDAP PULO ACEH KABUPATEN ACEH BESAR*.
- Nurbaya, S., Murniningtyas, S., Zahrul Muttaqin, M., Faisol Nurofiq, H., Arunarwati Margono, B., Saputro, T., Nugroho, S., Purwanto, J., Ramdhany, D., Pramono, J., Basyirudin Usman, A., Rovani, R., Hendratmoko, R., Yotrin, K., Rivai, P., Dwi Hartono,

D., Ega Ramadhan, D., Awanti Nila Krisna, P., Dyah Rahmaningsih, M., ... Fadzri, R. (2022). *THE STATE OF INDONESIA'S FORESTS 2022 Towards FOLU Net Sink 2030*. Ministry of Environment and Forestry, Republic of Indonesia.

Sianne Marisha. (2018). *Analisis Kemampuan Pohon dalam Menyerap Co₂ dan Menyimpan Karbon Pada Jalur Hijau Jalan di Subwilayah Kota Tegalega, Kota Bandung (Daya Serap CO₂ oleh Tanaman)*. Institut Teknologi Bandung.

Sutanta. (2019). *Belajar Mudah Metodologi Penelitian*. Thema Publishing.