

BAB II

KEAMANAN ENERGI DAN RENCANA INDONESIA DALAM MEMBANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA THORIUM (PLTT)

Indonesia menghadapi permintaan energi yang terus meningkat didorong oleh pesatnya pembangunan ekonomi dan pertumbuhan penduduk. Pada saat yang sama, Indonesia berkomitmen untuk mengurangi ketergantungannya pada bahan bakar fosil dan mencapai target *Net Zero Emissions* (NZE) pada tahun 2060, sebagaimana yang digariskan dalam *Paris Agreement*. Untuk menjawab tantangan ini, Indonesia tengah menjajaki potensi Pembangkit Listrik Tenaga Thorium (PLTT) sebagai sumber energi alternatif. Akan tetapi, Indonesia menghadapi tantangan besar dalam memastikan bahwa pengembangan PLTT selaras dengan standar keselamatan global, peraturan internasional, dan strategi transisi energi bersihnya. Selain itu, kerangka regulasi, kemajuan teknologi dan kesiapan infrastruktur merupakan faktor kunci dalam mewujudkan proyek ini.

2.1. Kondisi Keamanan Energi Indonesia

Bagi Indonesia yang merupakan negara berkembang, energi merupakan hal yang vital. Hal ini energi digunakan untuk menyokong dan memenuhi kebutuhan di berbagai industri seperti pangan, minerba, kesehatan hingga militer. Tingkat konsumsi energi juga berbanding lurus dengan perkembangan ekonomi suatu negara baik pada jangka pendek maupun jangka panjang (Chirwa dan Odhiambo, 2019). Dengan pasokan energi yang cukup untuk memenuhi tingkat konsumsi energi, ekonomi suatu negara akan semakin tumbuh. Maka dari itu, pasokan energi

yang cukup menjadi kebutuhan dasar bagi masyarakat modern baik untuk pekerjaan atau bahkan kebutuhan rumah tangga.

Indonesia merupakan negara produsen sekaligus konsumen dari sumber energi fosil. Berdasarkan data dari IRENA (2022), bauran energi Indonesia dari tahun 2009-2020 masih didominasi dengan sumber energi fosil sekitar 86%. Menurut Jenkins & Ekanayake (2017) mayoritas sumber energi di dunia berasal dari bahan bakar fosil seperti gas, batubara dan minyak bumi. Dalam bauran energi fosil tersebut, Indonesia memiliki pasokan batubara sebesar 37% dan minyak bumi sebesar 32% di tahun 2020. Hal ini tentunya menjadikan batubara dan minyak bumi sebagai sumber energi utama di Indonesia.

Secara historis Indonesia merupakan negara produsen dan eksportir sumber energi fosil khususnya minyak bumi hingga menjadi anggota Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC). Akan tetapi Indonesia keluar dari keanggotaan OPEC pada 2008 karena Indonesia tidak dapat memenuhi kuota produksi minyak bumi OPEC. Pada akhirnya Indonesia menjadi negara net importir dimana Indonesia lebih banyak melakukan impor daripada ekspor minyak bumi. Indonesia pun masih tetap memproduksi energi fosil yang lain seperti batubara. Pada 2020, Indonesia memproduksi batubara sebesar 564 juta ton. Dengan produksi sebesar itu, Indonesia mengekspor 70% batubara yang diproduksi (IRENA, 2022). Tiongkok dan India merupakan konsumen terbesar dari batubara Indonesia.

Indonesia merupakan negara yang mengkonsumsi energi terbesar di kawasan Asia Tenggara dengan persentase sebesar 36% total akhir konsumsi (IRENA, 2022). Total konsumsi akhir Indonesia pada tahun 2020 mencapai 923

juta barel setara minyak. Konsumsi tersebut sebagian besar digunakan pada transportasi dan industri sekitar 78% (IRENA, 2022). Akan tetapi penggunaan bahan bakar fosil juga memiliki beberapa kendala seperti kelangkaan, efisiensi dan yang paling utama adalah kerusakan lingkungan. Bahan bakar fosil memiliki dampak buruk terhadap lingkungan seperti emisi karbon.

Emisi karbon yang meningkat mengarah pada perubahan iklim di dunia. Apabila penggunaan sumber energi berkelanjutan yang semakin luas dan menjadi sumber energi inti di dunia, maka akan berdampak positif pada lingkungan. Dampak ini juga dapat juga dapat kita perhatikan secara langsung bagaimana polusi dapat berkurang semenjak Pandemi Covid-19 yang selaras dengan berkurangnya penggunaan energi fosil dan emisi karbon (Rasmussen & NASA JPL, 2021). Mengetahui akan dampak dari penggunaan sumber energi fosil, Indonesia turut menandatangani *Paris Agreement* pada 2016 sebagai komitmen Indonesia untuk mencegah perubahan iklim dengan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Dengan dimensi-dimensi keamanan energi, penelitian ini memahami bagaimana kondisi keamanan energi Indonesia dengan lebih komprehensif dan terarah. Berikut analisa dimensi-dimensi keamanan energi di Indonesia:

1. Ketersediaan

Ketersediaan mengacu pada diversifikasi sumber energi yang digunakan untuk menyediakan energi, mendorong sistem energi yang dapat pulih dengan cepat dari gangguan, dan meminimalkan ketergantungan pada impor (Sovacool, 2012). Indonesia sendiri melalui Pembangkit Listrik Negara (PLN) hanya mampu memproduksi 313.322 GWh pada 2023,

kemampuan produksi ini dinilai belum mencukupi kebutuhan 1.172 KWh per kapita atau sekitar 325.269 GWh (PLN, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa PLN tidak dapat menyediakan pasokan energi di seluruh Indonesia.

2. Keterjangkauan

Dimensi ini mengacu pada penyediaan layanan energi yang terjangkau bagi konsumen dan mengurangi perubahan harga yang signifikan (Sovacool, 2012). Indonesia merupakan negara yang menyediakan subsidi bahan bakar minyak (BBM) dari tahun 1996 (Tempo, 2022). Hal ini agar BBM dapat mudah diakses oleh masyarakat secara luas. Akan tetapi, pada masa kepemimpinan Jokowi subsidi BBM disesuaikan karena adanya beban sebesar Rp. 504,5 triliun, kenaikan harga minyak dunia dan intensitas konflik geopolitik yang meningkat di negara-negara penghasil minyak dunia (Tempo, 2022). Maka dari itu, harga minyak dan sumber energi di Indonesia menjadi tidak stabil.

3. Efisiensi

Efisiensi melibatkan kemampuan teknologi dalam memproduksi energi dan mengubah perilaku konsumen untuk mengurangi kenaikan harga energi (Azzuni & Breyer, 2018). Hal ini juga dinilai dapat meningkatkan keamanan energi apabila efisiensi dari sumber energi tersebut tinggi. Sumber energi fosil sendiri merupakan sumber energi yang terbatas meskipun tidak diketahui secara jelas kapan akan habis karena masih ada eksplorasi dan teknologi baru (Cîrdei, 2020). Penggunaan energi fosil seperti batubara juga kurang efisien dibandingkan sumber energi seperti

nuklir. 1 kg uranium dapat menghasilkan 20.000 kali lebih banyak energi dari batu bara (WNA, 2023). Oleh karena itu, batubara merupakan komoditas yang sangat rentan dan kurang efisien.

4. Pengelolaan

Pengelolaan ini harus terdiri dari melindungi lingkungan alam, komunitas, dan generasi mendatang (Sovacool, 2012). Perubahan iklim ini disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil yang berkontribusi pada emisi karbon (Rizkiawan & Prakoso, 2022). Ketergantungan Indonesia terhadap bahan bakar fosil masih sangat tinggi sekitar 87,46% dari bauran energi nasional pada semester pertama 2023 (DEN, 2023). Kondisi ini tidak hanya mengancam ketahanan energi nasional, tetapi menjadikan Indonesia sebagai negara kontributor krisis iklim global.

Melalui dimensi keamanan energi, penelitian ini dapat melihat bagaimana keadaan keamanan energi Indonesia mulai penyediaan hingga pengelolaan yang sulit karena bauran energi yang mayoritas menggunakan sumber energi fosil. Berdasarkan dari analisa keamanan energi tersebut, Indonesia termasuk negara yang rentan dalam keamanan energi.

Maka dari itu, perlu adanya transisi untuk menggunakan sumber energi yang berkelanjutan, efisien dan ramah lingkungan. Transisi ini merupakan suatu keharusan bagi negara yang masih bergantung pada sumber energi fosil seperti Indonesia.

2.1.1. Urgensi Transisi Energi Indonesia

Indonesia merupakan negara yang terancam krisis energi karena lebih dari 80% sumber energi di Indonesia berasal dari fosil (IRENA, 2022). Dengan adanya ancaman seperti kelangkaan, efisiensi dan dampak buruknya terhadap lingkungan, Indonesia perlu untuk menggunakan sumber energi alternatif. Sumber energi fosil sendiri merupakan sumber energi yang terbatas meskipun tidak diketahui secara jelas kapan akan habis karena masih ada eksplorasi dan teknologi baru (Cîrdei, 2020). Selain itu, energi fosil merupakan sumber yang rentan karena adanya hambatan dalam distribusi hingga ketegangan geopolitik dan konflik.

Mengurangi penggunaan fosil merupakan komitmen Indonesia sebagai penandatangan *Paris Agreement*. Dalam dokumen ENDC, Indonesia berkomitmen untuk mengurangi penggunaan fosil sebesar 77% pada tahun 2025 dan 69% pada 2050 (ENDC, 2022). Indonesia pun menyadari penggunaan fosil yang semakin masif akan berdampak pada lingkungan dan keberlanjutan. Sehingga perlu adanya transisi energi dari fosil baik penggunaan EBT ataupun sumber energi lain yang lebih ramah. Indonesia juga mendapatkan masalah dalam memenuhi kebutuhan energi dalam negeri. Indonesia sendiri melalui Perusahaan Listrik Negara (PLN) hanya mampu memproduksi 313.322 GWh pada 2023, kemampuan produksi ini dinilai belum mencukupi kebutuhan 1.172 KWh per kapita atau sekitar 325.269 GWh (PLN, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa PLN tidak dapat secara penuh memasok energi seluruh Indonesia.

Indonesia sendiri memiliki potensi dalam menggunakan energi baru terbarukan (EBT) yang beragam. EBT sendiri merupakan sumber energi yang

ramah lingkungan dan rendah karbon. Namun, Indonesia sendiri masih kesulitan dalam menggunakan EBT sebagai sumber energi. Hal ini dikarenakan harga produksi pembangkit listrik berbasis EBT masih tinggi dan sulit bersaing dengan pembangkit fosil seperti batubara (KESDM, 2021). Meskipun sulit bersaing penggunaan EBT tetap terus meningkat sepanjang tahun dan targetkan akan mencapai 23% pada 2025. Akan tetapi Indonesia masih sulit untuk mencapai target tersebut dimana pada semester pertama 2023 Indonesia menargetkan sebesar 17,87% tapi hanya dapat mencapai 12,54% (DEN, 2023).

Berdasarkan capaian tersebut, Indonesia kesulitan dalam mencapai target penggunaan EBT dan mengurangi penggunaan sumber energi fosil. Indonesia sendiri menargetkan untuk mengurangi penggunaan sumber energi fosil hingga 82,13% pada semester pertama 2023. Akan tetapi Indonesia masih menggunakan sumber energi fosil hingga 87,46% (DEN, 2023). Menurut (Nasruddin et al., 2016), Indonesia memiliki potensi energi panas bumi yang signifikan, dengan 117 gunung berapi aktif. Gunung tersebut dapat berpotensi menjadi pembangkit listrik sebesar 29,5 GW pada tahun 2025 (IRENA, 2022). Indonesia memang memiliki pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP), akan tetapi baru Indonesia memiliki 13 PLTP yang beroperasi dan komersilkan. Tak hanya panas bumi, sumber energi terbarukan seperti matahari. Indonesia berada di bawah khatulistiwa yang mana membuat Indonesia lebih banyak terpapar oleh matahari. Dengan kondisi geografis tersebut Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Hal ini disebutkan oleh IRENA bahwa potensi Indonesia pada PLTS sebesar 2.898 GW (IRENA, 2022). Jumlah tersebut sangatlah besar

dibandingkan dengan potensi panas bumi. Dengan potensi sumber energi terbarukan tersebut Indonesia memang harus fokus mengoptimalkan PLTS dan PLTP untuk menjaga keamanan energinya.

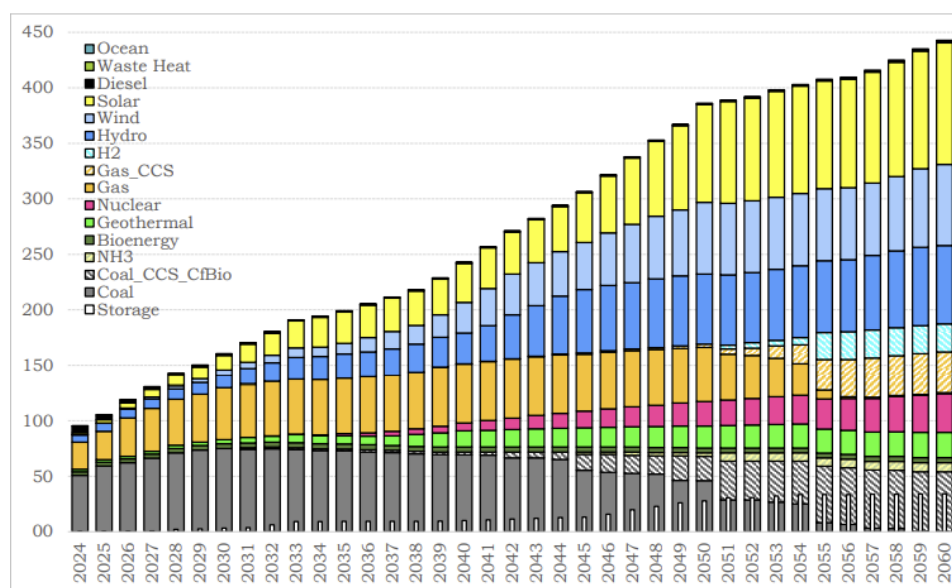
Menurut data tersebut, Indonesia masih belum cukup apabila hanya menggunakan PLTS dan PLTP. Maka dari itu, Indonesia memerlukan opsi lain yang lebih efisien dalam mengurangi penggunaan fosil seperti menggunakan sumber energi nuklir. Hal ini ditekankan pada Laporan Dewan Energi Nasional (2023) bahwa Indonesia mengambil opsi penggunaan sumber energi nuklir untuk dapat berkontribusi pada ketergantungan terhadap sumber energi fosil.

2.1.2. Rencana Pembangunan PLTT dalam Transisi Energi di Indonesia

Dalam Laporan Dewan Energi Nasional (2023), ada beberapa isu strategis yang dijelaskan dalam Rencana Strategis Dewan Energi Nasional (DEN) 2020-2024. Isu yang pertama adalah meningkatkan kemandirian energi dalam negeri dengan diversifikasi bauran dan pengembangan infrastruktur. Isu yang kedua, melakukan transisi energi dari sumber energi fosil menjadi sumber energi bersih, terbarukan, rendah karbon yang tidak memiliki efek buruk terhadap lingkungan, sosial dan ekonomi (DEN, 2023).

Isu-isu strategis tersebut merupakan bentuk kesadaran pemerintahan Indonesia akan masalah keamanan energi nasional. Isu pertama dan kedua menunjukkan bahwa Indonesia akan melakukan diversifikasi dan transisi sumber energi. Hal ini dilakukan Indonesia untuk menghadapi keterbatasan dan mengurangi penggunaan energi fosil. Menurut Laporan Dewan Energi Nasional 2023, Indonesia sendiri mulai mempertimbangkan Pembangkit Listrik Tenaga

Nuklir (PLTN) sebagai pembangkit listrik yang baru dan handal hingga diproyeksikan dapat membantu sebesar 15% bauran energi dengan 28 lokasi potensial di 28 provinsi di Indonesia (DEN, 2023). Energi terbarukan memang dianggap ramah lingkungan akan tetapi jumlah daya yang dihasilkan cenderung lebih kecil dibandingkan sumber energi nuklir. PLTN cenderung lebih efisien dan memiliki keluaran energi per satuan massa yang tinggi (Jyothi et al., 2023).



Gambar 2.1 Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional Indonesia

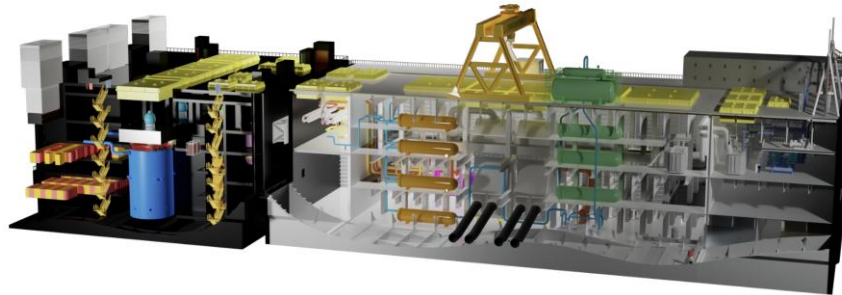
Sumber: (RUKN, 2024)

Dalam Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN, 2024), Indonesia memiliki proyeksi kapasitas pembangkit listrik hingga tahun 2060. Dalam gambar tersebut pembangkit listrik dari sumber energi terbarukan meningkat drastis seperti surya, air dan angin. Berbeda dengan nuklir yang termasuk pada sumber energi baru dengan potensi tinggi. Nuklir dalam rencana tersebut hanya akan mencapai 7,9% saja pada tahun 2060. Akan tetapi, penggunaan

energi nuklir dan energi terbarukan lainnya dapat menekan penggunaan energi fosil seperti batubara dan diesel secara signifikan.

Teknologi nuklir merupakan salah satu teknologi paling kontroversial karena dampak yang ditimbulkan seperti penggunaannya sebagai senjata pemusnah massal. Tentunya banyak batasan yang diberikan oleh komunitas internasional untuk penggunaan teknologi nuklir. Sumber dari nuklir umumnya adalah Uranium-235 yang biasanya digunakan untuk senjata nuklir dan juga pembangkit listrik (Humphrey & Khandaker, 2018). Tapi ada satu bahan alternatif yang kurang populer dibandingkan dengan Uranium-235 yaitu Thorium. Thorium menjadi salah satu alternatif yang dapat menggantikan Uranium-235 karena lebih murah dan melimpah daripada Uranium.

Indonesia sendiri memiliki potensi sebesar 140.000 ton thorium yang dapat ditambang (BRIN, 2022b). Thorium merupakan bahan dari energi nuklir yang tidak memiliki sifat fisil dan juga tidak memiliki reaksi berantai nuklir seperti Uranium-235. Sedangkan thorium bersifat *fertile* sehingga lebih aman apabila digunakan sebagai sumber energi. Menurut Vlasov (2023), dengan kelimpahannya dan kemampuan pembiakan bahan fisilnya, thorium berpotensi menawarkan solusi jangka panjang terhadap kebutuhan energi umat manusia.



Gambar 2.2 Molten Salt Reactor 2 x 250 (TMSR500)

Sumber: (thorconpower.com, 2024)

Rencana pembangunan PLTT oleh Indonesia ini dilakukan bersama dengan PT Thorcon Power Indonesia. Menurut Laporan DEN (2023), PT Thorcon Power Indonesia bekerjasama untuk membangun PLTT dengan teknologi Molten Salt Reactor 2 x 250 (TMSR500). TMSR500 pada Gambar 2.2 merupakan PLTT yang dibangun di galangan kapal dan dapat ditingkatkan skalanya, menghasilkan 500MW tenaga nuklir yang aman, kompetitif dari segi biaya, dan sangat efisien (Thorcon Power Indonesia, n.d.). TMSR500 merupakan jenis PLTN generasi ke-4 yang mana termasuk PLTN dengan teknologi paling mutakhir. PLTT tentunya akan menjadi PLTN pertama di Indonesia dan akan commercial operation date (COD) pada tahun 2032. Dalam pembangunan PLTT, Indonesia sebagai bagian dari masyarakat internasional turut mengikuti pedoman atau safeguard dari International Atomic Energy Agency (IAEA).

PT Thorcon Power Indonesia sudah menyerahkan dokumen kepada pembuat regulasi nuklir di Indonesia dan memulai proses perizinan untuk membangun PLTT di Pulau Kelasa, yang berada di Bangka Tengah (World Nuclear News, 2025). Pihak Thorcon pun menjelaskan bahwa PT Thorcon Power Indonesia

merupakan pemohon lisensi PLTN pertama dalam sejarah Indonesia. PT Thorcon Power Indonesia juga menyatakan bahwa mereka akan berkomitmen penuh pada masukan BAPETEN selama proses peninjauan guna memastikan kelancaran proses perizinan (World Nuclear News, 2025).

Dalam pembangunan PLTN, Indonesia sendiri merupakan negara terdepan di Asia Tenggara (Galang, 2025). Berdasarkan analisa energi, Indonesia dapat membangun SMR pertama di Asia Tenggara pada 2030 (Galang, 2025). Hal ini dikarenakan Indonesia memiliki progres yang lebih signifikan dalam membuat regulasi ketat dan mengelola penentangan publik terhadap tenaga nuklir.

2.2. *Paris Agreement*

Paris Agreement merupakan perjanjian internasional mengenai perubahan iklim yang bersifat universal dan mengikat secara hukum. Perjanjian ini ditandatangani oleh 196 pihak pada UN Climate Change Conference (UNFCCC) di Paris, 12 Desember 2015. *Paris Agreement* sendiri bertujuan untuk dapat menahan peningkatan suhu rata-rata global agar tetap jauh dibawah 2°C dibandingkan dengan masa sebelum industrialisasi, serta membatasi kenaikan suhu hingga 1,5°C dibandingkan dengan masa sebelum industrialisasi (UNFCCC, n.d.).

2.2.1 *Paris Agreement* dan Tahapan Dunia Menyikapi Perubahan Iklim

Adanya *Paris Agreement* berperan terhadap perubahan iklim. Perdebatan untuk menyikapi perubahan iklim sudah dimulai sejak lama hingga muncullah *Kyoto Protocol* pada 1997. Berakhirnya negosiasi dalam *Kyoto Protocol* sendiri bisa dianggap suatu kemenangan. Hal ini karena sulitnya negara-negara untuk menyetujui *Kyoto Protocol* yang mana dapat menghambat kekuatan industri negara

mereka. *Kyoto Protocol* sendiri ditujukan untuk negara maju dan tidak mengikutsertakan negara seperti Tiongkok dan India, bahkan Amerika Serikat yang termasuk negara maju juga enggan untuk turut serta. Maka dari itu, emisi karbon tetap meningkat.

Mengetahui hal tersebut, UNFCCC mengadakan konferensi kembali untuk menyikapi emisi yang semakin meningkat. COP (Conferences of the Parties) 15 diadakan di Copenhagen pada 2009 dengan tujuan untuk menyikapi masalah iklim sama halnya dengan *Kyoto Protocol*. Copenhagen Summit 2009 sendiri mulai mengikutsertakan negara dengan ekonomi besar seperti Tiongkok. Akan tetapi, konferensi tersebut gagal mencapai konsensus karena adanya perbedaan mendalam antara negara maju dan negara berkembang (Allan et al., 2021).

Paris Agreement merupakan titik balik bagi untuk menyikapi masalah perubahan iklim. Hal ini tentunya dipengaruhi oleh banyak faktor seperti tekanan dari komunitas ilmiah untuk membatasi pemanasan global ke 1.5°C agar menghindari dampak lingkungan yang lebih buruk (Allan et al., 2021). Penggunaan EBT juga semakin menarik karena lebih murah dan dapat meningkatkan ekonomi bukan hanya menambah biaya saja. Serta kerjasama antara Amerika Serikat dan Tiongkok sebagai penyumbang emisi terbesar di dunia. Hal ini tentunya mempengaruhi perjanjian menjadi lebih universal dan dapat diterima oleh semua negara.

Paris Agreement menjadi peningkatan signifikan dalam menghadapi perubahan iklim. Berbeda dengan *Kyoto Protocol* dan Copenhagen Summit, *Paris Agreement* bersifat mengikat secara hukum dan universal. *Paris Agreement* sendiri

memiliki mekanisme bahwa setiap negara harus memberikan NDC (National Determined Contributions) sebagai komitmen mereka menghadapi perubahan iklim (UNFCCC, n.d.). *Paris Agreement* pun mengakui secara formal peran dan kontribusi aktor non-negara dalam menghadapi perubahan iklim.

2.2.2. Ratifikasi *Paris Agreement* dan Misi *Net Zero Emissions* (NZE) Indonesia

Paris Agreement merupakan perjanjian universal dimana hampir semua negara menyetujui akan perjanjian tersebut termasuk Indonesia. Sebagai negara yang menyetujui perjanjian UNFCCC dan *Kyoto Protocol*, Indonesia melihat *Paris Agreement* sebagai langkah selanjutnya dalam menghadapi perubahan iklim. Hal ini dapat menunjukkan komitmen dan kontribusi Indonesia secara formal seperti menyerahkan NDC.

Paris Agreement sendiri memiliki mekanisme bahwa setiap negara harus memberikan *National Determined Contributions* (NDC) sebagai komitmen mereka menghadapi perubahan iklim (UNFCCC, n.d.). Indonesia sebagai negara penandatangan juga memiliki kewajiban yang sama untuk memenuhi komitmen tersebut. Indonesia meratifikasi *Paris Agreement* pada 2016 dan menjadikannya mengikat secara hukum dalam sistem hukum nasional. *Paris Agreement* diratifikasi dengan UU No. 16 tahun 2016. Indonesia meratifikasi *Paris Agreement* untuk mengatasi dampak perubahan iklim domestik, menyelaraskan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan, mengakses pendanaan dan teknologi internasional, dan menegakkan komitmen internasionalnya.

Indonesia merupakan salah satu negara yang paling terdampak dalam perubahan iklim. Hal ini dikarenakan perubahan iklim dapat menaikkan permukaan

laut, cuaca ekstrim hingga deforestasi (Pramudianto, 2019). Indonesia juga menjadi salah satu negara penghasil emisi terbesar di dunia dan menyumbang sekitar 2,3% total emisi (European Union, 2023). Meratifikasi *Paris Agreement* juga mengintegrasikan kerangka kerja untuk kebijakan lingkungan ke dalam strategi pembangunan nasional. Maka dari itu, menandatangani *Paris Agreement* merupakan sebuah keharusan bagi Indonesia.

Komitmen Indonesia dalam mengurangi emisi gas tertuang pada dokumen ENDC 2022. Indonesia mengusahakan penggunaan sumber energi seperti minyak bumi harus kurang dari 25% pada tahun 2025 dan kurang dari 20% pada tahun 2050; batubara minimal 30% pada tahun 2025 dan minimal 25% pada tahun 2050; dan gas minimal 22% pada tahun 2025 dan minimal 24% pada tahun 2050. Indonesia juga mendorong untuk energi baru dan terbarukan minimal 23% pada tahun 2025 dan minimal 31% pada tahun 2050 (Indonesia ENDC, 2022). Dalam ENDC Indonesia (2022), Indonesia berkomitmen dalam menggunakan energi terbarukan yang tinggi, Indonesia juga mendorong pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Thorium (PLTT) (ESDM, 2023).

Dalam ENDC tersebut, Indonesia berkomitmen untuk mengurangi penggunaan energi fosil secara signifikan. Indonesia menargetkan mengurangi penggunaan energi fosil menjadi 77% pada 2025 dan 69% pada 2050. Pengurangan ini cukup drastis mengingat Indonesia masih menggunakan sumber energi fosil hingga 87,46% per 2023 (DEN, 2023). Maka dari itu, Indonesia memerlukan bauran atau diversifikasi energi alternatif seperti nuklir. Hal ini ditekankan pada Laporan Dewan Energi Nasional (2023) bahwa Indonesia mengambil opsi

penggunaan sumber energi nuklir untuk dapat berkontribusi pada ketergantungan terhadap sumber energi fosil.

2.3. *Non-Proliferation Treaty*

Merujuk pada laman berita IAEA, NPT merupakan hasil usaha umat manusia dalam menyikapi penggunaan teknologi nuklir. Tujuan dari NPT sendiri ada 3 yaitu mencegah penyebaran senjata nuklir, mempromosikan penggunaan nuklir sebagai energi serta mendorong untuk pelucutan senjata nuklir (IAEA, n.d.).

NPT ditandatangani pada tahun 1968 dan berlaku pada 5 Maret 1970. NPT sendiri hampir bersifat universal karena ditandatangani 191 pihak. Pada 11 Mei 1995, NPT diperpanjang hingga waktu yang tidak ditentukan (IAEA, n.d.). IAEA meskipun bukan salah satu pihak yang menandatangani NPT, diberikan tanggung jawab untuk memverifikasi penggunaan nuklir berdasarkan perjanjian tersebut.

2.3.1. NPT sebagai Respon terhadap Ancaman Nuklir

Teknologi nuklir, khususnya senjata nuklir, mempengaruhi keamanan dan perdamaian internasional pasca Perang Dunia 2. Dampak kehancuran yang luar biasa di Hiroshima dan Nagasaki mendorong dunia untuk mengendalikan penggunaan nuklir. Inisiasi awal seperti Baruch dan Gromyko Plan gagal mencapai kesepakatan karena perbedaan pendapat antara Amerika Serikat dan Uni Soviet (Süvari & Nas, 2021). Inisiasi untuk mendorong pengendalian nuklir semakin tinggi pada era Perang Dingin. Peristiwa seperti Krisis Rudal Kuba dan uji coba senjata nuklir oleh negara baru memberikan ketakutan dunia akan perang nuklir. Mengetahui hal tersebut, Amerika Serikat dan Uni Soviet berkolaborasi bersama untuk merancang perjanjian yaitu NPT (Süvari & Nas, 2021).

Ada banyak faktor yang mempengaruhi kemunculan NPT. Berdasarkan argumen dari Süvari and Nas (2021), ada tiga faktor yang mempengaruhi kemunculan NPT. Pertama, negara superpower seperti Amerika Serikat dan Uni Soviet merasa bahwa nuklir merupakan ancaman langsung terhadap keamanan nasional mereka dan mempengaruhi *balance of power*. Kedua, berfokus pada norma bersama dan pengetahuan akan resiko berbahaya penggunaan senjata nuklir. Ketiga, negara bergabung dalam NPT karena ada keuntungan yang bisa mereka dapatkan. Negara non-nuklir mendapatkan akses untuk teknologi nuklir damai dan jaminan keamanan, sedangkan negara nuklir dapat menghindari kekacauan arms race.

Meskipun menghadapi tantangan dan kritik, NPT tetap menjadi landasan keamanan global, yang mencerminkan interaksi kompleks antara kekuatan, norma, dan kepentingan dalam kerja sama internasional.

2.3.2 Ratifikasi NPT dan Pandangan Indonesia terhadap Teknologi Nuklir

Pada awal masa kemerdekaan tahun 1965, Indonesia dibawah kepemimpinan Soekarno mempertimbangkan untuk membuat senjata nuklir sendiri. Hal ini dinyatakan setelah Tiongkok meledakkan senjata nuklir pertama mereka pada Oktober 1964 (Cornejo, 1999). Akan tetapi, Indonesia belum memiliki kemampuan secara mandiri untuk menciptakan senjata nuklir. Menyikapi masalah tersebut, Indonesia berusaha mendapatkan bantuan dari negara nuklir untuk mencapai tujuan tersebut.

Pada akhirnya, Indonesia pun gagal dalam menciptakan senjata nuklir. Meskipun sudah membentuk poros Jakarta-Peking dengan Tiongkok. Indonesia

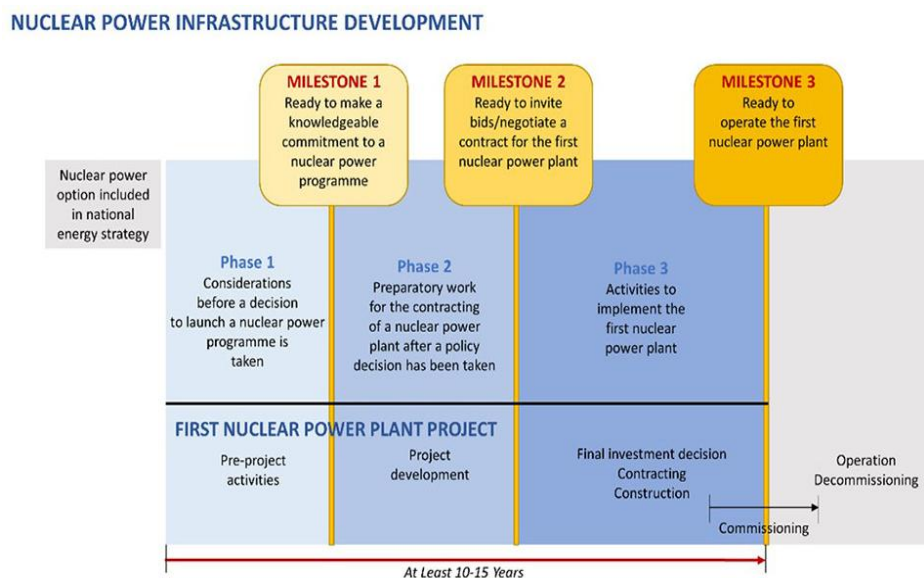
tetap tidak mendapatkan bantuan dari Tiongkok maupun negara nuklir lainnya (Cornejo, 1999). Keinginan Indonesia dalam membuat senjata nuklir pun menghilang bersama dengan diturunkannya Soekarno oleh Soeharto.

Soeharto memiliki pandangan yang berbeda mengenai senjata nuklir. Di bawah kepemimpinannya, Soeharto menyetujui bahwa aktivitas nuklir Indonesia harus berada dibawah pengawasan IAEA safeguards (Lieggi, 2012). Pada akhirnya, Indonesia menandatangani *Non-Proliferation Treaty* pada tahun 1970 sebagai negara non-nuklir serta meratifikasi pada tahun 1979.

Komitmen Indonesia dalam gerakan anti-senjata nuklir pun semakin mendalam saat penandatanganan Treaty on the Prohibition on Nuclear Weapons (TPNW). Indonesia melalui Menteri Luar Negeri Retno Marsudi menandatangani TPNW pada acara *Treaty Event* di New York pada tanggal 24 September 2024 (Kementerian Luar Negeri Indonesia, 2024). Dalam konteks Asia Tenggara yang memiliki perjanjian seperti *Zone of Peace, Freedom and Neutrality* (ZOPFAN) dan *Southeast Asia Nuclear Weapon-Free Zone* (SEANWFZ) yang berfokus pada menjaga netralitas pada Perang Dingin dan non-proliferasi (Djakaria, 2025). Melalui perjanjian-perjanjian ini, Indonesia turut membentuk norma anti-senjata nuklir di komunitas Internasional.

Dalam pembangunan PLTT Indonesia mengikuti aturan dari IAEA. Pengembangan PLTT yang dilakukan Indonesia juga dianggap sebagai hak Indonesia sebagai negara non-nuklir menurut NPT. Indonesia dalam melakukan penelitian juga menyetujui adanya inspeksi dari IAEA. Pengembangan PLTT yang dilakukan juga mengikuti *The IAEA Milestone Approach*.

The IAEA Milestones Approach merupakan tahapan metode komprehensif untuk membantu negara-negara yang mempertimbangkan atau merencanakan pembangkit listrik tenaga nuklir pertama mereka. Pengalaman menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan dari pertimbangan awal opsi tenaga nuklir oleh suatu negara hingga pengoperasian pembangkit listrik tenaga nuklir pertamanya adalah sekitar 10–15 tahun (IAEA, 2015).



Gambar 2.3 The IAEA Milestones Approach

Sumber: iaea.org

Pendekatan dari IAEA ini membuat tahapan-tahapan penting dalam membangun infrastruktur tenaga nuklir menjadi tiga fase yang disesuaikan dengan durasi dan kapasitas masing-masing negara. Pada akhirnya fase tersebut diakhiri dengan milestones spesifik yang progresnya dapat diukur dan keputusan dapat digunakan untuk menuju fase berikutnya.

Tiga fase dan milestones dalam pengembangan infrastruktur yang mendukung program tenaga nuklir adalah:

Fase 1: Pertimbangan sebelum keputusan untuk meluncurkan program tenaga nuklir diambil. Studi *Pre-Feasibility* (pra-kelayakan) akan membantu negara dalam membangun posisi nasional yang kuat dan menjawab pertanyaan utama: Mengapa memilih tenaga nuklir? Proses ini dimulai pada awal Fase 1 setelah tenaga nuklir dipertimbangkan sebagai opsi dalam strategi energi nasional.

Milestone 1: Siap untuk membuat komitmen yang terinformasi terhadap program tenaga nuklir.

Fase 2: Persiapan untuk kontrak dan pembangunan pembangkit listrik tenaga nuklir setelah keputusan resmi diambil. Pada fase ini, organisasi utama, serta kerangka hukum dan regulasi yang diperlukan, mulai dibentuk.

Milestone 2: Siap untuk mengundang penawaran atau melakukan negosiasi kontrak untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga nuklir pertama.

Fase 3: Aktivitas implementasi pembangkit listrik tenaga nuklir pertama.

Milestone 3: Siap untuk mengoperasikan pembangkit listrik tenaga nuklir pertama.

Setiap fase diselesaikan dengan pencapaian *milestone* yang menandai perkembangan dan kesiapan untuk melanjutkan ke tahap berikutnya. Dengan pendekatan ini, pengembangan infrastruktur tenaga nuklir dapat dilakukan secara sistematis dan terukur, memastikan kesiapan negara dalam setiap tahapannya.

Pendekatan ini mencakup 19 aspek infrastruktur nuklir yang memerlukan tindakan khusus di setiap fase pengembangannya. Detail 19 aspek ada pada gambar 2.4



Gambar 2.4 19 Nuclear Infrastructure Issues

Sumber: iaea.org

Dari 19 butir infrastruktur energi nuklir pada fase satu, 16 butir siap menuju fase dua dan tiga butir belum siap menuju fase dua (Firman et al., 2023). Tiga butir dimaksud meliputi posisi nasional, manajemen dan keterlibatan pemangku kepentingan. Dalam rangka mempersiapkan Indonesia untuk dapat selangkah lebih maju dalam pengembangan energi nuklir, maka dilakukan perumusan pengaturan mengenai Nuclear Energy Program Implementation Organization (NEPIO) (Firman et al., 2023). Selain itu, PT Thorcon Power Indonesia adalah pemohon lisensi PLTN pertama dalam sejarah Indonesia dan saat ini masih dalam proses peninjauan perizinan oleh BAPETEN (World Nuclear News, 2025).

2.4. Keselarasan *Paris Agreement* dan *Non-Proliferation Treaty*

Paris Agreement memiliki misi untuk ambisius yaitu Program *Net Zero Emissions* (NZE). NZE sendiri merupakan suatu kondisi dimana jumlah emisi karbon yang dilepaskan tidak lebih dari kemampuan serap bumi (KESDM, 2022). Dalam melakukan program NZE ini, sektor energi tentunya menjadi salah satu fokus untuk mencapai tujuan tersebut.

Menyadari akan sulitnya mencapai NZE, UNFCCC pada *Conference of the Parties 28* (COP28) menyatakan secara formal bahwa nuklir energi merupakan salah satu solusi dalam menghadapi perubahan iklim dengan *Declaration to Triple Nuclear Energy* (Nuclear Energy Agency (NEA), 2023). COP 28 dilaksanakan di Dubai pada 13 Desember 2023 dan menganggap bahwa nuklir diperlukan karena dapat mengurangi emisi gas karbon secara masif, cepat dan berkelanjutan. Dalam COP 28, 22 pemimpin dunia menandatangani deklarasi untuk meningkatkan kapasitas energi nuklir sebanyak 3 kali lipat di 2050 (Nuclear Energy Agency (NEA), 2023). Akan tetapi dari 22 pihak, Indonesia tidak ikut menandatangani deklarasi tersebut (U.S Department of Energy, 2023).

IAEA menyatakan deklarasi tersebut mencerminkan komitmen kolektif untuk memajukan energi nuklir sebagai bagian dari masa depan yang berkelanjutan dan rendah karbon (Redondo & IAEA, 2023). Hal ini menandakan akan adanya peningkatan dalam industri energi nuklir serta fasilitas nuklir yang akan menjadi subjek dari verifikasi nuklir IAEA. IAEA sendiri akan melakukan tugas verifikasi nuklir melalui penilaian teknis atau lebih dikenal sebagai IAEA Safeguards. Penilaian ini akan dilakukan untuk menjaga negara-negara patuh terhadap

perjanjian internasional mengenai penggunaan nuklir hanya untuk tujuan damai saja (Redondo & IAEA, 2023).

Dengan kemutakhiran energi nuklir dari aspek efisiensi, keberlanjutan dan rendah karbon, PLTT seharusnya dapat dimasukkan sebagai rencana target bauran Indonesia di ENDC. Hal tentunya menjadi suatu keselarasan antara ambisi NZE dan optimalisasi penggunaan nuklir sebagai sumber energi alternatif.