



Kerjasama *Sister City* Bandung – Kawasaki Dalam Pengembangan Masyarakat Bebas Karbon di Kota Bandung Tahun 2020-2024

Nasywa Aisyiah Hilda Jannati*, Dina

Universitas Al-Ghifari Bandung

Abstrak: Kerjasama Bandung dan Kawasaki dalam program pengembangan masyarakat bebas karbon tahun 2021-2024 bertujuan mengurangi emisi karbon melalui penghematan energi dan peningkatan mobilitas berkelanjutan. Penelitian ini mengkaji implementasi dan hambatan program kerjasama tersebut. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan analisis data sekunder dari laporan resmi, dokumen kerjasama, dan studi literatur. Wawancara dengan pemangku kepentingan dilakukan untuk memperdalam informasi. Hasil penelitian menunjukkan Kota Bandung menghadapi tantangan perubahan iklim, terutama konsumsi energi tinggi di sektor publik dan rendahnya efisiensi transportasi. Kota Kawasaki memiliki pengalaman relevan dalam pengembangan kota rendah karbon. Program kerjasama mencakup bantuan teknis, peningkatan kapasitas, dan transfer teknologi melalui mekanisme *credit mechanism* untuk mendapatkan subsidi dari pemerintah Jepang. Kendala utama meliputi keterbatasan pendanaan dan regulasi lokal yang belum memadai. Meskipun demikian, kerjasama Bandung-Kawasaki memiliki potensi besar untuk mempercepat transisi Bandung menuju kota rendah karbon.

Kata kunci: Kerjasama Bandung-Kawasaki, *Sister City*, *Zero Carbon Society*

DOI:

<https://doi.org/10.53697/iso.v6i1.3498>

*Correspondence: Nasywa Aisyiah

Hilda Jannati

Email: aisyiahnasywa@gmail.com

Received: 08-04-2026

Accepted: 08-05-2026

Published: 08-06-2026



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: *The collaboration between Bandung City and Kawasaki City in the Zero Carbon Society Development program for 2021-2024 aims to reduce carbon emissions through energy conservation and increased sustainable mobility. This study examines the implementation and obstacles of the cooperation program. The research method uses a qualitative approach with secondary data analysis from official reports, cooperation documents, and literature studies. Interviews with stakeholders were conducted to deepen the information. The results show that Bandung faces climate change challenges, particularly high energy consumption in the public sector and low transportation efficiency. Kawasaki has relevant experience in low-carbon city development. The cooperation program includes technical assistance, capacity building, and technology transfer through a credit mechanism to obtain subsidies from the Japanese government. The main obstacles include limited funding and inadequate local regulations. Nevertheless, the Bandung-Kawasaki cooperation has great potential to accelerate Bandung's transition to a low-carbon city.*

Keywords: *Bandung-Kawasaki cooperation, sister city, zero carbon society*

Pendahuluan

Perubahan iklim merupakan tantangan global yang berdampak signifikan terhadap keberlanjutan lingkungan, ekonomi, dan sosial. Peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK), khususnya karbon dioksida (CO₂), telah menyebabkan kenaikan suhu global, degradasi kualitas lingkungan, serta meningkatnya frekuensi bencana iklim. Oleh karena itu, pengurangan emisi karbon menjadi agenda utama dalam pembangunan berkelanjutan yang menuntut keterlibatan berbagai aktor, tidak hanya negara tetapi juga pemerintah daerah sebagai pelaksana kebijakan di tingkat lokal (Kurniawati, 2022). Kota-kota memiliki peran strategis dalam upaya mitigasi perubahan iklim karena tingginya kontribusi sektor perkotaan terhadap emisi karbon global, terutama dari sektor transportasi, konsumsi energi, dan pembangunan infrastruktur. Seiring dengan meningkatnya urbanisasi, pemerintah kota dituntut untuk mengadopsi kebijakan rendah karbon guna mendukung pencapaian target iklim nasional dan internasional. Dalam konteks ini, kerja sama internasional di tingkat subnasional menjadi alternatif penting untuk memperkuat kapasitas kota dalam menghadapi tantangan lingkungan global (Raja Pranatha Doloksaribu, 2024).

Salah satu bentuk kerja sama internasional subnasional yang berkembang adalah skema *sister city*, yang memungkinkan terjadinya pertukaran pengetahuan, teknologi, dan praktik antar kota lintas negara. Melalui hubungan *sister city*, pemerintah daerah dapat berperan aktif dalam diplomasi lingkungan dan pembangunan berkelanjutan tanpa harus bergantung sepenuhnya pada pemerintah pusat. Skema ini juga menjadi bagian dari praktik paradiplomasi, di mana aktor subnasional turut berkontribusi dalam penyelesaian isu-isu global seperti perubahan iklim (Chairunnisa, 2024). Bandung sebagai salah satu kota metropolitan di Indonesia menghadapi berbagai permasalahan lingkungan, seperti tingginya konsumsi energi, kemacetan lalu lintas, serta penurunan kualitas udara. Sejalan dengan komitmen Indonesia untuk mencapai *net zero emission* pada tahun 2060, Pemerintah Kota Bandung berupaya mendorong pembangunan berkelanjutan melalui kebijakan ramah lingkungan dan kerja sama internasional. Salah satu upaya tersebut diwujudkan melalui kerja sama *sister city* dengan Kawasaki, Jepang, dalam program pengembangan masyarakat bebas karbon. Kawasaki memiliki pengalaman dalam melakukan transformasi dari kota industri dengan tingkat polusi tinggi menjadi kota yang menerapkan prinsip pembangunan rendah karbon. Keberhasilan Kawasaki dalam pengelolaan energi, transportasi berkelanjutan, serta penerapan teknologi ramah lingkungan menjadikannya mitra strategis bagi Kota Bandung. Melalui kerja sama ini, Bandung diharapkan dapat mengadopsi kebijakan dan teknologi yang mendukung efisiensi energi dan pengurangan emisi karbon di sektor perkotaan

Kerjasama *sister city* Bandung–Kawasaki dalam pengembangan masyarakat bebas karbon merupakan bentuk paradiplomasi lingkungan yang mencerminkan peran aktif pemerintah daerah dalam hubungan internasional. Program ini difokuskan pada penghematan energi sistem infrastruktur dan peningkatan mobilitas berkelanjutan, yang dilaksanakan melalui studi kelayakan (*feasibility study*) serta pemanfaatan skema *Joint Crediting Mechanism* (JCM). Namun, dalam implementasinya, kerja sama ini menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan pendanaan, regulasi domestik, dan kesiapan kebijakan di tingkat lokal. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan

untuk menganalisis implementasi kerja sama *sister city* Bandung - Kawasaki dalam pengembangan masyarakat bebas karbon di Kota Bandung tahun 2021–2024, mengidentifikasi hambatan dan tantangan yang dihadapi, serta menilai kontribusinya terhadap upaya pengurangan emisi karbon di Kota Bandung. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik dalam kajian paradiplomasi dan pembangunan berkelanjutan, serta menjadi rujukan praktis bagi pemerintah daerah dalam mengoptimalkan kerja sama internasional di bidang lingkungan.

Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk menganalisis kerja sama *sister city* antara Kota Bandung dan Kota Kawasaki dalam pengembangan masyarakat bebas karbon periode 2021–2024. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk memahami secara mendalam proses, dinamika, serta makna kerja sama internasional di tingkat subnasional, khususnya dalam konteks paradiplomasi lingkungan dan pembangunan rendah karbon (Creswell, 2018).

Objek penelitian adalah kerja sama *sister city* Bandung–Kawasaki pengembangan masyarakat bebas karbon. Fokus penelitian diarahkan pada implementasi program penghematan energi infrastruktur dan peningkatan mobilitas berkelanjutan yang dilaksanakan melalui skema *Joint Crediting Mechanism* (JCM). Lokasi penelitian secara administratif berada di Kota Bandung, dengan mempertimbangkan keterlibatan Pemerintah Kota Bandung sebagai aktor utama dalam pelaksanaan kerja sama tersebut.

Sumber data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan informan kunci yang berasal dari Pemerintah Kota Bandung, khususnya perangkat daerah yang terlibat dalam kerja sama internasional dan program lingkungan hidup. Sementara itu, data sekunder diperoleh melalui studi dokumen yang meliputi laporan kerja sama Bandung–Kawasaki, dokumen *feasibility study*, kebijakan pemerintah terkait pembangunan rendah karbon, serta publikasi ilmiah dan laporan lembaga nasional maupun internasional yang relevan dengan isu perubahan iklim dan paradiplomasi.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi dan wawancara semi-terstruktur. Studi dokumentasi digunakan untuk memperoleh gambaran kebijakan, program, dan capaian kerja sama, sedangkan wawancara bertujuan untuk memperdalam pemahaman mengenai proses implementasi, tantangan, serta persepsi para aktor yang terlibat dalam kerja sama tersebut (Sugiyono, 2022).

Analisis data dilakukan dengan menggunakan teknik analisis kualitatif interaktif yang meliputi tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan (Matthew B. Miles, 2013). Validitas data dijaga melalui teknik triangulasi sumber, yaitu dengan membandingkan data hasil wawancara dan data dokumentasi guna memastikan konsistensi dan keabsahan temuan penelitian.

Hasil dan Pembahasan

Implementasi Program Pengembangan Masyarakat Bebas Karbon

Program Pengembangan Masyarakat Bebas Karbon di Kota Bandung merupakan hasil kerjasama Sister City dengan Kota Kawasaki yang dimulai sejak penandatanganan MoU

tahun 2016. Meskipun MoU pertama mencakup peningkatan kualitas udara, program belum terimplementasi hingga masa berlakunya berakhir di tahun 2019. Kerjasama kemudian dilanjutkan melalui perpanjangan MoU tahun 2020 yang mencakup tiga bidang utama: manajemen limbah, manajemen lingkungan air, dan manajemen kualitas udara. Program ini menjadi salah satu bentuk konkret dari bidang manajemen kualitas udara ini, dengan Kota Kawasaki berperan sebagai mitra strategis dalam transfer teknologi, perencanaan infrastruktur ramah lingkungan, dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia.

Implementasi program ini mencakup tiga aspek penting. Pertama, peralihan ke sistem pendingin udara dengan efisiensi tinggi di berbagai fasilitas publik dan komersial untuk mengurangi konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca. Rencana awalnya, AC efisiensi tinggi akan diterapkan di Rumah Sakit Umum Kota Bandung, namun selama periode 2021-2024 belum terealisasi dan baru akan dilaksanakan pada periode kerjasama 2025-2030. Pengenalan *Building Energy Management System* (BEMS) yang menggunakan teknologi IoT juga menjadi bagian penting untuk mengoptimalkan konsumsi energi di fasilitas seperti Bandung Indah Plaza dan Trans Studio Bandung.

Kedua, perluasan penggunaan lampu jalan LED untuk meningkatkan efisiensi pencahayaan di ruang publik. Meskipun Kota Bandung sudah mengubah Penerangan Jalan Umum (PJU) dari konvensional ke LED sebagai bagian dari program internal, pihak Jepang menawarkan teknologi PJU smart LED yang memiliki tingkat efektivitas pengurangan energi lebih tinggi. Implementasi proyek ini didukung oleh berbagai pihak termasuk lembaga penelitian Jepang, perusahaan swasta, dan pemerintah kedua kota, dengan memanfaatkan skema pembiayaan *Joint Crediting Mechanism* (JCM) untuk mendapatkan subsidi dari pemerintah lingkungan hidup Jepang.

Ketiga, pengenalan sistem pemantauan kualitas udara menggunakan teknologi sensor otomatis untuk mengidentifikasi sumber pencemaran secara real-time. Sistem ini memungkinkan pemerintah Kota Bandung merancang kebijakan berbasis data untuk perbaikan lingkungan. Program juga berfokus pada pengurangan kemacetan lalu lintas dan peningkatan mobilitas perkotaan melalui optimalisasi sistem transportasi umum untuk mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi berbahan bakar fosil. Implementasi bangunan hijau dengan standar konstruksi ramah lingkungan serta penerapan sistem manajemen energi untuk gedung-gedung komersial dan pemerintahan turut menjadi bagian dari program ini.

Hingga saat ini, program Pengembangan Masyarakat Bebas Karbon di Kota Bandung masih dalam tahap *feasibility study* atau studi kelayakan. Hasil konkret dari tahap ini adalah proposal program untuk skema *Joint Crediting Mechanism* (JCM) guna mendapatkan bantuan pendanaan dan subsidi dari pemerintah lingkungan hidup Jepang. Sebagai bagian dari upaya jangka panjang, kerjasama mencakup studi kelayakan dan lokakarya teknis yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan untuk berbagi teknologi dan pengalaman dalam membangun kota berkelanjutan.

Hambatan dan Tantangan dalam Pelaksanaan

Pelaksanaan program Pengembangan Masyarakat Bebas Karbon di Kota Bandung menghadapi berbagai hambatan signifikan. Kendala utama adalah keterbatasan data terkait emisi gas rumah kaca (GRK), khususnya dari sektor pengelolaan sampah dan transportasi yang belum sepenuhnya terdokumentasi, sehingga menyulitkan perencanaan dan evaluasi program secara komprehensif. Kurangnya infrastruktur pendukung juga menjadi tantangan, seperti keterbatasan jalur transportasi ramah lingkungan, sistem pencahayaan hemat energi yang belum sepenuhnya diterapkan, dan sistem pemantauan kualitas udara yang masih belum optimal. Jaringan listrik di Kota Bandung juga belum sepenuhnya mendukung sistem energi terbarukan yang lebih berkelanjutan, sementara pengembangan transportasi umum ramah lingkungan masih mengalami keterbatasan.

Hambatan finansial dan regulasi menjadi tantangan krusial dalam implementasi program. Keterbatasan anggaran untuk mendanai proyek infrastruktur ramah lingkungan seperti smart LED mengharuskan proses pengajuan yang panjang, yakni dua tahun sebelum implementasi, serta harus memenuhi persyaratan sertifikasi dan masuk dalam e-katalog. Kendala regulasi yang paling signifikan adalah persyaratan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) 40% untuk produk pengadaan pemerintah. Produk smart LED yang ditawarkan Jepang belum memenuhi TKDN 40%, sementara kebijakan Pembangunan Produk Dalam Negeri (P3DN) yang diterapkan sejak 2018 mengharuskan barang yang dibeli pemerintah harus merupakan produk dalam negeri dengan TKDN minimal 40%. Ketentuan ini juga berlaku untuk produk-produk tertentu seperti telepon seluler, peralatan pembangkit listrik tenaga surya, dan kendaraan listrik bertenaga baterai yang tarifnya ditetapkan oleh Kementerian Perindustrian.

Tantangan tambahan berasal dari aspek kebijakan dan koordinasi. Meskipun terdapat peraturan terkait konservasi energi dan bangunan hijau, implementasi dan pengawasannya masih lemah, dengan belum adanya mekanisme insentif yang menarik bagi sektor swasta untuk berpartisipasi dalam proyek keberlanjutan. Koordinasi antara pemangku kepentingan termasuk pemerintah daerah, lembaga penelitian, dan sektor swasta masih perlu ditingkatkan. Regulasi pemerintah daerah juga perlu disesuaikan dengan standar nasional dan internasional untuk mencapai target emisi nol bersih. Dari sisi masyarakat, banyak warga yang belum sepenuhnya memahami pentingnya dekarbonisasi dan masih bergantung pada kendaraan berbahan bakar fosil serta pola konsumsi energi tinggi. Upaya mendorong penggunaan kendaraan listrik dan sistem transportasi umum yang lebih efisien menghadapi resistensi baik dari aspek budaya maupun ekonomi.

Dampak terhadap Pengurangan Emisi Karbon

Program Pengembangan Masyarakat Bebas Karbon di Kota Bandung memberikan dampak signifikan terhadap pengurangan emisi karbon melalui berbagai inisiatif strategis. Langkah utama adalah penggantian sistem pencahayaan konvensional dengan lampu LED hemat energi di berbagai fasilitas publik dan jalan raya, yang diperkirakan mampu mengurangi konsumsi listrik sebesar 1.679.515 kWh per tahun dan menurunkan emisi CO₂ hingga 1.253 ton per tahun. Penerapan sistem manajemen energi di gedung-gedung publik

dan komersial turut berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi jejak karbon kota. Di sektor transportasi, program ini mendorong optimalisasi sistem transportasi umum dan pengurangan penggunaan kendaraan berbahan bakar fosil, yang membantu menurunkan emisi gas rumah kaca dari sektor yang sebelumnya menjadi kontributor utama polusi udara di Bandung. Inisiatif pengelolaan limbah berbasis konsep 3R (reduce, reuse, recycle) serta studi kelayakan teknologi biogas juga berperan mengurangi emisi dari sektor pengelolaan limbah.

Secara keseluruhan, program ini menargetkan pengurangan emisi GRK hingga 9% pada tahun 2023 dibandingkan tahun-tahun sebelumnya dengan pendekatan holistik yang mencakup efisiensi energi, transportasi berkelanjutan, dan manajemen limbah yang lebih baik. Keberhasilan inisiatif ini dapat menjadi model bagi kota-kota lain dalam menerapkan strategi rendah karbon untuk mendukung keberlanjutan lingkungan. Dalam aspek pemantauan kualitas udara, optimalisasi metode berkelanjutan dan struktur operasional menjadi prioritas dengan memanfaatkan penuh sumber daya pemantauan yang ada. Wawancara dengan Pemerintah Kota Bandung menunjukkan bahwa lokasi pengukuran saat ini sudah memadai, namun perlu peninjauan kembali dengan mempertimbangkan perubahan faktor sosial. Pengukuran pinggir jalan yang dilakukan setahun sekali dianggap kurang representatif karena dipengaruhi tingkat konsentrasi dan cuaca, sehingga disarankan pemantauan berkelanjutan terhadap polutan indikator seperti emisi kendaraan bermotor.

Kota Bandung menggunakan AQMS tipe sensor untuk pemantauan berkelanjutan di satu lokasi, namun sulit menentukan polusi udara regional dari satu titik saja. Pemantauan berkelanjutan terhadap polutan seperti PM2.5 dan NO2 di beberapa lokasi pinggir jalan sangat bermanfaat untuk memahami dampak emisi kendaraan yang terkait dengan kemacetan lalu lintas dan mengevaluasi efektivitas langkah pengendalian emisi kendaraan. Meskipun penempatan peralatan pengukur otomatis direkomendasikan, kendala biaya pembelian dan pemeliharaan menjadi hambatan. Oleh karena itu, pemanfaatan sensor lebih lanjut disarankan sebagai solusi hemat biaya, khususnya penggunaan sensor seluler yang memudahkan pemahaman lokasi konsentrasi polusi (hot spot) dan pemilihan lokasi pemantauan yang strategis.

Efektivitas Kerja Sama Mewujudkan Pengembangan Masyarakat Bebas Karbon

Efektivitas kerja sama dalam mewujudkan Pengembangan Masyarakat Bebas Karbon di Kota Bandung sangat bergantung pada kolaborasi erat antara pemerintah daerah, sektor swasta, dan lembaga penelitian. Kerja sama dengan Kota Kawasaki telah memungkinkan transfer teknologi dan praktik terbaik dalam pengelolaan lingkungan serta efisiensi energi. Melalui proyek ini, Kota Bandung telah mengadopsi teknologi pendingin udara hemat energi, pencahayaan jalan LED, serta sistem pemantauan kualitas udara yang lebih canggih. Keberhasilan kerja sama ini juga ditunjukkan dengan adanya peningkatan kapasitas dalam manajemen limbah dan pengelolaan transportasi berkelanjutan, dimana Kota Kawasaki yang memiliki pengalaman dalam menerapkan solusi rendah karbon telah membantu Bandung dalam perencanaan strategis dan implementasi kebijakan yang lebih efektif.

Program ini juga telah membuka peluang investasi baru dalam infrastruktur hijau dan meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya efisiensi energi dan transportasi ramah lingkungan.

Meskipun menghadapi berbagai tantangan seperti penyesuaian regulasi dan keterbatasan pendanaan, kerja sama ini telah memberikan hasil nyata dalam pengurangan emisi karbon dan peningkatan kualitas lingkungan. Dengan adanya dukungan dari berbagai pemangku kepentingan, model kolaborasi ini dapat menjadi contoh bagi kota-kota lain di Indonesia dalam mewujudkan masyarakat bebas karbon secara berkelanjutan. Salah satu bentuk kerja sama yang signifikan adalah penerapan sistem pencahayaan LED pintar dan *Building Energy Management System* (BEMS), yang meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi konsumsi listrik di sektor publik dan komersial. Kota Kawasaki juga memberikan dukungan dalam penerapan sistem transportasi berkelanjutan, termasuk prioritas bagi kendaraan ramah lingkungan dan adopsi kendaraan listrik yang berkontribusi terhadap pengurangan emisi karbon secara signifikan.

Kerja sama ini juga mencakup peningkatan sistem pemantauan kualitas udara melalui pemasangan sensor canggih yang memungkinkan analisis data *real-time*, membantu Kota Bandung dalam mengambil keputusan berbasis data terkait kebijakan lingkungan. Selain aspek teknologi, efektivitas kerja sama ini juga terletak pada upaya peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya dekarbonisasi melalui berbagai program edukasi dan kampanye lingkungan yang mendorong masyarakat untuk lebih aktif dalam mendukung transisi energi bersih, seperti menggunakan transportasi umum, mengadopsi gaya hidup hemat energi, dan mendukung energi terbarukan. Sinergi antara pemerintah daerah, institusi penelitian, serta perusahaan swasta dari Jepang dan Indonesia memungkinkan transfer teknologi dan pengetahuan, khususnya dalam penerapan sistem pendingin udara efisiensi tinggi serta instalasi lampu jalan LED pintar yang secara langsung mengurangi konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca.

Kerja sama dengan Kota Kawasaki telah mempercepat implementasi berbagai proyek percontohan yang menggunakan skema pembiayaan *Joint Crediting Mechanism* (JCM), sehingga Kota Bandung dapat mengakses pendanaan internasional untuk mendukung inisiatif ramah lingkungan. Proyek ini juga mendapat dukungan kebijakan dari pemerintah pusat dan daerah yang memperkuat koordinasi antara berbagai pemangku kepentingan dalam mewujudkan target dekarbonisasi. Keberhasilan program ini tidak hanya tercermin dalam pengurangan emisi karbon tetapi juga dalam peningkatan kesadaran dan kapasitas teknis di tingkat lokal. Dengan adanya pelatihan dan lokakarya bersama, berbagai pihak yang terlibat dapat memahami serta mengadopsi teknologi ramah lingkungan, menjadikan Bandung sebagai model pembangunan rendah karbon bagi kota-kota lain di Indonesia.

Peran Kota Kawasaki dalam Mendukung Implementasi Program

Peran Kota Kawasaki dalam mendukung implementasi program Pengembangan Masyarakat Bebas Karbon di Kota Bandung sangat signifikan, terutama dalam aspek transfer teknologi, penyediaan keahlian, serta bantuan teknis dan penelitian. Sebagai kota yang telah lama menerapkan kebijakan rendah karbon, Kawasaki berbagi pengalaman dan

solusi inovatif dalam efisiensi energi, pengelolaan limbah, serta pengurangan emisi transportasi. Salah satu kontribusi utama Kawasaki adalah melalui Kawasaki Green Innovation Cluster yang melibatkan perusahaan dan institusi penelitian untuk mendukung pengembangan teknologi ramah lingkungan di Bandung. Kawasaki membantu dalam perencanaan dan implementasi sistem pencahayaan LED di Bandung serta pengenalan teknologi pendingin udara hemat energi.

Di bidang transportasi, Kawasaki berkontribusi dalam studi kelayakan sistem transportasi berkelanjutan dan teknologi pemantauan kualitas udara yang bertujuan mengurangi polusi akibat kemacetan. Kerja sama ini juga mencakup pengelolaan limbah dan air dengan penerapan sistem manajemen lingkungan yang lebih efisien. Melalui pertukaran teknologi dan kebijakan, Kota Kawasaki tidak hanya memberikan bantuan teknis tetapi juga membangun kapasitas bagi pemerintah dan masyarakat Bandung dalam mewujudkan kota yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Sebagai kota yang telah berhasil menerapkan strategi dekarbonisasi, Kawasaki berbagi pengalaman dan teknologi dalam efisiensi energi, pengelolaan limbah, serta sistem transportasi berkelanjutan, dengan salah satu kontribusi utama adalah pengenalan *Building Energy Management System (BEMS)* dan teknologi pendingin udara hemat energi untuk meningkatkan efisiensi konsumsi energi di sektor bangunan.

Kawasaki juga mendukung Kota Bandung dalam pengembangan transportasi ramah lingkungan dengan mempromosikan penggunaan kendaraan listrik serta sistem manajemen mobilitas yang lebih efisien. Melalui forum diskusi dan studi kelayakan, Kawasaki membantu merancang kebijakan yang mendukung adopsi kendaraan listrik dan pengurangan emisi karbon dari sektor transportasi. Kawasaki turut berperan dalam peningkatan sistem pemantauan kualitas udara dengan memasang sensor dan sistem analisis data real-time yang memungkinkan Kota Bandung untuk memantau tingkat polusi udara secara lebih akurat dan mengambil langkah mitigasi yang tepat. Kerja sama ini juga mencakup program edukasi dan peningkatan kapasitas bagi pemangku kepentingan di Bandung, dengan berbagai lokakarya dan pelatihan yang telah diselenggarakan untuk meningkatkan pemahaman mengenai strategi dekarbonisasi dan teknologi lingkungan mutakhir.

Kawasaki juga menginisiasi pameran teknologi lingkungan untuk memperkenalkan solusi inovatif kepada pemerintah dan sektor swasta di Bandung, sehingga mendorong adopsi teknologi rendah karbon dalam skala yang lebih luas. Dengan pendekatan yang holistik ini, Kawasaki berperan sebagai mitra strategis yang tidak hanya menyediakan teknologi dan pendanaan tetapi juga membantu dalam pembentukan kebijakan dan peningkatan kesadaran masyarakat demi tercapainya Pengembangan Masyarakat Bebas Karbon di Kota Bandung. Sebagai mitra strategis, Kawasaki berbagi pengalaman dan teknologi dalam dekarbonisasi kota melalui berbagai inisiatif termasuk transfer teknologi hemat energi dan sistem manajemen lingkungan, serta membantu Bandung dalam mengakses skema pendanaan internasional seperti Joint Crediting Mechanism (JCM) yang memungkinkan implementasi proyek dengan biaya lebih terjangkau.

Keberlanjutan dan Implikasi Jangka Panjang

Keberlanjutan dan implikasi jangka panjang dari program Pengembangan Masyarakat Bebas Karbon di Kota Bandung berfokus pada pencapaian nol karbon bersih pada tahun 2050 melalui berbagai inisiatif strategis. Salah satu langkah utama adalah penerapan konsep *Zero Energy Buildings* (ZEB) yang bertujuan mengurangi konsumsi energi lebih dari 20% dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan dan teknologi hemat energi. Program ini juga mengadopsi kebijakan pembangunan hijau dan standar efisiensi energi yang lebih ketat untuk sektor perumahan dan komersial. Dalam jangka panjang, proyek ini tidak hanya berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca hingga 80% pada tahun 2050, tetapi juga membuka peluang investasi dalam green finance termasuk penerbitan obligasi hijau untuk mendukung infrastruktur ramah lingkungan. Kolaborasi dengan berbagai pemangku kepentingan seperti sektor swasta dan universitas terus diperkuat untuk memastikan keberlanjutan inisiatif ini.

Implikasi dari program ini juga mencakup peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya gaya hidup ramah lingkungan serta penguatan regulasi terkait efisiensi energi dan pengelolaan limbah. Keberhasilan program ini di Kota Bandung diharapkan dapat menjadi model bagi kota-kota lain di Indonesia dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan dan berkontribusi pada target nasional dalam pengurangan emisi karbon. Program ini diharapkan dapat menjadi model bagi kota lain di Indonesia dalam membangun masyarakat rendah karbon melalui penerapan teknologi ramah lingkungan serta kebijakan regulasi yang mendukung. Peningkatan kesadaran masyarakat dan pelaku industri terhadap efisiensi energi akan menjadi faktor penting dalam memastikan keberlanjutan program ini. Implikasi dari proyek ini juga mencakup penguatan kerja sama internasional seperti dengan Kota Kawasaki dalam berbagi pengetahuan dan teknologi yang lebih maju untuk mendukung transisi menuju masyarakat rendah karbon yang berkelanjutan.

Simpulan

Kerja sama sister city antara Kota Bandung dan Kota Kawasaki dalam pengembangan masyarakat bebas karbon periode 2021–2024 merupakan bentuk paradiplomasi lingkungan yang menunjukkan peran aktif pemerintah daerah dalam merespons tantangan perubahan iklim global. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi kerja sama masih berada pada tahap feasibility study dengan fokus pada transfer pengetahuan, peningkatan kapasitas teknis, dan identifikasi skema pendanaan melalui *Joint Crediting Mechanism* (JCM), meskipun menghadapi hambatan seperti keterbatasan pendanaan daerah, regulasi TKDN, dan ketersediaan data emisi yang belum optimal. Implikasi penting dari temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan paradiplomasi lingkungan tidak hanya bergantung pada komitmen kerja sama internasional, tetapi juga memerlukan dukungan kebijakan nasional yang kuat dan peningkatan kapasitas institusional pemerintah daerah. Untuk meningkatkan efektivitas kerja sama ke depan, diperlukan penguatan sinergi antara pemerintah daerah dan pusat, kejelasan regulasi pendukung, serta keberlanjutan pendanaan program. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji implementasi teknis program zero carbon society di kota-kota lain di Indonesia, mengevaluasi dampak

ekonomi dan sosial dari penerapan teknologi rendah karbon, serta menganalisis model pembiayaan alternatif yang lebih adaptif terhadap kondisi regulasi lokal. Secara praktis, rekomendasi bagi pemerintah daerah meliputi penyusunan roadmap rendah karbon yang terintegrasi, pembentukan sistem monitoring emisi yang komprehensif, dan pengembangan kebijakan insentif untuk mendorong partisipasi sektor swasta dalam program pembangunan berkelanjutan.

Referensi

- Arman. (n.d.). Sistem Informasi Pengolahan Data Penduduk Nagari Tanjung Lolo, Kecamatan Tanjung Gadang, Kabupaten Sijunjung Berbasis Web. *Jurnal Edik Informatika*, 165.
- Bakhan ako najmalddin, D. A. (2016). *Paradiplomacy Of The Kurdistan Region After 2003 : Present And Future*. 475.
- Bennett, R. J. (2011). *Local Business Voice: The History of Chambers of Commerce in Britain, Ireland, and Revolutionary America, 1760-2011*. Oxford University Press.
- Chairunnisa, R. S. (2024). Analyzing The Implementation of Green-Economy Inclusive Strategy in East Java Province Through Urban Good Governance in Green-Economy Framework: The Case of Surabaya. *East Java Economic Journal*, 73-98.
- Christie. (2022). Bridging Concepts: Multi-Level Governance and Paradiplomacy Explaining Territorial Changes in Europe. *Teorija in Praksa*, 766-783.
- Creswell, J. W. (2018). *Fifth Edition Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approach*. United States of America: SAGE Publications, Inc.
- Damayanti, M. (2012). *Kerjasama ASEAN dalam Menghentikan Aliran Dana Operasional Terorisme Internasional di Asia Tenggara*. Repository UIN JKT.
- Darmadi, H. (2014). *Metode penelitian pendidikan dan sosial : Teori konsep dasar dan implementasi*. Bandung: Alfabeta.
- Dr. Rusdiyanta, S. S. (2022). *Pengantar Ilmu Hubungan Internasional*. Depok: Rajawali Pres.
- Dustin McLarty, N. D. (2014). Sisters in sustainability: municipal partnerships for social, environmental, and economic growth. *Sustainability Science*, 277-292.
- F Widiana, A. U. (2021). Menuju Surabaya Green City melalui Kerjasama Kota Kembar Surabaya-Kitakyushu. *Transformasi Global*, 100-112.
- Fadhilah, A. N. (2024). Identifying East Java Trade Interest Through Paradiplomacy Initiatives - Analysis on Actors, Processes and Goals of Diplomacy. *Jsd*, 16.

- Fathun, L. M. (2018). "Pariwisata di Era Ekonomi Digital" sebuah implementasi pilar kebijakan poros maritim di era jokowi dalam konteks paradiplomacy. *Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan*, 56-70.
- Intan Yuli Nur Khasanah, A. W. (2023). Pemberdayaan Kelompok Tani melalui Pengembangan Nilai-Nilai Modal Sosial dalam Pelestarian Lingkungan di Kabupaten Karanganyar. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 27-41.
- J. Frankel, L. H. (1991). *Hubungan Internasional*. Jakarta: ANS Sungguh Beersaudara.
- John Baylis, S. S. (2020). *The Globalization of World Politics: An Introduction to International Relations*. Oxford University Press.
- John W. Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Los Angeles: SAGE Publications.
- Joseph F. Hair Jr, W. C. (2010). *Multivariate Data Analysis (7th Edition)*. Pearson Education.
- KEOHANE, R. O. (1984). *After Hegemony: Cooperation and Discord in the World Political Economy (REV-Revised)*. Princeton University Press.
- Kolodziej, E. A. (2005). Realism, neorealism and liberal institutionalism. In *Security and International Relations*.
- Kurniawati, U. F. (2022). Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Besaran Stok Karbon di Kota Surabaya. *Jurnal Penata Ruang*.
- Mas'oe'd, M. (1994). *Ilmu hubungan internasional Disiplin dan Metodologi*. Jakarta: PT. Gajah Mada University Press.
- Matthew B. Miles, A. M. (2013). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. SAGE Publications.
- McClelland, C. A. (1986). *Ilmu hubungan internasional teori dan sistem* Charles A. McClelland. Jakarta: Rajawali.
- Muslimah, A. (2021). Memahami Teknik Pengolahan dan Analisis Data Kualitatif. *Proceedings*, Volume 1, Nomor 1, 178.
- Nilamsari, N. (2014). Memahami Studi Dokumen Dalam Penelitian Kualitatif. *Wacana* Volume XIII No.2, 178.
- Oriental Consultants Co., L. (2022). *Final Report City to City Collaboration for Zero-carbon Society in FY2021, Zero-carbon Society Development in Bandung City through*

Energy Saving of Infrastructure System and Mobility Improvement of Transportation Infrastructure System. Kawasaki City: MOEJ.

Oriental Consultants Co., L. (2023). Final Report City to City Collaboration for Zero-carbon Society in FY2022, Zero-carbon Society Development in Bandung City through Energy Saving of Infrastructure System and Mobility Improvement. Kawasaki City: MOEJ.

Oriental Consultants Co., L. (2024). Final Report City to City Collaboration for Zero-carbon Society in FY2023, Zero-carbon Society Development in Bandung City through Energy Saving in Building and Transportation Sectors. Kawasaki City: MOEJ.

Prasetya, M. N. (2021). Analisis peran dan hambatan dewan perwakilan rakyat daerah (dprd) terhadap persetujuan kerjasama luar negeri (paradiplomasi) di sumatera utara. *Frequency of International Relations (Fetrian)*, 56-81.

Raja Pranatha Doloksaribu, A. A. (2024). Bagaimana Peluang Dan Tantangan Implementasi Atas Pengungkapan Emisi Karbon Di Indonesia? *Jurnalku*.

Robert Keohane, J. S. (1988). Neorealism and Neoliberalism. *World Politics*, 235–251.

Rolf D. Cremer, A. D. (2001). International Sister-Cities: Bridging the Global-Local Divide. *The American Journal Economics and Sociology*, 377-401.

Ruggie, J. G. (1998). *Constructing the World Polity Essays on International Institutionalisation*. Routledge.

Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.

Swardana, A. (2022). Dinamika Perubahan Cadangan Karbon Akibat Perubahan Penggunaan Lahan di Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG) Pulau Rangsang. *Jagros : Jurnal Agroteknologi dan Sains (Journal of Agrotechnology Science)*.

Tanujaya, C. (2017). Perancangan Standart Operational Procedure Produksi Pada Perusahaan Coffein. *PERFORMA: Jurnal Manajemen dan Start-Up Bisnis*, 93.

Thomson, J. E. (1995). State Sovereignty in International Relations: Bridging the Gap between Theory and Empirical Research. *International Studies Quarterly*, 213-233.

Tidwell. (2020). Strategic competition and the evolving role of Indo-Pacific paradiplomacy. *Australian Journal of International Affairs*, 103-119.