



MODEL GERAKAN BERBAHASA “GENERATOR KINCIR AIR DARI SAMPAH” SEBAGAI ALTERASI PEMBANGKIT LISTRIK DALAM MEWUJUDKAN INDONESIA *NET ZERO EMISSION 2050*

Shafa Salsabila Azzuhro, Aisyah Wahyu Al-Amin, Muhammad Nafis Laksono
Izzatul Laila, M.Pd.I
SMA NEGERI 2 JOMBANG
azzuhroshafa012@gmail.com

ABSTRAK

Pada tataran realita (*Das Sein*) peningkatan jumlah penduduk di Indonesia berdampak signifikan terhadap peningkatan penggunaan energi listrik dan bahan bakar. Menurut data dari *Global Carbon Project* pada tahun 2020 Indonesia menempati peringkat ke-10 negara penghasil emisi karbon terbesar di dunia yakni sebesar 590 MtCO₂. Sektor industri yang menggunakan batu bara sebagai sumber energi listrik diperkirakan menjadi penyumbang utama terhadap emisi CO₂ tersebut. Padahal Idealitanya (*Das sollen*) Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang melimpah. Menurut data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Indonesia memiliki total potensi tenaga air sebesar 75.000 MW. Namun, yang termamfaatkan saat ini hanya 10,1% atau sebesar 7.572 MW yang berarti masih terjadi ketidakefektifan pemanfaatannya. Dalam rangka mengatasi permasalahan ini, peneliti mengusulkan "Model GERAKAN BERBAHASA : Generator Kincir Air dari Sampah" sebagai inovasi dalam pembangkit listrik yang bersumber pada air. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi mengenai: 1) Pengurangan ketergantungan pada batu bara melalui pembuatan GERAKAN BERBAHASA, 2) Model GERAKAN BERBAHASA sebagai sumber listrik energi terbarukan dalam mendukung pencapaian Indonesia *Net Zero Emission* di tahun 2050. Pisau analisis: Model GERAKAN BERBAHASA, inovasi pembangkit listrik, Indonesia *Net Zero Emission 2050*. Metode penelitian menggunakan jenis penelitian *field research* dan pendekatan kualitatif deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan: 1) Model GERAKAN BERBAHASA terbukti efektif dalam menghasilkan listrik dari sampah, 2) Penerapan model ini dapat berkontribusi pada pencapaian target NZE 2050 dengan memberikan alternatif pembangkit listrik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan solusi inovatif untuk menghadapi tantangan konsumsi energi dan emisi dalam pembangkit listrik di Indonesia.

Kata Kunci : *Generator Kincir Air dari Sampah, Pembangkit Listrik, Net Zero Emission*





PENDAHULUAN

Bentang alam diilustrasikan sebagai ruang di muka bumi yang terdiri dari beberapa lapisan seperti bebatuan, udara, air, tumbuhan dan hewan. (Zonneveld, 1979). Amiuza et al. (2012) mendefinisikan jika bentang alam merupakan salah satu bentuk dari kawasan yang bergantung pada kebudayaan daerah masing-masing untuk mengelola serta memanfaatkan keberadaan potensi bentang alam yang ada. Hal ini berarti berkenaan dengan aktivitas manusia dengan lingkungan sekitarnya untuk memenuhi kehidupan sehari-hari. Pada dasarnya, bentang alam diciptakan oleh Tuhan dengan penuh keseimbangan antara satu komponen dengan komponen alam lainnya yang saling menunjang dan bersinergi satu sama lain. Keberadaan manusia dengan berbagai dinamikanya dalam memenuhi kebutuhan hidup dan keinginan manusia telah mengubah tatanan alam sehingga mampu menurunkan keseimbangan antara daya dukung yang ada dan daya tampung (Rohmat, 1989). Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki kekayaan bentang alam yang melimpah, termasuk kekayaan sumber daya pada sektor energi.

Indonesia sebagai negara berkembang dengan kekayaan yang melimpah harus menghadapi tantangan serius terkait dengan krisis penurunan energi dan dampak buruk perubahan iklim. Perubahan drastis dalam pola cuaca, suhu rata-rata global yang meningkat, serta dampak ekstrem seperti banjir, kekeringan, dan peningkatan permukaan air laut telah menjadi perhatian utama dunia. Fenomena ini tidak hanya mempengaruhi lingkungan alamiah, tetapi juga berdampak pada ekonomi, sosial, dan politik global. Pada dasarnya, krisis iklim global merujuk pada perubahan signifikan dalam komposisi atmosfer akibat aktivitas manusia yang memicu efek rumah kaca. Efek rumah kaca ini menyebabkan penahanan panas di atmosfer, mengakibatkan kenaikan suhu global. Aktivitas seperti pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan industri berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO₂). Pemerintah Indonesia telah menetapkan target pengurangan kemiskinan terhadap *Global Warming* sebesar 4% pada tahun 2025, namun kebijakan iklim yang keras dapat membuat tujuan tersebut tidak tercapai, tetapi dengan bantuan internasional dapat membantu Indonesia mengurangi emisi sebesar 41% pada tahun 2030. Pada tahun 2020, Pemerintah Indonesia memasukkan rekomendasi inisiatif pembangunan rendah karbon yang baru ke dalam Rencana Pembangunan Nasional 2020-2024. Perlindungan dan restorasi Mangrove akan memainkan peran penting dalam mencapai tujuan pengurangan emisi gas rumah kaca hingga lebih dari 43% pada tahun 2030.

Pada tataran realita (*Das Sein*) menurut data dari *Global Carbon Project* pada tahun 2020 Indonesia menempati peringkat ke-10 negara dengan penghasil emisi karbon terbesar di dunia dengan emisi sebesar 590 MtCO₂. Selain itu, Indonesia juga berada di peringkat kedua negara penghasil sampah plastik terbesar di dunia. Pergantian iklim dapat mengancam manusia dengan kekurangan makanan dan air bersih, meningkatnya panas, banjir yang hebat, berbagai kerugian ekonomi dan banyaknya timbulnya penyakit. Dari data Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memaparkan perubahan iklim sebagai ancaman kesehatan global terbesar di abad ke-21. Padahal Idealitanya (*Das sollen*) Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang melimpah, salah satunya adalah sumber daya air. Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Indonesia memiliki total potensi tenaga air sebesar 75.000 MW. Namun, yang dimanfaatkan saat ini hanya 10,1% atau sebesar 7,572 MW. McCombie & Jefferson (2016) mengungkapkan bahwa dengan adanya pengembangan kegiatan dalam





pemanfaatan potensi sumber daya energi yang ada (tenaga air, surya, bioenergi, angin dan energi lainnya) menjadi cara alternatif untuk melindungi lingkungan secara efektif. Hal ini terbukti, pemanfaatan energi terbarukan akan mengurangi emisi CO₂ khususnya di negara kawasan Asia Tenggara. Selain itu, juga dapat mengurangi produksi polutan udara yang bersifat berbahaya seperti NO dan CO yang menyebabkan terjadinya fenomena hujan asam. Mengingat hal ini perlu diupayakan semaksimal mungkin dalam pemanfaatan sumberdaya energi yang ramah lingkungan.

Mendukung pernyataan tersebut, pada tahun 2050 potensi sumber energi terbarukan termasuk panas bumi, hidro, surya, biomassa dan energi laut dapat dieksploitasi sampai 300 Mtoe per tahun, Mtoe sendiri didefinisikan ton ekuivalen minyak yang merupakan satuan energi yang didefinisikan sebagai jumlah energi yang dilepaskan dengan membakar satu ton minyak mentah. Eksploitasi sampai 300 Mtoe per tahun tersebut setara dengan 20% dari pasokan energi primer (Ibrahim et al. 2010; Khattak et al. 2019). Terlebih lagi faktor curah hujan rata-rata tahunan tinggi sehingga sangat mendukung sekali dalam pemanfaatan sumberdaya energi tenaga air yang pasokannya melimpah di Indonesia. Terdapat pula, lebih dari 800 sungai yang tersebar di 17.508 pulau di Indonesia dan sungai-sungai tersebut berperan penting dalam transportasi dan irigasi (Tang et al. 2019). Selain itu, Indonesia memiliki potensi tenaga air skala kecil yang besar dan banyak. Hal ini dapat didistribusikan secara luas di beberapa daerah dalam negeri. Potensi ini diperkirakan secara kasar terdapat 459,91 MW terdapat 4,54% di Indonesia, yang telah dikembangkan untuk pembangkit listrik di beberapa lokasi di Indonesia (Purwanto et al. 2006). Pengembangan energi terbarukan sebagai pembangkit listrik seperti bendungan memberikan kontribusi besar bagi masyarakat dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari (Hasan et al, 2012). Serupa dengan Conzen (2001), jika manusia memiliki peran utama dalam memanfaatkan sumber daya alam yang ada melalui aktivitasnya untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Salah satu pemanfaatan sumber daya alam dapat berupa potensi bentang alam kawasan daerah aliran sungai (DAS) melalui tenaga air yang dihasilkannya. Daerah Jawa Timur memiliki beberapa DAS dengan karakteristik potensi masing-masing yang dapat dimanfaatkan. Seperti untuk keperluan pariwisata dengan memanfaatkan keindahan bentang alam sungai, danau, dan sejenisnya. Atau pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) untuk memanfaatkan dari segi energi.

DAS adalah daerah aliran sungai yang memiliki potensi bentang alam dengan karakteristik berbentuk memanjang dengan luas daerah tangkapan sebesar 1.203 km², berupa daerah bergunung di bagian hulu dan ketinggian relatif landai di bagian hilir dengan tata guna lahan daerah persawahan (pertanian), kebun, permukiman dan perdagangan (Sunarko, 2021). Dalam hal ini tidak sejalan dengan pernyataan bahwasanya Indonesia menargetkan untuk mencapai *Net Zero Emission* pada tahun 2050, karena dengan banyaknya energi yang terbarukan yang dijelaskan diatas mengenai sumber daya air yang melimpah tetapi belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. *Net Zero Emission* atau nol emisi karbon merupakan suatu kondisi dimana jumlah emisi yang dilepaskan ke atmosfer tidak melebihi jumlah emisi yang mampu diserap oleh bumi. Sedangkan untuk mencapai target global pengurangan emisi karbon Indonesia perlu bergerak menuju solusi inovatif dalam sektor energi dengan memanfaatkan sumber daya air serta sampah anorganik yang selama ini kurang optimal dalam pengelolaannya yang dapat membahayakan lingkungan bila tidak dikelola secara baik dan benar, sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 21 tahun 2006 tentang kebijakan dan strategi nasional pengembangan sistem pengelolaan





sampah, yaitu pemukiman sehat yang bersih dari sampah, serta mengacu kepada Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 tentang sumber daya air yang wajib dikelola dengan memperhatikan fungsi sosial, lingkungan hidup dan ekonomi secara selaras.

Pemanfaatan sumber daya alam merupakan aktivitas manusia yang memiliki dampak besar bagi kehidupan manusia untuk meningkatkan pendapatan dan devisa negara. Menurut Kumurur (2012) berpendapat sumber daya alam (SDA) merupakan aset penting yang bersifat alamiah untuk menopang sistem keberlanjutan lingkungan hidup di masa mendatang. Sistem pengelolaan yang lestari dibutuhkan guna mempertahankan siklus alamiah agar tidak musnah di kemudian hari. Berbagai upaya harus dilakukan dalam mewujudkan pengelolaan sumber daya alam yang arif dan bijaksana. Eksistensi sumber daya alam memiliki peran penting bagi kehidupan manusia di muka bumi. Istilah sumber daya alam untuk berbagai komunitas tidak hanya memiliki nilai makna ekonomi tetapi juga memiliki makna sosial budaya, lingkungan hingga sosial politik.

Noor (2018) beranggapan bahwa sumber daya alam merupakan sebuah karunia yang diamanahkan dari Tuhan untuk dikelola dengan bijaksana dan arif, sehingga dapat terwujudnya keberlanjutan secara arif dan lestari. Indonesia sebagai salah satu negara tropis yang memiliki anugerah dan karunia tersebut harus melestarikan dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku. Jika dilihat Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi sumber daya alam melimpah mulai dari potensi dari laut, darat, bumi dan sumber potensi lainnya. Namun, keberadaan potensi tersebut belum dapat dimanfaatkan selayaknya dengan faktor keterbatasan seperti perkembangan teknologi yang kurang memadai dan pendukung sumber dana yang kurang. Padahal jika potensi tersebut dikelola dan dimanfaatkan secara optimal maka dapat memberikan dampak yang signifikan pula bagi kesejahteraan seluruh masyarakat Indonesia.

Berdasarkan kesenjangan antara *das sein* dan *das sollen*, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "**Model Gerakan BERBAHASA "Generator Kincir Air Dari Sampah" Sebagai Alterasi Pembangkit Listrik Dalam Mewujudkan Indonesia Net Zero Emission 2050**" dengan harapan dapat mengurangi tumpukan sampah dan mengoptimalkan sumber daya air di Indonesia sebagai sumber tenaga listrik ramah lingkungan bagi masyarakat. Pemerintah menganggap kekayaan sumber daya alam Indonesia sebagai komponen penting dalam menjalankan pembangunan bangsa. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber daya alam dieksploitasi harus mempertimbangkan asas keadilan, demokratis, dan keberlanjutan fungsi sumber daya alam. Sehingga inovasi-inovasi untuk membangun bangsa akan segera terwujud sesuai apa yang dicita-citakan oleh bangsa Indonesia

Sehubungan dengan latar belakang tersebut dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengurangan ketergantungan pada batu bara melalui Model Gerakan BERBAHASA?
2. Bagaimana Model Gerakan BERBAHASA sebagai sumber listrik energi terbarukan dalam mendukung pencapaian Indonesia *Net Zero Emission* (NZE) di tahun 2050?

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi mengenai:

1. Pengurangan ketergantungan pada batu bara melalui pembuatan Model Gerakan BERBAHASA.





2. Sebagai sumber listrik energi terbarukan dalam mendukung pencapaian Indonesia *Net Zero Emission* (NZE) di tahun 2050.

Adapun Manfaat Teoritis dalam penelitian ini adalah:

1. Memberikan kontribusi informasi dalam rangka memperluas wawasan pengelolaan sumber daya energi terbarukan.
2. Memberikan gambaran kepada pembaca tentang Penyediaan energi telah menjadi salah satu komponen kunci dalam mencapai ketahanan nasional. Setiap sumber daya manusia yang beroperasi di industri ini akan memiliki insentif yang sangat kuat berkat persaingan global untuk memenuhi kebutuhan energi. Persaingan yang tinggi membutuhkan sumber daya manusia dengan kualitas tinggi. Prinsip-prinsip nasional Pancasila dapat menjadi inspirasi bagi sumber daya manusia Indonesia untuk menang dalam persaingan.
3. Memberikan dorongan kepada pembaca agar mampu menempatkan keberadaan sumber daya alam yang melimpah di Indonesia menjadi kapasitas untuk memenuhi kebutuhan penduduknya untuk energi.

Manfaat Praktis penelitian ini adalah:

1. Memberikan alternatif sumber energi terbarukan ramah lingkungan berupa GERAKAN BERBAHASA “Generator Kincir Air Dari Sampah” yang dapat diterapkan secara praktis oleh masyarakat.
2. Selama ekonomi berhasil, energi baru dan terbarukan akan memainkan setidaknya 23% dan 31% bagian masing-masing pada tahun 2025 dan 2050.
3. Memberikan Kontribusi batubara setidaknya 30% pada tahun 2025 dan setidaknya 25% pada tahun 2050.

TINJAUAN PUSTAKA

Seiring bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia, penggunaan energi listrik kian bertambah. Menurut laporan dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, pada 2023 realisasi konsumsi listrik rata-rata setiap orang di Indonesia mencapai 1.285kWh/kapita. Jumlah ini naik dari rata-rata pada tahun sebelumnya yang mencapai 1.173 kWh/kapita. Dan untuk memenuhi kebutuhan terhadap penggunaan listrik tersebut masyarakat memilih menggunakan batu bara sebagai sumber energi listrik karena ketersediaannya yang masih melimpah di Indonesia. Selain karena melimpah, hingga saat ini alternatif penggunaan energi baru terbarukan (EBT) masih belum banyak tersedia di Indonesia. Menurut data Dewan Energi Nasional (DEN), persentase bauran energi tertinggi masih didominasi batubara (40,46%), baru kemudian disusul minyak bumi (30,18%), gas bumi (16,28%), dan EBT (13,09%). Terkhusus pembangkit listrik tenaga air, hanya berada pada angka 10,1% atau sebesar 7,572 MW dari potensi *hydropower* sebesar 75.000 MW.

Untuk memaksimalkan potensi *hydropower* diperlukan untuk kita meningkatkan jumlah unit Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Dalam praktiknya, PLTA dikategorikan dalam beberapa kategori yakni :

- 1) PLTA, dikategorikan untuk pembangkitan listrik pada daya / kapasitas lebih dari 5.000 kW. Struktur PLTA diantaranya yaitu waduk (*reservoir*), bendungan (dam),





gerbang kontrol, penstock, turbin air, generator, dan jaringan listrik pendukung lainnya. Pada umumnya PLTA terkoneksi pada jaringan (*on grid*) untuk didistribusikan ke konsumen dengan kapasitas besar.

2) Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro dan Mikrohidro (PLTMH)

PLTM dikategorikan untuk pembangkit listrik tenaga air pada daya antara 100 kW hingga 5.000 kW, sementara PLTMH menghasilkan daya kurang dari 100 kW. Dengan daya yang kecil hingga sedang, PLTM dan PLTMH dibangun pada saluran irigasi atau sungai pada daratan yang berbukit sehingga terdapat energi mekanik aliran air. Komponen utama dari pembangkit listrik ini diantaranya *reservoir*, pipa pesat, turbin air, generator, dan saluran pembuangan sebagaimana pada PLTA tetapi dengan kapasitas yang lebih kecil. Dengan daya yang dihasilkan PLTM dan PLTMH dapat dihubungkan dengan jaringan listrik yang terkoneksi dengan pembangkit lainnya (*on grid*) atau dapat langsung digunakan untuk sejumlah pemukiman atau keperluan tertentu (*off grid*). (Schnitzer 2011).

3) PLTA *Pumped Storage*, juga dikenal sebagai *pumped-hydro energy storage*, adalah salah satu dari beberapa teknologi penyimpanan yang dapat digunakan untuk mendukung keseimbangan sesaat antara pasokan dan permintaan listrik, dengan demikian dapat mempertahankan daya stabilitas sistem, keamanan, dan keandalan sistem. Biasanya, efisiensi energi pumped storage bolak-balik bervariasi antara 70% dan 80%. Kekurangan dari pumped storage yaitu pemilihan lokasi yang dibutuhkan, membutuhkan ketinggian geografis dan ketersediaan air. Oleh karena itu, daerah yang sesuai untuk penggunaannya yaitu daerah perbukitan atau pegunungan sekaligus berpotensi dengan keindahan alamnya. Skema *pumped storage* terhubung dengan jaringan lainnya dan bisa melakukan fungsi kontrol frekuensi, kontrol jaringan, restart sistem, dan cadangan saat pemadaman (Ion, Petrescu, and Petrescu 2015).

Indonesia sedari awal telah menjadikan pembangunan unit PLTA menjadi fokus, dengan memasang target tinggi dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL). Pada RUPTL PLN tahun 2021-2030, porsi target tenaga air mencapai 44% dari total rencana pembangkit energi terbarukan hingga 2030. Dalam mencapai target tersebut, PLN akan memanfaatkan bendungan milik Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Kemen PUPR). Kemen PUPR akan membangun bendungannya dan PLN yang akan membangun pembangkit listriknya. Total perencanaan pembangunan PLTA dengan pemanfaatan bendungan ada di 60 titik se-Indonesia, atau setara dengan kapasitas pembangkit 377,1 MW.

Selain potensi *hydropower* yang belum maksimal, Indonesia juga masih termasuk sebagai negara penghasil emisi karbon tertinggi. Menurut data dari Global Carbon Project pada tahun 2020 Indonesia menempati peringkat ke-10 negara dengan penghasil emisi karbon terbesar di dunia dengan emisi sebesar 590 MtCO₂. Hal ini disebabkan tentunya oleh penggunaan bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak bumi yang masih tinggi. Selain itu, Indonesia juga berada di peringkat kedua negara penghasil





sampah plastik terbesar di dunia. Hal ini disebabkan oleh berbagai hal, mulai dari kesadaran masyarakat mengenai pengelolaan sampah yang minim, ketersediaan fasilitas penunjang pengelolaan limbah, dan regulasi yang masih belum terlaksana secara sempurna. Hal ini tidak sesuai dengan target pemerintah Indonesia untuk mencapai *Net Zero Emission* pada tahun 2050.

Net Zero Emission (NZE) atau nol emisi karbon adalah kondisi ketika jumlah emisi karbon yang dilepaskan ke atmosfer tidak melebihi jumlah emisi yang mampu diserap oleh bumi. Usaha untuk mencapai NZE kadang disebut pula sebagai dekarbonisasi. Istilah ini pertama kali muncul di COP21 Paris pada tahun 2015 dalam pengukuhan Persetujuan Paris atau *Paris Agreement*. Persetujuan Paris merupakan perjanjian internasional dengan tujuan menahan peningkatan temperatur rata-rata global hingga 2^o Celcius dibandingkan pada masa pra-industri dan sedapat mungkin menjaga kenaikan temperatur tersebut tidak lebih dari 1,5^o C. Perjanjian ini telah disepakati oleh 197 negara dan diratifikasi oleh 191 negara.

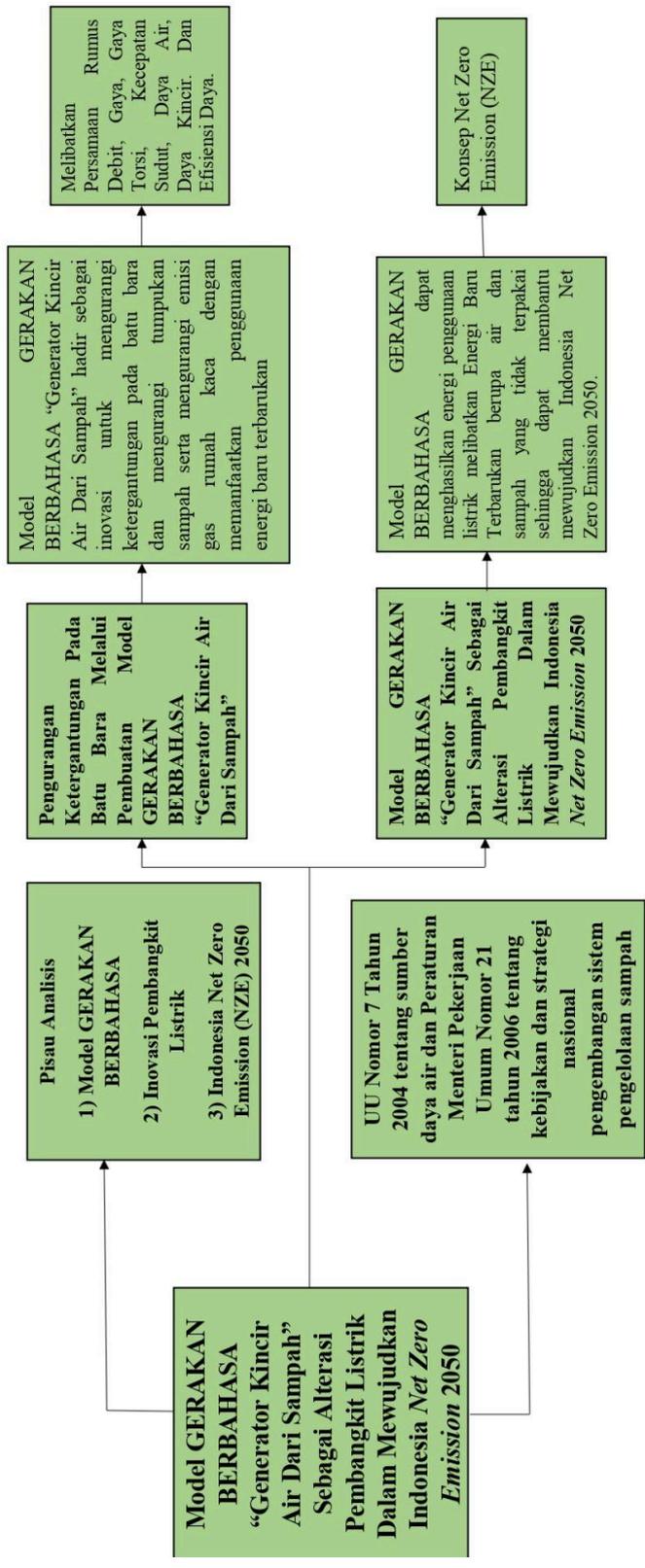
Indonesia sebagai salah satu negara yang meratifikasi Perjanjian Paris telah mengajukan rencana jangka panjang rendah karbon-nya ke UNFCCC yang disebut sebagai *Long-term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience (LTS-LC CR)*. Dokumen tersebut menyatakan bahwa Indonesia akan mencapai kondisi NZE pada tahun 2050 atau lebih awal. Salah satu implementasi dari dekarbonisasi Indonesia untuk menuju kondisi NZE antara lain meningkatkan unit pembangkit listrik berbasis Energi Baru Terbarukan (EBT) yang dalam fokus kajian ini adalah melalui tenaga air, dan rencana penghentian pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) sebanyak 53 GW antara tahun 2025- 2045

Berikut adalah theoretical framework yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini:





*Theoretical Framework Model GERAKAN BERBAHASA “Generator Kincir Air Dari Sampah”
Sebagai Alterasi Pembangkit Listrik Dalam Mewujudkan Indonesia Net Zero Emission 2050*





PEMBAHASAN

1) Pengurangan ketergantungan pada batu bara melalui Model GERAKAN BERBAHASA “Generator Kincir Air Dari Sampah”

Seiring bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia, penggunaan energi listrik semakin bertambah. Dan untuk memenuhi kebutuhan terhadap penggunaan listrik tersebut masyarakat memilih menggunakan batu bara sebagai sumber energi listrik karena ketersediaannya yang masih melimpah di Indonesia. Menurut data Dewan Energi Nasional (DEN), persentase bauran energi tertinggi masih didominasi batubara sebanyak 40,46%. Sementara untuk pembangkit listrik tenaga air hanya berada pada angka 10,1% atau setara dengan 7,572 MW dari potensi *hydropower* sebesar 75.000 MW.

Namun, masyarakat tidak dapat bergantung kepada batubara atau bahan bakar fosil lainnya sebagai sumber energi listrik terus menerus dikarenakan komitmen yang diambil untuk mencapai Indonesia *Net Zero Emission* pada tahun 2050, dan apabila batu bara digunakan secara berkepanjangan maka akan mengakibatkan dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia. Patut diingat bahwa aktivitas produksi energi listrik berbasis batu bara juga melibatkan aktivitas pertambangan.

Dalam artikel The Harvard College Global Health Review (HCGHR), Dr. Michael Hendryx, peneliti dari West Virginia University, mengatakan, pekerja dan masyarakat yang berada dekat pertambangan batu bara terganggu risiko kematian lebih tinggi akibat penyakit jantung, pernapasan, dan ginjal kronis

Studi kasus polusi udara yang ditimbulkan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Suralaya di Provinsi Banten disebut berkontribusi pada ribuan angka kematian dan kerugian kesehatan hingga belasan triliun rupiah. Dalam riset yang dikeluarkan Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA), polusi PLTU batu bara itu menyebabkan 1.470 kematian setiap tahun dan menimbulkan kerugian kesehatan hingga Rp14,2 triliun.

Studi kasus lain terjadi pada dua Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di Kabupaten Jeneponto, Sulawesi Selatan. Menurut riset WALHI, keberadaan kedua PLTU tersebut berdampak buruk bagi lingkungan, kesehatan, ekonomi dan ketenagakerjaan, dan lahan pertanian warga. Mulai dari penemuan material batubara di pesisir dan laut Punagaya, yang mengindikasikan pencemaran lingkungan hidup. Batubara yang masuk di perairan menjadi sumber pencemaran logam berat dengan potensi kandungan Hg, Cr, Cu, dan Fe. Polutan dari hasil pembakaran batubara juga mengandung berbagai zat *toxic* berupa emisi CO₂, SO₂, partikel debu pengotor, merkuri dan beberapa logam beracun yang lainnya serta radioaktif.

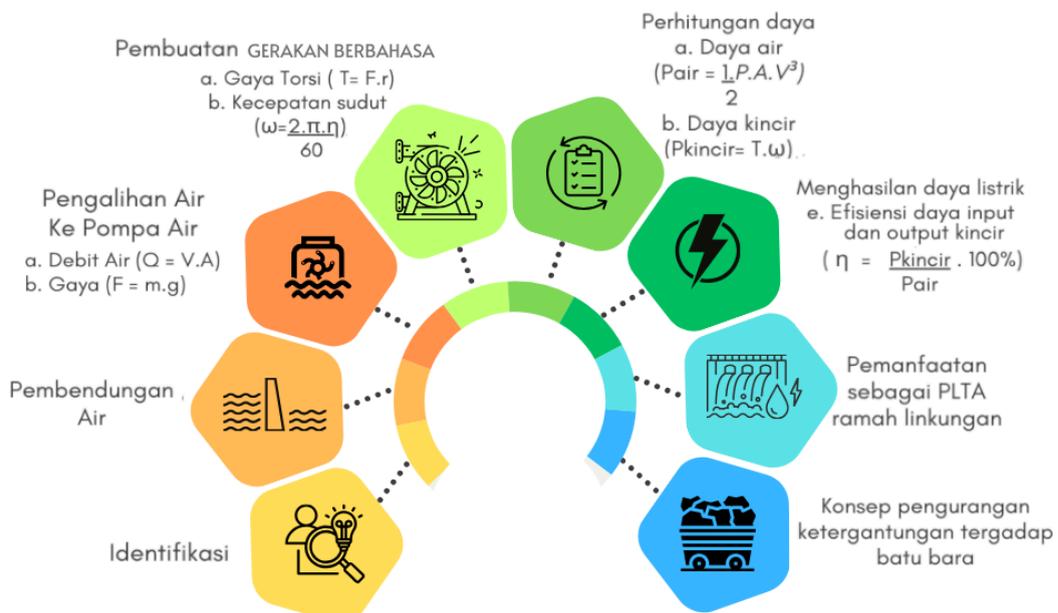
Penggunaan bahan peledak serta aktivitas lain dalam proses pertambangan, pembakaran baru bara, alih fungsi lahan untuk pembangunan PLTU secara ekspansif juga bisa menyebabkan erosi, menghapus keanekaragaman tumbuhan dan hewan yang kehilangan habitat, serta transfer racun di rantai makanan.





Namun meskipun keberadaan sejumlah PLTU atau pembangkit listrik berbasis bahan bakar fosil memiliki potensi tinggi untuk membahayakan lingkungan, kesehatan, hingga kegiatan perekonomian, tetapi keberadaannya masih sangat berpengaruh pada suplai listrik, mengingat baru 13,09% dari total pasokan energi listrik Indonesia yang tersuplai dari sumber Energi Baru Terbarukan (EBT). Butuh perhitungan yang sistematis dan analisis lapangan yang menyeluruh untuk menutup atau mengurangi pembangkit energi listrik bahan bakar fosil yang ada untuk mulai bertransisi menuju kondisi yang lebih terkendali, aman, dan ramah lingkungan dengan energi terbarukan ini.

Oleh karena itu GERAKAN BERBAHASA “Generator Kincir Air Dari Sampah” hadir sebagai inovasi untuk mengurangi ketergantungan pada batu bara dan bahan bakar fosil lainnya beserta berbagai dampak buruknya, mengurangi tumpukan sampah melalui daur ulang menjadi bahan baku untuk dipergunakan sebagai fondasi struktur kincir air, serta mengurangi emisi gas rumah kaca melalui pemanfaatan energi baru terbarukan.



Gambar 1 Proses Pembuatan GERAKAN BERBAHASA (Generator Kincir Air Dari Sampah)

Proses pembuatan GERAKAN BERBAHASA melibatkan beberapa tahapan yaitu:

- 1) Identifikasi lokasi dengan melakukan survey dan pemilihan lokasi yang memiliki aliran air stabil serta cukup kuat untuk menggerakkan kincir air, dalam hal ini lokasi penelitian berada di aliran Sungai Brantas Megaluh. Ds. Megaluh RT. 06, RW. 02.
- 2) Pembendungan air, dilakukan dengan tujuan untuk mengumpulkan dan meningkatkan tekanan air yang mengalir ke kincir air. Bendungan (dam) dapat dibangun menggunakan berbagai bahan seperti beton, batu, atau tanah liat, tergantung





pada kebutuhan dan kondisi lingkungan dengan ukuran bervariasi tergantung fungsi dan keperluan penggunaan listrik kedepannya.

3) Pengalihan air ke pompa air dengan melibatkan pembuatan pipa yang mengarahkan air dari sumbernya menuju pompa air dengan menggunakan persamaan berikut:

a. Debit air (Q) dalam pipa dihitung menggunakan rumus ($Q = V.A$), di mana V adalah kecepatan aliran air dan A adalah luas penampang pipa

b. Gaya (F) usaha yang dibutuhkan tiap jarak yang ditempuh, ditulis dalam persamaan berikut: ($F = m.g$)

4) Pembuatan GERAKAN BERBAHASA yang melibatkan perakitan kincir air yang dapat mengubah energi kinetik air terhadap kincir air menjadi energi mekanik dengan persamaan rumus sebagai berikut:

a. (Gaya torsi $\{T\} = F.r$)

b. (Kecepatan sudut $\{\omega\} = 2.\pi.\eta / 60$)

5) Perhitungan daya

a. Daya air (Pair) dapat dihitung menggunakan rumus ($P_{air} = \frac{1}{2}.P.A.V^3$), di mana P adalah massa jenis air dan V adalah kecepatan aliran air

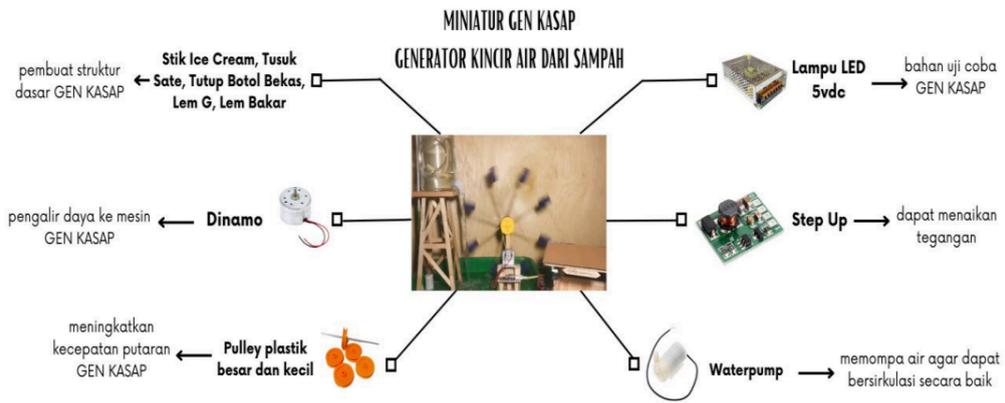
b. Daya kincir ditulis dengan persamaan berikut: ($P_{kincir} = T.\omega$), di mana T adalah gaya torsi dan ω adalah kecepatan sudut

6) Efisiensi daya kincir air dapat dihitung dengan persamaan berikut: ($\eta = P_{kincir} / P_{air} * 100\%$.)

7) Jaringan distribusi listrik yang digunakan adalah jaringan (*on grid*) untuk didistribusikan pada konsumen dengan kapasitas besar.

Sehingga pada akhirnya GERAKAN BERBAHASA dapat dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) ramah lingkungan karena menggunakan sumber energi baru terbarukan (EBT) berupa air dan memanfaatkan sampah sebagai fondasi penyusun rangka kincir air. Konsep tersebut dapat mengurangi emisi gas rumah kaca, mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil seperti batu bara, dan menjadi solusi untuk pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan, inovatif, dan solutif dengan menjadikan sampah sebagai rangka fondasi kincir air sebagai salah satu bagian dari pembangkit listrik tenaga air.





Gambar 2 Miniatur GERAKAN BERBAHASA (*Generator Kincir Air Dari Sampah*)

Adapun bahan penyusun miniatur GERAKAN BERBAHASA adalah stik es krim, tusuk sate, tutup botol bekas, lem G, dan lem tembak yang merupakan bahan-bahan struktur dasar yang mudah ditemukan, ekonomis, ringan, dan dapat dijadikan alternatif pembangun kincir air yang kuat. Kemudian dinamo akan mengubah energi kinetik putaran kincir air menjadi energi listrik selayaknya generator, pulley plastik besar dan kecil membantu menggerakkan dan meningkatkan kecepatan putaran dinamo. Dihubungkan dengan *water pump* 6 volt DC untuk mengalirkan air ke kincir air dengan kecepatan dan tekanan yang tepat. Lalu step up berfungsi untuk meningkatkan tegangan listrik yang dihasilkan oleh dinamo. Peneliti menggunakan step up bukan transistor dikarenakan model yang peneliti rancang adalah versi miniatur, sehingga penggunaan daya listrik tergolong kecil. Dan yang terakhir terdapat lampu LED 5vdc sebagai uji coba listrik yang dihasilkan oleh GERAKAN BERBAHASA.

2) Model GERAKAN BERBAHASA “GENERATOR KINCIR AIR DARI SAMPAH” sebagai inovasi pembangkit listrik dalam mewujudkan Indonesia Net Zero Emission (NZE) 2050

GERAKAN BERBAHASA (Generator Kincir Air Dari Sampah”) merupakan inovasi pembangkit listrik tenaga air yang salah satu bahan pembuatannya dari sampah yang tidak digunakan kembali yang masih bisa untuk didaur ulang untuk diolah menjadi sebuah produk yaitu kincir air dengan menggunakan sebuah kumparan dan sepasang kutub magnet kuat, dua buah cincin geser dan dua buah sikat penyambung arus untuk memobilisasi energi potensial air menjadi energi kinetik yang dapat memutar generator untuk menghasilkan energi listrik. Tujuan utama dari GERAKAN BERBAHASA adalah untuk menghasilkan dan mensosialisasikan kepada masyarakat luas mengenai pengelolaan sampah menjadi suatu produk yang dalam hal ini berupa fondasi struktur kincir air sebagai bagian dari pembangkit listrik tenaga air agar masyarakat dapat memahami bahwa ada banyak metode untuk mengelola sampah selain hanya dibuang atau daur ulang sederhana belaka. Dengan menggunakan bahan yang mudah didapat dan terjangkau yakni sampah daur ulang, diharapkan nantinya masyarakat dapat mengimplementasikan konsep GERAKAN BERBAHASA untuk keperluan penggunaan listrik, entah domestik atau industri kecil.





GERAKAN BERBAHASA diterapkan dalam berbagai bidang, seperti energi terbarukan, pengolahan limbah, dan desain bangunan yang efisien seperti kincir air. Dalam bidang energi terbarukan, GERAKAN BERBAHASA mencakup penggunaan sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) seperti tenaga air serta pengembangan teknologi yang dapat menghemat energi dalam penggunaannya. Dalam pengolahan limbah, GERAKAN BERBAHASA meliputi penggunaan teknologi yang dapat mengurangi limbah yang dihasilkan dan mendaur ulang material untuk mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke lingkungan sehingga lebih efisien dalam permasalahan manajemen limbah. Dalam desain bangunan yang efisien energi, GERAKAN BERBAHASA melibatkan penggunaan bahan yang lebih ramah lingkungan yakni bahan daur ulang. Selain itu, GERAKAN BERBAHASA juga melibatkan penggunaan teknologi canggih seperti sistem manajemen energi yang dapat mengontrol penggunaan energi di dalam kincir air, mulai dari pengoperasian kincir air, jaringan elektrik, perawatan, pembendungan air dalam skala yang diperlukan, dan sebagainya.



Gambar 3 Konsep Net Zero Emission (NZE)

Konsep Net Zero Emission (NZE) merupakan komitmen untuk mencapai keseimbangan antara emisi yang dihasilkan dan emisi yang diserap dari atmosfer, sehingga total emisi bersih. Untuk mencapai NZE, Indonesia perlu fokus pada optimalisasi Energi Baru dan Terbarukan (EBT), yang salah satunya adalah energi air. Pemerintah Indonesia telah bergabung dalam inisiatif *Clean Energy Demand Initiative* dan menyatakan komitmennya untuk mencapai NZE pada tahun 2050 atau lebih cepat dengan dukungan internasional.

Pada tahun 2050 Indonesia tak hanya menargetkan Indonesia bebas emisi namun juga bebas sampah. Untuk mencapai harapan tersebut, pada tahun 2025, pemerintah terlebih dulu menetapkan target kebijakan strategi nasional (Jakstranas) pengurangan sampah sebesar 30% dan penanganan sampah sebesar 70% dari total timbulan sampah. Selain itu, pemerintah juga menargetkan Nol Sampah Nol Emisi di tahun 2050. Indonesia pun memiliki sejumlah payung hukum dari Pemerintah mulai dari Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun



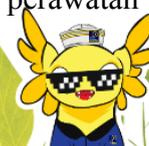


2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, serta Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik sampai ke peraturan-peraturan daerah. Pengelolaan sampah yang terdiri dari pengurangan dan penanganan sampah dengan cara yang berwawasan lingkungan merupakan kewajiban setiap orang sebagaimana pasal 12 UU nomor 18 tahun 2008. Peran individu, masyarakat, dan kolaborasi lintas sektor dan batas menjadi kunci untuk mengubah perilaku sehari-hari, mendukung kebijakan lingkungan yang ketat, dan memperkuat implementasi kebijakan perubahan iklim untuk mencapai tujuan NZE. Kolaborasi global yang berkelanjutan antar negara, organisasi internasional, sektor swasta, dan masyarakat sipil sangat esensial dalam menghadapi krisis perubahan iklim. Tujuan NZE menegaskan perlunya tindakan global untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, meningkatkan ketahanan terhadap dampak iklim, dan mempromosikan pembangunan yang berkelanjutan. Namun, tantangan seperti resistensi politik dan ekonomi, kurangnya kesadaran publik, serta kesulitan mencapai kesepakatan internasional yang kuat melalui UNFCCC tetap menjadi hambatan yang perlu diatasi secara bersama-sama.

Urgensi pencapaian NZE tidak hanya untuk keberlanjutan lingkungan, tetapi juga untuk membangun masa depan yang lebih aman dan stabil bagi semua. Melalui kolaborasi lintas sektor dan lintas batas, negara-negara dapat memperkuat kesepakatan global, mempertukarkan pengetahuan, dan meningkatkan resiliensi terhadap perubahan iklim. Hal ini tidak hanya mencakup aspek lingkungan, tetapi juga menyokong tujuan pembangunan sosial dan ekonomi yang berkelanjutan. Langkah ini sejalan dengan upaya dekarbonisasi Indonesia melalui pengembangan EBT, dengan fokus pada transisi menuju energi bersih, minim emisi, dan ramah lingkungan. Dalam meningkatkan percepatan transisi Indonesia menuju kondisi NZE, Indonesia telah mengajukan rencana jangka panjang rendah karbon-nya ke UNFCCC yang disebut sebagai *Long-term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience (LTS-LC CR)*. Dokumen tersebut menyatakan bahwa Indonesia akan mencapai kondisi NZE pada tahun 2050 atau lebih awal.

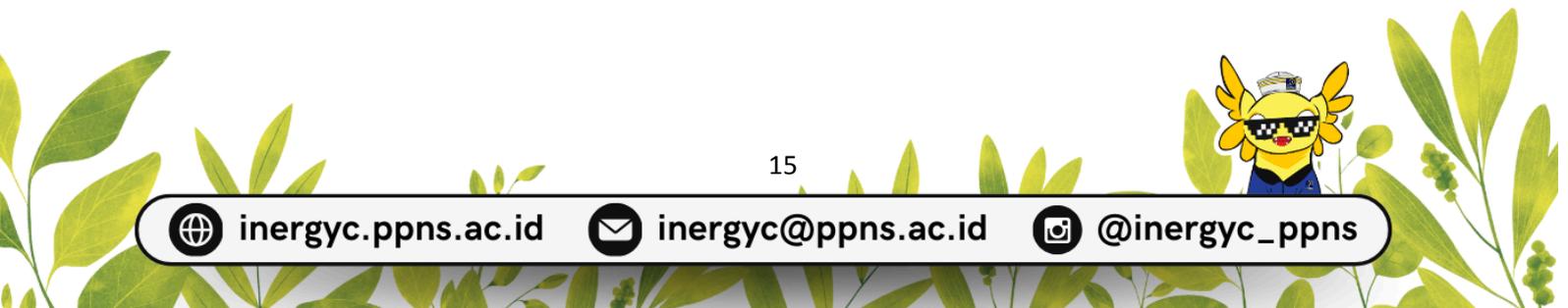
Indonesia telah memperbaiki dokumen enhanced nationally determined contribution (NDC). Hal-hal yang dimutakhirkan di dalam dokumen tersebut adalah peningkatan target NDC 2030 dengan kemampuan sendiri dari 29% ke 31,89%. Kemudian target NDC dengan dukungan internasional dari 41% ke 43,20%. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral juga telah menyusun *roadmap* transisi energi untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan membangun lebih banyak lagi sumber energi bersih dan ramah lingkungan. Poin penting *roadmap* transisi energi ialah menghentikan operasional 33 unit pembangkit listrik berbahan bakar batu bara, serta membangun pembangkit listrik berkapasitas total 600 gigawatt yang berasal dari energi terbarukan sampai tahun 2060.

Adapun langkah-langkah untuk mencapai Net Zero Emission 2050 adalah optimalisasi Energi Baru Terbarukan (EBT) berupa air dengan pembuatan GERAKAN BERBAHASA kemudian menghasilkan energi listrik ramah lingkungan lalu diadakan sosialisasi kepada masyarakat mengenai cara pembuatan, pengoperasian, dan perawatan





sehingga masyarakat tertarik mencoba dan GERAKAN BERBAHASA diproduksi dalam jumlah besar maka Indonesia *Net Zero Emission* 2050 dapat terwujud.





KESIMPULAN

- 1) Dengan memanfaatkan energi baru terbarukan berupa air serta limbah sampah yang terbuang sebagai struktur pembangun rangka kincir air sebagai salah satu bagian dari sistem pembangkit listrik tenaga air, maka dapat diciptakan inovasi GERAKAN BERBAHASA “Generator Kincir Air Dari Sampah” untuk mengurangi ketergantungan pada batu bara sehingga dapat mengurangi emisi karbon sekaligus menambah efisiensi pengelolaan sampah menjadi produk yang berkelanjutan. Dan dengan perhitungan yang sistematis diketahui GERAKAN BERBAHASA dapat bekerja sebagaimana mestinya menggunakan beberapa persamaan rumus.
- 2) GERAKAN BERBAHASA dapat menghasilkan energi listrik melalui penggunaan Energi Baru Terbarukan berupa air dan sampah yang selama ini tidak optimal dalam pemakaiannya, sehingga dapat mengurangi emisi karbon yang dihasilkan oleh sumber energi listrik berbasis bahan bakar fosil serta menambah efisiensi pengelolaan sampah menjadi produk yang berkelanjutan sehingga hal ini dapat membantu mewujudkan Indonesia Net Zero Emission 2050.





DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2006. 'Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek'. Jakarta: Raja Grafindo, hlm. 155.
- Ion, Florian, Tiberiu Petrescu, and Relly Victoria Petrescu. 2015. "HYDROPOWER AND PUMPED-STORAGE." (November).
- Menteri Pekerjaan Umum. 2006. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. Tentang Kebijakan Dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengelolaan Persampahan.
- Menteri Pekerjaan Umum RI Tahun 2006, No 21. Sekretariat Negara. Jakarta. Moleong, L.J. 2008. 'Metode Penelitian Kualitatif'. Bandung: Remaja Rosdakarya, hlm. 4.
- Pemerintah Indonesia. 2019. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air. Lembaran Negara RI Tahun 2019, No 190. Sekretariat Negara. Jakarta.
- PPSDMA. 2022. 'Berkenalan dengan Net Zero Emission'. Bandung: Kementerian ESDM Republik Indonesia, 2022.
- Setyawan, B. dan Rahadi, Y.K., 2022. 'Kajian Implementasi Carbon Tax Sebagai Ekstensifikasi Di Bidang Cukai'. Politeknik Keuangan Negara STAN, hlm. 386.
- Schnitzer, Valentin. 2011. "Manual on Microhydro Power Construction in Indonesia (Ministry of Energy and Natural Resources)." Panduan Singkat - Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).
- Tanzeh, A. 2011. 'Metodologi Penelitian Praktis'. Yogyakarta: Teras.
- Waruwu, B.M., 2022. 'Krisis Energi dan Harga Minyak: Stabilitas Pasar dan Dampak Terhadap Ekonomi Dunia'. Universitas Medan Area, hlm. 1.
- Widiyarsi, R., 2021. 'Pemanfaatan Sampah Plastik Dengan Metode Ecobrick Sebagai Upaya Mengurangi Limbah Plastik'. Universitas Muhammadiyah Jakarta, hlm. 1.

