



HEBAT-BERSAMA-KUAT

## **PENGEMBANGAN POTENSI ENERGI HIDRO GUNA MENINGKATKAN PEREKONOMIAN NASIONAL**

**OLEH :**

**Hendrayansyah, S.Sos.**  
**Kolonel Pnb / NRP 520313**

KERTAS KARYA ILMIAH PERSEORANGAN (TASKAP)  
PROGRAM PENDIDIKAN REGULER ANGKATAN (PPRA) LXVI  
LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL RI  
TAHUN 2024

**LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL  
REPUBLIK INDONESIA**

---



**PENGEMBANGAN POTENSI ENERGI HIDRO  
GUNA MENINGKATKAN PEREKONOMIAN NASIONAL**

Oleh :

**Hendrayansyah, S.Sos**  
**Kolonel Pnb Nrp 520313**

**KERTAS KARYA ILMIAH PERSEORANGAN (TASKAP)  
PROGRAM PENDIDIKAN REGULER ANGKATAN (PPRA) LXVI  
LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL RI  
TAHUN 2024**

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr Wb, salam sejahtera bagi kita semua.

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa serta atas segala rahmat dan karunia-Nya, penulis sebagai salah satu peserta Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) telah berhasil menyelesaikan tugas dari Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia sebuah Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) dengan judul “Pengembangan Potensi Energi Hidro guna Meningkatkan Perekonomian Nasional”.

Penentuan Tutor dan judul Taskap ini didasarkan oleh Keputusan Gubernur Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2024 tanggal 30 Januari 2024 tentang Pengangkatan Tutor Taskap kepada peserta PPRA untuk menulis Taskap dengan memilih judul yang telah ditentukan oleh Lemhannas RI.

Pada kesempatan ini, perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Gubernur Lemhannas RI yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti PPRA LXVI di Lemhannas RI tahun 2024. Ucapan yang sama juga disampaikan kepada pembimbing atau Tutor Taskap kami yaitu Bapak Mayor Jenderal TNI (Purn) Endang Hairudin, S.T., M.M. dan Tim Penguji Taskap serta semua pihak yang telah membantu serta membimbing Taskap ini sampai terselesaikan sesuai waktu dan ketentuan yang telah dikeluarkan oleh Lemhannas RI.

Penulis menyadari bahwa kualitas Taskap ini masih jauh dari kesempurnaan akademis, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati mohon adanya masukan guna penyempurnaan naskah ini.

Besar harapan saya agar Taskap ini dapat bermanfaat sebagai sumbangan pemikiran penulis kepada Lemhannas RI, termasuk bagi siapa saja yang membutuhkannya.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan berkah dan bimbingan kepada kita semua dalam melaksanakan tugas dan pengabdian kepada Negara dan Bangsa Indonesia yang kita cintai dan kita banggakan.

Sekian dan terima kasih. Wassalamualaikum Wr. Wb.

Jakarta, Agustus 2024

Penulis



Hendrayansyah, S.Sos.  
Kolonel Pnb NRP 520313

LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL  
REPUBLIC INDONESIA

---

### PERNYATAAN KEASLIAN

1. Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hendrayansyah, S.Sos.  
Pangkat : Kolonel Pnb  
Jabatan : Pamen Sopsau  
Instansi : Sopsau  
Alamat : Sopsau Mabasau Cilangkap

Sebagai peserta Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) ke LXVI tahun 2024 menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

- a. Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) yang saya tulis ini adalah asli.
- b. Apabila ternyata sebagian atau seluruhnya tulisan Taskap ini terbukti tidak asli atau plagiasi, maka saya bersedia untuk dibatalkan.

2. Demikian pernyataan keaslian ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.



Hendrayansyah S.Sos  
Kolonel Pnb NRP 520313

**PENGEMBANGAN POTENSI ENERGI HIDRO GUNA MENINGKATKAN  
 PEREKONOMIAN NASIONAL**

**DAFTAR ISI**

KATA PENGANTAR .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1. Latar Belakang .....	1
2. Rumusan Masalah .....	5
3. Maksud dan Tujuan .....	5
4. Ruang Lingkup dan Sistematika .....	6
5. Metode dan Pendekatan .....	7
6. Pengertian .....	8
<b>BAB II LANDASAN PEMIKIRAN</b>	
7. Umum .....	11
8. Peraturan Perundang-undangan .....	11
9. Data dan Fakta .....	16
10. Kerangka Teoretis .....	24
11. Lingkungan Strategis .....	27
<b>BAB III PEMBAHASAN</b>	
12. Umum .....	37
13. Kondisi Pengembangan Energi Hidro di Indonesia Saat Ini.....	37
14. Tantangan dan Hambatan yang Dihadapi dalam Pengembangan Potensi Energi Hidro .....	44

15. Langkah Strategis Mengembangkan Potensi Energi Hidro sehingga dapat Meningkatkan Perekonomian Nasional .....62

**BAB IV PENUTUP**

16. Simpulan .....72  
17. Rekomendasi .....74

**DAFTAR PUSTAKA**

**DAFTAR LAMPIRAN:**

1. ALUR PIKIR
2. DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**TABEL**

Tabel I	Data Wilayah Potensi Energi Hidro di Indonesia
Tabel II	Indikator Perekonomian Nasional pada RPJMN 2020-2024





## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1      Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Tahun 2017 – Kuartal  
IV 2023

GAMBAR 2      Sepuluh Negara Skor Indeks Transisi Energi Terbaik di  
Dunia



## BAB I PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Pemenuhan akan kebutuhan energi menjadi salah satu hal yang diperlukan dalam upaya mewujudkan ketahanan nasional. Di Indonesia, penggunaan energi yang berasal dari fosil masih mendominasi sebanyak 85,89 persen dari total bauran energi. Berdasarkan data indeks Ketahanan Energi tahun 2023 di Indonesia termasuk dalam kategori “Tahan” dengan nilai 6,61<sup>1</sup> namun harus lebih diperkuat kembali agar lebih handal. Kebutuhan energi fosil yang semakin meningkat dapat menyebabkan ancaman lingkungan hidup karena emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Menjawab dari ancaman tersebut, Energi Baru Terbarukan (EBT) perlu dapat dikelola lebih baik menggantikan energi fosil untuk mewujudkan energi yang ramah lingkungan, mempertanggung ketahanan energi dan mewujudkan ketercapaian pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*).

Sebagai negara dengan sumber kekayaan alam (SKA) yang melimpah, potensi EBT Indonesia sangat besar namun bauran energi primer baru mencapai 14,11 persen pada tahun 2022 di mana ketercapaian tersebut belum mampu memenuhi target Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) sebesar 23 persen di tahun 2025, sedangkan total potensi EBT Indonesia sendiri sebesar 3.686 gigawatt (GW)<sup>2</sup>. Secara geografis, Indonesia diuntungkan karena potensi EBT meliputi energi hidro, tenaga angin, sinar matahari, panas bumi, dan bioenergi yang semuanya dapat dikonversi menjadi tenaga listrik menggantikan energi dari fosil. Potensi EBT yang besar di Indonesia seharusnya dapat dimanfaatkan di tengah kendala keterbatasan lahan terbuka dan investasi yang tinggi dalam teknologi sehingga penggunaan energi menjadi ramah lingkungan, untuk mendukung transisi energi serta

---

<sup>1</sup> [https://www.cnbc\\_indonesia.com/news/20230223104030-8-416271/ketahanan\\_energi-ri-dipastikan-terjaga-ini-buktinya](https://www.cnbc_indonesia.com/news/20230223104030-8-416271/ketahanan_energi-ri-dipastikan-terjaga-ini-buktinya). Diakses pada 8 Februari 2024 pukul 16:40 WIB.

<sup>2</sup> Siaran Pers Kementerian ESDM RI NOMOR: 060.Pers/04/SJI/2023 Tanggal: 4 Februari 2023

mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil di tengah krisis energi global.

Pemerintah Indonesia melalui Bappenas RI telah mengeluarkan beberapa kebijakan untuk mencapai target pemanfaatan EBT pada tahun 2030 antara lain memperkuat kerja sama Internasional baik bilateral maupun multilateral untuk memfasilitasi akses terhadap teknologi dan riset untuk energi bersih termasuk EBT, mempersiapkan SDM yang memahami dan dapat mengoptimalkan kapasitas pengolahan energi, melakukan penelitian dan pengembangan EBT, dan mempromosikan investasi di bidang infrastruktur energi serta teknologi energi bersih (*green energy*)<sup>3</sup>. Selain itu juga telah menerbitkan serangkaian kebijakan dan regulasi untuk mendukung upaya dan program pengembangan energi baru terbarukan, seperti “PP RI nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) dan Undang-Undang RI nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi”.

Hidro atau tenaga air merupakan satu dari beberapa sumber EBT yang tercantum dalam “PP RI nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN)”. EBT Hidro sendiri memberikan kontribusi sebesar 6,6 Gigawatt tenaga listrik pada tahun 2022. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) serta Pembangkit Listrik Tenaga Mikro dan Mini Hidro (PLTMH) perlu dikembangkan menggunakan EBT hidro karena 86 persen energi listrik saat ini yang dihasilkan oleh pembangkit PLN masih berasal dari energi fosil. Saat ini diperkirakan Indonesia memiliki potensi energi hidroelektrik lebih dari 75.000 MW, namun pemanfaatannya baru mencapai 10 persen di mana potensi Hidro terbesar terdapat di beberapa pulau besar di Indonesia seperti Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua, sebagai contoh Sungai Musi yg ada di Sumatera dan juga Sungai Kapuas di Kalimantan merupakan lokasi yang menjanjikan dalam pengembangan potensi Hidro. Tahun 2023, kapasitas PLTA yang terpasang di Indonesia telah sebesar 6.000 MW dan beberapa proyek besar telah dikembangkan seperti PLTA Kayan yang berada di Provinsi Kalimantan Utara dengan kapasitas 9.000 MW. Oleh karena itu, pemerintah Indonesia perlu mengembangkan PLTA dan PLTMH secara

---

<sup>3</sup> [https://sdgs.bappenas.go.id/tujuan\\_7/](https://sdgs.bappenas.go.id/tujuan_7/) Diakses pada 2 Februari 2024 pukul 21.08 WIB

optimal sehingga mampu mencapai target bauran energi 23 persen di tahun 2025 dan mempertanggung jawabkan ketahanan energi Indonesia.

Keberhasilan beberapa negara di dunia dalam memanfaatkan tenaga air (*hydropower*) dapat menjadi percontohan bagi Indonesia yang sedang menjalankan komitmen transisi energi. Beberapa PLTA yang telah membuktikan kontribusinya antara lain, PLTA *Three Gorges* di Tiongkok dengan kapasitas mencapai 22,5 GW yang sekaligus menjadikannya memegang rekor dunia sebagai PLTA penghasil listrik terbesar di dunia<sup>4</sup>. Kemudian, pada posisi kedua terdapat PLTA Itaipu di Brasil dan Paraguay yang menghasilkan kapasitas kelistrikan sebesar 14 GW. Disusul dengan Xiloudu (Tiongkok) 13,86 GW; Belo Monte (Brasil) 11,23 GW dan Guri (Venezuela) sebesar 10,2 GW. Selain PLTA, beberapa negara pun turut mengadopsi sistem PLTMH untuk pembangkit listrik di daerah. Beberapa diantaranya seperti PLTMH Upper Modi, PLTMH Khudi dan PLTMH Solu di Nepal; PLTMH Muvumba, PLTMH Nyirabizimba dan PLTMH Rukarara di Rwanda; PLTMH Punatsangchhu-I dan PLTMH Mangdechhu di Bhutan serta PLTMH El Placer dan PLTMH Imbabura di Ekuador (Radani., 2022). PLTMH di atas telah berperan dalam mengalirkan listrik ke daerah pedesaan dan daerah terpencil. Setiap negara memiliki kebijakan, potensi hidro, dan skala pengembangan PLTMH yang berbeda-beda. Namun, dengan fungsinya dan penghematan yang mampu didapatkan, PLTMH menjadi salah satu solusi yang dipilih di berbagai negara.

Dalam meningkatkan perekonomian nasional, pengembangan potensi energi hidro memiliki tantangan dan permasalahan tersendiri yang cukup kompleks. Beberapa tantangan dan permasalahan yang terkait dengan pengembangan potensi hidro antara lain berupa isu lingkungan dan sosial, di mana pembangunan PLTA dianggap memiliki dampak negatif terhadap ekosistem yang ada disekitar, termasuk didalamnya pengurangan habitat ikan, perubahan aliran dari air sungai dan gangguan terhadap kehidupan liar. Disamping itu, pembangunan PLTA membutuhkan lokasi atau lahan yang sangat luas, sehingga mengakibatkan masyarakat yang terkena atau berada

---

<sup>4</sup> <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/05/30/10-plta-dengan-kapasitas-pembangkit-terbesar-di-dunia>. Diakses pada 7 Maret 2024 pukul 21:08 WIB.

dalam rencana lokasi pembangunan dapat direlokasi. Permasalahan resiko teknis dan infrastruktur juga menjadi faktor yang mempengaruhi terkait teknologi dan lokasi pembangunan berada di lokasi terpencil dan sulit di akses sehingga akan menambah biaya operasional dan pembangunan infrastruktur pendukung. Kemudian regulasi dan kebijakan yang berhubungan dengan perizinan yang panjang dan rumit tentunya akan menghambat jalannya pembangunan pembangkit tenaga listrik. Dan yang terakhir adalah anggaran atau biaya, di mana pembangunan pembangkit listrik ini membutuhkan biaya yang sangat besar untuk awal investasi dengan jangka waktu pengembalian investasi yang cukup lama, sehingga ini akan menjadi pertimbangan tersendiri bagi investor yang akan masuk. Akhirnya semua tantangan dan permasalahan ini membutuhkan langkah-langkah yang strategis dan inovatif untuk agar potensi energi hidro dapat berkembang guna meningkatkan perekonomian nasional.

Pengembangan potensi energi hidro di Indonesia membutuhkan upaya optimalisasi yang melibatkan Pemerintah, *stakeholder* terkait, dan peran serta masyarakat. Upaya optimalisasi dalam pengembangan potensi energi hidro dapat dilakukan melalui pengembangan kebijakan lingkungan dan sosial yang lebih baik, peningkatan teknologi dan infrastruktur untuk memudahkan akses, memperbaiki kebijakan dan regulasi yang ada untuk mempermudah proses pembangunan pembangkit listrik dan peningkatan anggaran. Dengan langkah-langkah strategis seperti diatas, diharapkan Indonesia dapat memaksimalkan potensi energi hidro untuk mendukung pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

Pengembangan potensi energi hidro yang dapat memacu pertumbuhan ekonomi tidak hanya fokus pada pemanfaatan energi hidro itu sendiri, tetapi juga cara pemanfaatan energi tersebut dapat memperkuat berbagai sektor ekonomi lainnya, antara lain dengan pembangunan infrastruktur dan penciptaan lapangan kerja, penurunan biaya penggunaan energi, pengembangan sektor pariwisata berbasis lingkungan yang dapat mendatangkan keuntungan bagi warga sekitar dan dalam jangka panjang, pengembangan potensi energi hidro dapat memastikan ketersediaan akses

listrik yang andal dan terjangkau kepada masyarakat lokal serta berinvestasi dalam pembangunan sosial dan ekonomi jangka panjang daerah tersebut.

Dengan demikian, pengembangan potensi energi hidro diharapkan dapat memberikan kontribusi yang positif bagi pertumbuhan ekonomi nasional yang semakin meningkat. Oleh karena itu maka penulis mengajukan Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) yang berjudul **Pengembangan Potensi Energi Hidro Guna Meningkatkan Perekonomian Nasional**.

## 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang serta fakta kondisi yang terjadi, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam Taskap ini adalah ***Bagaimana pengembangan potensi energi hidro guna meningkatkan perekonomian nasional?***

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka beberapa pertanyaan mengemuka untuk dicarikan solusi dalam kajian Taskap ini, yaitu:

- a. Bagaimana kondisi pengembangan energi hidro di Indonesia saat ini?
- b. Bagaimana tantangan dan hambatan yang dihadapi dalam pengembangan potensi energi hidro?
- c. Bagaimana langkah strategis mengembangkan potensi energi hidro sehingga dapat meningkatkan perekonomian nasional?

## 3. Maksud dan Tujuan

### a. Maksud

Maksud dari penulisan Taskap ini untuk memberikan gambaran tentang pengembangan potensi energi hidro, tantangan dan hambatannya serta merumuskan solusi yang tepat dan efektif dalam upaya mengatasi permasalahan guna meningkatkan perekonomian nasional.

### b. Tujuan.

Adapun tujuan penulisan Taskap ini adalah sebagai sumbangan pemikiran dan rekomendasi kepada pemangku kebijakan untuk memecahkan permasalahan yang terkait dengan upaya pengembangan potensi energi hidro guna meningkatkan perekonomian nasional.



#### 4. Ruang Lingkup dan Sistematika

##### a. Ruang Lingkup.

Ruang lingkup penulisan Taskap ini mencakup pembahasan tentang pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan memanfaatkan potensi tenaga Hidro yang terdapat di berbagai wilayah Indonesia, serta berbagai tantangan dan permasalahan yang dihadapi dengan melibatkan pemerintah, *stakeholder* terkait, dan peran serta masyarakat sebagai bagian dari komitmen dalam transisi menuju energi baru terbarukan. Sehingga pengembangan PLTA ini dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan pertumbuhan perekonomian nasional.

##### b. Sistematika.

Sistematika penulisan Taskap ini disusun secara seksama guna menghasilkan kajian yang jelas dan terlihat sebagai suatu kesatuan yang koheren. Adapun tata urutannya sebagai berikut:

**Bab I Pendahuluan.** Bab pertama akan dijelaskan tentang latar belakang pokok permasalahan yang dibahas yaitu pengembangan potensi energi hidro untuk dapat meningkatkan perekonomian nasional, perumusan masalah, maksud serta tujuan penulisan, ruang lingkup pembahasan dan tata tulis / sistematika dalam penulisan, metode serta pendekatan yang akan digunakan, dan beberapa pengertian yang digunakan dalam penulisan Taskap untuk menghindari persepsi yang berbeda guna memahami pembahasan berdasarkan berbagai sumber yang jelas dan dapat dipertanggungjawabkan.

**Bab II Landasan Pemikiran.** Bab kedua Taskap ini menguraikan tentang Landasan Pemikiran yang digunakan untuk keperluan pembahasan pada bab-bab selanjutnya, meliputi peraturan perundang-undangan, data dan fakta kondisi saat ini yang berhubungan erat dengan pembahasan, kerangka teoretis berupa teori-teori dan konsepsi yang digunakan sebagai pisau analisis, serta faktor-faktor perkembangan lingkungan strategis baik global, regional, maupun nasional yang berpengaruh terhadap upaya pengembangan potensi energi hidro guna meningkatkan perekonomian nasional.

**Bab III Pembahasan.** Pada bab ini akan diuraikan analisis setiap pokok-pokok bahasan dengan menggunakan bahasan yang telah diuraikan pada bab Landasan Pemikiran. Pokok-pokok kajian membahas kondisi pengembangan energi hidro di Indonesia saat ini, tantangan dan hambatan yang dihadapi dalam pengembangan potensi energi hidro, serta langkah strategis yang dapat dilakukan untuk mengembangkan potensi energi hidro sehingga dapat meningkatkan perekonomian nasional.

**Bab IV Penutup.** Pada bagian terakhir diuraikan simpulan yang diperoleh dari seluruh pembahasan dengan solusi untuk masing-masing pokok pembahasan. Kemudian juga dikemukakan rekomendasi yang berisikan saran masukan pada pembahasan Taskap ini.

## 5. Metode dan Pendekatan

### a. Metode Analisis

Metode penulisan taskap ini menggunakan metode analisis kualitatif/deskriptif yang menekankan pada pengumpulan dan analisis penyajian data dan fakta berdasarkan metode penelitian literatur (studi kepustakaan). Data yang di gunakan adalah data sekunder dan atau data primer apabila dibutuhkan, yang dikaitkan dengan pengembangan potensi energi hidro guna meningkatkan perekonomian nasional.

### b. Pendekatan

Penulisan Taskap menggunakan pendekatan dengan perspektif kepentingan nasional melalui analisis multidisiplin ilmu yang selaras dengan kerangka teoretis yang akan dipergunakan dalam pembahasan. Pendekatan yang dimaksud adalah adanya korelasi antara pengembangan potensi energi hidro yang outputnya adalah meningkatnya perekonomian nasional.

## 6. Pengertian

Berikut beberapa daftar pengertian kata dan istilah yang digunakan dalam Kertas Karya Ilmiah Perseorangan ini:



- a. **Pengembangan.** Secara Etimologi pengembangan berasal dari padanan kata pengembang yang dapat diartikan sebagai suatu proses, cara, perbuatan mengembangkan<sup>5</sup>. Pengembangan merupakan proses untuk mengembangkan suatu produk baru maupun produk lama dengan tujuan untuk menyempurnakan produk tersebut dengan dilakukan validasi dan uji coba lapangan selain itu juga dilakukan perbaikan produk tersebut sehingga tercipta produk akhir yang lebih baik. Dengan kata lain pengembangan merupakan proses untuk meningkatkan sesuatu yang telah ada menjadi lebih baik atau menciptakan sesuatu yang baru.
- b. **Potensi.** Potensi berasal dari bahasa latin yaitu *potentia* yang artinya kemampuan. Potensi adalah kemampuan, kekuatan, kesanggupan, daya yang mempunyai kemungkinan untuk dikembangkan<sup>6</sup>. Menurut KBBI, potensi adalah kemampuan yang mempunyai kemungkinan untuk dikembangkan; kekuatan; kesanggupan; dan daya<sup>7</sup>.
- c. **Energi Hidro.** Energi hidro adalah energi yang dihasilkan dari air yang bergerak. Ini bisa berupa energi kinetik air yang mengalir seperti sungai atau air terjun, maupun energi potensial yang disimpan dalam bentuk air yang terkumpul di dalam waduk atau bendungan<sup>8</sup>. Energi hidro dapat dikonversi menjadi energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga air (PLTA).
- d. **Pembangkit Listrik,** adalah bagian yang tidak terpisahkan dari alat industri yang digunakan untuk memproduksi dan membangkitkan listrik dengan *input* dari berbagai sumber daya yang ada melalui mekanisme transformasi energi<sup>9</sup>.
- e. **Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro,** adalah jenis pembangkit listrik tenaga air dengan kapasitas yang sangat kecil, biasanya di bawah 100 kilowatt (kW). PLTMH memanfaatkan aliran air yang relatif kecil pada

---

<sup>5</sup> <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/pengembangan> Diakses pada 31 Maret 2024 pukul 11:28 WIB

<sup>6</sup> <https://www.liputan6.com/hot/read/5174852/potensi-adalah-kemampuan-dasar-yang-terpendam-pahami-definisi-dan-jenisnya?page=2> Diakses pada 31 Maret 2024 pukul 11:32 WIB

<sup>7</sup> <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/potensi> Diakses pada 31 Maret 2024 pukul 11:36 WIB

<sup>8</sup> Damastuti, Anya P. (1997). *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. Wacana 8.

<sup>9</sup> Ibid.

sungai, aliran sungai kecil, atau saluran air buatan untuk menghasilkan energi listrik<sup>10</sup>.

- f. **Perekonomian Nasional.** Ekonomi nasional merupakan suatu bidang yang menggambarkan dan mengelola aktivitas ekonomi di dalam suatu negara. Konsep ini mencakup sejumlah elemen penting yang mencerminkan kondisi produksi, distribusi, dan konsumsi barang serta jasa dalam wilayah negara tersebut. Dengan memahami lebih dalam tentang ekonomi nasional, kita dapat merenungkan dampak dan signifikansi yang dimilikinya terhadap pertumbuhan dan stabilitas suatu bangsa<sup>11</sup>.
- g. **Kemandirian Energi Nasional,** adalah kemampuan suatu negara untuk memenuhi kebutuhan energinya secara mandiri tanpa terlalu bergantung pada impor energi dari negara lain. Ini melibatkan pengembangan dan pemanfaatan sumber daya energi yang ada di dalam negeri serta diversifikasi portofolio energi untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi tunggal<sup>12</sup>.
- h. **Ketahanan Energi,** adalah kemampuan suatu negara atau wilayah untuk memenuhi kebutuhan energinya secara berkelanjutan, stabil, dan terpercaya dalam menghadapi berbagai tantangan dan perubahan dalam pasokan energi. Konsep ketahanan energi melibatkan aspek keamanan pasokan energi, keberlanjutan, efisiensi, dan diversifikasi sumber energi<sup>13</sup>.
- i. **Energi Baru Terbarukan (EBT),** adalah energi yang dihasilkan dari sumber-sumber alam yang dapat diperbaharui secara terus-menerus dan tidak terbatas. Sumber energi baru terbarukan ini umumnya bersifat ramah lingkungan dan berkelanjutan, serta memiliki dampak yang lebih

<sup>10</sup> Ibid.

<sup>11</sup> <https://narasi.tv/read/narasi-daily/apa-itu-ekonomi-nasional> Diakses pada 31 Maret 2024 pukul 11:54 WIB

<sup>12</sup> Santoso, Riyadi. (2017). *Kebijakan energi di Indonesia: Menuju kemandirian*. Jurnal Analisis Kebijakan Vol.1 No.1.

<sup>13</sup> Ibid.

rendah terhadap perubahan iklim dan lingkungan dibandingkan dengan sumber energi konvensional<sup>14</sup>.

- j. **Pengelolaan Energi**, adalah praktik dan kebijakan yang digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan memastikan efisiensi, keberlanjutan, dan ketahanan pasokan energi. Tujuan utama dari pengelolaan energi adalah untuk mengurangi konsumsi energi, meminimalkan pemborosan, dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan<sup>15</sup>.



---

<sup>14</sup> Azhar, Muhamad, and Dendy Adam Satriawan. (2018). *Implementasi kebijakan energi baru dan energi terbarukan dalam rangka ketahanan energi nasional*. *Administrative Law and Governance Journal* Vol.1 No.4. Hlm.398-412.

<sup>15</sup> Ramadani, Thoriq. (2018). *Pengelolaan Energi Nasional: Modal Pembangunan Bangsa*. *Jurnal Administrasi Publik* Vol.14 No.2. Hlm.143-150.

## **BAB II**

### **LANDASAN PEMIKIRAN**

#### **7. Umum**

Pada Bab I Latar Belakang telah membahas tentang pemanfaatan EBT khususnya energi hidro. Di mana dalam meningkatkan perekonomian nasional, pengembangan potensi energi hidro memiliki tantangan dan permasalahan tersendiri yang cukup kompleks. Pengembangan potensi energi hidro di Indonesia membutuhkan upaya optimalisasi yang melibatkan Pemerintah, *stakeholder* terkait, dan peran serta masyarakat, yang pada akhirnya diharapkan dapat memberikan kontribusi yang positif bagi pertumbuhan ekonomi nasional.

Selanjutnya pada bab ini akan dijelaskan beberapa landasan hukum sehingga upaya pemerintah dalam pengembangan potensi energi hidro memiliki pedoman dasar dalam implementasinya. Pada pembahasan juga diberikan kerangka teoretis yang meliputi teori-teori dan konsepsi yang akan digunakan sebagai pisau analisis dalam menemukan pemecahan persoalan terkait pengembangan potensi energi hidro guna meningkatkan perekonomian nasional. Selain itu, juga akan dijelaskan beberapa data dan fakta aktual terkait kondisi pengembangan potensi energi hidro serta pengaruh perkembangan lingkungan strategis baik global, regional maupun nasional, untuk menginventarisasi permasalahan yang ditemukan dalam upaya pengembangan potensi energi hidro saat ini, kemudian dilakukan analisa dan dirumuskan untuk solusi pemecahannya.

#### **8. Peraturan Perundang-undangan**

Regulasi atau peraturan perundang-undangan sangat dibutuhkan sebagai payung hukum dalam segala bentuk aktivitas yang mendukung terwujudnya pembangunan nasional, termasuk diantaranya dalam upaya pengembangan potensi energi hidro guna meningkatkan perekonomian nasional. Adapun regulasi yang memiliki keterkaitan dengan pembahasan dalam Taskap ini sebagai berikut:

a. **Undang-Undang RI Nomor 30 Tahun 2007 Tentang Energi**

UU RI 30/2007 dirancang untuk mendukung pengembangan energi yang berkelanjutan dan memastikan ketahanan energi nasional. Dalam UU ini menjelaskan secara lebih lanjut mengenai pelaksanaan operasional, pengelolaan dan penyelenggaraan energi di Indonesia melalui asas yang berdasar pada kemanfaatan dan efisiensi. UU ini membahas mengenai pengelolaan sumber daya energi yang baik dan berkelanjutan, dengan fokus pada optimalisasi pemanfaatan energi domestik untuk memenuhi kebutuhan nasional dan strateginya. Strategi mengembangkan sumber energi terbarukan untuk meningkatkan diversifikasi sumber energi dan mengurangi ketergantungan pada energi fosil dalam UU tersebut mewajibkan pemerintah untuk menyusun kebijakan nasional di bidang energi yang mencakup pengelolaan, pemanfaatan, pemeliharaan sumber energi, serta penyediaan infrastruktur yang diperlukan melalui pembentukan Dewan Energi Nasional. Dewan Energi Nasional ini bertugas untuk mendesain kebijakan mengenai energi, memberikan peraturan mengenai proporsi pemanfaatan, penggunaan dan cadangan penyangga energi nasional yang harus dimiliki setiap negara. Melalui UU ini, pemerintah berupaya untuk membangun inisiatif swasta dan kerja sama internasional dalam pengembangan sumber energi di Indonesia, dengan fokus pada inovasi dan investasi dalam teknologi energi terbarukan. Upaya pemerintah tersebut didukung dengan penyusunan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) yang disampaikan dalam Pasal 17 bahwa Pemerintah mengikutsertakan pemerintah daerah serta memperhatikan pendapat dan masukan dari masyarakat dalam penyusunan RUEN tersebut. Upaya tersebut lebih lanjut akan dikembangkan oleh daerah dengan mengacu pada asas pemanfaatan energi yang mengoptimalkan seluruh potensi; mempertimbangkan aspek teknologi, sosial, ekonomi, konservasi, dan lingkungan; serta memprioritaskan pemenuhan kebutuhan masyarakat dan peningkatan kegiatan ekonomi.

**b. Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi**

PP tentang Konservasi energi merupakan peraturan atau regulasi untuk mendukung upaya pengelolaan energi secara lebih efisien dan berkelanjutan. PP ini berperan penting dalam mendukung investasi di sektor energi, termasuk energi hidro, melalui beberapa ketentuan yang secara langsung maupun tidak langsung mendorong pengembangan dan penggunaan energi terbarukan. Tujuan dari PP ini adalah untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan energi di berbagai sektor, termasuk industri, transportasi, dan rumah tangga. Dengan mendorong penggunaan energi yang lebih efisien, PP ini juga menciptakan ruang untuk pengembangan energi terbarukan seperti PLTA yang merupakan salah satu sumber energi yang lebih ramah lingkungan.

**c. Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional**

PP Kebijakan Energi Nasional (KEN) menguraikan kebijakan atas arah dan strategi Indonesia dalam mengelola dan mengembangkan sektor energi pada jangka panjang. Strategi yang ditetapkan meliputi peningkatan efisiensi energi melalui teknologi baru, promosi penggunaan energi bersih, pengelolaan sumber daya energi yang lebih baik, serta reformasi di sektor energi yang diharapkan dapat meminimalisir kerugian dan kebocoran energi yang selama ini menjadi masalah. PP ini memberikan perincian peraturan mengenai kebijakan pengelolaan energi di Indonesia yang meliputi empat kebijakan utama dan enam kebijakan pendukung. Dalam Pasal 3 Ayat (2) dijelaskan bahwa kebijakan utama dalam pemanfaatan energi nasional terdiri atas ketersediaan energi, prioritas pengembangan, pemanfaatan sumber daya dan penetapan cadangan energi nasional. Kemudian, pada Pasal 3 Ayat (3) menjabarkan kebijakan pendukung yang termasuk di dalamnya yaitu konservasi, lingkungan hidup, nilai ekonomis, infrastruktur, riset, dan kelembagaan. Kebijakan energi nasional ini akan diterapkan pemerintah mulai tahun 2014 hingga 2050 untuk mendukung pembangunan nasional berkelanjutan.



**d. Peraturan Presiden Nomor 11 Tahun 2023 tentang Urusan Pemerintahan Konkuren Tambahan di Bidang Energi dan Sumber Daya Mineral pada sub-Bidang Energi Baru Terbarukan**

Perpres ini mengatur tentang penambahan urusan pemerintahan konkuren di bidang Energi dan Sumber Daya Mineral, khususnya untuk Energi Baru Terbarukan. Peraturan ini memperjelas alokasi terkait tanggung jawab antara pemerintah pusat dan daerah dalam pengembangan energi terbarukan, memastikan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan sumber daya energi yang berkelanjutan. Pasal 2 menjelaskan tentang pembagian urusan pemerintahan yang berkaitan dengan Energi Baru Terbarukan (EBT) dalam konteks pemerintahan daerah dan pusat sesuai dengan ketentuan yang ada di Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014. Kewenangan Pemerintah Pusat dijelaskan dalam Pasal 3 meliputi pemberian rekomendasi, pengelolaan penyediaan, dan pengelolaan pemanfaatan EBT serta konservasi pelaksanaan dan pembinaan konservasi energi. Dalam Pasal 5 dijelaskan bahwa koordinasi antara berbagai entitas pemerintah untuk mempromosikan investasi dan infrastruktur di sektor energi baru terbarukan, serta menetapkan mekanisme pengawasan untuk memastikan penerapan teknologi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

**e. Peraturan Presiden Nomor 18 Tahun 2020 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2020-2024**

Perpres ini berisi dokumen rencana dan panduan pembangunan terhitung dari mulai 2020 sampai 2024 serta memuat peta jalan dalam pencapaian target yang ditetapkan, di mana secara garis besar RPJMN ini sejalan dengan visi dan misi Presiden. Arah kebijakan terkait pengelolaan sumber daya ekonomi dalam Lampiran I. Lampiran I Narasi Perpres ini menyebutkan Visi Presiden yaitu *Terwujudnya Indonesia Maju yang Berdaulat, Mandiri, dan Berkepribadian Berlandaskan Gotong Royong*, di mana salah satu misinya yaitu *Struktur Ekonomi yang Produktif, Mandiri, dan Berdaya Saing*. Dengan Agenda Pembangunan ketiga "*Meningkatkan Sumber Daya Manusia yang Berkualitas dan*

*Berdaya Saing*”, dan kelima “*Memperkuat Infrastruktur untuk Mendukung Pengembangan Ekonomi dan Pelayanan Dasar*”. Dalam narasi tersebut disampaikan kebijakan yang didukung dengan strategi mempercepat pengembangan pembangkit EBT; meningkatkan pasokan bahan bakar nabati; meningkatkan pelaksanaan konservasi dan efisiensi energi; meningkatkan pemenuhan energi; serta mengembangkan industri pendukung EBT. Strategi tersebut diupayakan dengan diversifikasi energi dan ketenagalistrikan melalui panas bumi, air, surya, dan biomasa, serta EBT lainnya.

**f. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 50 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik**

Permen ESDM No. 50/2017 ini bertujuan untuk mengatur tentang mekanisme, syarat, dan insentif untuk pengembangan proyek-proyek energi terbarukan. Peraturan diharapkan dapat berkontribusi dalam mempercepat pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan sebagai bagian dari bauran energi nasional. Ini dilakukan melalui penyediaan insentif dan pemangkasan hambatan birokrasi, dengan harapan dapat meningkatkan investasi di sektor energi terbarukan. Sumber energi terbarukan yang dimaksudkan dalam peraturan ini mencakup sinar matahari, angin, tenaga air, biomassa, biogas, sampah kota, panas bumi, serta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut. Pola kerja sama yang digunakan dalam pemanfaatan EBT ialah *Built, Own, Operate and Transfer* (BOOT). Lebih lanjut, pembangunan dan pemanfaatan EBT juga dilakukan dengan mekanisme saling menguntungkan (*business to business*).

**g. Peraturan Menteri PUPR No. 09/PRT/M/2016 tentang Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha dalam Pemanfaatan Infrastruktur Sumber Daya Air**

Peraturan Menteri tersebut mencakup berbagai aspek, seperti obyek Kemitraan Pemerintah dan Badan Usaha di Sektor Sumber Daya Alam (KPBU SDA), Penyelenggara Jasa Pengadaan Konstruksi (PJPK), panitia pengadaan, tahap-tahap pelaksanaan KPBU SDA, prosedur



pengadaan badan usaha pelaksana, dukungan yang diberikan oleh Pemerintah, serta pengawasan dan evaluasi. Permen PUPR ini mengatur mengenai pemanfaatan tenaga air sebagai sarana pembangkit listrik yang termasuk di dalamnya PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), PLTM (Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro) dan PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro). Sarana infrastruktur sumber daya air dalam peraturan ini mencakup bendungan, waduk, bendung besar, embung, saluran irigasi, dan/atau saluran air baku. Kebijakan terkait dengan pemanfaatan objek tersebut sebagai infrastruktur SDA dilakukan oleh PJPK. PJPK selanjutnya akan melakukan kerjasama dengan badan usaha, yang selanjutnya disebut dengan KPBU SDA. Pemanfaatan SDA diupayakan secara berkelanjutan untuk kepentingan umum. Pemanfaatan sumber energi alam tersebut merupakan komitmen Indonesia dalam menyediakan pemenuhan energi melalui diversifikasi dengan mengutamakan EBT untuk memenuhi kebutuhan energi nasional yang proporsinya senantiasa ditingkatkan demi mencapai kemandirian energi dan mengurangi penggunaan tenaga fosil yang menyebabkan Gas Rumah Kaca (GRK).

## 9. Data dan Fakta

### a. Potensi Energi Hidro di Indonesia

Indonesia memiliki potensi energi hidro yang sangat besar, menjadikannya salah satu sumber daya energi terbarukan yang paling penting dimana potensi ini tersebar di berbagai wilayah Indonesia, terutama di pulau-pulau besar. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) serta berbagai studi, total potensi energi hidro di Indonesia diperkirakan mencapai 94.6 GW. Potensi ini diidentifikasi dari lebih dari 52.000 lokasi yang tersebar di seluruh Indonesia, dengan kapasitas yang bervariasi dari mikrohidro, minihidro, hingga pembangkit listrik tenaga air (PLTA) skala besar.

Adapun wilayah penyebaran Potensi Energi Hidro meliputi **wilayah Sumatera** yang memiliki salah satu potensi energi hidro terbesar di Indonesia. Potensi ini tersebar di berbagai sungai besar di pulau tersebut, dengan

perkiraan total kapasitas lebih dari 26.600 MW. Hingga saat ini, sebagian besar potensi ini masih belum dimanfaatkan sepenuhnya. kemudian **Kalimantan** dimana Potensi energi hidro di wilayah tersebut mencapai sekitar 21.500 MW. Namun, hanya sebagian kecil yang telah dikembangkan menjadi pembangkit listrik yang beroperasi. Kalimantan memiliki sungai-sungai besar yang alirannya sangat cocok untuk dikembangkan menjadi PLTA. wilayah selanjutnya adalah daerah **Sulawesi** yang juga memiliki potensi yang besar, diperkirakan sekitar 10.800 MW. Seperti halnya Kalimantan, pengembangan di Sulawesi masih sangat terbatas, dan terdapat banyak ruang untuk investasi lebih lanjut. Kemudian wilayah **Papua dan Maluku** yang memiliki potensi energi hidro sekitar 23.200 MW, yang sebagian besar belum dimanfaatkan. Wilayah ini menyimpan salah satu potensi energi hidro terbesar di Indonesia, namun pengembangannya masih minim karena tantangan infrastruktur dan aksesibilitas. Potensi energi hidro di Indonesia berdasarkan data dari berbagai sumber termasuk Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), PLN dan *International Renewable Energy Agency (IRENA)* serta studi-studi lainnya ditunjukkan pada Tabel I.

Tabel I. Data Wilayah Potensi Energi Hidro di Indonesia

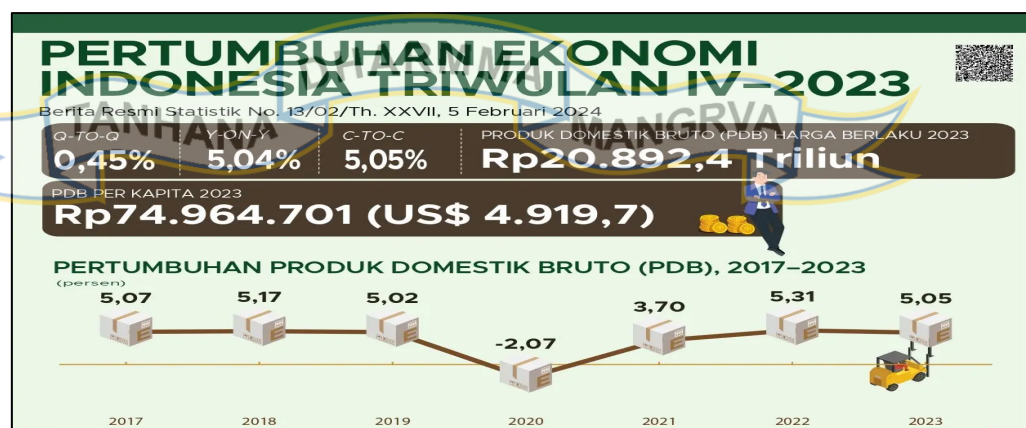
Wilayah	Potensi Energi Hidro (MW)	Kapasitas Terpasang (MW)	Potensi Belum Dimanfaatkan (MW)
Sumatera	26,600	4,500	22,100
Jawa	4,200	2,300	1,900
Kalimantan	21,500	440	21,060
Sulawesi	10,800	870	9,930
Nusa Tenggara	450	100	350
Maluku dan Papua	23,200	240	22,960
Bali	250	50	200

Wilayah	Potensi Energi Hidro (MW)	Kapasitas Terpasang (MW)	Potensi Belum Dimanfaatkan (MW)
Total Indonesia	87,000	8,500	78,500

**b. Pertumbuhan Ekonomi Indonesia dan Indikator Perekonomian Nasional dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN)**

Pertumbuhan ekonomi Indonesia diproyeksikan oleh *World Bank* (Bank Dunia) akan stabil sampai tahun 2023. Bank Dunia memproyeksikan bahwa pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia akan menyentuh angka 5,1 persen pada tahun 2022. Selanjutnya pertumbuhan tersebut tidak mengalami banyak perubahan di tahun 2023.

Pada kuartal *pertama* tahun 2023 pertumbuhan ekonomi terjadi pada seluruh lapangan usaha. Sektor yang mengalami penguatan paling pesat adalah sektor Transportasi dan Pergudangan, dengan tingkat pertumbuhan 15,93 persen (yoy). Pada Triwulan IV tahun 2023 mencapai 5,04 persen Y-on-Y sehingga Perekonomian Indonesia pada tahun 2023 keseluruhan mengalami pertumbuhan sebesar 5,05 persen yang lebih rendah dibandingkan dengan capaian tahun 2022 dengan pertumbuhan sebesar 5,31 persen (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Tahun 2017 – Kuartal IV 2023  
Sumber: BPS, 2024

Pertumbuhan ekonomi yang kuat dalam RPJMN 2020-2024 berhubungan langsung dengan pencapaian indikator perekonomian

nasional, seperti penurunan kemiskinan dan pengangguran, peningkatan PDB per kapita, serta stabilitas inflasi. Target pertumbuhan ekonomi sebesar 5,4%-6,0% diharapkan mendukung pencapaian sasaran strategis lainnya, termasuk peningkatan penggunaan energi terbarukan dan pengurangan emisi gas rumah kaca, yang semuanya berkontribusi pada kesejahteraan masyarakat dan keberlanjutan pembangunan. Beberapa indikator perekonomian nasional sesuai dengan target atau sasaran dari Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024 ditunjukkan pada Tabel II.

Tabel II. Indikator Perekonomian Nasional pada RPJMN 2020-2024

Indikator Ekonomi	Target RPJMN 2020-2024
Pertumbuhan Ekonomi (PDB) (%)	5,4 - 6,0
Tingkat Pengangguran Terbuka (%)	4,0 - 4,5
Tingkat Kemiskinan (%)	7,0 - 8,5
Inflasi (%)	2,0 - 4,0
Gini Ratio (Indeks Ketimpangan)	0,370 - 0,374
PDB Per Kapita (USD)	4.580 - 4.900
Cadangan Devisa (Miliar USD)	150 - 170
Defisit Anggaran (% PDB)	2,2 - 2,5
Rasio Elektrifikasi (%)	100
Kontribusi Energi Baru Terbarukan (%)	23
Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca (%)	27 - 29

**c. Potensi Kelangkaan Energi Fosil di Indonesia.**

Penggunaan energi di Indonesia saat ini masih didominasi dengan energi yang bersumber dari fosil seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam. Dari 70,96 Giga Watt (GW) kapasitas energi yang dimiliki, 44,8 GW berasal dari energi fosil dengan rincian cadangan energi batu bara sebanyak 35,36 persen, cadangan energi gas bumi sebanyak 19,36 persen dan cadangan energi minyak bumi sebanyak 34,38 persen. Potensi kelangkaan ini disebabkan oleh pola konsumsi energi nasional yang masih belum diimbangi dengan riset dan eksplorasi.

Menurut data dari Kementerian ESDM, cadangan energi yang ada saat ini masih dinilai dapat memenuhi kebutuhan, akan tetapi apabila tidak ditemukan sumber cadangan energi baru, maka akan terjadi kelangkaan bahkan hingga kemusnahan. Dalam sembilan tahun ke depan cadangan minyak bumi di Indonesia akan habis, dalam 22 tahun ke depan cadangan gas bumi akan habis, serta dalam 65 tahun ke depan cadangan batu bara akan habis pula<sup>16</sup>. Untuk menanggulangi adanya potensi kelangkaan energi fosil, pemerintah perlu mencari alternatif lain. Salah satunya dengan memaksimalkan energi terbarukan yang dimiliki oleh sumber daya di Indonesia. Saat ini pemerintah telah berupaya untuk memaksimalkan sumber energi terbarukan tersebut. Salah satunya dengan mengeluarkan berbagai peraturan seperti Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik, memberikan insentif untuk investasi energi terbarukan.

d. **Pembangkit Listrik Tenaga Hidro di Luar Negeri Sebagai Percontohan.**

Sebagai upaya penyediaan fasilitas kelistrikan yang lebih hijau dan bersih, beberapa negara telah menerapkan pembangunan PLTA dan PLTMH yang hingga saat ini telah memberikan kontribusi signifikan pada negaranya. Keberhasilan beberapa negara di dunia dalam memanfaatkan *hydropower* dapat menjadi percontohan bagi Indonesia yang sedang menjalankan komitmen transisi energi. Sebagai contoh PLTA yang telah membuktikan kontribusinya adalah, PLTA *Three Gorges* di Tiongkok dengan kapasitas mencapai 22,5 GW yang sekaligus menjadikannya memegang rekor dunia sebagai PLTA penghasil listrik terbesar di dunia<sup>17</sup>. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) *Three Gorges* di China ini menggunakan arus air yang kuat dari Sungai Yangtze untuk menghasilkan listrik dimana sebenarnya

---

<sup>16</sup> <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/10/22/2667/menteri.arifin.transisi.energi.mutlak.diperlukan?lang=en>. Diakses pada 14 April 2024.

<sup>17</sup> <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/05/30/10-plta-dengan-kapasitas-pembangkit-terbesar-di-dunia>. Diakses pada 14 April 2024.



bendungan dari PLTA ini bukanlah "air terjun alami", melainkan sebuah struktur buatan yang mengandalkan perbedaan ketinggian air di sisi hilir dan hulu bendungan untuk menciptakan potensi energi. Arus air yang kuat dihasilkan oleh perbedaan ketinggian air antara permukaan di atas bendungan (hulu) dan permukaan di bawah bendungan (hilir). PLTA Three Gorges menggunakan arus air yang kuat yang dihasilkan oleh perbedaan ketinggian air di bendungan, bukan air terjun alami sebagai sumber energi listrik. Teknologi ini memungkinkan produksi listrik dalam jumlah besar dengan memanfaatkan salah satu sungai terbesar di dunia, Sungai Yangtze, sebagai sumber daya utama. Indonesia memiliki banyak sungai besar seperti Sungai Mahakam, Batanghari, dan Citarum yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi pembangkit listrik tenaga air (PLTA), dan dengan memanfaatkan aliran air yang kuat dari sungai-sungai besar ini, Indonesia dapat mengembangkan PLTA skala besar seperti Three Gorges, meskipun mungkin dengan skala yang lebih kecil tetapi tetap signifikan dalam memenuhi kebutuhan energi nasional.

Selain PLTA, beberapa negara pun turut mengadopsi sistem PLTMH untuk pembangkit listrik di daerah. Beberapa diantaranya seperti<sup>18</sup> PLTMH Upper Modi, PLTMH Khudi dan PLTMH Solu di Nepal; PLTMH Muvumba, PLTMH Nyirabizimba dan PLTMH Rukarara di Rwanda; PLTMH Punatsangchhu-I dan PLTMH Mangdechhu di Bhutan serta PLTMH El Placer dan PLTMH Imbabura di Ekuador. PLTMH di atas telah berperan dalam mengalirkan listrik ke daerah pedesaan dan daerah terpencil. Setiap negara memiliki kebijakan, potensi hidro, dan skala pengembangan PLTMH yang berbeda-beda. Namun, dengan fungsinya dan penghematan yang dapat diraih, PLTMH menjadi salah satu solusi yang dipilih di berbagai negara.

Undang-undang dan kebijakan pengembangan pembangkit listrik di luar negeri yang dapat dicontoh oleh Indonesia mencakup berbagai pendekatan yang berfokus pada kemitraan publik-swasta, standar

---

<sup>18</sup> Abbidin & Radani. 2022. Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidor (PLTMH) Tipe Turbin Cross-Flow. Makassar: Politeknik Ujung Pandang.

keselamatan internasional, dan dukungan untuk energi terbarukan. Misalnya, di Laos, kebijakan *Sustainable Hydropower* mewajibkan proyek-proyek pembangkit listrik tenaga air untuk melakukan studi dampak lingkungan dan sosial serta implementasi program berbagi manfaat dengan komunitas lokal. Di Kanada, program Standar Penawaran *BC Hydro* memberikan kesempatan kepada proyek-proyek energi bersih kecil untuk masuk ke dalam perjanjian pembelian energi jangka panjang dengan utilitas publik, sehingga mendorong pengembangan energi terbarukan skala kecil.

e. **Persebaran Pembangkit Listrik Tenaga Hidro di Indonesia.**

Pembangkit listrik tenaga hidro di Indonesia sendiri yang sudah beroperasi terdiri atas PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), PLTM (Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro) dan PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro). Perbedaan dari ketiga pembangkit tersebut adalah dari skala pembangunan dan besaran daya yang dihasilkan. Di mana PLTA memiliki kapasitas yang lebih besar dan digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik skala besar, sementara PLTM dan PLTMH digunakan untuk memasok listrik ke komunitas atau daerah yang lebih kecil dan terpencil. Hal ini menjadi salah satu upaya pemerintah dalam menerapkan desentralisasi dalam pengembangan energi terbarukan. Penerapan desentralisasi ini relevan dengan persebaran PLTH di Indonesia, yang memiliki banyak sungai dan potensi hidro di berbagai pulau.

PLTA merupakan jenis pembangkit listrik hidro elektrik yang menggunakan aliran air dari bendungan atau waduk untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik. Air yang disimpan di waduk dilepaskan melalui turbin, yang kemudian menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik. Daya yang dapat dihasilkan oleh PLTA biasanya di atas 10MW<sup>19</sup>. Beberapa PLTA yang telah memberikan

---

<sup>19</sup> [https://onemap.esdm.go.id/home/news/peta\\_potensi\\_hidro](https://onemap.esdm.go.id/home/news/peta_potensi_hidro). Diakses pada Sabtu 8 Juli 2023. Diakses pada 14 April 2024.

kontribusi besar pada *supply* listrik nasional seperti<sup>20</sup> PLTA Cirata yang terletak di Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat dengan kapasitas pembangkitan sekitar 1.008 MW. PLTA Saguling yang terletak di Kabupaten Bandung, Jawa Barat dengan kapasitas pembangkitan sekitar 1.600 MW. PLTA Sigura-gura yang terletak di Kabupaten Dairi, Sumatera Utara dengan kapasitas pembangkitan sekitar 240 MW. Serta PLTA Mrica yang terletak di Kabupaten Magelang, Jawa Tengah dengan kapasitas pembangkitan sekitar 42 MW.

Kemudian, terdapat Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM) dengan kapasitas 1-10 MW dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang memiliki kapasitas pembangkitan listrik sebesar 5-100 kW. Dengan skala dan kapasitas yang sama-sama kecil, kemudian keduanya sering dikategorikan menjadi satu dengan sebutan Pembangkit Listrik Mini dan Mikro Hidro (PLTMH). Pembangkit tersebut merupakan salah satu sumber pembangkit energi listrik EBT skala kecil dengan memanfaatkan pergerakan air seperti sungai, air terjun maupun saluran irigasi. PLTMH yang telah berkontribusi di Indonesia seperti PLTMH Pangkalan Aya di Sumedang, Jawa Barat dengan kapasitas 650 kW yang memasok 4.000 rumah tangga. PLTMH Oenesu di Pulau Timor (NTT) berkapasitas 600 kW memasok 5.000 rumah tangga dan PLTMH Lawe Sigala-Gala di Aceh Tenggara, memiliki kapasitas 5,2 MW. Pembangkit ini telah beroperasi sejak tahun 2014 dan dapat memasok listrik ke lebih dari 11.000 rumah tangga serta sejumlah fasilitas publik di sekitarnya<sup>21</sup>. Dalam beberapa tahun ke depan telah direncanakan untuk pembangunan PLTMH pada daerah-daerah terpencil agar masyarakat dapat merasakan pasokan listrik tanpa harus mengandalkan genset. Hal tersebut sejalan dengan tujuan transisi energi dan kemandirian energi nasional.

---

<sup>20</sup> <https://artikel.rumah123.com/8-plta-di-indonesia-terbesar-saat-ini-untuk-kebutuhan-listrik-rumah-tangga-71793>. Diakses pada 14 April 2024.

<sup>21</sup> Azhiimah, dkk. 2019. Kajian Kritis Terhadap Beberapa Studi Kelayakan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Indonesia. Surabaya: Unesa. Ruang Teknik Jurnal, Vol. 2, No. 2. Hlm. 337-347.



Pemerintah menyusun beberapa peraturan untuk mengoptimalkan jalannya PLTH di berbagai daerah tersebut. Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi dan Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2014 tentang Panas Bumi menjadi landasan hukum utama dalam pengembangan energi terbarukan di Indonesia, termasuk pembangkit listrik tenaga hidro (PLTH). Kebijakan energi nasional diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang menargetkan peningkatan kontribusi energi terbarukan hingga 23% pada tahun 2025. Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), yang disahkan melalui Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017, serta Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 Tahun 2017 yang memberikan insentif bagi pengembangan energi terbarukan melalui skema *Feed-in Tariff* (FiT), juga mendukung pengembangan PLTH.

## 10. Kerangka Teoretis

### a. Teori Optimalisasi

Teori Optimalisasi dikemukakan oleh Rao (2009) yang menyatakan optimalisasi merupakan suatu proses untuk memperoleh kondisi yang akan menghasilkan nilai maksimum maupun minimum suatu aktivitas (Rao, 2009). Winardi (1996) berpendapat bahwa optimalisasi merupakan suatu ukuran tercapainya target melalui usaha, proses, dan kegiatan dengan menggunakan berbagai sumber yang ada guna mendapatkan hasil yang terbaik, yang lebih menguntungkan dan diinginkan dalam batasan dan kondisi tertentu. Dengan adanya optimalisasi maka didapatkan berbagai manfaat yaitu mampu mengidentifikasi tujuan, mengatasi kendala dan hambatan yang terjadi, memecahkan permasalahan dengan metode yang lebih cepat dan tepat, serta pengambilan suatu keputusan dengan lebih tepat dan akurat (Winardi, 1996).

## b. Konsep Transisi Energi

Transisi energi saat ini menjadi salah satu topik hangat yang sering di diskusikan para pemimpin negara, bahkan saat Presidensi G20 Indonesia, Indonesia mengangkat topik tersebut menjadi sebuah isu utama dunia saat ini<sup>22</sup>. Konsep transisi energi merujuk pada perubahan sistem energi yang berkelanjutan dari sumber energi berbasis fosil yang terbatas dan berpolusi ke sumber energi terbarukan yang bersih dan berkelanjutan. Transisi energi bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan mengatasi dampak negatif lainnya dari penggunaan sumber energi konvensional. Transisi energi juga merupakan upaya dan strategi yang harus dilakukan negara-negara di dunia dalam mencapai kesepakatan Paris 2015, yaitu mencapai *net zero emission* pada 2050 dan Indonesia 2060 melalui ratifikasi perjanjian tersebut<sup>23</sup>.

Menghadapi peningkatan kompleksitas kehidupan masyarakat saat ini serta dihadapkan tantangan bahwa energi fosil yang digunakan kebanyakan negara saat ini, transisi energi merupakan langkah penting menuju sistem energi yang berkelanjutan, ramah lingkungan, dan berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim.

## c. Konsep Ekonomi Hijau

Istilah 'Ekonomi Hijau' dimunculkan pertama kali pada Laporan "Blueprint for a Green Economy" tahun 1989 oleh David Pearce. Laporan tersebut ditulis "sebagai kritik terhadap rendahnya penilaian biaya lingkungan dan sosial dalam sistem harga ekonomi". Pearce selanjutnya menuliskan artikelnya dalam jurnal "Environmental Values" tahun 1992 "Green Economics" dan mendefinisikan *Green Economy* yaitu "Ekonomi hijau adalah ekonomi yang memiliki kemampuan untuk mereplikasi dirinya sendiri secara berkelanjutan". Substansi utama dari Ekonomi

---

<sup>22</sup> [http://universitaspertamina.ac.id/berita/detail/transisi\\_energi-pengertian-manfaat-dan-teknologinya#:~:text=Transisi%20energi%20adalah%20jalan%20menuju,%2C%20dan%20baterai%20lithium%2Dion](http://universitaspertamina.ac.id/berita/detail/transisi_energi-pengertian-manfaat-dan-teknologinya#:~:text=Transisi%20energi%20adalah%20jalan%20menuju,%2C%20dan%20baterai%20lithium%2Dion). Diakses pada 8 Februari 2024.

<sup>23</sup> [https://maritim.go.id/detail/komitmen-net-zero-carbon-tahun\\_2060-indonesia-seimbangkan-target-emisi-dan-target-pembangunan\\_ekonomi](https://maritim.go.id/detail/komitmen-net-zero-carbon-tahun_2060-indonesia-seimbangkan-target-emisi-dan-target-pembangunan_ekonomi). Diakses pada 8 Februari 2024.

Hijau adalah “*pemisahan sistematis tingkat perubahan dalam output ekonomi dan aset lingkungan yang digunakan dalam proses tersebut. Oleh karena itu, Ekonomi Hijau konsisten terhadap kesejahteraan manusia dan penggunaan sumber daya alam yang berkelanjutan*”. Dalam praktiknya, Ekonomi Hijau tidak dapat dipisahkan dari pembangunan yang berkelanjutan. Kualitas lingkungan yang saat ini semakin memburuk karena aktivitas perindustrian, berimplikasi terhadap perlunya perhatian lebih lanjut pada upaya untuk memelihara keseimbangan aktivitas perindustrian terhadap kualitas lingkungan. Sedangkan pembangunan berkelanjutan terbagi menjadi tiga aspek, antara lain aspek ekonomi, sosial, dan ekologi.

**d. Konsep Ketahanan Energi**

Ketahanan energi secara general, didefinisikan sebagai “*suatu kondisi terjaminnya ketersediaan energi, akses masyarakat terhadap energi pada harga yang terjangkau (rasional) dalam jangka panjang dengan tetap memperhatikan perlindungan terhadap lingkungan hidup*”. Pada Kebijakan Energi Nasional (KEN) sampai dengan tahun 2050, ketahanan energi didefinisikan sebagai “*suatu kondisi terjaminnya ketersediaan energi, akses masyarakat terhadap energi pada harga yang terjangkau dalam jangka panjang dengan tetap memperhatikan perlindungan terhadap lingkungan hidup*”. Konsep ketahanan energi yang berlaku di Indonesia menurut Hikam (2014) ada empat elemen yaitu “*Availability* (ketersediaan) dimana pemerintah memiliki kemampuan dalam ketersediaan sumber energi dan energi, baik dari domestik maupun luar negeri; *Accessibility* yang merupakan kemampuan untuk mengakses sumber energi, infrastruktur jaringan energi, termasuk tantangan geografik dan geopolitik; dan *Affordability* atau kemampuan atau keterjangkauan dalam memanfaatkan energi yang dapat berupa biaya investasi di bidang energi, mulai dari biaya eksplorasi, produksi dan distribusi, hingga biaya yang dikenakan ke konsumen; serta *Acceptability* yang mencakup pada penggunaan energi yang peduli lingkungan, baik darat, laut maupun udara, termasuk penerimaan masyarakat”.

### e. **Konsep Energi Baru Terbarukan**

Di mana suatu *negara* memiliki kemampuan untuk mempertahankan dirinya dan melakukan pembangunan dengan mempertimbangkan kondisi keamanan dan kecukupan dalam persediaan energi dengan biaya yang terjangkau (Lee, 2010). Berdasarkan amanat “UU nomor 30 Tahun 2007 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN)” disusun dengan berdasarkan prinsip yang berkeadilan, berwawasan lingkungan dan berkelanjutan guna mendukung terciptanya kemandirian energi dan terciptanya ketahanan energi nasional.

Mendukung amanat tersebut maka diperlukan transisi energi yang semula konvensional menjadi energi alternatif. Konsepsi Energi Baru Terbarukan (EBT) menurut *Internasional Energy Agency* (IEA) adalah sumber energi yang tersedia oleh alam serta dapat dimanfaatkan secara terus menerus sehingga dalam prosesnya sumber energi akan diisi ulang terus menerus serta tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan (Sugiyono, 2016). Dalam konsep EBT mencakup penggunaan sumber daya energi yang dapat diperbaharui secara alami dan memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan sumber daya energi konvensional. Sumber energi baru terbarukan ini digunakan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang terbatas dan berkontribusi pada emisi gas rumah kaca dan polusi udara. Inovasi teknologi, kebijakan pemerintah yang mendukung, dan kesadaran masyarakat terhadap energi berkelanjutan semuanya berperan dalam mempercepat transisi menuju EBT (IESR, 2017).

## 11. **Lingkungan Strategis**

### a. **Global**

Sebagai konsumen energi dunia sebesar 80 persen, kelompok negara G20 memiliki peran vital dalam permasalahan dan akses energi dunia. Dalam Pertemuan negara G20 di Bali, 2022 salah satu isu utama yang dibahas adalah tentang energi. Dalam pertemuan tersebut negara G20 berupaya menekan kenaikan tingkat suhu pemanasan global dan

mencegah *climate change* melalui komitmen bersama menuju negara *net zero emission*. Namun demikian nampaknya diperlukan upaya ekstra dari negara-negara di dunia untuk meyakinkan kembali target tersebut dapat terlaksanakan karena berdasarkan data dimana terjadi kenaikan emisi gas CO<sub>2</sub> pada tahun 2021 menjadi 5,9 persen, padahal pada periode sebelumnya dimana pandemi Covid-19 melanda, emisi gas CO<sub>2</sub> secara rata-rata adalah sebesar 4,9 persen. Fenomena tersebut dapat mengindikasikan bahwa pemilihan ekonomi yang sedang dilakukan banyak negara dunia turut berimplikasi terhadap naiknya emisi gas karbon. Kenyataan tersebut semakin meyakinkan bahwa peningkatan kompleksitas kehidupan masyarakat juga turut mendorong peningkatan penggunaan energi yang apabila energi tersebut bersifat konvensional berdampak juga pada aspek lingkungan hidup. Sehingga menjaga pertumbuhan ekonomi agar tetap positif dan menjaga lingkungan hidup maka diperlukan keamanan energi yang baik sambil memastikan transisi energi tetap berjalan<sup>24</sup>.

Dalam transisi energi di dunia, menurut data yang dihimpun dari *World Economic Forum*, terdapat sepuluh negara yang memegang posisi tertinggi dalam indeks transisi energi di Dunia di mana Swedia menempati posisi teratas diikuti dengan Denmark dan Norwegia (lihat Gambar 2).

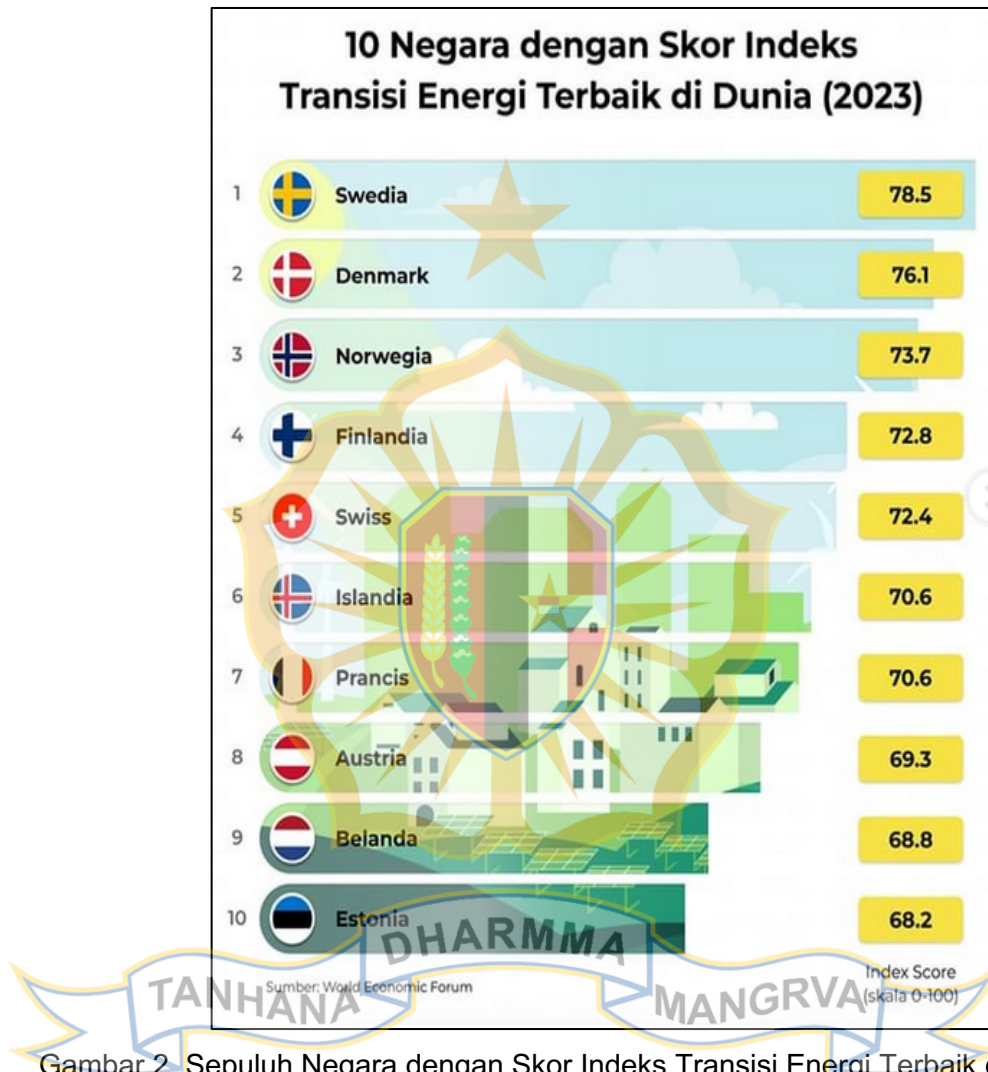
Kondisi dinamika geopolitik yang terjadi akibat perang Rusia-Ukraina juga turut mengancam akses terhadap energi fosil dan turut serta mengancam daya dukung (energi) yang digunakan dalam melakukan segala aktivitasnya. Rusia merupakan salah satu pengeksport minyak bumi dan gas alam terbesar bagi pasar global dengan pangsa pasar terbesar ada di wilayah Eropa, setiap tahunnya tidak kurang dari 50 persen. Rusia juga men-*supply* lebih dari 60 persen kebutuhan gas alam, mengakibatkan negara-negara di dunia serta Eropa khususnya segera mencari alternatif sumber energi baru demi menjaga

---

<sup>24</sup> Fauzy Pandu Rizky. 2023. Peluang Dan Tantangan Transisi Energi: Implikasi Kebijakan Pasca Presidensi G20 Indonesia. *Journal of Tax, Policy, Economics and Accounting* Vol.1 No. 1.



kelangsungan hidup negara dan masyarakatnya<sup>25</sup>. Dalam merespons kondisi tersebut diperlukan upaya bersama untuk maju dan mengembangkan energi baru terbarukan sebagai upaya untuk menjaga ketahanan energi.



Gambar 2. Sepuluh Negara dengan Skor Indeks Transisi Energi Terbaik di Dunia (2023)

Sumber: *World Economic Forum*, 2024

Dinamika lingkungan global sangat mempengaruhi dalam perencanaan pengembangan energi hidro di Indonesia, di mana beberapa negara telah menggunakan tenaga hidro sebagai sumber energi yang sangat besar seperti negara Norwegia yang menggunakan

<sup>25</sup> <https://www.kompas.id/baca/riset/2023/03/15/dampak-dunia-energi-akibat-perang-rusia-ukraina>. Diakses pada 15 April 2024.

pembangkit listrik tenaga hidro dengan persentase sumbangan energi adalah 45 persen hal ini didorong oleh banyaknya lembah, sungai curam yang merupakan potensi utama energi Hidro. Selain itu negara Asia yang memimpin dalam penggunaan energi hidro adalah China, bahkan PLTA milik China memegang rekor dunia yang mampu menghasilkan listrik mencapai 22,5 gigawatt (GW).

#### b. Regional

Salah satu negara yang memiliki peran dominan di kawasan regional Asia dan global adalah China. Dengan peningkatan GDP China telah melesatkan pertumbuhan ekonomi China menjadi salah satu yang terbaik dan terbesar di dunia. Tentu peningkatan ekonomi tersebut akan berkorelasi positif terhadap kebutuhan energi yang digunakan. Tentu tidak akan menjadi masalah apabila daya dukung energi tersebut diciptakan dengan cara yang ramah, namun *Internasional Energy Agency* (IEA) mewaspadaikan dengan kondisi belum stabil dan meluasnya transisi energi di negara-negara dunia, maka peningkatan kebutuhan energi saat ini dapat berpengaruh terhadap ketahanan energi masing-masing negara.

Beberapa strategi dilakukan China dalam upaya mengakses dan memiliki energi yaitu dengan mempererat kerja sama dengan negara-negara yang memiliki cadangan energi, lalu strategi lainnya adalah mempengaruhi kondisi keamanan regional seperti yang dilakukan atas sengketa Laut China Selatan (LCS). LCS diperkirakan memiliki cadangan minyak sebesar 400 miliar barel atau lebih banyak dari timur tengah sedangkan potensi ladang gas yang ditemukan *China National Offshore Oil Coproation* (CNOOC) adalah 56,5 juta kaki kubik gas perhatinya<sup>26</sup>.

Kondisi yang dapat mengancam ketidakstabilan akses dan harga energi fosil tersebut telah membuat beberapa negara di ASEAN melakukan percepatan transisi energi salah satunya adalah Thailand,

---

<sup>26</sup> Badarudin. 2021. Posisi Indonesia Dalam Menghadapi Dinamika Geopolitik di Kawasan Indo-Pasifik. Jakarta: Universitas Bakrie.

pada Oktober 2021 lalu secara resmi Thailand mengoperasikan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH) yaitu Bendungan sebagai tenaga Hidro dan di atasnya Solar terapung yang secara total dapat menghasilkan tenaga listrik sebesar 45 megawatt (MW)<sup>27</sup>. Upaya Thailand tersebut dapat menjadi contoh terhadap pengembangan PLTH di Indonesia serta dapat juga dijadikan sebagai referensi dalam perencanaannya.

### c. Nasional

Pada dimensi lingkungan nasional, aspek Tri gatra dan Panca gatra sangat mempengaruhi dalam proses pengembangan potensi energi hidro mulai dari perencanaan, implementasi sampai dengan evaluasi terhadap proyek-proyek energi Hidro. Adapun aspek aspek dari Trigatra dan Pancagatra tersebut sebagai berikut:

1) **Geografi.** Kondisi geografi Indonesia yang merupakan negara kepulauan dengan beragam kondisi topografis mempengaruhi pembangunan infrastruktur Kelistrikan. PLN mengatakan bahwa akses geografi merupakan hambatan utama dalam peningkatan rasio elektrifikasi nasional, dengan hitungan *extend-grid* misalnya PLN harus mengeluarkan 25-45 juta rupiah per rumah tangga untuk dapat teraliri listrik, sehingga apabila dipandang secara komersial investasi infrastruktur tersebut menjadi tidak *feasible*<sup>28</sup>. Dengan demikian secara geografis menjadi pertimbangan yang matang dalam rencana pengembangan PLTA, dimana wilayah NKRI memiliki karakteristik yang berbeda-beda baik kondisi tanah, sungai-sungai dan pengaruh cuaca tropis yang memungkinkan pada musim kemarau akan menemui permasalahan. Namun peluang terbesarnya adalah dengan memanfaatkan aspek geografis ini, Indonesia dapat meningkatkan produksi energi terbarukan, mengurangi ketergantungan dari

---

<sup>27</sup> <https://www.dw.com/id/transformasi-hijau-thailand-dengan-plth-terapung/a-61079084>. Diakses pada 15 April 2024.

<sup>28</sup> <https://www.cnbcindonesia.com/news/20220615172612-4-347429/4700-des-a-belum-teraliri-listrik-begini-jurus-pln>. Diakses pada 15 April 2024.



penggunaan energi fosil dan akhirnya akan memberikan kontribusi positif pada peningkatan perekonomian nasional.

2) **Demografi.** Indonesia memiliki pertumbuhan penduduk yang cepat dan populasi yang besar. Pertumbuhan penduduk yang tinggi meningkatkan permintaan akan listrik secara keseluruhan, menurut laporan KESDM konsumsi listrik tahun 2022 meningkat 4 persen dibandingkan tahun 2021. Peningkatan jumlah penduduk tersebut tentu harus diimbangi dengan daya dukung ketersediaan energi listrik yang memadai. Menjawab tantangan tersebut serta bentuk nyata dari upaya transisi energi maka pengembangan dan pemerataan proyek pengembangan PLTA dapat menjadi solusi masalah peningkatan kebutuhan listrik dan pemerataan akses listrik di Indonesia.

3) **Sumber Kekayaan Alam (SKA).** Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber kekayaan alam yang melimpah<sup>29</sup>. Ketersediaan berbagai potensi kekayaan alam yang melimpah di Indonesia tersebut menjadi peluang sekaligus kendala apabila terjadi kesalahan dalam pengelolaannya. Sebagai negara yang besar membentang lebih dari 5.000 Km, Indonesia memiliki beraneka ragam potensi sumber kekayaan alam. Sekretaris Jenderal Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menjelaskan bahwa potensi EBT di Indonesia mulai dari energi surya, hidro, bioenergi, panas bumi dan juga energi laut memiliki potensi mencapai 3.686 GW<sup>30</sup>. ESDM juga menjelaskan bahwa sampai dengan tahun 2022 kapasitas terpasang pembangkit listrik mencapai 81,2 GW<sup>31</sup>. Dengan demikian dalam upaya mengoptimalkan sumber energi yang tersedia di Indonesia guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat maka bauran EBT pada energi

---

<sup>29</sup> <https://www.cnbcindonesia.com/market/20190626094429-17-80665/indonesia-kaya-sumber-daya-berkah-atau-musibah> Diakses pada 15 April 2024

<sup>30</sup> [https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/miliki-potensi-ebt-3686-gw-sekjen-rida-modal-utama-jalankan-transisi-energi-indonesia#:~:text=Sekretaris%20Jenderal%20Kementerian%20Energi%20dan,potensinya%203.686%20gigawatt%20\(GW\).](https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/miliki-potensi-ebt-3686-gw-sekjen-rida-modal-utama-jalankan-transisi-energi-indonesia#:~:text=Sekretaris%20Jenderal%20Kementerian%20Energi%20dan,potensinya%203.686%20gigawatt%20(GW).) Diakses pada 15 April 2024.

<sup>31</sup> <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/kapasitas-terpasang-pembangkit-listrik-ri-capai-812-gw-per-2022>. Diakses pada 15 April 2024.

nasional dapat menjadi kunci. Oleh karena dengan sebaran hidro yang ada di Indonesia maka pengembangan dan pembangunan PLTA merupakan salah upaya dalam memanfaatkan potensi yang ada serta merupakan upaya untuk meningkatkan rasio elektrifikasi secara nasional.

4) **Ideologi.** Pancasila merupakan ideologi bangsa yang menjadi falsafah hidup dan melandasi segala aktivitas bangsa Indonesia<sup>32</sup>. Pancasila sebagai dasar negara Indonesia secara jelas telah mengamanatkan pada sila ke-5 yaitu Keadilan Sosial Bagi Seluruh Rakyat Indonesia. Sebagai bagian dari kebutuhan dasar hidup manusia maka sudah seyogyanya setiap warga Indonesia mendapatkan akses listrik guna mendukung dan meningkatkan kesejahteraan dan kesempatan untuk meningkatkan kehidupan dengan lebih baik. Dalam menjalankan amanat yang sudah dirumuskan para pendiri bangsa serta dihadapkan dengan tantangan dan potensi geografis yang dimiliki Indonesia, maka dengan pengembangan PLTA dapat dilakukan pemerataan akses listrik sehingga mampu meningkatkan rasio elektrifikasi secara nasional.

5) **Politik.** Kebijakan Politik atas energi merupakan salah satu kunci penting guna melakukan pemerataan kelistrikan di Indonesia. Misalnya regulasi hukum yang jelas akan dapat mendukung dan mempercepat permasalahan kelistrikan di Indonesia namun apabila terdapat perubahan kebijakan, ketidakpastian hukum, atau kebijakan yang tidak konsisten dapat menghambat investasi dan pengembangan infrastruktur kelistrikan. Kestabilan hukum yang kurang dapat mengganggu kinerja perusahaan kelistrikan, mempengaruhi efisiensi operasional, dan menghambat kemajuan teknologi. Oleh karena itu dalam upaya pemerataan listrik secara nasional yang salah satunya dapat dilakukan melalui pembangunan PLTA, maka didorong dengan *political will* yang kuat dapat menjadi solusi percepatan hal tersebut. Kejelasan arah

---

<sup>32</sup> Tim Pokja Bahan Ajar BS Empat Konsensus Dasar Bangsa. (2024). *Materi Pokok Bidang Studi Empat Konsensus Dasar Bangsa Sub Bidang Studi Pancasila*. Jakarta: Lemhannas RI

kebijakan dan landasan hukum merupakan hal yang penting dalam upaya pembangunan PLTA.

6) **Ekonomi.** Pertumbuhan ekonomi yang pesat berdampak pada peningkatan permintaan akan listrik. Ketika perekonomian tumbuh, aktivitas industri, bisnis, dan komersial meningkat, yang semuanya memerlukan pasokan listrik yang stabil dan memadai. Jika kapasitas listrik tidak mampu memenuhi pertumbuhan ekonomi, dapat terjadi pemadaman listrik dan gangguan operasional yang dapat merugikan sektor ekonomi. Berdasarkan data dari KESDM terhadap konsumsi daya listrik nasional per kapita menunjukkan peningkatan konsumsi listrik di tahun 2022 sebesar 4 persen dibandingkan tahun 2021. BPS RI tahun 2023 mencatatkan bahwa Jawa Barat sebagai provinsi dengan jumlah pelanggan listrik tertinggi pada 2022, diikuti dengan Jawa Timur, Jawa Tengah, DKI Jakarta, dan Sumatera Utara dalam lima besar pelanggan listrik tertinggi di Indonesia menurut provinsi pada tahun 2022. Hal ini juga sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi Indonesia sebesar 5,31 persen lebih tinggi pada tahun 2022 dibandingkan capaian tahun 2021. Dengan demikian maka dalam mendukung peningkatan ekonomi yang akhirnya adalah peningkatan kesejahteraan maka dibutuhkan akses listrik yang baik dan merata. Dengan berbagai tantangan dan potensi yang ada, salah satu opsi terbaik Indonesia adalah pengembangan PLTA yang ramah lingkungan dan berdampak positif bagi masyarakat.

7) **Sosial Budaya.** Aspek sosial budaya berpengaruh sangat signifikan terhadap pengembangan potensi energi hidro di Indonesia. Faktor-faktor sosial seperti partisipasi masyarakat, penerimaan lokal terhadap proyek pembangunan energi hidro menjadi kunci dalam pengembangan energi terbarukan. Selain itu aspek budaya seperti nilai-nilai kearifan lokal dan keberlanjutan lingkungan juga memainkan peranan penting dalam pengembangan potensi energi hidro ini. Norma dan nilai budaya juga memainkan peran yang berkaitan dengan energi listrik. Sosial budaya masyarakat mempengaruhi pola konsumsi energi.

Keberagaman budaya dan gaya hidup di Indonesia mencerminkan perbedaan dalam penggunaan listrik. Misalnya, rumah tangga dengan kebutuhan listrik yang tinggi seperti menggunakan AC, televisi, kulkas, dan perangkat elektronik lainnya akan mempengaruhi permintaan energi secara keseluruhan. Perubahan sosial budaya, seperti meningkatnya urbanisasi dan pergeseran gaya hidup, dapat meningkatkan permintaan listrik secara signifikan. Selain itu perubahan dalam sektor kelistrikan, seperti penggunaan energi terbarukan dan teknologi baru, dapat mempengaruhi aspek sosial dan budaya masyarakat. Terdapat tantangan dalam mengubah kebiasaan dan sikap masyarakat terhadap energi, yang sudah terbiasa dengan energi konvensional menjadi membiasakan penggunaan EBT<sup>33</sup>. Dengan kondisi demikian maka listrik merupakan hal yang tidak dapat dipisahkan oleh kehidupan manusia modern saat ini, namun fakta saat ini masih terdapat beberapa daerah yang memiliki rasio elektrifikasi yang rendah apabila dibandingkan daerah lainnya. Ketimpangan tersebut dapat diatasi salah satunya adalah melalui pembangunan PLTA. Potensi negara Indonesia yang kaya akan sumber air dapat dijadikan potensi untuk meningkatkan akses listrik bagi masyarakat.

8) **Pertahanan dan Keamanan.** Sebagai bagian dari kebutuhan dasar kehidupan manusia tidak terkecuali aspek Hankam maka Keandalan dan keberlanjutan sistem kelistrikan merupakan faktor penting dalam menjaga pertahanan dan keamanan negara. Fasilitas-fasilitas militer, pemerintahan, dan kepolisian, termasuk juga sistem komunikasi dan pengawasan, sangat bergantung pada pasokan listrik yang stabil dan terjamin. Infrastruktur kritis, seperti pangkalan militer, pusat komando dan kontrol, bandara, pelabuhan, dan instalasi strategis lainnya, bergantung pada pasokan listrik yang tak terputus. Gangguan pada sistem kelistrikan dapat menghancurkan atau mengurangi kapasitas operasional infrastruktur ini. Oleh karena itu, perlindungan dan

---

<sup>33</sup> <https://www.mpr.go.id/berita/Bangun-Pola-Pikir-Masyarakat-Agar-Kedepankan-Pemanfaatan-Energi-Ramah-Lingkungan>. Diakses pada 15 April 2024.

keamanan infrastruktur kritis yang terkait dengan kelistrikan menjadi prioritas dalam upaya menjaga keamanan nasional. Menjadi sebuah keharusan bagi negara dalam menciptakan stabilitas nasional maka diperlukan dukungan akan energi yang kuat dalam hal ini adalah kelistrikan. Dengan potensi geografis yang ada di Indonesia maka pengembangan dan pembangunan PLTA dapat dijadikan pemecahan masalah menjaga dan memperluas akses listrik secara nasional.



## **BAB III**

### **PEMBAHASAN**

#### **12. Umum**

Data dan fakta pengembangan energi hidro di Indonesia menunjukkan optimalisasi sumber daya Indonesia untuk mengembangkan PLTA. Kemampuan Indonesia mengembangkan energi hidro terbarukan ini didukung dengan topografi Indonesia yang sangat mendukung. Diperlukan strategi dan upaya untuk meningkatkan optimalisasi tenaga hidro dalam upaya pengembangan energi terbarukan ini diformulasikan dengan mengamati data dan fakta, dan dilakukan analisis melalui beberapa teori dan konsepsi yang relevan antara lain yaitu teori optimalisasi, transisi energi, konsep ekonomi hijau, konsep ketahanan energi, konsep energi baru terbarukan dan analisa pengembangan energi hidro di Indonesia.

Analisa yang akan dilakukan juga melihat pertimbangan pada kondisi perkembangan lingkungan strategis serta peluang yang dapat dimanfaatkan untuk memberikan dukungan dan kendala yang harus diatasi agar strategi dan upaya pengembangan energi hidro di Indonesia dalam rangka mendukung ketahanan nasional dapat berjalan dengan optimal. Pada bagian awal pembahasan akan disampaikan kondisi pengembangan energi hidro di Indonesia, tantangan dan hambatan yang dihadapi dalam pengembangan potensi energi hidro, serta langkah strategis untuk mengembangkan potensi energi hidro sehingga dapat meningkatkan perekonomian nasional dalam rangka mendukung ketahanan nasional.

#### **13. Kondisi Pengembangan Energi Hidro di Indonesia Saat Ini**

##### **a. Tren Pengembangan Energi Hidro di Indonesia**

Pengembangan energi hidro di Indonesia dari tahun 2000 hingga saat ini dapat dilihat sebagai bagian dari upaya negara untuk mengoptimalkan sumber daya alam dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Dari tahun 2000 hingga 2024, Indonesia mengalami penurunan dalam pemanfaatan energi fosil. Pertumbuhan penggunaan energi fosil pada periode 2000-2019 meningkat namun



diperkirakan menurun menjadi 3,6% selama dekade 2020-2029, mencerminkan transisi ke energi lebih bersih. Penurunan ini mencerminkan upaya transisi ke energi terbarukan seiring dengan meningkatnya kebijakan pemerintah dan kesadaran lingkungan. Pada awal 2000-an, pemerintah Indonesia mulai memperkenalkan kebijakan yang mendukung energi terbarukan, termasuk hidro. Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi dan Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi menjadi dasar hukum yang penting untuk mendorong investasi di sektor energi hidro. Proyek pembangkit listrik tenaga air (PLTA) mulai dikembangkan lebih serius. Proyek-proyek besar seperti PLTA Asahan III di Sumatera Utara dan PLTA Jatigede di Jawa Barat menjadi simbol komitmen awal terhadap energi hidro. Pemerintah dan sektor swasta mulai mengadopsi teknologi ramah lingkungan dan efisien. Proyek-proyek baru menggunakan teknologi terbaru untuk meminimalkan dampak lingkungan dan meningkatkan output energi. Selain proyek besar, banyak proyek mini-hidro mulai dikembangkan di daerah terpencil, memberikan akses listrik ke komunitas lokal dan mendukung pembangunan ekonomi daerah.

**b. Pengembangan Sarana Energi Hidro di Indonesia**

Indonesia dengan kekayaan topografi dan hidrologi, memiliki potensi besar untuk pengembangan energi hidro. Sebagai negara kepulauan dengan ribuan sungai, potensi untuk mengembangkan pembangkit listrik tenaga air (PLTA) sangat signifikan. Menurut data terkini, Indonesia memiliki potensi energi hidro sebesar 95 gigawatt (GW), tetapi hanya sekitar 6.7 GW yang telah dimanfaatkan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar potensi energi hidro di Indonesia masih belum dimanfaatkan.

Dalam proyek dan pengembangan, pemerintah telah menargetkan peningkatan kapasitas terpasang energi hidro menjadi lebih dari 10 GW pada tahun 2030 dan berharap meningkatkan lebih jauh hingga mencapai 72 GW pada tahun 2060. Untuk mencapai target ini, berbagai proyek PLTA besar sedang dan akan dikembangkan, antara lain PLTA

Batang Toru dengan kapasitas 520 MW, PLTA Kayan dengan kapasitas besar 9.000 MW yang direncanakan untuk mendukung kebutuhan listrik industri di Kalimantan dan Proyek PLTA Jatigede, PLTA Asahan, dan beberapa lainnya yang bersamaan mendukung peningkatan kapasitas tersebut.

Pengembangan tenaga hidro di Indonesia terus berlangsung dengan beberapa proyek signifikan yang sedang dibangun dan direncanakan. Sebagai contoh, proyek PLTA Mentarang Induk di Kalimantan Utara, yang dimulai pada tahun 2023, menargetkan kapasitas pembangkitan lebih dari 1,3 GW dan diperkirakan memerlukan investasi sebesar \$2,6 miliar. Proyek ini dikembangkan oleh PT Kayan Hydropower Nusantara, sebuah *joint venture* yang melibatkan beberapa entitas termasuk PT. Adaro Energy Indonesia. PLTA ini direncanakan untuk mendukung kawasan industri, termasuk pabrik kendaraan listrik dan baterai serta fasilitas pengolahan aluminium dan petrokimia. Di Sumatera Utara, PLTA Peusangan yang memiliki kapasitas 88 MW dijadwalkan mulai beroperasi pada Juli 2023. Pembangunan PLTA ini melibatkan beberapa distrik di Aceh Tengah dan merupakan bagian dari upaya PT PLN (Persero) untuk meningkatkan porsi energi terbarukan dalam matriks energi Indonesia.

Secara umum, kapasitas terpasang tenaga hidro di Indonesia mencapai 6,688.9 MW pada akhir tahun 2022, yang menyumbang sekitar 53,3% dari total kapasitas tenaga terbarukan di negara itu. Meskipun tenaga hidro sudah menjadi sumber energi terbarukan utama di Indonesia, potensi total yang diperkirakan mencapai 95 GW baru dimanfaatkan sekitar 7,0%. Ini menunjukkan masih banyaknya potensi yang dapat dikembangkan untuk mendukung transisi energi dan target *net zero emission* (NZE) yang ditargetkan oleh pemerintah Indonesia untuk dicapai pada tahun 2060.

**c. Kondisi Topografi yang Mendukung Pengembangan Energi Hidro**

Indonesia sangat mendukung pengembangan energi hidro karena karakteristik geografisnya yang beragam, termasuk pegunungan tinggi,

lembah sungai yang dalam, dan curah hujan yang tinggi. Berikut ini beberapa aspek topografi yang mendukung pengembangan energi hidro di Indonesia:

- 1) **Pegunungan dan Lembah.** Indonesia memiliki banyak pegunungan yang menciptakan aliran sungai dengan gradien tinggi, ideal untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Daerah pegunungan seperti di Papua, Sumatra, dan Jawa menyediakan lokasi yang cocok untuk pembangkitan energi hidro karena kemiringan yang tajam memfasilitasi aliran air yang kuat, yang dapat menghasilkan lebih banyak energi. Indonesia memiliki kondisi geomorfologi yang kompleks dengan pegunungan yang tinggi dan sungai-sungai besar yang memanjang. Indonesia memiliki sekitar 5.590 sungai utama dan 65.017 anak sungai yang tersebar di seluruh nusantara. Sungai-sungai ini membentuk daerah aliran sungai (DAS) dengan total luas mencapai 1.512.466 km<sup>2</sup>. Sungai-sungai ini, seperti Sungai Kapuas, Sungai Mahakam, dan Sungai Musi, memiliki potensi yang besar untuk pengembangan energi hidro karena aliran air yang kuat dan panjang yang ideal untuk pembangkit listrik<sup>34</sup>. Dengan kondisi tersebut, Indonesia memiliki potensi besar untuk pengembangan energi hidro dengan potensi teoritis mencapai sekitar 75.000 mega watt (mw)<sup>35</sup>.
- 2) **Curah Hujan Tinggi.** Indonesia memiliki iklim tropis dengan dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan di Indonesia memiliki tingkat curah hujan tahunan rata-rata di Indonesia berkisar antara 2.000 hingga 3.000 mm per tahun. Di beberapa daerah, curah hujan bisa mencapai lebih dari 4.000 mm per tahun. Beberapa bagian dari Papua, terutama di wilayah pegunungan, memiliki curah hujan sangat tinggi, melebihi 6.000

---

<sup>34</sup> <https://lestari.kompas.com/read/2023/11/06/170845586/data-spasial-potensi-sungai-untuk-energi-hidro> Diakses pada 24 April 2024.

<sup>35</sup>

<https://ebtke.esdm.go.id/post/2023/11/02/3643/percepat.upaya.transisi.energi.menteri.esdm.doron.g.pemanfaatan.tenaga.hidro>. Diakses pada 24 April 2024.

mm per tahun. Daerah barat Sumatera, seperti Bukit Barisan, juga menerima curah hujan tinggi, sekitar 3.500-4.000 mm per tahun. Wilayah tengah dan utara Kalimantan memiliki curah hujan yang sangat tinggi, berkisar antara 3.000 hingga 4.000 mm per tahun. Curah hujan yang tinggi di Papua, Sumatera, Kalimantan dan beberapa wilaan lain di Indonesia tersebut memberikan pasokan air yang konsisten untuk pembangkitan energi hidro. Hal ini memastikan aliran air yang stabil dan memungkinkan operasi PLTA sepanjang tahun<sup>36</sup>.

- 3) **Sungai Besar.** Negara ini dilintasi oleh banyak sungai besar yang mengalir dari pegunungan ke laut, seperti Sungai Kapuas di Kalimantan, Sungai Musi di Sumatra, Sungai Bengawan Solo, dan Sungai Citarum di Jawa. Sungai-sungai ini memiliki debit air yang besar dan aliran yang kuat, sangat cocok untuk dimanfaatkan dalam pembangunan PLTA<sup>37</sup>. Debit air pada sungai-sungai besar di Indonesia beberapa diantaranya Sungai Kapuas yang memiliki debit rata-rata sekitar 6.500 m<sup>3</sup>/detik, Sungai Musi sekitar 2.300 m<sup>3</sup>/detik, Sungai Bengawan Solo sekitar 700 m<sup>3</sup>/detik, dan Sungai Citarum sekitar 400 m<sup>3</sup>/detik.
- 4) **Sistem Danau dan Waduk.** Indonesia memiliki potensi besar dalam memanfaatkan waduk sebagai pembangkit listrik tenaga air (PLTA) karena banyaknya sumber daya air dan topografi yang mendukung. Beberapa waduk utama yang telah atau berpotensi dikembangkan untuk PLTA termasuk Waduk Jatiluhur, Cirata, Saguling, Gajah Mungkur, dan Koto Panjang, dengan kapasitas terpasang masing-masing berkisar antara 12,4 MW hingga 1.008 MW. Danau Toba di Sumatra Utara, misalnya, merupakan danau vulkanik terbesar di Indonesia dengan potensi untuk pengembangan energi hidro. Waduk seperti Jatiluhur dan Waduk

---

<sup>36</sup> Ibid.

<sup>37</sup> Ibid.

Cirata di Jawa Barat juga sudah dimanfaatkan untuk pembangkit listrik<sup>38</sup>.

Kondisi topografi tersebut harus dikelola dengan hati-hati untuk meminimalkan dampak lingkungan, seperti penggundulan hutan dan pengaruh terhadap habitat lokal. Selain itu, harus ada kajian mendalam mengenai aspek sosial, seperti pemindahan komunitas dan dampak terhadap penggunaan air lokal. Saat ini pengembangan energi hidro di Indonesia memiliki dinamika yang berbeda di tiap pulau, mengingat kondisi geografis dan sumber daya alam yang bervariasi. Pengembangan pembangkit tenaga hidro di Indonesia mengalami tantangan dan hambatannya masing-masing. Sumatera memiliki beberapa proyek hidro besar karena topografinya yang bergunung-gunung dan banyak sungai besar. Sebagai contoh adalah PLTA Asahan 1 dan PLTA Asahan 3 di Sumatera Utara yang memiliki kapasitas masing-masing sekitar 180 MW dan 174 MW. Selain itu PLTA Batang Toru yang direncanakan memiliki kapasitas sekitar 510 MW. Kalimantan kaya akan sungai besar dan sedang mengembangkan beberapa proyek hidro. Salah satunya adalah PLTA Kayan yang direncanakan memiliki kapasitas sekitar 9.000 MW. Proyek ini masih dalam tahap perencanaan dan diharapkan bisa membantu memenuhi kebutuhan energi di Kalimantan serta mendukung industri lokal, seperti *smelter*. Wilayah Jawa sudah lama menjadi pusat pengembangan hidro di Indonesia. PLTA Jatiluhur di Jawa Barat adalah salah satu yang terbesar dengan kapasitas sekitar 186.5 MW. Pulau Jawa menghadapi tantangan dalam pengembangan hidro baru karena ruang yang terbatas dan populasi yang padat, meskipun banyak PLTA tua sedang direnovasi untuk meningkatkan kapasitasnya. Pulau Sulawesi memiliki potensi hidro yang belum tergali secara maksimal. PLTA Poso di Sulawesi Tengah adalah salah satu yang terbesar dengan kapasitas sekitar 180 MW. Terdapat rencana untuk pengembangan lebih lanjut yang dapat mengeksplorasi sungai-sungai besar di pulau tersebut untuk meningkatkan kapasitas energi terbarukan. Pulau di sekitar Papua memiliki potensi yang sangat besar untuk pengembangan hidro karena sumber air yang melimpah dan topografi yang

---

<sup>38</sup> <https://lestari.kompas.com/read/2023/11/06/170845586/data-spasial-potensi-sungai-untuk-energi-hidro> Diakses pada 24 April 2024.



cocok. Namun, tantangan infrastruktur dan akses membuat pengembangan di wilayah ini lambat. Proyek-proyek seperti PLTA Urumuka dengan kapasitas rencana sekitar 900 MW diharapkan dapat memulai transformasi energi di wilayah tersebut. Secara keseluruhan, pengembangan energi hidro di Indonesia masih menghadapi tantangan infrastruktur, finansial, dan lingkungan. Namun, dengan potensi total sekitar 75.000 MW dan hanya 6.000 MW yang telah dimanfaatkan, peluang untuk pengembangan lebih lanjut masih sangat besar, khususnya dalam upaya pemerintah untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan.

Infrastruktur pengembangan energi hidro di Indonesia saat ini memainkan peran penting dalam agenda nasional untuk transisi energi menuju sumber yang lebih berkelanjutan. Sebagai bagian dari upaya tersebut, **konsep transisi energi** dapat diimplementasikan dalam strategi pengembangan hidro. Indonesia telah memiliki beberapa PLTA besar yang beroperasi selama beberapa dekade, seperti PLTA Jatiluhur di Jawa Barat. Dalam konsep optimasi, fokus utama adalah meningkatkan efisiensi dan kapasitas produksi fasilitas-fasilitas tersebut yang dilakukan melalui pembaruan teknologi, seperti penggantian turbin yang lebih tua dengan model yang lebih efisien, serta perbaikan sistem manajemen air dan sedimentasi. Optimasi ini tidak hanya meningkatkan *output* energi tetapi juga memperpanjang umur operasional PLTA, yang secara langsung berkontribusi pada keandalan pasokan energi nasional. Dalam konteks transisi energi, Indonesia bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meningkatkan proporsi energi terbarukan dalam bauran energinya menjadi 23% pada tahun 2025. Energi hidro yang merupakan sumber energi terbarukan yang *mature* dan stabil, menjadi komponen utama dalam mencapai target bauran energi tersebut. Pemerintah dapat mendorong pengembangan proyek hidro baru serta integrasi dengan teknologi terbarukan lainnya seperti tenaga surya dan angin. Integrasi antara infrastruktur hidro dengan teknologi penyimpanan seperti baterai dalam proses pertimbangan untuk mengatasi intermitensi sumber energi terbarukan lain dan memastikan pasokan energi yang stabil. Selain itu, pemerintah dapat memainkan strategi seperti meningkatkan investasi baik dari sektor publik maupun swasta dalam proyek-



proyek energi hidro, mengembangkan infrastruktur yang memadai dalam hal ini bendungan dan jaringan distribusi untuk memaksimalkan potensi energi hidro. Strategi ini membutuhkan sinergi antara pemerintah pusat dan daerah dalam hal perencanaan dan pelaksanaan proyek. Di sisi lain, implementasi riil dari teknologi terbaru dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia dalam sektor energi hidro harus menjadi prioritas, kemudian masyarakat lokal juga dapat dilibatkan dalam proses perencanaan dan pembangunan proyek energi hidro sehingga mengurangi resistensi dan meningkatkan keberhasilan proyek.

Transisi energi menuju penggunaan energi terbarukan, termasuk diantaranya energi hidro, merupakan langkah strategis bagi Indonesia dalam mencapai tujuan *Net Zero Emision* (NZE) dan mewujudkan sistem energi yang berkelanjutan. Meskipun terdapat berbagai tantangan, potensi besar yang dimiliki Indonesia dalam sektor energi hidro memberikan peluang untuk pengembangan yang signifikan. Dengan strategi yang tepat dan komitmen kuat dari semua pihak, energi hidro dapat mendukung keberhasilan peta jalan transisi energi Indonesia.

#### **14. Tantangan dan Hambatan yang Dihadapi dalam Pengembangan Potensi Energi Hidro**

Energi hidro merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang sangat vital karena beberapa keunggulannya. Pertama, air sebagai sumber daya energi hidro adalah berkelanjutan dan tidak akan habis, membuatnya menjadi alternatif yang lebih menjanjikan dibandingkan bahan bakar fosil. Energi hidro juga sangat ramah lingkungan karena produksinya tidak mengeluarkan emisi gas rumah kaca atau polutan lainnya. Kelebihan lainnya adalah biaya operasional yang rendah, karena setelah pembangkit listrik tenaga air dibangun, biaya untuk menjalankan dan memelihara relatif murah. PLTA juga dikenal dengan keandalannya dalam menyediakan pasokan listrik yang stabil, serta kemampuannya untuk mengatur produksi energi sesuai dengan permintaan. Selain itu, energi hidro menawarkan fleksibilitas dalam operasional dan dapat mendukung sumber energi terbarukan lain seperti tenaga surya dan angin, terutama dalam mengatasi masalah intermitensi yang sering dihadapi oleh sumber-sumber energi tersebut.

Namun demikian, dalam implementasinya pengembangan potensi energi hidro di berbagai wilayah di Indonesia masih menghadapi beberapa tantangan dan hambatan, diantaranya:

a. **Isu Lingkungan.**

Isu lingkungan merupakan salah satu tantangan dan hambatan yang harus dihadapi dalam pengembangan Energi Hidro karena pembangunan proyek energi Hidro akan mempengaruhi dan merubah struktur baik lingkungan maupun kehidupan sosial masyarakat lokal di daerah pengembangan tersebut. Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) memberikan berbagai keuntungan signifikan sebagai sumber energi terbarukan dan berkelanjutan. Salah satunya PLTA mampu menghasilkan listrik secara konsisten selama terdapat aliran air, yang membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mendukung upaya global dalam mitigasi perubahan iklim. Karena aliran sungai yang biasanya stabil dan dapat diprediksi, PLTA menawarkan sumber energi yang sangat stabil dan dapat diandalkan, memastikan penyediaan listrik yang terus menerus. Selain itu, bendungan yang digunakan dalam PLTA berperan penting dalam pengendalian banjir. Dengan mengatur aliran sungai, bendungan membantu mengurangi risiko dan dampak banjir, yang tidak hanya bermanfaat dalam manajemen sumber daya air tetapi juga dalam perlindungan terhadap kerusakan lingkungan dan ekonomi yang mungkin diakibatkan oleh banjir. Fungsi ini sangat penting dalam mengelola variabilitas aliran sungai dan melindungi area permukiman serta lahan pertanian dari banjir yang tidak terduga. Lebih jauh, air yang disimpan di reservoir bendungan PLTA memiliki manfaat ganda, di mana air tersebut tidak hanya digunakan untuk menghasilkan listrik tetapi juga untuk irigasi. Pemanfaatan air untuk irigasi sangat mendukung sektor pertanian, yang membutuhkan pasokan air yang andal terutama di daerah kering. Selain itu, reservoir ini menyediakan air untuk kebutuhan domestik dan komersial bagi penduduk lokal, memastikan ketersediaan sumber daya air yang cukup bagi masyarakat di sekitarnya. Secara keseluruhan, pemanfaatan pembangkit listrik tenaga hidro menawarkan solusi

multifungsi yang tidak hanya vital untuk produksi energi yang berkelanjutan tapi juga mendukung pengelolaan sumber daya alam dan perlindungan lingkungan, sekaligus meningkatkan kualitas hidup masyarakat melalui penyediaan air dan pengendalian banjir. Dengan kemampuannya yang unik, PLTA berperan penting dalam mendukung pembangunan berkelanjutan dan keamanan energi di Indonesia. Namun, dibalik peluang pengoptimalan kemampuan lingkungan melalui PLTA terdapat permasalahan lingkungan yang ditimbulkan. PLTA, seperti bendungan dan reservoir, dapat berdampak luas terhadap lingkungan alam dan sosial. Pengembangan PLTA ini dapat mengubah ekosistem sungai secara drastis. Perubahan aliran sungai oleh bendungan bisa mengganggu kehidupan akuatik, seperti proses migrasi ikan, dan merusak habitat alami yang bergantung pada aliran air alami. Adanya PLTA dengan pemanfaatan bendungan sering menyebabkan perubahan suhu air dan komposisi kimia, yang bisa berdampak negatif pada flora dan fauna lokal. Penghalangan aliran sungai oleh bendungan juga membatasi pergerakan sedimen dan nutrisi yang penting untuk ekosistem hilir, sehingga menyebabkan penurunan kualitas habitat. Hambatan lain yang dapat ditimbulkan adalah pembentukan reservoir dapat menyebabkan area luas tergenang air, yang mengubah habitat darat menjadi habitat akuatik. Hal ini mengakibatkan hilangnya habitat terestrial dan perubahan pada spesies yang dapat bertahan hidup di area tersebut. Selain itu, PLTA dapat memicu peningkatan produksi gas metana, sebuah gas rumah kaca yang dihasilkan dari pembusukan materi organik yang terendam air. Produksi metana ini menambah tingkat emisi gas rumah kaca dan berpotensi mempengaruhi perubahan iklim. Sebagai contoh isu lingkungan yang terjadi seperti pada pembangunan proyek-proyek besar seperti di Sungai Kayan yang dianggap mengancam ekosistem lokal, termasuk merendam desa-desa adat dan mengganggu kehidupan spesies yang tergantung pada ekosistem sungai. Masalah lingkungan ini seringkali menimbulkan kekhawatiran dan protes dari masyarakat lokal dan kelompok-kelompok lingkungan yang khawatir tentang dampak jangka panjang dari

pembangunan bendungan terhadap ekosistem dan komunitas adat<sup>39</sup>. Dengan kapasitas yang direncanakan sebesar 9.000 MW, PLTA Sungai Kayan diharapkan dapat mendukung kebutuhan listrik di kawasan industri baru dan berpotensi mempengaruhi pasokan listrik di wilayah lebih luas. Namun, realisasi proyek ini masih memerlukan navigasi melalui berbagai tantangan logistik, lingkungan, dan sosial yang kompleks. Contoh lain adalah pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Batang Toru di Sumatera Utara yang mendapat perhatian besar karena dampaknya terhadap habitat Orangutan Tapanuli yang terancam punah. Dengan demikian, walaupun PLTA merupakan sumber energi terbarukan, dampaknya terhadap ekosistem sungai dan lingkungan sekitar harus dikelola dengan hati-hati dan mitigasi yang efektif untuk meminimalkan efek negatif yang dapat terjadi. Melihat berbagai dampak tersebut, penting bagi pembangunan infrastruktur tenaga Hidro untuk dilakukan dengan perencanaan yang matang dan pendekatan yang meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat lokal.

**b. Isu Sosial.**

Pembangunan infrastruktur hidroelektrik membutuhkan pembebasan lahan yang luas, yang bisa mengganggu kehidupan masyarakat lokal. Hal ini tidak hanya menimbulkan masalah sosial tetapi juga memerlukan kompensasi yang adil dan penyediaan infrastruktur baru untuk komunitas yang terdampak. Konstruksi bendungan besar membutuhkan relokasi atau pengusuran penduduk setempat. Beberapa konflik mengenai hak atas tanah dan sumber daya seringkali terjadi akibat kurangnya sosialisasi dan komunikasi serta tidak dilibatkannya komunitas lokal dalam proses pengambilan keputusan. Hal ini bisa mengubah cara hidup masyarakat lokal secara signifikan, di mana mereka kehilangan tanah dan akses ke sumber daya air yang selama ini menjadi penopang hidup mereka dan juga kehilangan mata

---

<sup>39</sup> <https://rainforestjournalismfund.org/id/projects/ancaman-plta-terhadap-ekosistem-sungai-kayan>  
Diakses pada 5 Mei 2024.

pencaharian masyarakat lokal yang bergantung pada sumber daya alam lokal seperti perikanan dan pertanian karena perubahan aliran sungai dan ekosistem akibat pembangunan pembangkit listrik tersebut. Sebagai contoh pembangunan bendungan di Indonesia yang pernah menimbulkan konflik sosial adalah pembangunan bendungan Kedungombo yang terletak di perbatasan Kabupaten Boyolali, Grobogan dan Sragen Jawa Tengah. Lebih dari 30.000 orang yang terkena dampak dari pembangunan bendungan tersebut mulai dari pemindahan paksa, kompensasi yang tidak memadai, warga kehilangan mata pencaharian dan kerusakan ekosistem. Akibat dari hal tersebut, terjadi berbagai aksi protes dan demonstrasi oleh masyarakat lokal yang menuntut keadilan dan kompensasi yang layak sehingga seringkali diwarnai dengan bentrokan antara masyarakat dengan aparat keamanan yang berujung pada tindak kekerasan. Pembangunan Bendungan Kedungombo merupakan contoh nyata bagaimana pembangunan infrastruktur yang meskipun memiliki manfaat seperti pengendalian banjir dan irigasi serta penyediaan air baku seringkali membawa dampak sosial dan ekonomi jika tidak dikelola dengan baik. Konflik sosial biasanya terjadi karena kurangnya transparansi, kompensasi yang tidak memadai dan tidak dilibatkannya masyarakat dalam proses pengambilan keputusan.

c. **Anggaran/Biaya Awal dalam Pengembangan Energi Hidro.**

Anggaran/Biaya awal dalam pengembangan pembangkit listrik energi Hidro merupakan salah satu tantangan utama yang dihadapi dalam realisasi proyek-proyek hidroelektrik. Biaya awal untuk pembangunan pembangkit listrik relatif tinggi dibandingkan dengan sumber energi lain. Biaya tersebut mencakup berbagai komponen seperti persiapan lokasi, sistem pengaliran air, bangunan pembangkit, sistem elektromekanis, dan infrastruktur listrik. Khususnya, dalam proyek PLTA, biaya modal awal sangat dipengaruhi oleh karakteristik lokasi, seperti kapasitas pembangkit dan tinggi jatuh air (*head*), serta kebutuhan untuk pembangunan infrastruktur tambahan seperti jalan dan jembatan untuk akses ke lokasi. Menurut *International Renewable Energy Agency*



(IRENA), rata-rata biaya investasi untuk pembangunan PLTA besar berkisar antara USD 1.050 per kilowatt (kW) hingga USD 7.650 per kW, sementara untuk proyek PLTA kecil berkisar antara USD 1.300 per kW hingga USD 8.000 per kW (International Renewable Energy Agency, 2012). Data dari *National Renewable Energy Laboratory* (NREL) juga menunjukkan bahwa biaya modal awal untuk PLTA sangat bervariasi tergantung pada kapasitas dan karakteristik teknis lokasi pembangkit. Misalnya, estimasi biaya modal untuk lokasi *Non-Powered Dam* (NPD) berkisar dari \$2.820 per kW hingga \$18.700 per kW, tergantung pada potensi sumber daya dan fitur lokasi yang dipertimbangkan dalam analisis biaya referensi<sup>40</sup>. Proyek PLTA tidak hanya membutuhkan investasi besar untuk pembangunan infrastruktur utama, tetapi juga memerlukan biaya tambahan yang signifikan untuk infrastruktur pendukung. Hal ini seringkali menambah beban biaya awal yang harus ditanggung. Biaya operasional dari PLTA cenderung rendah setelah proyek pembangunan selesai dan mulai beroperasi, namun biaya awal yang besar ini dapat menjadi kendala utama dalam proses pengambilan keputusan untuk investasi, khususnya di negara-negara yang memiliki keterbatasan dalam hal keuangan. Investasi awal dalam pengembangan Potensi Energi Hidro memang besar, namun manfaat jangka panjang dengan pembangunan tersebut dapat memberikan keuntungan yang signifikan terhadap masyarakat, seperti pengurangan biaya energi, peningkatan kapasitas air bersih, dan pengendalian banjir serta meningkatkan perekonomian masyarakat.

d. **Regulasi dan Kebijakan.**

PLTA di Indonesia diatur melalui berbagai peraturan yang bertujuan meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan sambil memastikan kepatuhan terhadap standar lingkungan dan teknis. Peraturan ini mencakup aspek seperti lokasi pembangkit, mekanisme pembelian tenaga listrik oleh PT PLN, serta kriteria teknis yang harus dipenuhi oleh

---

<sup>40</sup> <https://atb.nrel.gov/electricity/2023/hydropower> Diakses pada 5 Mei 2024.



pembangkit tersebut. Selain itu, proses perizinan untuk proyek hidroelektrik bisa sangat kompleks dan memakan waktu, melibatkan berbagai izin lingkungan dan negosiasi dengan pemangku kepentingan. Kebijakan pemerintah yang sering berubah-ubah juga dapat menambah ketidakpastian dalam pengembangan proyek. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 19 Tahun 2015 mengatur tentang pembelian tenaga listrik dari PLTA dengan kapasitas 10 MW oleh PT PLN. Regulasi ini adalah bagian dari upaya pemerintah untuk mendorong pembangkitan listrik yang besar dari sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan. Lebih lanjut, regulasi juga mencakup ketentuan untuk PLTA yang memanfaatkan waduk atau saluran irigasi yang dikelola oleh Kementerian PUPR, di mana pemerintah melalui Kementerian ESDM telah mengeluarkan kebijakan untuk memudahkan investasi dan pengembangan PLTA yang menggunakan infrastruktur publik tanpa mengharuskan model kemitraan *Build Own Operate Transfer* (BOOT)<sup>41</sup>. Model BOOT telah digunakan oleh Kementerian ESDM Indonesia dalam mengatur pembangunan dan operasi PLTA. Namun, terdapat perubahan signifikan dalam penggunaan model BOOT untuk pembangkit energi terbarukan termasuk PLTA. Sebelumnya, model BOOT memungkinkan investor untuk membangun, memiliki, mengoperasikan, dan pada akhirnya mentransfer pembangkit listrik ke pemerintah atau badan operasional yang ditentukan setelah periode waktu tertentu. Hal ini merupakan skema yang menarik bagi investor karena memungkinkan pemulihan investasi dan profit sebelum aset diserahkan kepada pemerintah. Namun, Kementerian ESDM telah mengambil langkah untuk memperbarui kebijakan tersebut. Menurut Peraturan Menteri ESDM Nomor 4 Tahun 2020, kewajiban untuk mengikuti model BOOT dihilangkan untuk semua jenis pembangkit energi terbarukan, termasuk PLTA. Kebijakan baru ini dimaksudkan untuk mendorong investasi lebih lanjut dan menghilangkan beberapa hambatan birokratis yang sebelumnya dihadapi oleh investor dalam

---

<sup>41</sup><https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/04/20/2531/penyempurnaan.regulasi.tingkatkan.optimisme.pe ngembangan.energi.terbarukan> Diakses pada 8 Mei 2024.

skema BOOT tradisional. Model BOOT di Indonesia khususnya dalam pengembangan PLTA, terkendala berbagai tantangan, salah satunya adalah kebutuhan investasi besar dari sektor swasta yang sering kali terhalang oleh risiko finansial dan politik, membuat investor ragu tanpa jaminan pengembalian yang jelas. Perubahan kebijakan dan regulasi yang tidak konsisten juga mempersulit prediksi operasional yang efektif, termasuk fluktuasi tarif listrik dan kebijakan pajak yang berdampak pada profitabilitas. Tarif pembelian listrik dan kondisi kontrak yang tidak menguntungkan bisa mengurangi keuntungan. Masalah lingkungan dan sosial, seperti penggusuran atau perubahan ekosistem, sering menunda atau menggagalkan proyek. Transisi kepemilikan setelah periode operasional juga bisa rumit tanpa kesepakatan yang jelas tentang kondisi aset dan tanggung jawab, yang mungkin menimbulkan konflik. Kompleksitas teknis dan manajemen dalam proyek PLTA juga meningkatkan potensi kesalahan yang bisa memperburuk kinerja dan biaya operasional. Kini, pengembangan PLTA dapat dilakukan dengan lebih fleksibel, dengan pilihan kerjasama atau model kepemilikan yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi pasar (EBTKE ESDM). Kebijakan ini mengindikasikan adanya usaha pemerintah untuk membuat iklim investasi di sektor energi terbarukan menjadi lebih menarik dan dinamis, dengan harapan meningkatkan partisipasi swasta dan mempercepat pencapaian target energi terbarukan di Indonesia. Dengan adanya kepastian hukum dan dukungan pemerintah, investor lebih terdorong untuk berinvestasi dalam proyek-proyek PLTA, yang pada gilirannya akan meningkatkan kapasitas produksi energi terbarukan di Indonesia dan mendukung target pemerataan energi nasional.

e. **Risiko Teknis dan Infrastruktur.**

Kendala yang dihadapi selanjutnya adalah masalah logistik dan infrastruktur yang tidak memadai, terutama dalam hal akses ke lokasi proyek. Misalnya, di PLTA Sungai Kayan, Kalimantan, kondisi jalan yang rusak dan kurangnya jalan yang layak dari Tanjung Selor ke Peso

menyulitkan transportasi peralatan berat dan material ke lokasi pembangunan<sup>42</sup>. Selain itu, pandemi COVID-19 juga telah menghambat proses pembangunan karena pembatasan mobilitas dan penundaan dalam pengiriman peralatan. Hal ini kemudian mempengaruhi kemajuan pra-konstruksi di beberapa proyek PLTA.

Pembangunan bendungan dan infrastruktur pendukung lainnya juga menghadapi risiko teknis, termasuk risiko geologi dan hidrologi yang mungkin tidak terdeteksi selama fase perencanaan tetapi bisa menyebabkan masalah besar selama konstruksi atau operasi. Risiko geologi dalam pengembangan potensi energi hidro sangat krusial karena berkaitan langsung dengan stabilitas dan keamanan infrastruktur. Salah satu risiko utama adalah aktivitas seismik yang tinggi, yang bisa menyebabkan gempa bumi dan berpotensi merusak bendungan serta infrastruktur pendukung lainnya. Selain itu, kondisi tanah dan batuan yang labil atau rentan terhadap erosi juga dapat menyebabkan longsor tanah atau bahkan kegagalan struktural pada bendungan. Contoh nyata yang terjadi pada tahun 2007, ketika gempa bumi di Yogyakarta menyebabkan kerusakan serius pada beberapa infrastruktur, termasuk bendungan. Kejadian ini menggarisbawahi pentingnya analisis geoteknik yang mendalam sebelum membangun infrastruktur energi hidro. Kondisi geologi yang tidak sesuai dapat memperburuk risiko dan mengakibatkan kerugian besar, baik secara finansial maupun dalam hal keselamatan manusia. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai geologi lokal dan penerapan teknologi mitigasi risiko adalah esensial dalam merancang dan membangun fasilitas pembangkit listrik tenaga air yang aman dan berkelanjutan di Indonesia. Risiko hidrologi dalam pengembangan potensi energi hidro berkaitan erat dengan variabilitas dan ketersediaan sumber air. Risiko ini termasuk fluktuasi tingkat air yang disebabkan oleh perubahan musiman dalam curah hujan, atau perubahan jangka panjang karena dampak perubahan iklim. Kondisi ini dapat menyebabkan produksi energi menjadi tidak stabil, di mana

---

<sup>42</sup> <https://www.antaraneews.com/berita/1742113/mengapa-plta-sungai-kayan-dikawal-ksp> Diakses pada 5 Mei 2024.

periode kekeringan dapat mengurangi kapasitas pembangkit listrik, sementara musim hujan yang ekstrem bisa menyebabkan banjir yang mengancam keamanan bendungan dan infrastruktur lainnya. Contohnya pada tahun 2020, ketika Bendungan Way Sekampung di Lampung mengalami peningkatan debit air secara drastis akibat curah hujan tinggi yang terjadi secara tiba-tiba. Kejadian ini menyebabkan beberapa daerah mengalami banjir dan memaksa operator bendungan untuk melakukan pembuangan air secara besar-besaran untuk menjaga stabilitas bendungan. Kejadian ini menggarisbawahi pentingnya sistem manajemen air yang efektif dan infrastruktur yang dirancang untuk mengatasi variasi hidrologi yang ekstrem, guna menghindari dampak negatif terhadap produksi energi dan keselamatan publik. Contoh lainnya disaat musim kemarau panjang dapat menyebabkan penurunan tingkat air di waduk, mengurangi kapasitas pembangkitan listrik tenaga air.

Selain itu, fenomena iklim ekstrem seperti El Niño juga berpotensi mengganggu ketersediaan air untuk pembangkitan listrik, mengakibatkan penurunan produksi energi. Risiko hidrologi lainnya dapat dilihat dari apa yang terjadi pada Waduk Saguling di Jawa Barat<sup>43</sup>. Kondisi kekeringan yang berkepanjangan menyebabkan surutnya level air waduk, yang secara langsung mempengaruhi operasional PLTA di daerah tersebut. Hal ini menggambarkan betapa pentingnya manajemen sumber daya air yang efektif dan adaptasi terhadap perubahan iklim untuk memastikan keberlanjutan pembangkit listrik tenaga hidro di Indonesia. Keberadaan sumber air yang tidak stabil dapat menyebabkan fluktuasi dalam produksi energi, dimana periode kekeringan atau perubahan pola curah hujan akibat perubahan iklim bisa mengurangi ketersediaan air yang dibutuhkan untuk pembangkitan listrik. Selain itu, risiko terkait dengan konstruksi infrastruktur seperti bendungan dan waduk, yang memerlukan analisis geoteknik yang mendalam untuk menghindari kegagalan struktural yang bisa berakibat fatal. Ketidakmampuan untuk mengidentifikasi karakteristik geologis yang

---

<sup>43</sup> <https://lestari.kompas.com/read/2023/10/31/180000986/potensi-energi-hidro-95-gw-pemanfaatan-plta-baru-7-persen> Diakses pada 5 Mei 2024.

tepat bisa menyebabkan erosi, longsor, atau bahkan kegagalan bendungan.

Berikutnya, risiko lingkungan juga merupakan pertimbangan teknis yang krusial, termasuk dampak terhadap ekosistem lokal, seperti perubahan aliran sungai yang bisa mempengaruhi kehidupan akuatik dan kualitas air. Selain itu, pemindahan penduduk yang tinggal di area yang akan dibangun infrastruktur bisa menyebabkan masalah sosial dan membutuhkan penanganan yang hati-hati. Terdapat tantangan dalam integrasi pembangkit listrik tenaga air ke dalam sistem grid yang ada, dimana perlu adanya teknologi kontrol dan komunikasi yang canggih untuk mengelola output energi yang fluktuatif dan memastikan keandalan pasokan listrik. Risiko tersebut, jika tidak dikelola dengan baik, dapat menambah biaya operasional dan pemeliharaan, serta mengurangi efektivitas dan efisiensi pembangkit listrik tenaga air. Oleh karena itu, penting untuk melakukan studi kelayakan yang mendalam, merancang dengan mempertimbangkan aspek keamanan dan lingkungan, serta menerapkan teknologi terkini untuk mengurangi risiko-risiko teknis tersebut dalam pengembangan potensi energi hidro.

**f. Perubahan Iklim.**

Perubahan iklim dapat mengubah pola curah hujan dan aliran sungai, yang secara langsung mempengaruhi kinerja dan keandalan pembangkit listrik tenaga air. Kekeringan yang berkepanjangan, dapat mengurangi jumlah air yang tersedia untuk produksi energi. Perubahan iklim memiliki pengaruh yang signifikan terhadap PLTA, terutama melalui dampaknya terhadap pola curah hujan dan ketersediaan sumber air. Indonesia mengalami musim hujan dan kemarau yang berbeda, yang sangat dipengaruhi oleh fenomena El Nino dan La Nina. Curah hujan rata-rata di Indonesia berada dalam kisaran 180-280 mm per bulan sepanjang tahun, dengan jumlah yang lebih besar biasanya terjadi antara Oktober hingga Januari saat konveksi tropis berpusat di



khatulistiwa<sup>44</sup>. Data terkini menunjukkan bahwa curah hujan tahunan rata-rata di Indonesia adalah sekitar 2700 mm. Perubahan iklim dapat menyebabkan pergeseran karena seringkali mengarah pada periode kemarau yang lebih panjang dan lebih intens yang dapat mengurangi aliran air ke waduk-waduk PLTA. Hal ini berarti bahwa dalam tahun-tahun dengan curah hujan yang lebih rendah, kemampuan PLTA untuk menghasilkan listrik dapat berkurang karena kurangnya air yang tersedia untuk menggerakkan turbin. Pada tahun-tahun tersebut, PLTA mungkin tidak dapat memenuhi target produksi energi yang diharapkan, yang bisa berakibat pada kekurangan pasokan listrik. Selain itu, periode hujan lebat yang berlebihan, yang juga bisa dipicu oleh perubahan iklim, berpotensi menyebabkan banjir yang mengancam infrastruktur PLTA itu sendiri. Banjir bisa merusak peralatan, mengurangi efisiensi operasional, dan dalam beberapa kasus, memaksa penutupan sementara fasilitas untuk perbaikan. Oleh karena itu, sangat penting bagi pengelola PLTA untuk merencanakan dan mempersiapkan skenario perubahan iklim dengan model prediksi yang akurat dan strategi adaptasi yang efektif untuk mengelola risiko yang berkaitan dengan volatilitas sumber air. Ini termasuk investasi dalam teknologi yang lebih efisien dan tahan terhadap perubahan iklim, serta kerjasama dengan pemerintah dan organisasi internasional untuk mengembangkan kebijakan yang mendukung pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

Tantangan dan hambatan dalam pengembangan potensi energi hidro meliputi berbagai sektor. Pemerintah Indonesia berkomitmen terhadap pengembangan energi terbarukan, fluktuasi dan ketidakselarasan kebijakan antara pemerintah pusat dan daerah seringkali menghambat proses ini. Ketidakstabilan politik di tingkat nasional dapat mempengaruhi berlanjutnya proyek dan mengurangi kepercayaan dari para investor. Selain itu, kolaborasi internasional yang membawa pendanaan dan teknologi penting, tetapi dapat terhalang oleh komplikasi dalam politik internasional dan regional. **Konsep**

---

<sup>44</sup> [https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/assessments/assess\\_97/indo.html](https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/assessments/assess_97/indo.html) Diakses pada 8 Mei 2024.



**Ketahanan Energi** memiliki peran penting dalam kebijakan dan upaya pemerintah Indonesia dalam mengembangkan pembangkit tenaga hidro. Ketahanan energi berkaitan dengan kemampuan suatu negara untuk memenuhi kebutuhan energi domestiknya secara berkelanjutan, terjangkau, andal, dan ramah lingkungan. Konsep ketahanan energi sebagai faktor politik dalam pengembangan tenaga hidro di Indonesia melibatkan analisis 4A, yaitu *availability*, *accessibility*, *affordability*, dan *acceptability* yang juga menyoroti tantangan dan hambatan yang dihadapi. Meskipun Indonesia memiliki potensi hidro yang besar, banyak sumber daya yang terletak di area terpencil atau sulit dijangkau, seperti di Papua. Tantangan ini menghambat pemanfaatan penuh potensi hidro yang tersedia karena keterbatasan dalam eksplorasi dan pengembangan. Infrastruktur yang belum memadai menjadi penghalang utama dalam pengembangan tenaga hidro. Misalnya, pembangunan PLTA di Kalimantan memerlukan pembangunan jalan dan jembatan baru untuk mengakses lokasi pembangkit. Isu ini sering kali meningkatkan biaya proyek dan memperpanjang waktu konstruksi. Investasi awal yang tinggi dan keterbatasan pendanaan menjadi kendala. Biaya pembangunan infrastruktur hidro yang besar membutuhkan investasi jangka panjang yang tidak selalu terjangkau bagi pemerintah daerah atau investor swasta tanpa dukungan atau insentif dari pemerintah pusat. Aspek sosial dan lingkungan sering kali menghambat proyek tenaga hidro. Proyek-proyek seperti ini memerlukan pendekatan yang lebih sensitif terhadap isu lingkungan dan melibatkan masyarakat lokal dalam proses pengambilan keputusan.

Dalam konteks Indonesia, pengembangan pembangkit tenaga hidro adalah salah satu strategi utama untuk meningkatkan ketahanan energi karena beberapa alasan berikut:

- a. Diversifikasi Sumber Energi. Pembangkit tenaga hidro membantu Indonesia mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, terutama minyak dan batu bara, yang tidak hanya fluktuatif harganya tetapi juga berdampak besar terhadap lingkungan. Dengan memanfaatkan sumber daya air yang melimpah, Indonesia bisa diversifikasi matriks energinya dan meningkatkan keamanan pasokan energi.

- b. Stabilitas Pasokan Energi. Pembangkit tenaga hidro memberikan pasokan energi yang lebih stabil dan dapat diprediksi, terutama di daerah yang memiliki sumber daya air yang cukup. Ini sangat penting untuk memenuhi permintaan energi yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi.
- c. Pengurangan Emisi Karbon. Sejalan dengan komitmen internasional, seperti Perjanjian Paris, Indonesia berupaya mengurangi emisi karbon. Pembangkit tenaga hidro, sebagai sumber energi terbarukan, memainkan peran vital dalam upaya ini karena menghasilkan energi bersih yang minim emisi.

Peningkatan ketahanan energi di Indonesia perlu menerapkan Konsep Ekonomi Hijau untuk meningkatkan pengembangan tenaga pembangkit hidro. **Konsep Ekonomi Hijau** merupakan strategi pembangunan yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dan kesetaraan sosial, sambil secara signifikan mengurangi risiko lingkungan dan kelangkaan ekologis. Dalam konteks pembangkit tenaga hidro di Indonesia, penerapan konsep ekonomi hijau dapat dilihat melalui pengembangan sumber energi yang berkelanjutan dan memiliki dampak lingkungan yang rendah. PLTA merupakan salah satu bentuk penerapan ekonomi hijau karena memberikan beberapa keuntungan. PLTA menghasilkan energi yang bersih dan terbarukan. Dibandingkan dengan pembangkit listrik berbahan bakar fosil, PLTA tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Kemudian dalam operasional PLTA umumnya memiliki biaya yang lebih rendah dalam jangka panjang, meskipun memerlukan investasi awal yang besar. Pembangunan PLTA seringkali diintegrasikan dengan pengelolaan sumber daya air untuk irigasi dan pengendalian banjir, yang secara langsung mendukung keberlanjutan lingkungan dan pembangunan sosial. Salah satu contoh penerapan ekonomi hijau melalui PLTA di Indonesia adalah proyek PLTA Jatigede di Sumedang, Jawa Barat. Proyek ini tidak hanya berfungsi sebagai pembangkit listrik tetapi juga sebagai sarana pengendalian banjir dan penyediaan air irigasi. PLTA Jatigede telah direncanakan untuk menghasilkan

energi listrik yang dapat mendukung kebutuhan energi di wilayah tersebut serta mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Konsep ekonomi hijau tersebut sangat relevan dalam pengembangan pembangkit tenaga hidro di Indonesia. Dengan fokus pada energi terbarukan, efisiensi sumber daya, dan pengurangan dampak lingkungan, PLTA menjadi salah satu pilar penting dalam strategi energi nasional yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Ini mendemonstrasikan bagaimana Indonesia dapat mengintegrasikan pertumbuhan ekonomi dengan pelestarian lingkungan untuk mencapai pembangunan yang berkelanjutan. Secara ekonomi, biaya besar yang dibutuhkan untuk memulai proyek infrastruktur energi hidro menjadi hambatan utama. Risiko finansial yang terkait dengan proyek-proyek jangka panjang ini seringkali mengintimidasi investor. Di samping itu, subsidi pemerintah untuk energi terbarukan masih kurang jika dibandingkan dengan energi konvensional. Indonesia juga masih sangat bergantung pada impor untuk teknologi dan komponen penting, yang menambah beban biaya dan masalah ketersediaan.

Tantangan lainnya yang harus dihadapi adalah penerimaan dan dukungan masyarakat lokal. Proyek tenaga hidro sering kali membutuhkan pemindahan penduduk dan perubahan besar pada lingkungan lokal, yang dapat memicu keberatan dari masyarakat yang terkena dampak. Misalnya, pembangunan waduk untuk PLTA sering kali menenggelamkan lahan pertanian dan pemukiman, yang tidak hanya menggeser masyarakat tetapi juga mengubah pola hidup mereka. Hal ini bisa menimbulkan konflik sosial jika tidak ditangani dengan proses konsultasi dan kompensasi yang memadai. Selain itu, aspek keadilan sosial sering kali menjadi isu dalam pengalokasian manfaat yang diperoleh dari proyek energi hidro. Komunitas lokal yang tanahnya digunakan untuk proyek sering merasa tidak mendapatkan bagian yang adil dari keuntungan yang dihasilkan, baik itu akses ke energi yang lebih murah atau manfaat ekonomi lainnya. Oleh karena itu, penting bagi pengembang proyek untuk melibatkan masyarakat lokal dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek untuk memastikan bahwa mereka mendapat manfaat secara langsung dari pengembangan tersebut. Dalam konteks penerapan konsep ekonomi hijau di Indonesia, salah satu contohnya adalah inisiatif untuk

meningkatkan penggunaan energi terbarukan, termasuk hidro, sebagai bagian dari komitmen nasional untuk mengurangi emisi karbon. Proyek seperti Pembangkit Listrik Tenaga Mini dan Mikro Hidro (PLTMH) di berbagai daerah di Indonesia, seperti di Jambi dan Bengkulu, menunjukkan upaya pemerintah dalam mendorong teknologi bersih yang berkelanjutan. PLTMH ini tidak hanya membantu menyediakan energi bersih dan terjangkau bagi masyarakat lokal tetapi juga membuka peluang pekerjaan dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip ekonomi hijau yang tidak hanya menargetkan pertumbuhan ekonomi tetapi juga keberlanjutan lingkungan dan keadilan sosial.

Indonesia juga menghadapi tantangan terkait keterbatasan teknologi lokal dan ketergantungan yang tinggi pada teknologi asing yang mempengaruhi efektivitas dan efisiensi pengembangan energi hidro. Tantangan utamanya adalah keterbatasan teknologi yang sesuai dengan kondisi geografis Indonesia yang unik dan beragam. Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan lebih dari 17.000 pulau, memiliki tantangan logistik yang besar dalam membangun infrastruktur hidro yang efektif dan efisien. Transportasi peralatan besar ke lokasi-lokasi terpencil sering kali sulit dan mahal, yang meningkatkan biaya keseluruhan proyek. Contoh nyata dari tantangan teknologi adalah pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di daerah pegunungan yang memerlukan teknologi pengeboran dan konstruksi khusus untuk mengatasi kondisi geografis yang ekstrem. Misalnya, proyek PLTA di Papua, yang memiliki potensi sekitar 4.700 MW, masih belum teroptimalkan sebagian besar karena keterbatasan akses dan teknologi adaptif yang memadai untuk kondisi topografi yang sulit. Selain itu, Indonesia menghadapi masalah dalam pemeliharaan dan operasi fasilitas yang sudah ada. Banyak infrastruktur hidro yang dibangun beberapa dekade yang lalu memerlukan pembaruan teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan kapasitasnya. Sebagai contoh, PLTA Saguling di Jawa Barat, yang telah beroperasi sejak tahun 1986, perlu teknologi modern untuk optimasi output dan manajemen sedimentasi yang lebih baik. Indonesia memiliki potensi instalasi hidro hingga 75.000 MW tetapi baru memanfaatkan sekitar 6.000 MW. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak potensi yang bisa

dikembangkan dengan peningkatan kapasitas teknologi dan investasi dalam riset serta pengembangan teknologi hidro yang lebih canggih. Kebutuhan akan inovasi yang terus menerus sangat penting untuk meningkatkan performa dan mengurangi dampak lingkungan. Integrasi teknologi informasi yang efektif untuk monitoring, manajemen, dan distribusi energi juga masih perlu peningkatan.

Peraturan dan kebijakan yang ada sering kali kompleks dan bisa menghambat proses perizinan, investasi, serta operasionalisasi proyek-proyek energi hidro. Salah satu tantangan utama adalah proses perizinan yang panjang dan berlapis. Untuk memulai proyek energi hidro, diperlukan berbagai jenis izin dari level lokal hingga nasional, yang meliputi izin lingkungan, izin penggunaan lahan, dan izin pembangunan. Kerumitan prosedur ini sering kali menyebabkan keterlambatan dalam pelaksanaan proyek. Sebagai contoh, regulasi tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) yang ketat memerlukan waktu dan sumber daya yang signifikan untuk dipenuhi, yang dapat menghambat kecepatan pengembangan proyek. Selain itu, konflik regulasi antar lembaga pemerintah dapat menambah kompleksitas dalam pengembangan proyek hidro. Misalnya, perbedaan antara regulasi yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dengan kebijakan yang ada di tingkat daerah dapat menciptakan ketidakpastian hukum bagi para investor dan pengembang. Dari segi peraturan yang mendukung, Indonesia memiliki beberapa kebijakan yang dirancang untuk mendorong pengembangan energi terbarukan, termasuk energi hidro. Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional menargetkan peningkatan kapasitas energi terbarukan sehingga memenuhi 23% dari total konsumsi energi pada tahun 2025. Namun, pencapaian target ini seringkali terhambat oleh regulasi yang tidak sinkron dan dukungan fiskal yang kurang memadai. Mengingat potensi hidro Indonesia yang mencapai sekitar 75.000 MW dan hanya sekitar 6.000 MW yang telah dimanfaatkan, perluasan dan harmonisasi peraturan hukum yang lebih efisien dan terintegrasi adalah kunci untuk memaksimalkan penggunaan sumber energi hidro di Indonesia. Langkah ini akan mempermudah pengembangan



proyek, menarik lebih banyak investasi, dan akhirnya membantu Indonesia mencapai tujuan ketahanan dan keberlanjutan energi.

Selanjutnya merujuk pada Konsep Energi Baru Terbarukan, konsep ini memiliki pengaruh terhadap faktor lingkungan dalam pengembangan pembangkit tenaga hidro di Indonesia. Energi terbarukan, seperti pembangkit tenaga hidro, memiliki potensi besar untuk mengurangi emisi karbon, memperbaiki kualitas udara, dan meminimalisir dampak lingkungan dibandingkan dengan sumber energi konvensional seperti batu bara dan minyak bumi. Beberapa analisa dari faktor lingkungan mencakup pengurangan emisi karbon, manajemen sumber daya air, dan dampak lingkungan. Pembangkit listrik tenaga hidro tidak menghasilkan emisi langsung selama operasional, sehingga sangat efektif dalam mengurangi jejak karbon suatu negara. Ini sangat penting dalam konteks perubahan iklim global dan upaya untuk memenuhi target internasional terkait penurunan emisi. Pembangkit tenaga hidro seringkali dikaitkan dengan manajemen sumber daya air yang efektif, yang tidak hanya menghasilkan energi tetapi juga mendukung irigasi, pengendalian banjir, dan penyediaan air bersih. Ini mengintegrasikan kebutuhan energi dengan pelestarian lingkungan dan pengelolaan sumber daya alam. Melalui analisis dampak lingkungan, meskipun pembangkit tenaga hidro lebih ramah lingkungan, proyek-proyek besar bisa memiliki dampak ekologis, seperti perubahan habitat dan migrasi ikan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan studi dampak lingkungan (AMDAL) yang mendalam sebelum memulai proyek untuk meminimalkan dampak negatif ini. Selain itu, pembangunan bendungan dan waduk juga harus diperhatikan karena dapat berdampak besar terhadap ekosistem setempat, termasuk perubahan aliran sungai dan hilangnya habitat. Selain itu, risiko bencana alam seperti banjir dan tanah longsor di Indonesia harus dipertimbangkan dalam perencanaan dan konstruksi proyek. Pengelolaan sumber daya air yang tidak efektif bisa mengganggu ketersediaan air untuk keperluan lain seperti irigasi dan konsumsi.



## 15. Langkah Strategis Mengembangkan Potensi Energi Hidro Sehingga dapat Meningkatkan Perekonomian Nasional

Optimalisasi dalam pengembangan potensi energi hidro merupakan salah satu bentuk pendekatan strategis yang bertujuan untuk memaksimalkan manfaat ekonomi, teknis, dan lingkungan dari sumber daya hidro. Dengan menggunakan prinsip-prinsip optimalisasi, pemerintah dan pengembang dapat membuat keputusan yang lebih efisien dan efektif dalam merencanakan, membangun, dan mengoperasikan PLTA. Berdasarkan **Teori Optimalisasi** yang dikemukakan oleh Rao (2009) dan Winardi (1996), bahwa dengan optimalisasi didapatkan berbagai manfaat yaitu mampu mengidentifikasi tujuan, mengatasi kendala dan hambatan yang terjadi, memecahkan permasalahan dengan metode yang lebih cepat dan tepat, serta pengambilan suatu keputusan dengan lebih tepat dan akurat. Adapun langkah-langkah strategis yang dapat dilakukan untuk mengembangkan potensi energi hidro di Indonesia sehingga dapat meningkatkan perekonomian nasional sebagai berikut:

### a. **Pengelolaan Isu Lingkungan dan Sosial dengan baik.**

Menghadapi tantangan lingkungan dan sosial dalam pengembangan potensi energi hidro memerlukan langkah-langkah strategis yang terencana dengan baik berdasarkan teori optimalisasi. Langkah pertama yang perlu diambil adalah **Pemilihan Lokasi Optimal** untuk proyek Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Dengan menggunakan model Analisis Lokasi Optimal, pengembang dapat menentukan lokasi yang memiliki potensi energi hidro tertinggi sekaligus meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan sosial. Pertimbangan seperti kedekatan dengan infrastruktur eksisting menjadi sangat penting untuk mengurangi biaya pembangunan dan mempercepat implementasi proyek, sehingga dampak ekonomi yang positif dapat segera dirasakan.

Langkah berikutnya adalah **Pengelolaan dan Mitigasi Dampak Lingkungan**. Melalui Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) yang komprehensif, proyek dapat diidentifikasi dan direncanakan dengan langkah-langkah mitigasi yang efektif. Teknologi ramah lingkungan

seperti sistem *run-of-river* dapat diadopsi untuk mengurangi gangguan terhadap ekosistem sungai, menjaga keanekaragaman hayati, dan mencegah kerusakan lingkungan yang lebih luas. Selain itu, program restorasi ekosistem dan konservasi sumber daya alam di wilayah yang terdampak menjadi langkah penting untuk memastikan keberlanjutan lingkungan dalam jangka panjang.

**Keterlibatan dan Pemberdayaan Masyarakat Lokal** juga merupakan komponen penting dalam strategi ini. Melibatkan masyarakat dalam proses perencanaan dan pengambilan keputusan tidak hanya mengurangi resistensi sosial tetapi juga meningkatkan dukungan untuk proyek tersebut. Program pemberdayaan ekonomi lokal, seperti pelatihan keterampilan baru dan kompensasi yang adil, dapat membantu masyarakat beradaptasi dengan perubahan yang dibawa oleh proyek PLTA. Selain itu, pengembangan **Program Corporate Social Responsibility (CSR)** yang sesuai dengan kebutuhan lokal dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan memperkuat hubungan antara proyek dan komunitas.

**Pengelolaan Risiko** adalah langkah strategis lain yang tidak kalah penting. Dengan menggunakan model optimalisasi risiko, pengembang dapat mengidentifikasi potensi risiko lingkungan dan sosial yang mungkin terjadi selama siklus hidup proyek. Sistem pemantauan *real-time* dapat diterapkan untuk mendeteksi potensi masalah sejak dini, memungkinkan tindakan responsif dan proaktif. Selain itu, skenario pengelolaan krisis harus disiapkan untuk menghadapi situasi darurat, seperti bencana alam atau konflik sosial, yang dapat mengancam keberlangsungan proyek.

Dengan menerapkan langkah-langkah strategis ini, pengembangan potensi energi hidro di Indonesia dapat berjalan secara optimal, memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional sambil menjaga keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan sosial.

b. **Peningkatan Biaya/Anggaran dalam Pengembangan Energi Hidro.**

Teori optimalisasi menawarkan pendekatan yang efektif untuk menghadapi tantangan biaya atau anggaran dalam pengembangan energi hidro, khususnya dalam proyek Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Salah satu cara utama yang digunakan adalah **Optimalisasi Alokasi Sumber Daya**. Dengan menggunakan model seperti *Linear Programming* (LP), pengembang dapat menentukan cara terbaik untuk mengalokasikan anggaran antara berbagai kebutuhan proyek. Misalnya, LP dapat membantu mengidentifikasi kombinasi ideal antara biaya untuk pembebasan lahan, pembangunan infrastruktur, dan pengadaan teknologi, sehingga total biaya proyek dapat diminimalkan sambil tetap memenuhi semua persyaratan teknis dan regulasi.

Selain itu, teori optimalisasi juga memungkinkan pengembang **memanfaatkan skala ekonomi**. Dengan menggabungkan beberapa proyek kecil menjadi satu proyek besar atau mengembangkan PLTA dalam satu kawasan, pengembang dapat menurunkan biaya per unit energi yang dihasilkan. Ini karena banyak biaya tetap, seperti biaya perizinan dan pembangunan infrastruktur, dapat dibagi di antara beberapa proyek. Skala ekonomi ini memungkinkan penghematan yang signifikan, terutama dalam konteks pengembangan energi hidro di wilayah-wilayah yang kaya akan sumber daya air.

Di sisi lain, **Optimalisasi Model Pembiayaan** adalah strategi penting lainnya yang ditawarkan oleh teori ini. Dengan menerapkan *Cost-Benefit Analysis* (CBA) atau *Multi-Objective Optimization*, pengembang dapat mengevaluasi berbagai opsi pembiayaan yang paling efisien. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi skema pembiayaan yang mengurangi biaya modal dan risiko keuangan, seperti Obligasi Hijau atau Kemitraan Publik-Swasta (*Public-Private Partnership/PPP*). Ini sangat penting dalam konteks pengembangan energi hidro, yang sering kali membutuhkan investasi awal yang sangat besar.

Selanjutnya, **Optimasi Desain Proyek** juga dapat diterapkan untuk mencapai efisiensi biaya yang lebih besar. Melalui pendekatan *Value*

*Engineering*, proyek dapat didesain ulang untuk mengurangi biaya tanpa mengorbankan kualitas atau kinerja. Hal ini dapat mencakup pemilihan teknologi yang lebih efisien, desain struktur yang lebih ekonomis, dan penggunaan material yang lebih hemat biaya. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap aspek dari proyek PLTA memberikan nilai terbaik dengan biaya minimal, sehingga meningkatkan keseluruhan efisiensi proyek.

Terakhir, teori optimalisasi juga membantu dalam **Pengelolaan Risiko** yang berkaitan dengan biaya tak terduga. Dengan menggunakan model optimalisasi risiko, pengembang dapat meramalkan dan mengelola risiko-risiko yang mungkin muncul selama siklus hidup proyek, seperti fluktuasi harga bahan baku atau keterlambatan dalam pembangunan. Dengan demikian, biaya tambahan yang sering kali terjadi akibat ketidakpastian dapat diminimalkan, sehingga memastikan bahwa proyek berjalan sesuai anggaran dan tepat waktu. Semua langkah ini memungkinkan pengembangan energi hidro yang lebih efisien dan berkelanjutan, mendukung peningkatan perekonomian nasional melalui investasi yang bijaksana dan berkelanjutan.

c. **Reformasi Regulasi dan Kebijakan**

Melakukan langkah strategis dalam mereformasi Regulasi dan Kebijakan untuk pengembangan energi hidro membutuhkan perencanaan yang menyeluruh. Langkah awal yang penting adalah **Harmonisasi dan Sinkronisasi Kebijakan**. Hal ini diperlukan untuk menghilangkan tumpang tindih dan ketidaksejajaran antara regulasi pusat, daerah, dan sektor terkait seperti energi, lingkungan, dan kehutanan. Dengan harmonisasi ini, proses perizinan dan implementasi proyek energi hidro dapat dipercepat, sehingga proyek-proyek tersebut dapat lebih mudah dilaksanakan dan memberikan manfaat ekonomi yang signifikan.

Selain itu, **Penyederhanaan Proses Perizinan** menjadi salah satu strategi penting dalam reformasi regulasi. Proses perizinan yang sering kali panjang dan kompleks dapat menghambat investasi dan

pelaksanaan proyek energi hidro. Penyederhanaan dapat dilakukan melalui penerapan sistem one-stop service, yang memungkinkan pengembang mengurus semua perizinan melalui satu titik layanan yang terintegrasi. Hal ini tidak hanya mempercepat proses tetapi juga mengurangi birokrasi yang berlebihan dan potensi korupsi, menciptakan lingkungan yang lebih transparan dan efisien bagi para investor.

Langkah selanjutnya adalah **Penyusunan Kebijakan yang Adaptif dan Inklusif**. Langkah ini juga sangat penting dalam memastikan keberhasilan reformasi regulasi. Kebijakan harus mampu beradaptasi dengan perubahan kondisi pasar, teknologi, dan lingkungan, serta melibatkan semua pemangku kepentingan yang relevan. Kebijakan yang adaptif memungkinkan respons cepat terhadap perubahan, sementara inklusivitas memastikan bahwa kepentingan berbagai pihak, termasuk masyarakat lokal dan sektor swasta, diperhitungkan dalam proses pengambilan keputusan. Dengan demikian, kebijakan yang dihasilkan akan lebih relevan dan dapat diterima oleh semua pihak yang terlibat.

**Penguatan Kapasitas Lembaga Pemerintah** merupakan langkah strategis lain yang tidak kalah penting. Lembaga-lembaga pemerintah yang bertanggung jawab atas pengawasan dan implementasi proyek energi hidro harus memiliki kapasitas yang memadai untuk menjalankan tugasnya dengan efektif. Ini mencakup peningkatan kemampuan teknis, manajerial, serta pemahaman regulasi. Pelatihan dan peningkatan kapasitas harus menjadi prioritas, sehingga regulasi dapat diterapkan secara konsisten dan mendukung pengembangan energi hidro secara optimal.

Sebagai langkah terakhir adalah dengan melakukan **Monitoring dan Evaluasi Berkelanjutan** yang merupakan elemen kunci dalam memastikan bahwa reformasi regulasi dan kebijakan benar-benar efektif. Monitoring yang konsisten memungkinkan pemerintah untuk mengidentifikasi dan menangani masalah sejak dini, serta menilai dampak dari kebijakan yang telah diterapkan. Evaluasi ini harus dilakukan secara teratur untuk memastikan bahwa kebijakan tetap



relevan dan efektif dalam mendukung pengembangan energi hidro. Dengan pendekatan yang terstruktur ini, reformasi regulasi dan kebijakan dapat berfungsi sebagai pendorong utama bagi pengembangan energi hidro yang efisien dan berkelanjutan, sekaligus memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian nasional.

Pengembangan PLTA Batang Toru di Sumatera Utara dapat menjadi contoh yang menggambarkan bagaimana tantangan regulasi dan kebijakan mempengaruhi implementasi proyek energi hidro. Proyek ini menghadapi berbagai hambatan, termasuk tumpang tindih regulasi antara pemerintah pusat dan daerah, serta kebijakan yang tidak sinkron antara sektor energi dan lingkungan. Misalnya, peraturan yang terkait dengan perlindungan lingkungan sering kali bertentangan dengan kebijakan energi yang mendorong pembangunan PLTA. Hal ini menyebabkan proses perizinan menjadi sangat lambat dan kompleks, sehingga menghambat pelaksanaan proyek. Harmonisasi kebijakan antara berbagai instansi pemerintah dan penyederhanaan proses perizinan melalui penerapan sistem one-stop service dapat menjadi solusi untuk mengatasi hambatan ini, memungkinkan proyek untuk berjalan lebih lancar dan memberikan kontribusi ekonomi yang signifikan bagi daerah tersebut.

d. **Manajemen Risiko Teknis dan pengembangan Infrastruktur.**

Tantangan risiko teknis dan infrastruktur dalam pengembangan energi hidro memerlukan langkah strategis yang berfokus pada **Optimalisasi Desain dan Teknologi**. Salah satu pendekatan penting adalah memastikan bahwa infrastruktur seperti bendungan dan turbin dirancang dengan teknologi canggih yang mampu menghadapi kondisi ekstrem seperti banjir dan gempa bumi. Dengan melibatkan para ahli sejak tahap awal desain, risiko kegagalan struktural dapat diminimalisir, dan infrastruktur dapat dibangun dengan standar tertinggi yang sesuai dengan tantangan lingkungan setempat.

Selain itu, **Pemeliharaan dan Peningkatan Infrastruktur** merupakan komponen kunci dalam memastikan keberlanjutan



operasional PLTA. Pengembangan program pemeliharaan prediktif yang berbasis data *real-time* memungkinkan identifikasi dini terhadap masalah yang mungkin timbul, sehingga tindakan pencegahan dapat diambil sebelum terjadi kerusakan besar. Dengan memanfaatkan teknologi pemantauan canggih, kondisi infrastruktur dapat dipantau secara terus-menerus, yang memungkinkan penjadwalan pemeliharaan yang optimal, mengurangi waktu henti, dan memperpanjang umur proyek PLTA.

**Pengelolaan Risiko yang Terstruktur** juga sangat penting untuk mengantisipasi dan mengurangi dampak negatif dari potensi risiko teknis dan infrastruktur. Melalui analisis risiko yang mendalam pada tahap perencanaan dan desain, proyek dapat dilengkapi dengan strategi mitigasi yang efektif, seperti penguatan struktur bendungan atau pembangunan tanggul tambahan. Pendekatan ini memastikan bahwa infrastruktur PLTA dapat bertahan dalam kondisi lingkungan yang tidak menentu dan tetap berfungsi dengan baik selama masa operasional.

**Pengembangan Infrastruktur Pendukung**, seperti jaringan transmisi listrik dan akses jalan, juga memainkan peran vital dalam memastikan efisiensi operasional PLTA. Infrastruktur pendukung yang memadai membantu meminimalkan kehilangan energi selama transmisi dan memastikan bahwa listrik yang dihasilkan dapat didistribusikan dengan lancar kepada konsumen akhir. Kolaborasi antara pemerintah daerah dan nasional sangat penting untuk memastikan bahwa proyek PLTA dilengkapi dengan semua infrastruktur yang dibutuhkan untuk operasional yang optimal.

Proyek PLTA Jatigede di Jawa Barat merupakan contoh nyata dari tantangan risiko teknis dan infrastruktur dalam pengembangan energi hidro. Proyek ini menghadapi berbagai tantangan, termasuk risiko teknis terkait kestabilan bendungan dan kebutuhan akan infrastruktur pendukung seperti jaringan transmisi listrik yang memadai. Selama pelaksanaan, tim proyek harus menghadapi risiko tanah longsor yang dapat mempengaruhi struktur bendungan. Untuk mengatasi ini, dilakukan penguatan struktur dan penerapan teknologi pemantauan *real-time* untuk mendeteksi pergerakan tanah. Selain itu, peningkatan

infrastruktur jaringan transmisi dilakukan untuk memastikan listrik yang dihasilkan dapat disalurkan dengan efisien ke jaringan nasional. Adaptasi terhadap kondisi iklim yang bervariasi juga menjadi fokus, dengan strategi manajemen air yang berkelanjutan untuk mengatasi fluktuasi curah hujan yang tidak menentu. Langkah-langkah ini membantu memastikan keberlanjutan dan keandalan operasional PLTA Jatigede, sekaligus berkontribusi pada stabilitas pasokan energi di wilayah tersebut.

e. **Adaptasi terhadap Perubahan Iklim**

Menghadapi tantangan perubahan iklim dalam pengembangan potensi energi hidro memerlukan strategi yang terpadu dan adaptif. Salah satu langkah strategis nya adalah melakukan **Integrasi Data Iklim dalam perencanaan proyek PLTA**. Dengan menggunakan data historis dan proyeksi perubahan iklim, pengembang dapat memprediksi skenario masa depan seperti perubahan pola curah hujan dan frekuensi kejadian ekstrem. Integrasi ini memungkinkan desain proyek yang lebih tangguh dan adaptif terhadap perubahan iklim, sehingga memastikan ketersediaan air yang cukup untuk pembangkit listrik dalam jangka panjang.

Selain itu, **Desain Infrastruktur yang Adaptif** sangat penting untuk menghadapi variabilitas iklim. Infrastruktur seperti bendungan dan turbin perlu dirancang agar mampu beroperasi secara efisien meskipun terjadi fluktuasi dalam aliran air akibat perubahan pola cuaca. Desain bendungan yang dapat menampung volume air lebih besar selama musim hujan dan melepaskannya secara terkendali selama musim kering, serta penggunaan teknologi turbin yang efisien pada berbagai tingkat aliran air, adalah contoh implementasi dari pendekatan ini.

Langkah selanjutnya adalah **Pengelolaan Sumber Daya Air yang Berkelanjutan** melalui implementasi pengelolaan air yang efisien, termasuk pembangunan waduk tambahan dan promosi konservasi air, pasokan air yang stabil dapat dijamin sepanjang tahun, meskipun terjadi perubahan dalam pola curah hujan. Ini tidak hanya memastikan

keberlanjutan operasional PLTA, tetapi juga mengurangi risiko kekurangan air selama musim kering, yang dapat mengganggu produksi energi.

**Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan** merupakan langkah strategis untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim. Teknologi seperti sistem run-of-river, yang memanfaatkan aliran air alami tanpa perlu bendungan besar, dapat menjadi solusi yang lebih ramah lingkungan dan lebih fleksibel dalam menghadapi perubahan aliran sungai. Adopsi teknologi ini perlu didukung oleh insentif dari pemerintah, seperti pengurangan pajak dan subsidi, untuk mendorong penggunaannya secara lebih luas.

Dan langkah terakhir adalah **Kolaborasi dan Kebijakan Adaptif** yang menjadi elemen penting dalam menghadapi perubahan iklim. Kebijakan yang adaptif harus melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, sektor swasta, ilmuwan, dan masyarakat lokal, untuk memastikan bahwa kebijakan tersebut selalu responsif terhadap perubahan kondisi iklim dan tantangan baru. Diskusi dan kolaborasi yang berkelanjutan antara berbagai pihak akan memastikan bahwa proyek-proyek energi hidro dapat beradaptasi dengan kondisi iklim yang berubah, tetap berkelanjutan, dan memberikan manfaat ekonomi yang maksimal bagi perekonomian nasional.

Contoh kasus yang relevan adalah proyek PLTA Cirata di Jawa Barat, yang menghadapi tantangan signifikan terkait perubahan iklim. Proyek ini mengalami variasi besar dalam pola curah hujan yang mempengaruhi aliran air ke bendungan. Untuk mengatasi ini, perencana proyek menggunakan data iklim historis dan model prediktif untuk merancang infrastruktur yang adaptif, termasuk peningkatan kapasitas waduk dan penerapan teknologi turbin yang efisien pada berbagai tingkat aliran air. Selain itu, pengelolaan air yang berkelanjutan dilakukan dengan membangun waduk tambahan untuk menyimpan air selama musim hujan dan mengoptimalkan penggunaannya selama musim

kering. Langkah-langkah ini memastikan bahwa PLTA Cirata tetap beroperasi secara efisien, meskipun menghadapi perubahan iklim, dan terus berkontribusi pada stabilitas pasokan energi nasional.

Implementasi langkah strategis yang telah dijelaskan di atas diharapkan tidak hanya akan meningkatkan produksi energi hidro secara signifikan tetapi juga membawa dampak ekonomi yang positif dan luas. Dengan perencanaan yang matang dan kolaborasi lintas sektor, pengembangan energi hidro dapat mengatasi berbagai tantangan yang ada, termasuk isu lingkungan, sosial, biaya awal yang tinggi, dan risiko teknis. Investasi dalam teknologi yang lebih efisien dan penerapan regulasi yang mendukung dan fleksibel akan mempercepat realisasi proyek-proyek energi hidro, yang pada gilirannya akan meningkatkan kapasitas produksi listrik nasional secara berkelanjutan. Selain itu, dampak ekonomi dari pengembangan ini akan terlihat dalam peningkatan lapangan kerja, pemberdayaan ekonomi lokal, dan pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Pada akhirnya peningkatan energi hidro juga akan mendukung stabilitas pasokan energi nasional, memperkuat ketahanan energi, dan membantu Indonesia dalam mencapai target transisi energi dan pengurangan emisi karbon, yang semuanya berkontribusi secara signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.



## BAB IV PENUTUP

### 16. Kesimpulan

Kondisi pengembangan Energi Hidro di Indonesia saat ini menunjukkan kemajuan signifikan dalam upaya memanfaatkan sumber daya alam untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Sejak tahun 2000, berbagai kebijakan telah diterapkan untuk mendukung energi terbarukan, termasuk Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 dan Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009, yang mendorong investasi di sektor energi hidro. Proyek-proyek besar seperti PLTA Asahan III dan PLTA Jatigede menjadi simbol komitmen ini, didukung oleh pengembangan teknologi ramah lingkungan. Selain itu, banyak proyek mini-hidro dikembangkan di daerah terpencil untuk meningkatkan akses listrik dan mendukung pembangunan ekonomi lokal. Saat ini, Indonesia memiliki potensi energi hidro sebesar 95 GW, namun baru sekitar 6,7 GW yang telah dimanfaatkan. Pemerintah menargetkan peningkatan kapasitas terpasang energi hidro menjadi lebih dari 10 GW pada tahun 2030 dan hingga 72 GW pada tahun 2060, dengan proyek-proyek signifikan seperti PLTA Batang Toru, PLTA Kayan, dan PLTA Mentarang Induk. Potensi besar ini memberikan peluang signifikan untuk pengembangan lebih lanjut dalam upaya transisi energi dan pencapaian target *net zero emission* (NZE) pada tahun 2060, yang memerlukan strategi pengembangan tepat, termasuk peningkatan efisiensi fasilitas yang ada dan integrasi dengan teknologi penyimpanan energi.

Tantangan dan hambatan yang dihadapi dalam pengembangan potensi energi hidro di Indonesia cukup kompleks dan beragam. Energi hidro, meskipun menjanjikan sebagai sumber energi terbarukan yang berkelanjutan, ramah lingkungan, berbiaya operasional rendah, dan mampu menyediakan listrik yang stabil, menghadapi berbagai kendala dalam implementasinya. Tantangan utama mencakup isu lingkungan, di mana pembangunan proyek hidroelektrik dapat mengganggu ekosistem sungai, mengubah habitat alami, dan berpotensi meningkatkan emisi gas metana dari waduk. Selain itu, pembebasan lahan yang luas untuk infrastruktur hidro sering kali menimbulkan

konflik sosial, terutama dengan masyarakat lokal yang terdampak. Biaya awal yang tinggi juga menjadi kendala signifikan, di samping regulasi dan kebijakan yang kompleks serta kerap berubah, yang memperpanjang proses perizinan dan menghambat pengembangan proyek. Risiko teknis, seperti kondisi geologi dan hidrologi yang sulit diprediksi, dapat menimbulkan masalah selama konstruksi atau operasi, sementara perubahan iklim yang mempengaruhi pola curah hujan dan aliran sungai dapat mengurangi kinerja pembangkit listrik. Ketergantungan pada teknologi asing dan keterbatasan teknologi lokal juga meningkatkan beban biaya dan menambah tantangan ketersediaan. Untuk mengatasi hambatan ini, diperlukan perencanaan yang matang, kolaborasi lintas sektor, investasi dalam teknologi yang efisien, serta regulasi yang mendukung dan fleksibel untuk memastikan pengembangan energi hidro yang berkelanjutan dan efektif.

Langkah strategis mengembangkan potensi energi hidro sehingga dapat meningkatkan perekonomian nasional harus dilakukan dengan pendekatan yang holistik dan berfokus pada optimalisasi sumber daya. Pengelolaan isu lingkungan dan sosial menjadi prioritas utama, di mana pemilihan lokasi yang tepat dan mitigasi dampak lingkungan dilakukan untuk memastikan keberlanjutan proyek. Keterlibatan masyarakat lokal dan penerapan teknologi ramah lingkungan juga menjadi kunci dalam mengurangi resistensi sosial dan meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem. Selain itu, optimalisasi biaya melalui model alokasi sumber daya yang efisien, skala ekonomi, dan inovasi teknologi dapat menurunkan biaya proyek, sementara reformasi regulasi dan kebijakan yang adaptif mendukung kelancaran proses perizinan dan implementasi proyek pengembangan pembangkit listrik tenaga Hidro. Selanjutnya pengelolaan risiko teknis dan infrastruktur, serta adaptasi terhadap perubahan iklim, menjadi komponen penting dalam memastikan keberlanjutan operasional proyek energi hidro. Desain infrastruktur yang tangguh dan pemeliharaan yang berkelanjutan membantu menghadapi tantangan lingkungan yang tidak menentu, sementara integrasi data iklim dan teknologi canggih memungkinkan proyek tetap efisien meskipun menghadapi perubahan pola cuaca. Dengan kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat, serta penerapan kebijakan yang adaptif dan responsif,



pengembangan energi hidro dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian nasional, tidak hanya melalui peningkatan kapasitas energi tetapi juga melalui penciptaan lapangan kerja, peningkatan teknologi, dan keberlanjutan lingkungan.

## 17. Rekomendasi

Rekomendasi yang dapat disarankan kepada para pemangku kepentingan agar upaya pengembangan potensi energi hidro dapat meningkatkan perekonomian nasional sebagai berikut:

- a. Kementerian ESDM dapat mengembangkan regulasi yang mendukung investasi di sektor energi hidro. Kebijakan tersebut meliputi kebijakan insentif fiskal dan non-fiskal bagi investor energi hidro dan memastikan keberlanjutan lingkungan dalam setiap proyek energi hidro.
- b. Pemerintah Daerah dapat menyelaraskan kebijakan daerah dengan kebijakan pusat dan mempercepat proses perizinan melalui implementasi sistem *one-stop service*. Disamping itu juga perlu memberikan edukasi dan pendampingan kepada masyarakat lokal untuk meningkatkan keterlibatan mereka dalam proyek-proyek energi hidro.
- c. Kementerian BUMN dan sektor swasta dapat melakukan investasi dan pengembangan proyek-proyek PLTA, mengadakan studi kelayakan untuk mengidentifikasi lokasi potensial pembangunan PLTA, dan menerapkan teknologi terkini untuk meningkatkan efisiensi dan kapasitas produksi energi hidro.
- d. Lembaga penelitian dan akademisi dapat melakukan penelitian dan pengembangan teknologi energi hidro serta dampak ekonominya, mengembangkan teknologi baru yang lebih efisien dan ramah lingkungan untuk PLTA, dan melakukan studi dampak ekonomi jangka panjang dari pengembangan energi hidro terhadap perekonomian nasional.
- e. Kementerian Keuangan dapat menyediakan pendanaan untuk proyek-proyek energi hidro, menyediakan skema pembiayaan yang menarik bagi investor dan pengembang energi hidro, serta bekerja sama dengan

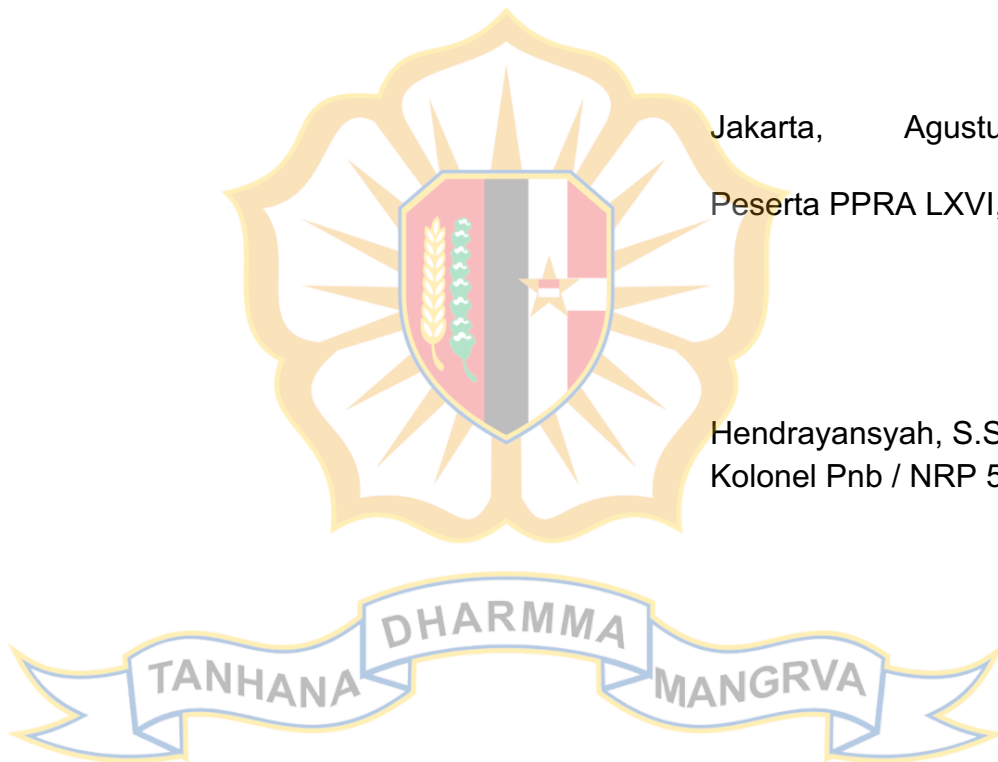
pemerintah dalam menyediakan dana hibah atau pinjaman lunak untuk proyek energi hidro skala kecil dan menengah.

- f. Organisasi Non-Pemerintah (NGO) dalam hal ini Yayasan Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI) dan Yayasan Peduli Konservasi Alam Indonesia (PEKA) dapat memantau dan memastikan keberlanjutan lingkungan dan sosial dalam pengembangan proyek energi hidro dengan melakukan advokasi untuk pelestarian lingkungan dan keterlibatan masyarakat dalam proyek energi hidro, serta bekerja sama dengan pemerintah dan industri untuk memastikan proyek energi hidro memenuhi standar lingkungan dan sosial yang ketat.

Jakarta, Agustus 2024

Peserta PPRA LXVI,

Hendrayansyah, S.Sos.  
Kolonel Pnb / NRP 520313



## DAFTAR PUSTAKA

### Buku dan Jurnal Ilmiah

- Abbidin & Radani. 2022. Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidar (PLTMH) Tipe Turbin Cross-Flow. Makassar: Politeknik Ujung Pandang.
- Azhar, Muhamad, and Dendy Adam Satriawan. (2018). Implementasi kebijakan energi baru dan energi terbarukan dalam rangka ketahanan energi nasional. *Administrative Law and Governance Journal* Vol.1 No.4. Hlm.398-412.
- Azhiimah, dkk. 2019. Kajian Kritis Terhadap Beberapa Studi Kelayakan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Indonesia. Surabaya: Unesa. *Ruang Teknik Jurnal*, Vol. 2, No. 2. Hlm. 337-347.
- Badarudin. 2021. Posisi Indonesia Dalam Menghadapi Dinamika Geopolitik di Kawasan Indo-Pasifik. Jakarta: Universitas Bakrie.
- Damastuti, Anya P. (1997). Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Wacana 8.
- Fauzy Pandu Rizky. 2023. Peluang Dan Tantangan Transisi Energi: Implikasi Kebijakan Pasca Presidensi G20 Indonesia. *Journal of Tax, Policy, Economics and Accounting* Vol.1 No. 1.
- Santoso, Riyadi. (2017). Kebijakan energi di Indonesia: Menuju kemandirian. *Jurnal Analis Kebijakan* Vol.1 No.1.
- Tim Pokja Bahan Ajar BS Empat Konsensus Dasar Bangsa. (2024). Materi Pokok Bidang Studi Empat Konsensus Dasar Bangsa Sub Bidang Studi Pancasila. Jakarta: Lemhannas RI
- Ramadani, Thoriq. (2018). Pengelolaan Energi Nasional: Modal Pembangunan Bangsa. *Jurnal Administrasi Publik* Vol.14 No.2. Hlm.143-150.

### Peraturan Perundang-Undangan

- Undang-Undang RI Nomor 30 Tahun 2007 Tentang Energi
- Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional
- Peraturan Presiden Nomor 11 Tahun 2023 tentang Urusan Pemerintahan Konkuren Tambahan di Bidang Energi dan Sumber Daya Mineral pada sub-Bidang Energi Baru Terbarukan
- Peraturan Presiden Nomor 18 Tahun 2020 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2020-2024

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 50 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik

Peraturan Menteri PUPR No. 09/PRT/M/2016 tentang Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha dalam Pemanfaatan Infrastruktur Sumber Daya Air

### Referensi Lainnya

Siaran Pers Kementerian ESDM RI NOMOR: 060.Pers/04/SJI/2023 Tanggal: 4 Februari 2023

### Rujukan Elektronik

[https://www.cnbc\\_indonesia.com/news/20230223104030-8-416271/ketahanan\\_energi-ri-dipastikan-terjaga-ini-buktinya](https://www.cnbc_indonesia.com/news/20230223104030-8-416271/ketahanan_energi-ri-dipastikan-terjaga-ini-buktinya). Diakses pada 8 Februari 2024 pukul 16:40 WIB.

[https://sdgs.bappenas.go.id/tujuan\\_7/](https://sdgs.bappenas.go.id/tujuan_7/) Diakses pada 2 Februari 2024 pukul 21.08 WIB

<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/05/30/10-plta-dengan-kapasitas-pembangkit-terbesar-di-dunia>. Diakses pada 7 Maret 2024 pukul 21:08 WIB.

<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/pengembangan> Diakses pada 31 Maret 2024 pukul 11:28 WIB

<https://www.liputan6.com/hot/read/5174852/potensi-adalah-kemampuan-dasar-yang-terpendam-pahami-definisi-dan-jenisnya?page=2> Diakses pada 31 Maret 2024 pukul 11:32 WIB

<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/potensi> Diakses pada 31 Maret 2024 pukul 11:36 WIB

<https://narasi.tv/read/narasi-daily/apa-itu-ekonomi-nasional> Diakses pada 31 Maret 2024 pukul 11:54 WIB

[https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/10/22/2667/menteri.arifin.transisi.energi.mutlak\\_diperlukan?lang=en](https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/10/22/2667/menteri.arifin.transisi.energi.mutlak_diperlukan?lang=en). Diakses pada 14 April 2024.

<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/05/30/10-plta-dengan-kapasitas-pembangkit-terbesar-di-dunia>. Diakses pada 14 April 2024.

[https://onemap.esdm.go.id/home/news/peta\\_potensi\\_hidro](https://onemap.esdm.go.id/home/news/peta_potensi_hidro). Diakses pada Sabtu 8 Juli 2023. Diakses pada 14 April 2024.

<https://artikel.rumah123.com/8-plta-di-indonesia-terbesar-saat-ini-untuk-kebutuhan-listrik-rumah-tangga-71793>. Diakses pada 14 April 2024.

[http://universitaspertamina.ac.id/berita/detail/transisi\\_energi-pengertian-manfaat-dan-teknologinya#:~:text=Transisi%20energi%20adalah%20jalan%20menuju,%2C%20dan%20baterai%20lithium%2Dion](http://universitaspertamina.ac.id/berita/detail/transisi_energi-pengertian-manfaat-dan-teknologinya#:~:text=Transisi%20energi%20adalah%20jalan%20menuju,%2C%20dan%20baterai%20lithium%2Dion). Diakses pada 8 Februari 2024.

[https://maritim.go.id/detail/komitmen-net-zero-carbon-tahun\\_2060-indonesia-seimbangkan-target-emisi-dan-target-pembangunan\\_ekonomi](https://maritim.go.id/detail/komitmen-net-zero-carbon-tahun_2060-indonesia-seimbangkan-target-emisi-dan-target-pembangunan_ekonomi). Diakses pada 8 Februari 2024.

<https://www.kompas.id/baca/riset/2023/03/15/dampak-dunia-energi-akibat-perang-rusia-ukraina>. Diakses pada 15 April 2024.

<https://www.dw.com/id/transformasi-hijau-thailand-dengan-plth-terapung/a-61079084>. Diakses pada 15 April 2024.

<https://www.cnbcindonesia.com/news/20220615172612-4-347429/4700-desa-belum-teraliri-listrik-begini-jurus-pln>. Diakses pada 15 April 2024.

<https://www.cnbcindonesia.com/market/20190626094429-17-80665/indonesia-kaya-sumber-daya-berkah-atau-musibah> Diakses pada 15 April 2024

[https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/miliki-potensi-ebt-3686-gw-sekjen-rida-modal-utama-jalankan-transisi-energi-indonesia#:~:text=Sekretaris%20Jenderal%20Kementerian%20Energi%20dan,potensinya%203.686%20gigawatt%20\(GW\)](https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/miliki-potensi-ebt-3686-gw-sekjen-rida-modal-utama-jalankan-transisi-energi-indonesia#:~:text=Sekretaris%20Jenderal%20Kementerian%20Energi%20dan,potensinya%203.686%20gigawatt%20(GW)). Diakses pada 15 April 2024.

<https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/kapasitas-terpasang-pembangkit-listrik-ri-capai-812-gw-per-2022>. Diakses pada 15 April 2024.

<https://www.mpr.go.id/berita/Bangun-Pola-Pikir-Masyarakat-Agar-Kedepankan-Pemanfaatan-Energi-Ramah-Lingkungan>. Diakses pada 15 April 2024.

<https://lestari.kompas.com/read/2023/11/06/170845586/data-spasial-potensi-sungai-untuk-energi-hidro> Diakses pada 24 April 2024.

[https://ebtke.esdm.go.id/post/2023/11/02/3643/percepat.upaya.transisi.energi.menteri.esdm.dorong.pemanfaatan.tenaga.hidro](https://ebtke.esdm.go.id/post/2023/11/02/3643/percepat-upaya-transisi-energi.menteri.esdm.dorong.pemanfaatan.tenaga.hidro). Diakses pada 24 April 2024.

<https://lestari.kompas.com/read/2023/11/06/170845586/data-spasial-potensi-sungai-untuk-energi-hidro> Diakss pada 24 April 2024.

<https://rainforestjournalismfund.org/id/projects/ancaman-plta-terhadap-ekosistem-sungai-kayan> Diakses pada 5 Mei 2024.

<https://atb.nrel.gov/electricity/2023/hydropower> Diakses pada 5 Mei 2024.

<https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/04/20/2531/penyempurnaan.regulasi.tingkatkann.optimisme.pengembangan.energi.terbarukan> Diakses pada 8 Mei 2024.

<https://www.antaraneews.com/berita/1742113/mengapa-plta-sungai-kayan-dikawal-ksp> Diakses pada 5 Mei 2024.

<https://lestari.kompas.com/read/2023/10/31/180000986/potensi-energi-hidro-95-gw-pemanfaatan-plta-baru-7-persen> Diakses pada 5 Mei 2024.

[https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/assessments/assess\\_97/indo.html](https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/assessments/assess_97/indo.html) Diakses pada 8 Mei 2024.

<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/potensi-energi-baru-terbarukan-ebt-indonesia> Diakses pada 5 Mei 2024.

<https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-ebtke/strategi-pengembangan-ebt-menuju-target-23> Diakses pada 5 Mei 2024.

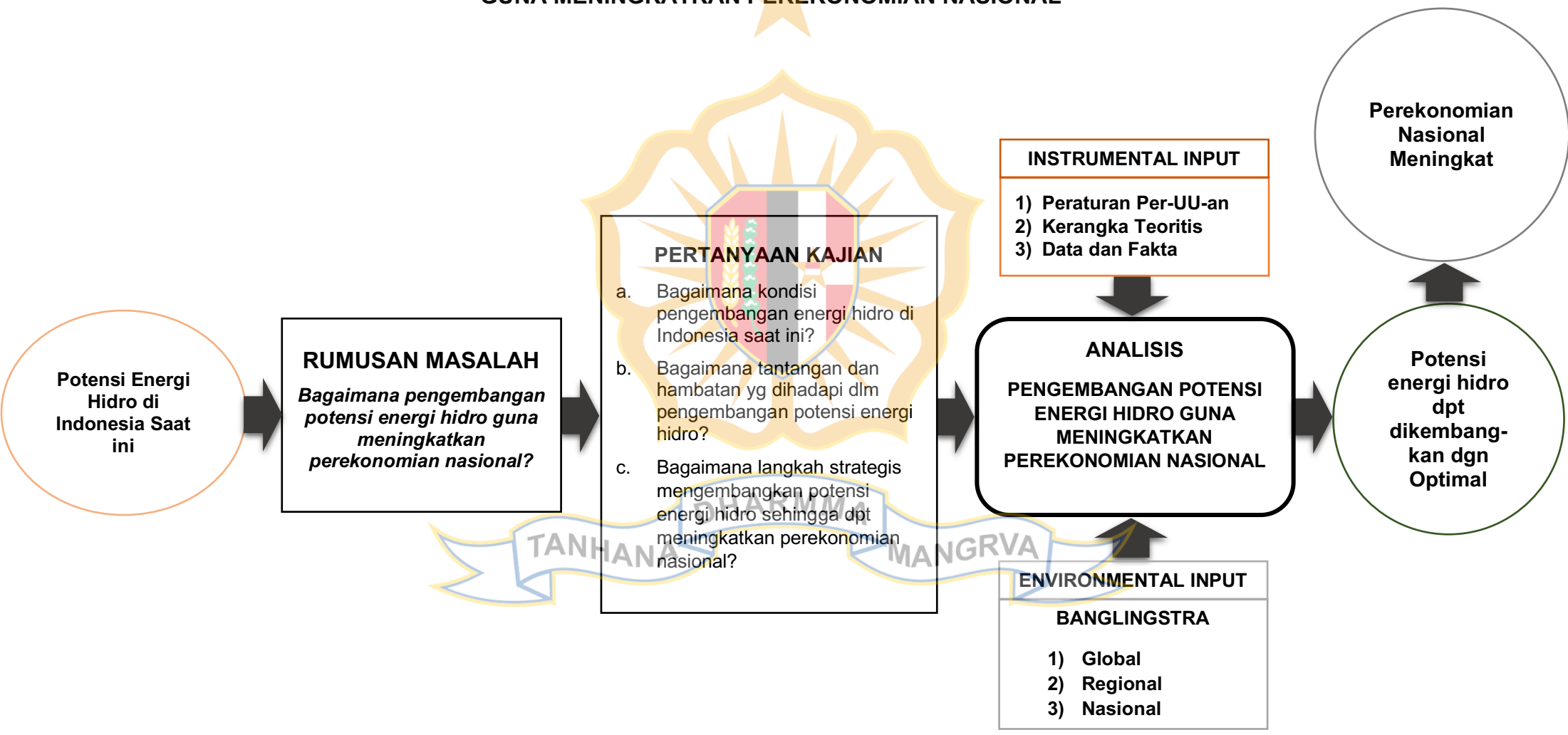
<https://environment-indonesia.com/penerapan-strategi-ekonomi-hijau-di-indonesia-menciptakan-masa-depan-yang-berkelanjutan/> Diakses pada 5 Mei 2024.





ALUR PIKIR

PENGEMBANGAN POTENSI ENERGI HIDRO  
GUNA MENINGKATKAN PEREKONOMIAN NASIONAL



Potensi Energi Hidro di Indonesia Saat ini

**RUMUSAN MASALAH**  
*Bagaimana pengembangan potensi energi hidro guna meningkatkan perekonomian nasional?*

**PERTANYAAN KAJIAN**

- a. Bagaimana kondisi pengembangan energi hidro di Indonesia saat ini?
- b. Bagaimana tantangan dan hambatan yg dihadapi dlm pengembangan potensi energi hidro?
- c. Bagaimana langkah strategis mengembangkan potensi energi hidro sehingga dpt meningkatkan perekonomian nasional?

**INSTRUMENTAL INPUT**

- 1) Peraturan Per-UU-an
- 2) Kerangka Teoritis
- 3) Data dan Fakta

**ANALISIS**  
**PENGEMBANGAN POTENSI ENERGI HIDRO GUNA MENINGKATKAN PEREKONOMIAN NASIONAL**

**ENVIRONMENTAL INPUT**  
**BANGLINGSTRA**

- 1) Global
- 2) Regional
- 3) Nasional

Perekonomian Nasional Meningkat

Potensi energi hidro dpt dikembangkan dgn Optimal

## LAMPIRAN 2

LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL  
REPUBLIK INDONESIA

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP

#### DATA POKOK

1. NAMA : HENDRAYANSYAH, S.SOS
2. PANGKAT : KOLONEL
3. KORPS / KEJURUAN : PENERBANG
4. NRP/ NIP : 520313
5. TANGGAL LAHIR : 17 NOVEMBER 1973
6. TEMPAT LAHIR : JAMBI
7. AGAMA : ISLAM
8. SUKU : PALEMBANG
9. GOL DARAH : " O "
10. TINGGI BADAN : 176 CM
11. BERAT BADAN : 90 KG
12. ALAMAT RUMAH : JL KHUSAERI NO 45 KOMPL TRIKORA  
LANUD HALIM PK
13. NO TELP RUMAH/HP : 081391781995



#### PENDIDIKAN UMUM

1. SDN 58/IV JAMBI LULUS TAHUN : 1985
2. SMPN 1 JAMBI LULUS TAHUN : 1988
3. SMAN1 JAMBI LULUS TAHUN : 1991
4. STIAMI JAKARTA LULUS TAHUN : 2004

#### DIKMA/ DIKBANGUM

1. AAU ANGKATAN : 1995 LULUS TAHUN : 1995
2. SEKKAU ANGKATAN : 77 LULUS TAHUN : 2005
3. SESKOAU ANGKATAN : 47 LULUS TAHUN : 2010
4. SESKO TNI ANGKATAN : 45 LULUS TAHUN : 2018

#### PENDIDIKAN MILITER (KURSUS)

1. SUS PARA DASAR ANGKATAN : 66 LULUS TAHUN : 1993
2. SEKBANG ANGKATAN : 54 LULUS TAHUN : 1997
3. SIP ANGKATAN : 57 LULUS TAHUN : 2006
4. SUSPA FSO ANGKATAN : 17 LULUS TAHUN : 2009

## RIWAYAT PANGKAT

TMT PKT		
1. 25-07-1995	Diangkat sebagai	LETDA
2. 01-10-1998	Naik Pangkat	LETTU
3. 01-10-2001	Naik Pangkat	KAPTEN
4. 01-04-2007	Naik Pangkat	MAYOR
5. 01-10-2011	Naik Pangkat	LETKOL
6. 01-04-2016	Naik Pangkat	KOLONEL

## RIWAYAT JABATAN

1. PA DP LND ADI SUTJIPTO, JOGYAKARTA
2. PA PNB SKADUD 7 LND SDM, KALIJATI
3. PA PNB SKADUD 8 LND ATS, BOGOR
4. KSBSI REC/DISPATCH OPS SKADUD 8 LND ATS, BOGOR
5. PS DAN FLIGHT C SKADUD 8 LND ATS, BOGOR
6. KAUR FASLAT WING 4 LND ATS, BOGOR
7. KSBSI GAHLAKABANGJA DISOPS LND ATS, BOGOR
8. PS KASI LAMBANGJA DISOPS LND ATS, BOGOR
9. INSTRUKTUR PNB SKADIK 101 LND ADI SUTJIPTO, JOGYAKARTA
10. KSBSIOPS SIOPSLAT DISOPS LND ADI SUTJIPTO, JOGYAKARTA
11. PS KASIOPSLAT DISOPS LND ADI SUTJIPTO, JOGYAKARTA
12. KADISOPS SKADIK 102 LND ADI SUTJIPTO, JOGYAKARTA
13. KASI ANGKUTAN DISOPS LND ADI SUTJIPTO, JOGYAKARTA
14. DAN SKADIK 404 LND ADI SOEMARMO, SOLO
15. KADISOPS LND ADI SOEMARMO, SOLO
16. KAPUSKODAL KOOPSAU 1 JAKARTA
17. DANLANUD TPI, KEPRI
18. PABANDYA DUKOPS/ PBN IV DUKOPSLAT SOPSAU
19. ASPERS KOSEK III MEDAN
20. KASUBDISOPS DISOPSLATAU
21. KASUBDIS PENUM DISPENAU
22. KASUBDIS PENPAS DISPENAU
23. KASUBDIS INTELUD DISPAMSANAU
24. DANLANUD DMB BALIKPAPAN
25. KASUBDIS DIKBANGUM DISDIKAU
26. PABAN II JEMEN/ SRENAAU
27. PAMEN SOPSAU

## PENUGASAN LUAR NEGERI

1. SIMULATOR NAS 332 SINGAPURA
2. FACTORY ACCEPTANCE TEST EC 725, MARIGNAN PERANCIS, 2015
3. KKLN SESKO TNI A 45, SPANYOL, 2018

4. CIVIC MISSION ROHINGYA, CHITTAGONG MYANMAR, 2018
5. VERIFIKASI WORKSHOP, YEKATERINBURG, RUSIA, 2019

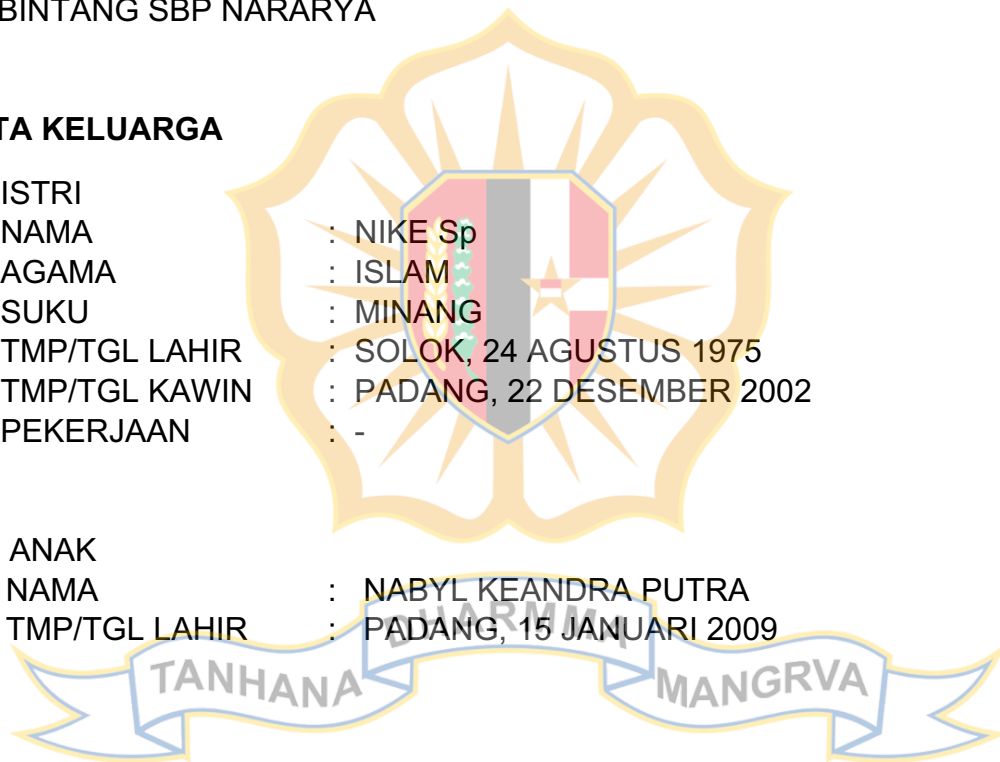
### TANDA KEHORMATAN

1. SATYALANCANA GOM VII DHARMA BHAKTI
2. SATYALANCANA GOM IX RAKSAKA DHARMA
3. SATYALANCANA KESETIAAN 8 TAHUN
4. SATYALANCANA DHARMA NUSA
5. SATYALANCANA DWIDYA SISTHA
6. SATYALANCANA SEROJA
7. SATYALANCANA KESETIAAN 8 TAHUN
8. SATYALANCANA KESETIAAN 16 TAHUN
9. SATYALANCANA KESETIAAN 24 TAHUN
10. BINTANG SBP NARARYA

### DATA KELUARGA

1. ISTRI  
NAMA : NIKE Sp  
AGAMA : ISLAM  
SUKU : MINANG  
TMP/TGL LAHIR : SOLOK, 24 AGUSTUS 1975  
TMP/TGL KAWIN : PADANG, 22 DESEMBER 2002  
PEKERJAAN : -

2. ANAK  
NAMA : NABYL KEANDRA PUTRA  
TMP/TGL LAHIR : PADANG, 15 JANUARI 2009



Jakarta, Juli 2024  
Riwayat hidup ini dibuat dengan sebenarnya  
Yang membuat,

Hendrayansyah, S. Sos.  
Kolonel Pnb NRP 520313

