

IMIP dan Model Kawasan Industri Hilirisasi

Kebangkitan Kembali LNG Badak Serta Peran Strategis Gas Bumi Kalimantan Timur bagi Indonesia dan Ibu Kota Nusantara

Hanan Nugroho¹, Anadia Rahmat Syihab Hidayatullah², Galih Hedy Saputra³^{1,2} Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/BappenasKorespondensi: nugrohohn@bappenas.go.id<https://doi.org/10.47266/bwp.v9i2.557> | halaman: 319 – 337

Abstrak

Industri gas alam cair (*Liquefied Natural Gas/LNG*) telah memainkan peran penting dalam pembangunan ekonomi dan posisi strategis Indonesia dalam pasar energi Asia sejak dekade 1970-an. Salah satu infrastruktur utama dalam industri tersebut adalah kilang LNG Badak di Bontang, Kalimantan Timur, yang selama beberapa dekade menjadi salah satu fasilitas LNG terbesar di dunia serta pemasok utama LNG bagi pasar Asia Timur. Namun, dalam beberapa tahun terakhir tingkat utilisasi kilang LNG Badak mengalami penurunan akibat menurunnya produksi gas dari lapangan-lapangan konvensional yang selama ini menjadi sumber pasokannya. Di sisi lain, perkembangan terbaru di sektor hulu gas, khususnya penemuan dan pengembangan lapangan gas laut dalam di Kalimantan Timur, membuka peluang baru bagi revitalisasi peran fasilitas ini.

Makalah ini menganalisis kembali peran strategis LNG Badak dalam lanskap industri gas Indonesia yang sedang mengalami transformasi, dengan mempertimbangkan dinamika pengembangan gas laut dalam, transisi energi global, serta meningkatnya kebutuhan energi regional seiring pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN). Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif melalui studi literatur dan penelitian lapangan, termasuk diskusi dengan pemangku kepentingan di sektor gas nasional.

Makalah ini berargumen bahwa LNG Badak dapat direposisi tidak hanya sebagai fasilitas ekspor tradisional, tetapi sebagai simpul pengelolaan gas (*energy hub*) yang memungkinkan fleksibilitas antara ekspor LNG dan pemanfaatan domestik. Optimalisasi infrastruktur LNG yang telah ada berpotensi memainkan peran penting dalam mendukung ketahanan energi nasional, pengembangan wilayah Kalimantan Timur, serta transisi energi Indonesia secara bertahap.

Kata Kunci: Gas Bumi; LNG Badak; Transisi Energi; Kalimantan Timur; Ibu Kota Nusantara (IKN)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

I. Pendahuluan

Industri gas alam cair (Liquefied Natural Gas/LNG) telah menjadi salah satu fondasi penting dalam pembangunan ekonomi Indonesia sejak dekade 1970-an. Melalui ekspor LNG, Indonesia tidak hanya memperoleh devisa dalam jumlah besar, tetapi juga membangun hubungan ekonomi dan geopolitik jangka panjang dengan negara-negara konsumen utama di Asia Timur, khususnya Jepang, Korea Selatan, dan Taiwan (Victor, 2002; Stern, 2017; Nugroho, 2023). Dalam konteks ini, pengembangan LNG memainkan peran strategis dalam memperkuat posisi Indonesia dalam pasar energi regional sekaligus membentuk arsitektur perdagangan gas di Asia.

Di antara berbagai fasilitas LNG yang pernah dan masih beroperasi di Indonesia, kilang LNG Badak di Bontang, Kalimantan Timur, memiliki posisi historis dan strategis yang sangat penting. LNG Badak tidak hanya berfungsi sebagai fasilitas ekspor energi, tetapi juga menjadi simbol keberhasilan industrialisasi gas Indonesia serta pusat pengembangan kapasitas teknologi LNG nasional. Selama beberapa dekade, kompleks LNG ini menjadi salah satu fasilitas LNG terbesar di dunia dan berperan penting dalam membangun reputasi Indonesia sebagai pemasok energi yang andal bagi pasar Asia. Selain itu, keberadaan LNG Badak juga berfungsi sebagai jangkar ekonomi regional yang memberikan dampak signifikan bagi perkembangan industri dan perekonomian di Kalimantan Timur.

Namun demikian, dalam satu dekade terakhir LNG Badak menghadapi tantangan serius akibat menurunnya produksi gas dari lapangan-lapangan konvensional yang selama ini menjadi sumber pasokannya. Penurunan pasokan gas tersebut berdampak pada menurunnya tingkat utilisasi fasilitas LNG Badak dan sempat menimbulkan persepsi bahwa peran strategis fasilitas ini telah memasuki fase penurunan. Situasi ini mencerminkan dinamika yang lebih luas dalam industri gas Indonesia, di mana banyak lapangan gas konvensional mengalami penurunan produksi setelah puluhan tahun beroperasi.

Di sisi lain, perkembangan terbaru di sektor hulu gas menunjukkan potensi perubahan yang signifikan. Penemuan dan pengembangan lapangan gas laut dalam di Kalimantan Timur, yang dipimpin oleh perusahaan energi internasional ENI, membuka peluang baru bagi peningkatan produksi gas nasional dalam beberapa dekade ke depan. Perkembangan ini memunculkan pertanyaan strategis mengenai bagaimana infrastruktur LNG yang telah ada, khususnya LNG Badak, dapat dimanfaatkan kembali untuk mendukung dinamika baru dalam industri gas Indonesia.

Relevansi pertanyaan tersebut semakin meningkat seiring dengan pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) di Kalimantan Timur. Sebagai pusat pemerintahan baru Indonesia, IKN akan membutuhkan sistem energi yang andal, fleksibel, dan berkelanjutan untuk mendukung aktivitas pemerintahan, industri, dan pertumbuhan perkotaan di masa depan. Dalam konteks ini, kedekatan geografis antara IKN, sumber-sumber gas di Kalimantan Timur, serta infrastruktur LNG Badak membuka peluang bagi terciptanya sinergi strategis antara pengembangan gas, ekspor LNG, dan pemenuhan kebutuhan energi domestik di kawasan tersebut.

Meskipun demikian, dalam literatur mengenai industri LNG global dan transisi energi, perhatian akademik sering kali lebih berfokus pada pembangunan proyek LNG baru (*greenfield LNG projects*) atau dinamika perdagangan LNG internasional. Relatif sedikit kajian yang membahas bagaimana infrastruktur LNG yang telah lama beroperasi dapat direposisi dan dioptimalkan kembali dalam konteks perubahan struktur pasokan gas dan transisi energi. Dalam konteks Indonesia, diskursus mengenai LNG juga sering kali menekankan pada ekspansi proyek baru atau kebijakan hilirisasi gas, sementara potensi optimalisasi fasilitas LNG yang telah mapan seperti LNG Badak belum banyak dianalisis secara sistematis dalam kaitannya dengan dinamika

energi nasional yang lebih luas.

Berdasarkan latar belakang tersebut, makalah ini bertujuan untuk menganalisis kembali peran strategis LNG Badak dalam lanskap industri gas Indonesia yang sedang mengalami transformasi. Secara khusus, penelitian ini mengeksplorasi bagaimana LNG Badak dapat direposisi dalam konteks munculnya sumber gas laut dalam di Kalimantan Timur, dinamika transisi energi global, serta meningkatnya kebutuhan energi regional yang berkaitan dengan pembangunan Ibu Kota Nusantara. Selain itu, makalah ini juga bertujuan untuk mengkaji potensi sinergi antara pengembangan sumber gas baru, optimalisasi infrastruktur LNG yang telah ada, dan perencanaan sistem energi regional di Kalimantan Timur.

Secara metodologis, penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan mengombinasikan studi literatur dan penelitian lapangan. Analisis dilakukan melalui penelaahan berbagai sumber akademik, laporan industri energi, dokumen kebijakan pemerintah, serta publikasi lembaga internasional yang relevan dengan perkembangan industri gas dan LNG. Penelitian ini juga didukung oleh kunjungan lapangan ke fasilitas dan wilayah terkait di Kalimantan Timur, serta diskusi dengan sejumlah pemangku kepentingan utama dalam sektor gas nasional. Diskusi tersebut melibatkan perwakilan badan usaha yang terlibat dalam pengembangan gas dan LNG, termasuk PT Badak LNG dan perusahaan energi internasional ENI, serta pihak pemerintah dan regulator sektor hulu migas, khususnya Satuan Kerja Khusus Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (SKK Migas).

Melalui kombinasi analisis literatur dan pemahaman empiris dari lapangan, makalah ini berupaya memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai dinamika terbaru industri gas di Kalimantan Timur dan relevansinya terhadap strategi energi nasional. Makalah ini berargumen bahwa LNG Badak tidak hanya dapat dipahami sebagai warisan industri energi masa lalu, tetapi juga sebagai aset strategis yang berpotensi memainkan peran penting dalam fase baru pengembangan gas Indonesia.

Secara konseptual, penelitian ini juga menempatkan pembahasan LNG Badak dalam kerangka yang lebih luas mengenai interaksi antara sumber daya gas, infrastruktur energi, dan pembangunan wilayah. Dengan mengambil studi kasus Kalimantan Timur—wilayah yang sekaligus menjadi pusat produksi gas nasional dan lokasi pembangunan Ibu Kota Nusantara—makalah ini menunjukkan bahwa kebijakan energi tidak dapat dipisahkan dari dinamika geografis dan pembangunan regional. Dalam kerangka ini, sinergi antara pengembangan gas laut dalam, optimalisasi LNG Badak, dan kebutuhan energi IKN dapat menjadi contoh bagaimana infrastruktur energi yang telah ada dapat memainkan peran strategis dalam mendukung ketahanan energi nasional serta transisi energi yang realistis dan bertahap.

II. Fondasi Awal Industri LNG Indonesia dan Peran LNG Badak

Penemuan gas bumi berskala besar di Kalimantan Timur pada akhir 1960-an dan awal 1970-an menjadi titik balik sejarah energi Indonesia. Jepang, yang miskin sumber energi domestik, pada periode itu sedang menghadapi dampak krisis minyak dan benar-benar membutuhkan pasokan energi yang bersih, stabil, dan dapat diprediksi. Pertemuan antara kebutuhan Jepang dan ketersediaan gas Indonesia melahirkan kontrak LNG jangka panjang yang menjadi dasar pembangunan LNG Badak pada 1977 (Stern, 2017).

Selama lebih dari dua dekade, LNG Badak berkembang menjadi salah satu kompleks LNG terbesar di dunia, dengan delapan train dan kapasitas terpasang lebih dari 22 juta ton per tahun. Keberhasilan ini menempatkan Indonesia sebagai salah satu eksportir LNG terbesar di dunia pada

masanya, sekaligus membentuk reputasi Indonesia sebagai pemasok energi yang andal.

Penemuan lapangan-lapangan utama seperti Badak, Nilam, Handil, dan Tunu menyediakan cadangan gas yang besar, relatif stabil, dan berjangka panjang—suatu prasyarat fundamental bagi pengembangan industri LNG yang berbasis kontrak jangka panjang (Pertamina & Badak LNG, 2018).

Keberhasilan pengembangan lapangan-lapangan tersebut tidak dapat dilepaskan dari peran kontraktor internasional, khususnya Total (kini TotalEnergies) dari Prancis, yang bersama mitra-mitranya seperti Vico (Amerika Serikat) berperan penting dalam eksplorasi, pengembangan, dan produksi gas di Kalimantan Timur. Mereka membawa keahlian teknis, kapasitas pembiayaan, serta pengalaman internasional yang krusial dalam mengubah sumber daya gas bawah tanah menjadi pasokan komersial yang andal. Kolaborasi antara Pertamina sebagai pemegang mandat negara dan kontraktor asing ini membentuk model kerja sama hulu migas yang kemudian menjadi rujukan bagi pengembangan gas Indonesia di wilayah lain.

Di sisi permintaan, Jepang pada periode yang sama menghadapi keterbatasan sumber energi serta kerentanan tinggi terhadap fluktuasi harga minyak, terutama setelah krisis minyak global pada awal 1970-an. Kondisi ini mendorong Jepang untuk mencari pasokan energi alternatif yang lebih bersih, stabil, dan dapat diprediksi. LNG muncul sebagai solusi strategis, dan Indonesia dipandang sebagai pemasok yang kredibel secara politik maupun teknis (Stern, 2017).

Kontrak LNG Indonesia–Jepang tidak ditandatangani secara individual oleh masing-masing perusahaan listrik atau gas Jepang, melainkan melalui Konsorsium Pembeli Jepang yang mencakup perusahaan-perusahaan utilitas besar seperti Tokyo Electric Power Company (TEPCO), Tokyo Gas, Osaka Gas, dan mitra lainnya. Konsorsium ini memainkan peran kunci dalam menciptakan permintaan agregat (*aggregated demand*), memberikan jaminan pembelian jangka panjang (*take-or-pay contracts*), serta memungkinkan pembiayaan proyek LNG Badak melalui skema *project finance* yang *bankable* (Victor, 2002; Stern, 2017).

Peran Konsorsium Pembeli Jepang melampaui sekadar agregasi permintaan komersial. Konsorsium ini merupakan manifestasi dari pendekatan negara dan korporasi Jepang dalam mengamankan pasokan energi strategis melalui kerja sama jangka panjang dengan negara produsen. Dengan mengonsolidasikan permintaan berbagai utilitas besar, Jepang mampu menegosiasikan kontrak LNG berskala besar sekaligus membagi risiko pasokan antaranggota konsorsium (Stern, 2017).

Fondasi keberhasilan LNG Badak tidak hanya terletak pada ketersediaan gas dan teknologi, tetapi juga pada arsitektur kontrak LNG yang dirancang secara cermat. Kontrak LNG Indonesia–Jepang pada periode awal menggunakan skema *long-term sales and purchase agreements* (SPA) dengan klausul *take-or-pay*, di mana pembeli wajib membayar volume minimum yang disepakati terlepas dari realisasi pengambilan fisik (Stern, 2017). Skema ini memberikan kepastian pendapatan bagi penjual dan menjadi kunci bagi kelayakan pembiayaan proyek LNG yang padat modal.

Harga LNG pada kontrak-kontrak awal umumnya diindeks terhadap harga minyak mentah (*oil-linked pricing*), mencerminkan posisi LNG sebagai substitusi minyak dalam bauran energi Jepang pada masa itu. Meskipun formula harga bersifat kompleks dan dinegosiasikan secara bilateral, indeksasi minyak memberikan stabilitas harga relatif bagi kedua belah pihak dan memungkinkan perbankan internasional menilai proyek LNG Badak sebagai proyek dengan risiko yang dapat dikelola (Victor, 2002).

Pertemuan antara ketersediaan gas Kalimantan Timur, kepemimpinan teknis kontraktor

seperti Total, peran negara melalui Pertamina, serta kepastian permintaan dari konsorsium pembeli Jepang melahirkan fondasi ekonomi dan kelembagaan bagi pembangunan LNG Badak. Kilang LNG Badak mulai beroperasi pada 1977 dan kemudian berkembang menjadi salah satu kompleks LNG terbesar di dunia.

Selama lebih dari dua dekade, LNG Badak menjadi tulang punggung ekspor LNG Indonesia dan pilar utama hubungan energi Indonesia–Jepang. Keberhasilan ini tidak hanya menempatkan Indonesia sebagai salah satu eksportir LNG terbesar di dunia pada masanya, tetapi juga membentuk reputasi Indonesia sebagai pemasok energi yang andal, disiplin terhadap kontrak, dan mampu mengelola proyek energi berskala global.

Dalam konteks geopolitik Asia Timur, LNG Badak berfungsi sebagai jangkar stabilitas pasokan energi Jepang selama beberapa dekade. Indonesia dipandang sebagai mitra yang relatif stabil secara politik dan geografis dekat dibandingkan dengan pemasok dari Timur Tengah. Hubungan LNG Indonesia–Jepang ini membentuk apa yang dapat disebut sebagai *energy diplomacy through contracts*, di mana kepentingan ekonomi, keamanan energi, dan hubungan diplomatik saling memperkuat (Victor, 2002).

Model konsorsium pembeli Jepang dan kontrak LNG jangka panjang dari Indonesia kemudian menjadi cetak biru bagi hubungan LNG Jepang dengan pemasok lain seperti Malaysia, Australia, dan Qatar. Dengan demikian, LNG Badak tidak hanya berperan dalam sejarah energi Indonesia, tetapi juga dalam pembentukan tata kelola pasar LNG Asia Timur secara lebih luas.

III. Penurunan Produksi Gas dan Dampaknya terhadap LNG Badak

Memasuki dekade 2010-an, industri gas bumi Indonesia—khususnya di Kalimantan Timur—mulai menghadapi tantangan struktural yang berdampak langsung terhadap keberlanjutan operasi LNG Badak. Lapangan-lapangan gas konvensional yang selama puluhan tahun menjadi tulang punggung pasokan, seperti Badak, Nilam, Handil, dan Tunu, mengalami penurunan produksi alamiah sebagai konsekuensi dari kematangan *reservoir*. Fenomena ini merupakan karakteristik umum dalam industri hulu migas global, di mana lapangan-lapangan besar yang dikembangkan sejak dekade 1970-an dan 1980-an secara bertahap memasuki fase penurunan setelah mencapai puncak produksinya.

Permasalahan utama bukan semata-mata terletak pada penurunan alamiah tersebut, melainkan pada ketidakmampuan penemuan dan pengembangan lapangan pengganti untuk mengimbangi laju deplesi. Selama periode ini, tingkat eksplorasi gas relatif melambat, sementara temuan-temuan baru cenderung berukuran lebih kecil, berada di lingkungan geologi yang lebih kompleks, atau memerlukan teknologi dan biaya pengembangan yang jauh lebih tinggi. Akibatnya, profil pasokan gas di Kalimantan Timur menjadi semakin ketat, terutama untuk gas yang secara historis dialokasikan bagi ekspor LNG (SKK Migas, 2022).

Di sisi lain, perubahan orientasi kebijakan energi nasional turut mempersempit ruang pasokan gas bagi LNG Badak. Sejak awal dekade 2010-an, pemerintah Indonesia secara bertahap menempatkan gas bumi sebagai energi strategis untuk mendukung pembangunan ekonomi domestik, khususnya bagi pembangkit listrik, industri pupuk, dan sektor manufaktur. Kebijakan prioritas pemanfaatan gas domestik ini mencerminkan tujuan yang sah dan penting, yaitu meningkatkan nilai tambah di dalam negeri serta memperkuat ketahanan energi nasional. Namun, dalam praktiknya, kebijakan tersebut secara langsung mengurangi volume gas yang dapat dialokasikan untuk ekspor LNG, terutama di wilayah yang pasokan gasnya mulai menurun (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2019).

Kombinasi antara penurunan produksi hulu dan pengetatan alokasi gas domestik menciptakan tekanan ganda terhadap operasi LNG Badak. Sejumlah train LNG yang sebelumnya beroperasi penuh terpaksa menurunkan tingkat utilitasnya, sementara sebagian lainnya memasuki fase *extended shutdown*. Penutupan ini bukanlah keputusan yang diambil secara ringan, mengingat setiap train LNG merupakan aset bernilai miliaran dolar dan simbol kapasitas industri nasional. Namun, tanpa kepastian pasokan gas jangka menengah, pengoperasian train secara penuh menjadi tidak ekonomis dan berisiko secara operasional.

Secara historis, kompleks LNG Badak memiliki delapan *train*—Train A hingga H—dengan kapasitas dan tahun *commissioning* yang berbeda-beda. Train A dan B, yang mulai beroperasi pada 1977, merupakan fasilitas tertua dan secara teknis serta ekonomis wajar untuk dihentikan operasinya secara permanen. Sementara itu, train-train lainnya, meskipun telah berusia relatif tua, pada prinsipnya masih memungkinkan untuk direaktivasi apabila pasokan gas bumi tersedia secara andal dan berkelanjutan. Dengan kata lain, keterbatasan utama LNG Badak bukan terletak pada infrastruktur, melainkan pada pasokan gas hulu.

Menghadapi penurunan pasokan gas tersebut, sempat muncul gagasan untuk mereposisi LNG Badak sebagai *LNG hub*, dengan mengombinasikan fungsi pencairan (*liquefaction*) dan penerimaan LNG dari sumber lain untuk diregasifikasi. Konsep ini merujuk pada pengalaman **LNG Arun**, yang setelah berhentinya operasi pencairan LNG, bertransformasi menjadi terminal regasifikasi yang menerima LNG dari berbagai sumber domestik untuk kemudian disalurkan melalui jaringan pipa ke konsumen besar di Sumatra. Meski secara konseptual menarik, pendekatan ini menghadapi tantangan keekonomian dan regulasi yang tidak sederhana di Kalimantan Timur (Nugroho, 2021).

Penting untuk ditegaskan bahwa penurunan utilitas LNG Badak tidak mencerminkan kegagalan desain teknis, kelembagaan, maupun model bisnis LNG Badak itu sendiri. Sebaliknya, situasi ini mencerminkan perubahan struktur sumber daya gas nasional—dari dominasi lapangan konvensional darat dan perairan dangkal menuju lapangan laut dalam dan sumber gas yang lebih kompleks. Dalam perspektif ini, LNG Badak dapat dipandang sebagai “korban dari keberhasilan masa lalunya”, di mana lapangan-lapangan besar yang menopangnya telah dimanfaatkan secara optimal selama beberapa dekade.

Meskipun menghadapi fase kontraksi, infrastruktur LNG Badak tetap terjaga dalam kondisi yang relatif baik. Praktik *asset integrity management* dan pemeliharaan berstandar tinggi memungkinkan fasilitas ini mempertahankan kesiapan operasional meskipun sebagian train tidak beroperasi. Lebih dari itu, sumber daya manusia LNG Badak—yang telah membangun kompetensi kelas dunia dalam operasi LNG—tetap menjadi aset strategis nasional. Pengalaman panjang dalam mengelola kontrak internasional, standar keselamatan yang ketat, serta operasi berkelanjutan merupakan modal institusional yang tidak mudah direplikasi oleh proyek LNG baru.

Dalam kerangka kebijakan yang lebih luas, fase penurunan ini juga mencerminkan pergeseran peran LNG dalam strategi energi Indonesia. Jika pada dekade-dekade sebelumnya LNG diposisikan sebagai instrumen utama perolehan devisa, maka sejak 2010-an gas bumi semakin dipandang sebagai energi transisi untuk mendukung pembangunan domestik. Perubahan prioritas ini menuntut penyesuaian strategi bagi fasilitas LNG yang sudah ada, termasuk LNG Badak, agar tetap relevan dalam lanskap energi yang berubah.

Dengan demikian, penurunan produksi gas dan dampaknya terhadap LNG Badak sebaiknya dipahami sebagai fase transisi struktural, bukan sebagai akhir dari peran LNG Badak dalam sistem energi nasional. Pemahaman ini menjadi kunci dalam menilai prospek reaktivasi

kilang di masa depan, terutama ketika pasokan gas generasi baru—seperti gas laut dalam—mulai tersedia. Dalam konteks tersebut, LNG Badak tetap memiliki relevansi strategis sebagai infrastruktur hilir siap pakai yang dapat diaktifkan kembali seiring perubahan lanskap pasokan gas Indonesia.

IV. Munculnya Gas Laut Dalam dan Peran ENI di Kalimantan Timur

Pengembangan gas laut dalam (*deepwater gas*) menandai babak baru dalam evolusi industri hulu gas Indonesia, khususnya di Kalimantan Timur. Setelah lebih dari empat dekade bergantung pada lapangan-lapangan konvensional darat dan perairan dangkal, industri gas nasional kini memasuki fase baru, di mana tambahan cadangan dan produksi semakin banyak berasal dari reservoir laut dalam yang secara geologi lebih kompleks dan menuntut penguasaan teknologi tingkat lanjut. Dalam konteks ini, proyek-proyek gas laut dalam yang dikembangkan oleh perusahaan energi Italia, ENI (*Ente Nazionale Idrocarburi*), terutama Jangkrik dan Merakes, menjadi bukti bahwa potensi gas Kalimantan Timur masih sangat signifikan, meskipun karakter sumber dayanya telah mengalami perubahan fundamental (ENI, 2023).

Lapangan Jangkrik, yang mulai berproduksi pada 2017, merupakan salah satu proyek gas laut dalam komersial berskala besar pertama di Indonesia. Lapangan ini terletak di Selat Makassar dengan kedalaman air sekitar 400–500 meter dan dikembangkan melalui sistem produksi subsea yang terhubung ke *Floating Production Unit* (FPU) Jangkrik, sebelum gas dialirkan ke fasilitas pemrosesan di darat. Proyek ini menjadi tonggak penting karena menunjukkan bahwa Indonesia, melalui kemitraan dengan operator internasional, mampu mengelola tantangan teknis gas laut dalam—mulai dari pengeboran laut dalam, instalasi subsea, hingga pengelolaan proyek terpadu—secara relatif tepat waktu dan sesuai anggaran.

Keberhasilan Jangkrik kemudian diperkuat oleh pengembangan Lapangan Merakes, yang mulai berproduksi pada 2021. Merakes merupakan lapangan gas laut dalam subsea tie-back yang terhubung ke FPU Jangkrik, sehingga memanfaatkan infrastruktur eksisting dan menurunkan biaya pengembangan secara signifikan. Pendekatan *hub-based development* ini mencerminkan strategi ENI dalam memaksimalkan nilai ekonomi sumber daya laut dalam melalui sinergi antarlapangan, sekaligus meminimalkan risiko investasi. Secara kumulatif, Jangkrik dan Merakes menjadikan ENI sebagai pelopor sekaligus aktor kunci dalam pengembangan gas laut dalam di Kalimantan Timur.

Namun demikian, keberhasilan teknis semata tidak cukup untuk menjamin keberlanjutan pengembangan gas laut dalam. Investasi yang dibutuhkan untuk proyek-proyek semacam ini jauh lebih besar dibandingkan dengan lapangan konvensional, sementara profil risikonya—baik dari sisi teknis, harga, maupun regulasi—juga lebih tinggi. Oleh karena itu, gas laut dalam membutuhkan kepastian pasar jangka menengah hingga panjang agar layak secara finansial. Tanpa *off-take certainty*, pengembangan lapangan gas laut dalam berisiko tertunda atau bahkan tidak mencapai keputusan investasi akhir (*final investment decision*).

Dalam konteks inilah, keberadaan infrastruktur LNG yang telah tersedia menjadi keunggulan strategis yang jarang dimiliki oleh negara produsen gas lain. Kompleks LNG Badak di Bontang, dengan fasilitas yang telah terbangun dan pengalaman operasional selama lebih dari empat dekade, menawarkan solusi hilir yang relatif siap pakai bagi gas generasi baru dari laut dalam. Dibandingkan dengan pembangunan kilang LNG baru, mengalirkan gas laut dalam ke LNG Badak memberikan efisiensi biaya, waktu, dan risiko yang sangat signifikan (Wood Mackenzie, 2024).

Lebih jauh, LNG Badak menyediakan fleksibilitas pasar yang krusial bagi pengembangan gas laut dalam. LNG memungkinkan produsen gas untuk mengakses pasar internasional dengan mekanisme harga yang lebih mencerminkan nilai ekonomi gas dibandingkan dengan pasar domestik yang kerap dibatasi oleh kebijakan harga. Bagi ENI dan mitra-mitranya, LNG Badak berfungsi sebagai *natural off-taker* yang mampu menyerap tambahan volume produksi, terutama pada fase awal ketika permintaan gas domestik belum sepenuhnya mampu menyerap gas laut dalam dalam skala besar dan berkesinambungan.

Dari perspektif nasional, sinergi antara gas laut dalam dan LNG Badak mencerminkan pendekatan pragmatis dalam pengelolaan sumber daya energi. Alih-alih memposisikan LNG sebagai pesaing pemanfaatan gas domestik, LNG Badak dapat dipandang sebagai instrumen penyeimbang (*balancing mechanism*) yang memungkinkan pengembangan lapangan gas baru tetap berjalan tanpa mengorbankan pasokan untuk kebutuhan dalam negeri. Pendekatan ini semakin relevan dalam konteks transisi energi, di mana gas bumi diposisikan sebagai bahan bakar transisi yang menopang keandalan sistem energi sekaligus memberi ruang bagi pertumbuhan energi terbarukan.

Peran ENI dalam fase terbaru ini juga semakin strategis melalui pengembangan proyek Kutei North Hub (KNH). Proyek ini mengintegrasikan beberapa penemuan gas laut dalam utama ENI di Cekungan Kutei Utara—terutama lapangan Gendalo dan Gandang—ke dalam satu sistem pengembangan terpadu. Kutei North Hub diproyeksikan mampu memproduksi gas hingga sekitar 2 miliar kaki kubik per hari (Bcf/d) pada fase puncaknya, menjadikannya salah satu proyek gas laut dalam terbesar yang pernah dikembangkan di Indonesia. Gas dari KNH direncanakan akan dialirkan melalui sistem pipa eksisting dan baru di Kalimantan Timur, dengan tujuan utama memasok LNG Badak.

Sejalan dengan itu, di sisi hilir, Badak LNG melakukan berbagai langkah persiapan teknis dan operasional untuk mendukung masuknya pasokan gas baru, termasuk pemeliharaan jangka panjang dan rencana reaktivasi Kilang F. Reaktivasi kilang ini bertujuan untuk mengubah gas tambahan dari ENI menjadi LNG, sehingga memperpanjang umur operasional LNG Badak sekaligus mengoptimalkan pemanfaatan infrastruktur yang telah ada. Proyek Kutei North Hub sendiri telah ditetapkan sebagai Proyek Strategis Nasional (PSN), mencerminkan pentingnya proyek ini bagi ketahanan energi dan penerimaan negara.

Dengan demikian, munculnya gas laut dalam dan peran ENI di Kalimantan Timur bukan semata-mata soal penambahan pasokan gas, melainkan mencerminkan transformasi struktural industri gas Indonesia. Gas laut dalam membuka sumber pasokan baru yang menopang keberlanjutan produksi jangka panjang, sementara LNG Badak menyediakan jembatan hilir yang memungkinkan transformasi tersebut berlangsung secara ekonomis, fleksibel, dan dengan risiko relatif rendah. Kombinasi ini menjadi salah satu pilar kunci dalam menjaga relevansi gas bumi Indonesia di tengah dinamika pasar energi global dan agenda transisi energi nasional.

V. Reaktivasi LNG Badak sebagai Strategi Optimalisasi Aset

Reaktivasi LNG Badak dapat dipahami sebagai penerapan strategi *brownfield optimisation*, yaitu upaya memaksimalkan nilai ekonomi dan strategis dari aset infrastruktur yang telah ada dibandingkan dengan membangun fasilitas baru dari awal. Dalam industri LNG yang sangat padat modal, pendekatan ini memiliki keunggulan signifikan, terutama dalam konteks keterbatasan fiskal dan meningkatnya ketidakpastian pasar energi global. Alih-alih mengalokasikan investasi besar untuk kilang LNG baru, reaktivasi satu atau beberapa train LNG Badak memungkinkan Indonesia memanfaatkan infrastruktur yang sebagian besar telah

terdepresiasi, namun masih layak secara teknis.

Dari perspektif ekonomi, perbedaan biaya antara reaktivasi dan pembangunan baru sangat mencolok. Pembangunan kilang LNG baru dengan kapasitas 2–3 juta ton per tahun dapat membutuhkan investasi beberapa miliar dolar AS, tergantung pada lokasi, teknologi, dan standar lingkungan yang diterapkan. Sebaliknya, reaktivasi train LNG Badak yang sebelumnya beroperasi memerlukan investasi yang jauh lebih rendah, terutama untuk kegiatan *refurbishment*, peningkatan efisiensi energi, dan pemenuhan standar keselamatan terkini (IEA, 2023). Perbedaan ini secara langsung meningkatkan kelayakan ekonomi proyek dan menurunkan risiko finansial.

Keunggulan lain dari reaktivasi LNG Badak terletak pada percepatan waktu realisasi (*time-to-market*). Pembangunan kilang LNG baru umumnya memerlukan waktu 7–10 tahun sejak tahap perencanaan hingga operasi komersial. Sebaliknya, reaktivasi fasilitas yang sudah ada dapat dilakukan dalam waktu yang jauh lebih singkat, memungkinkan Indonesia merespons peluang pasar LNG yang bersifat siklikal. Dalam konteks permintaan LNG Asia yang cenderung meningkat dan volatilitas harga global, kemampuan untuk masuk pasar secara cepat menjadi keunggulan kompetitif yang penting.

Pada tingkat harga LNG Asia yang moderat, tambahan kapasitas ekspor sebesar 2–3 juta ton per tahun berpotensi menghasilkan pendapatan lebih dari USD 1 miliar per tahun. Pendapatan ini tidak hanya berkontribusi terhadap devisa negara, tetapi juga meningkatkan penerimaan negara dari sektor migas melalui pajak, bagi hasil, dan pendapatan negara bukan pajak. Dalam situasi di mana tekanan terhadap anggaran negara meningkat akibat kebutuhan pembiayaan pembangunan dan transisi energi, optimalisasi aset LNG Badak menawarkan solusi yang relatif efisien.

Selain manfaat ekonomi langsung, reaktivasi LNG Badak memiliki nilai strategis dalam menjaga keberlanjutan ekosistem industri LNG nasional. LNG Badak selama puluhan tahun telah menjadi pusat pembentukan sumber daya manusia unggul di bidang LNG, mulai dari operator, teknisi, hingga manajer proyek. Penutupan permanen fasilitas ini berisiko menyebabkan hilangnya keahlian yang telah dibangun dengan investasi waktu dan sumber daya yang sangat besar. Reaktivasi kilang memungkinkan transfer pengetahuan lintas generasi dan mempertahankan posisi Indonesia sebagai negara dengan kompetensi LNG yang diakui secara internasional.

Dari perspektif kebijakan energi, reaktivasi LNG Badak juga memberikan fleksibilitas strategis. LNG Badak dapat berfungsi sebagai penyeimbang antara kepentingan ekspor dan kebutuhan domestik, terutama ketika pasokan gas dari lapangan-lapangan baru mulai meningkat. Fleksibilitas ini menjadi semakin penting dalam konteks transisi energi, di mana gas bumi dipandang sebagai bahan bakar transisi yang menopang integrasi energi terbarukan. Dengan memanfaatkan LNG Badak, Indonesia dapat mengelola pasokan gas secara lebih adaptif tanpa harus mengorbankan stabilitas sistem energi domestik.

Namun demikian, reaktivasi LNG Badak juga menghadapi tantangan yang tidak dapat diabaikan. Kelayakan reaktivasi sangat bergantung pada kepastian pasokan gas jangka menengah, kerangka regulasi yang kondusif, serta kepastian pasar bagi LNG yang dihasilkan. Tanpa koordinasi yang kuat antara pemerintah, SKK Migas, dan pelaku industri hulu, risiko ketidaksesuaian antara pasokan dan kapasitas hilir tetap ada. Oleh karena itu, reaktivasi LNG Badak harus ditempatkan dalam kerangka kebijakan gas nasional yang terintegrasi.

Secara keseluruhan, reaktivasi LNG Badak merupakan strategi optimalisasi aset yang rasional dan pragmatis. Pendekatan ini memungkinkan Indonesia memaksimalkan nilai dari infrastruktur LNG yang telah ada, memperkuat posisi di pasar LNG regional, serta menjaga

keberlanjutan ekosistem industri LNG nasional. Dalam konteks munculnya gas laut dalam dan dinamika transisi energi global, LNG Badak bukanlah peninggalan masa lalu, melainkan aset strategis yang relevan bagi masa depan energi Indonesia.

VI. LNG Badak dalam Konteks Transisi Energi Global

Transisi energi global ditandai oleh upaya sistematis untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sekaligus menjaga keandalan pasokan energi. Dalam kerangka ini, gas bumi sering diposisikan sebagai *bridge fuel*, yaitu bahan bakar transisi yang berfungsi menggantikan batu bara dalam pembangkitan listrik dan sektor industri, sambil memberikan waktu bagi pengembangan dan integrasi energi terbarukan skala besar (IEA, 2021). LNG, sebagai bentuk gas bumi yang dapat diperdagangkan secara global, memainkan peran penting dalam mendukung fleksibilitas sistem energi, khususnya di kawasan Asia yang permintaannya masih tinggi.

Dalam konteks tersebut, LNG Badak tetap memiliki relevansi strategis. Dibandingkan dengan batu bara, penggunaan gas bumi dapat menurunkan emisi karbon dioksida secara signifikan per satuan energi yang dihasilkan, serta mengurangi emisi partikulat dan polutan lokal lainnya. Bagi negara-negara importir LNG di Asia, termasuk Jepang, Korea Selatan, dan sebagian negara Asia Tenggara, LNG dari Indonesia berkontribusi pada upaya penurunan intensitas karbon sektor energi tanpa mengorbankan keamanan pasokan. Reputasi LNG Badak sebagai pemasok yang andal semakin memperkuat posisinya dalam ekosistem energi regional.

Namun, peran gas bumi sebagai *bridge fuel* bukan tanpa kontroversi. Dalam beberapa tahun terakhir, meningkatnya komitmen *net-zero emissions* telah mendorong evaluasi kritis terhadap seluruh rantai nilai gas bumi, termasuk emisi *metana* di hulu dan selama proses pencairan LNG. Metana memiliki potensi pemanasan global yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon dioksida dalam jangka pendek, sehingga kebocoran metana dapat secara signifikan mengurangi manfaat iklim dari peralihan dari batu bara ke gas (BP, 2023). Oleh karena itu, keberlanjutan LNG Badak ke depan akan sangat ditentukan oleh kemampuannya mengendalikan emisi di seluruh rantai pasok.

Tuntutan terhadap efisiensi energi dan pengurangan emisi semakin tercermin dalam kebijakan dan preferensi pasar LNG global. Pembeli LNG, khususnya di Asia Timur, mulai memasukkan kriteria lingkungan, sosial, dan tata kelola (*environmental, social, and governance* – ESG) dalam pengambilan keputusan kontrak jangka panjang. LNG dengan intensitas emisi lebih rendah memiliki peluang lebih besar untuk diterima pasar dan memperoleh premi harga. Dalam konteks ini, LNG Badak perlu terus beradaptasi dengan standar internasional yang semakin ketat, baik melalui peningkatan efisiensi proses pencairan, pengurangan *flaring*, maupun pemantauan emisi metana secara lebih transparan.

Integrasi LNG Badak dengan strategi dekarbonisasi nasional Indonesia juga menjadi faktor penentu relevansi jangka panjangnya. Pemerintah Indonesia telah menetapkan target penurunan emisi dan pengembangan energi terbarukan dalam kerangka kebijakan energi nasional. Gas bumi diposisikan sebagai pendukung transisi, terutama untuk menggantikan pembangkit listrik berbasis batu bara dan mendukung keandalan sistem listrik yang semakin terintegrasi dengan energi terbarukan variabel. Dalam skema ini, LNG Badak tidak hanya berfungsi sebagai fasilitas ekspor, tetapi juga sebagai elemen penting dalam manajemen pasokan gas nasional.

Lebih jauh, LNG Badak memiliki potensi untuk menjadi *platform* inovasi dalam transisi energi. Penggunaan teknologi efisiensi tinggi, pemanfaatan energi terbarukan untuk mendukung

operasi kilang, serta eksplorasi opsi *carbon capture, utilisation and storage* (CCUS) dapat meningkatkan profil lingkungan LNG Badak. Meskipun investasi awal untuk teknologi ini relatif besar, langkah-langkah tersebut dapat memperpanjang umur ekonomis kilang dan meningkatkan daya saing LNG Badak di pasar global yang semakin sensitif terhadap isu iklim.

Dari perspektif geopolitik energi, LNG Badak juga berperan dalam menjaga keseimbangan pasokan energi di kawasan Asia. Dalam situasi ketegangan geopolitik dan gangguan pasokan global, keberadaan pemasok LNG yang stabil dan relatif dekat dengan pasar Asia Timur menjadi semakin penting. LNG Badak, dengan sejarah panjangnya, dapat berkontribusi pada stabilitas pasar LNG regional sambil mendukung agenda transisi energi negara-negara importir.

Namun demikian, penting untuk diakui bahwa peran LNG Badak dalam transisi energi bersifat temporal. Seiring dengan penurunan biaya energi terbarukan dan pengembangan teknologi penyimpanan energi, ketergantungan terhadap gas bumi diperkirakan akan menurun dalam jangka panjang. Oleh karena itu, strategi pengelolaan LNG Badak harus realistis dan adaptif, dengan memperhitungkan potensi penurunan permintaan LNG global pasca-2040. Dalam konteks ini, fleksibilitas kontrak, diversifikasi pasar, dan inovasi teknologi menjadi kunci untuk menjaga relevansi kilang.

Secara keseluruhan, LNG Badak tetap memiliki peran penting dalam fase transisi energi global, khususnya sebagai pemasok LNG beremisi relatif rendah yang mendukung pengurangan penggunaan batu bara di Asia. Namun, keberlanjutan peran tersebut sangat bergantung pada kemampuan LNG Badak untuk beradaptasi terhadap tuntutan efisiensi, pengurangan emisi, dan integrasi dengan strategi dekarbonisasi nasional. Dengan pendekatan yang tepat, LNG Badak dapat bertransformasi dari simbol kejayaan LNG masa lalu menjadi **aset transisi** yang relevan dalam perjalanan menuju sistem energi rendah karbon.

VII. Kalimantan Timur sebagai Lumbung Gas dan Energi Nasional

Kalimantan Timur telah lama memainkan peran sentral dalam sistem energi Indonesia. Sejak penemuan gas bumi berskala besar pada akhir 1960-an, wilayah ini berkembang menjadi jantung produksi gas nasional dan menjadi fondasi bagi lahirnya industri LNG Indonesia. Gas dari Kalimantan Timur tidak hanya menopang ekspor LNG melalui LNG Badak, tetapi juga menjadi tulang punggung pasokan energi domestik bagi industri pupuk, pembangkit listrik, serta jaringan gas untuk kebutuhan industri dan rumah tangga (SKK Migas, 2022). Dalam lintasan sejarahnya, Kalimantan Timur secara konsisten menunjukkan karakter sebagai wilayah produsen energi strategis, dengan kontribusi yang melampaui sekadar satu komoditas.

Sebagai lumbung gas nasional, Kalimantan Timur memiliki keunggulan struktural yang sulit ditandingi oleh wilayah lain. Lapangan-lapangan gas besar seperti Badak, Handil, Nilam, Peciko, dan Tunu telah menghasilkan gas selama puluhan tahun dan membentuk basis produksi yang stabil. Meskipun sebagian lapangan konvensional tersebut telah memasuki fase penurunan alamiah, keberadaan gas laut dalam—seperti Jangkrik dan Merakes—membuktikan bahwa potensi gas Kalimantan Timur belum habis. Pergeseran dari lapangan konvensional ke laut dalam mencerminkan transformasi struktural sektor hulu, bukan kemunduran peran wilayah ini (Wood Mackenzie, 2024).

Keunggulan Kalimantan Timur tidak hanya terletak pada sumber daya gas, tetapi juga pada **infrastruktur energi** yang relatif lengkap dan terintegrasi. Sistem pipa gas di Kalimantan Timur berkembang seiring dengan pertumbuhan produksi gas dan kebutuhan pasar domestik.

Jaringan pipa ini menghubungkan lapangan-lapangan gas utama dengan fasilitas pengolahan, kawasan industri, pembangkit listrik, dan kilang LNG. Keberadaan sistem pipa gas yang mapan memungkinkan fleksibilitas alokasi gas antara ekspor dan kebutuhan domestik, serta menurunkan biaya transportasi energi secara keseluruhan.

Dalam konteks pengelolaan gas nasional, sistem pipa gas Kalimantan Timur berfungsi sebagai tulang punggung distribusi energi regional. Gas dari lapangan-lapangan di wilayah ini mengalir ke industri pupuk di Bontang, pembangkit listrik di berbagai pusat beban, serta mendukung kebutuhan industri pengolahan dan manufaktur. Integrasi antara pipa gas dan LNG Badak menciptakan ekosistem gas yang relatif matang, di mana pasokan dapat dialihkan sesuai dengan dinamika permintaan dan kebijakan energi nasional. Infrastruktur ini juga menjadi modal penting dalam mendukung pengembangan lapangan gas baru, karena menurunkan ambang investasi (*investment threshold*) bagi proyek hulu.

Selain gas bumi, Kalimantan Timur juga memegang peran penting dalam sistem kelistrikan nasional. Wilayah ini menjadi salah satu pusat pembangkit listrik berbasis energi fosil, terutama batu bara dan gas. Gas bumi memainkan peran strategis dalam pembangkitan listrik regional, baik sebagai bahan bakar utama maupun sebagai penyeimbang sistem untuk menjaga keandalan pasokan. Dalam konteks transisi energi, pembangkit listrik berbasis gas di Kalimantan Timur memiliki peran penting sebagai *balancing power* bagi pengembangan energi terbarukan, khususnya pembangkit berbasis surya dan hidro yang bersifat intermiten.

Namun demikian, identitas Kalimantan Timur sebagai wilayah energi tidak dapat dilepaskan dari statusnya sebagai salah satu penghasil **batu bara** terbesar di Indonesia. Selama beberapa dekade terakhir, Kalimantan Timur menjadi tulang punggung produksi dan ekspor batu bara nasional, memasok pasar domestik dan internasional. Batu bara dari wilayah ini menopang pembangkit listrik dalam negeri serta menjadi komoditas ekspor utama Indonesia. Dengan demikian, Kalimantan Timur tidak hanya lumbung gas, tetapi juga lumbung batu bara, menjadikannya salah satu pilar utama ketahanan energi nasional.

Kombinasi gas bumi dan batu bara menempatkan Kalimantan Timur pada posisi strategis dalam transisi energi Indonesia. Di satu sisi, batu bara masih menjadi sumber energi dominan dalam pembangkitan listrik nasional. Di sisi lain, gas bumi menawarkan alternatif dengan intensitas emisi yang lebih rendah dan fleksibilitas operasional yang lebih tinggi. Dalam kerangka ini, Kalimantan Timur berpotensi menjadi laboratorium transisi energi, di mana peran batu bara secara bertahap diseimbangkan dan dikurangi melalui peningkatan pemanfaatan gas dan energi terbarukan.

Keunggulan lain Kalimantan Timur terletak pada sumber daya manusianya. Selama lebih dari lima dekade, wilayah ini menjadi pusat pengembangan keahlian di sektor hulu dan hilir migas, LNG, serta pembangkitan listrik. Tenaga kerja terampil, institusi pendidikan dan pelatihan, serta pengalaman operasional menjadikan Kalimantan Timur sebagai pusat *knowledge hub* energi nasional. Keberlanjutan ekosistem sumber daya manusia ini menjadi faktor kunci dalam menjaga daya saing sektor energi Indonesia di tengah perubahan global.

Dalam beberapa dekade ke depan, relevansi Kalimantan Timur sebagai lumbung energi nasional diperkirakan tetap kuat. Masuknya gas laut dalam, potensi temuan lanjutan, serta optimalisasi infrastruktur eksisting membuka ruang bagi peningkatan produksi dan efisiensi. Di saat yang sama, peran wilayah ini dalam mendukung kebutuhan energi domestik—termasuk untuk kawasan industri baru dan pengembangan Ibu Kota Nusantara—akan semakin penting. Energi dari Kalimantan Timur tidak hanya akan mengalir ke pasar ekspor, tetapi juga menjadi fondasi bagi pembangunan ekonomi nasional.

Dengan demikian, Kalimantan Timur sebaiknya dipahami tidak semata-mata sebagai lumbung gas, melainkan sebagai lumbung energi nasional dengan portofolio yang beragam: gas bumi, LNG, batu bara, dan pembangkitan listrik. Tantangan ke depan bukanlah mempertahankan status tersebut secara pasif, melainkan mengelolanya secara strategis agar selaras dengan agenda transisi energi, pembangunan berkelanjutan, dan ketahanan energi nasional. Dalam konteks ini, Kalimantan Timur tetap menjadi simpul kunci dalam peta energi Indonesia, baik hari ini maupun di masa depan.

VIII. Gas Bumi dan Kebutuhan Energi Ibu Kota Nusantara (IKN)

Pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) di Kalimantan Timur merupakan proyek strategis nasional yang membawa implikasi jangka panjang terhadap perencanaan energi Indonesia. IKN dirancang sebagai kota hijau, cerdas, dan berkelanjutan, dengan penekanan kuat pada efisiensi energi dan pemanfaatan energi terbarukan. Namun, perencanaan energi IKN tidak berlangsung di ruang hampa. IKN dibangun di dalam konteks geografis, ekonomi, dan sistem energi yang sudah ada, dan konteks tersebut adalah Kalimantan Timur sebagai lumbung gas nasional yang terus berkembang. Mengabaikan realitas ini bukan hanya tidak efisien, tetapi juga berpotensi melemahkan ketahanan energi ibu kota baru (Nugroho, 2020).

Sebagai pusat pemerintahan dan simbol negara, IKN membutuhkan pasokan energi yang sangat andal, stabil, dan dapat diprediksi. Aktivitas pemerintahan, layanan publik, pusat data, sistem transportasi, dan kawasan permukiman modern membutuhkan listrik yang bersifat dispatchable, yaitu dapat diatur sesuai kebutuhan sistem. Energi terbarukan seperti surya dan angin, meskipun penting dalam mencapai target dekarbonisasi, memiliki karakter intermiten dan bergantung pada kondisi cuaca. Tanpa dukungan sumber energi yang fleksibel, ketergantungan penuh pada energi terbarukan justru berisiko terhadap keandalan sistem energi IKN.

Dalam konteks inilah gas bumi memainkan peran strategis sebagai penyeimbang sistem energi. Gas bumi dapat digunakan dalam pembangkit listrik berbasis gas yang responsif terhadap fluktuasi permintaan dan pasokan, sehingga mampu mengisi kekosongan ketika produksi energi terbarukan menurun. Dibandingkan dengan batu bara, gas bumi memiliki intensitas emisi karbon yang lebih rendah serta emisi polutan lokal yang lebih kecil, menjadikannya pilihan yang lebih selaras dengan visi kota hijau dan berkelanjutan. Dengan demikian, gas bumi bukanlah antitesis dari transisi energi, melainkan prasyarat bagi transisi yang tertib dan realistis.

Keunggulan utama IKN terletak pada kedekatannya dengan sumber gas bumi Kalimantan Timur. Wilayah ini telah lama menjadi pusat produksi gas nasional, dengan infrastruktur hulu dan hilir yang relatif lengkap, termasuk lapangan gas, sistem pipa, fasilitas pengolahan, dan kilang LNG. Kedekatan geografis ini memberikan keunggulan logistik dan ekonomi yang signifikan. Biaya transportasi gas menjadi lebih rendah, risiko gangguan pasokan dapat diminimalkan, dan integrasi sistem energi dapat dilakukan dengan lebih efisien. Dalam perspektif perencanaan energi, kondisi ini merupakan *endowment advantage* yang seharusnya dimanfaatkan secara optimal.

Lebih jauh, keberadaan sistem pipa gas di Kalimantan Timur memungkinkan pasokan gas ke IKN dilakukan secara langsung dan berkelanjutan. Sistem ini tidak hanya menghubungkan lapangan-lapangan gas dengan kawasan industri dan pembangkit listrik eksisting, tetapi juga dapat dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan energi IKN yang terus meningkat. Dengan memanfaatkan jaringan pipa gas yang ada, pengembangan energi IKN dapat dilakukan secara bertahap dan adaptif, tanpa harus menunggu terobosan teknologi atau investasi besar dalam infrastruktur baru yang berisiko tinggi.

Argumen bahwa IKN harus sepenuhnya berbasis energi terbarukan sering kali mengabaikan dimensi waktu dan skala. Pada tahap awal pembangunan, kebutuhan energi IKN relatif terbatas, tetapi akan meningkat secara signifikan seiring dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi. Membangun sistem energi yang sepenuhnya bergantung pada energi terbarukan sejak awal memerlukan investasi besar dalam kapasitas pembangkit dan penyimpanan energi, serta menghadapi ketidakpastian teknologi dan biaya. Sebaliknya, pendekatan hibrida yang memadukan energi terbarukan dan gas bumi menawarkan jalur transisi yang lebih realistis, fleksibel, dan ekonomis.

Selain aspek teknis dan ekonomi, pemanfaatan gas bumi untuk IKN juga memiliki dimensi strategis nasional. Dengan menggunakan gas domestik, Indonesia dapat mengurangi ketergantungan pada impor energi dan memperkuat kedaulatan energi. Gas dari Kalimantan Timur yang digunakan untuk memasok IKN menciptakan nilai tambah di dalam negeri, sekaligus mendukung optimalisasi aset energi nasional seperti lapangan gas dan infrastruktur pipa. Dalam konteks ini, IKN dapat berfungsi sebagai *anchor demand* yang memberikan kepastian pasar bagi pengembangan gas baru, termasuk gas laut dalam.

Penting pula untuk dicatat bahwa gas bumi tidak hanya relevan untuk pembangkitan listrik, tetapi juga untuk kebutuhan energi lainnya di IKN. Gas dapat digunakan untuk sistem pendingin distrik (*district cooling*), pemanas air, serta sebagai bahan bakar bagi transportasi tertentu dan industri pendukung. Fleksibilitas penggunaan ini menjadikan gas bumi sebagai komponen integral dalam desain sistem energi perkotaan modern. Dengan perencanaan yang tepat, pemanfaatan gas di IKN dapat dirancang agar kompatibel dengan target penurunan emisi jangka panjang, misalnya melalui penerapan teknologi efisiensi tinggi dan pengurangan kebocoran metana.

Dalam jangka menengah hingga panjang, peran gas bumi di IKN bersifat transisional, bukan permanen. Seiring dengan kemajuan teknologi penyimpanan energi, hidrogen, dan jaringan listrik cerdas, porsi energi terbarukan dapat ditingkatkan secara bertahap. Namun, mengabaikan gas bumi pada tahap awal pembangunan IKN justru berisiko menciptakan sistem energi yang rapuh dan mahal. Pendekatan yang lebih rasional adalah memanfaatkan keunggulan komparatif Kalimantan Timur sebagai lumbung gas nasional, sambil secara bertahap meningkatkan porsi energi terbarukan.

Dengan demikian, perencanaan energi IKN harus berpijak pada realitas struktural Kalimantan Timur sebagai pusat produksi gas Indonesia. IKN tidak dapat, dan tidak perlu, melepaskan diri dari konteks ini. Sebaliknya, dengan memanfaatkan gas bumi secara strategis, IKN dapat menjadi contoh kota masa depan yang tidak hanya hijau secara simbolik, tetapi juga tangguh, efisien, dan berkelanjutan secara sistemik. Gas bumi, dalam kerangka ini, bukanlah hambatan menuju masa depan rendah karbon, melainkan fondasi yang memungkinkan transisi energi berjalan secara tertib dan kredibel (Nugroho, 2020; KIND, 2022).

IX. Sinergi LNG Badak, Gas Kalimantan Timur, dan Ibu Kota Nusantara

Reaktivasi LNG Badak membuka peluang sinergi strategis yang melampaui fungsi tradisionalnya sebagai fasilitas ekspor gas. Dalam konteks pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) dan dinamika sistem energi nasional, LNG Badak dapat diposisikan sebagai *energy hub* regional yang menyeimbangkan kepentingan ekspor, kebutuhan domestik, dan stabilitas sistem energi. Sinergi antara LNG Badak, sumber gas Kalimantan Timur, dan kebutuhan energi IKN mencerminkan pendekatan integratif yang memaksimalkan nilai ekonomi dan strategis dari sumber daya gas nasional.

Sebagai energy hub, LNG Badak tidak hanya berfungsi mencairkan gas untuk pasar internasional, tetapi juga menjadi simpul pengelolaan alokasi gas yang fleksibel. Gas dari Kalimantan Timur—baik dari lapangan konvensional maupun laut dalam—dapat dialokasikan secara dinamis sesuai dengan kebutuhan pasar dan kebijakan nasional. Pada saat harga LNG global tinggi, sebagian volume gas dapat diekspor untuk menghasilkan devisa dan memperkuat neraca perdagangan. Sebaliknya, ketika kebutuhan domestik meningkat atau harga internasional kurang menarik, gas dapat dialihkan untuk mendukung pembangkit listrik, industri, dan kebutuhan energi IKN. Fleksibilitas ini menjadi keunggulan strategis yang jarang dimiliki oleh negara produsen gas.

Dalam konteks pembangunan IKN, sinergi ini menjadi semakin relevan. IKN membutuhkan pasokan energi yang andal dan berkelanjutan, sementara Kalimantan Timur memiliki keunggulan sebagai lumbung gas nasional dengan infrastruktur yang relatif lengkap. LNG Badak, yang terhubung dengan sistem pipa gas regional dan fasilitas pengolahan, dapat berperan sebagai buffer sistem energi. Dengan kata lain, LNG Badak dapat membantu menyerap fluktuasi pasokan dan permintaan gas, sehingga pasokan energi ke IKN tetap terjaga tanpa mengorbankan komitmen ekspor jangka panjang.

Pendekatan sinergis ini juga memperkuat ketahanan energi nasional. Ketergantungan eksklusif pada ekspor atau konsumsi domestik menciptakan kerentanan struktural. Model yang terlalu berorientasi ekspor berisiko mengabaikan kebutuhan dalam negeri, sementara model yang terlalu domestik dapat mengorbankan potensi devisa dan insentif investasi. Dengan menjadikan LNG Badak sebagai simpul penyeimbang, Indonesia dapat mengelola trade-off ini secara lebih cerdas dan adaptif. Dalam kerangka ini, LNG Badak berfungsi sebagai instrumen kebijakan energi, bukan sekadar aset komersial.

Dari perspektif ekonomi, sinergi antara LNG Badak, gas Kalimantan Timur, dan IKN menciptakan nilai tambah berlapis. Ekspor LNG menghasilkan pendapatan devisa dan memperkuat posisi Indonesia di pasar energi global. Pada saat yang sama, pemanfaatan gas untuk kebutuhan domestik dan IKN mendorong pertumbuhan ekonomi regional, menciptakan lapangan kerja, dan mendukung pengembangan kawasan industri. Efek pengganda (multiplier effect) dari penggunaan gas domestik sering kali lebih besar dibandingkan dengan ekspor semata, karena menciptakan rantai nilai di dalam negeri.

Sinergi ini juga relevan dalam konteks transisi energi. Gas bumi berperan sebagai penyeimbang sistem energi yang semakin terintegrasi dengan energi terbarukan. Dalam jangka menengah, LNG Badak dapat mendukung fleksibilitas sistem dengan memungkinkan penyesuaian cepat antara pasar ekspor dan domestik. Ketika produksi energi terbarukan meningkat dan kebutuhan gas domestik menurun, LNG Badak dapat menyerap kelebihan pasokan melalui ekspor. Sebaliknya, ketika terjadi gangguan pasokan energi terbarukan atau lonjakan permintaan listrik di IKN, gas dapat dialihkan dari ekspor untuk menjaga keandalan sistem.

Dari sudut pandang tata kelola, sinergi ini menuntut koordinasi kebijakan yang kuat antara pemerintah pusat, pemerintah daerah, dan pelaku usaha. Alokasi gas yang dinamis memerlukan kerangka regulasi yang fleksibel, transparan, dan dapat diprediksi. Kontrak LNG jangka panjang perlu dirancang dengan klausul fleksibilitas yang memungkinkan penyesuaian volume tanpa mengorbankan kepercayaan pembeli. Dalam hal ini, pengalaman historis LNG Badak dalam mengelola kontrak jangka panjang dengan pembeli internasional menjadi aset kelembagaan yang berharga.

Lebih jauh, sinergi LNG Badak–Kalimantan Timur–IKN memiliki dimensi geopolitik. Di

tengah volatilitas pasar energi global dan ketegangan geopolitik, kemampuan Indonesia untuk mengelola gas secara fleksibel meningkatkan posisi tawarnya di pasar internasional. LNG Badak, dengan reputasi keandalan dan lokasi strategis di Asia Tenggara, dapat berfungsi sebagai jangkar stabilitas pasokan bagi negara-negara importir sekaligus sebagai penopang ketahanan energi domestik.

Namun, penting untuk dicatat bahwa sinergi ini tidak akan terwujud secara otomatis. Dibutuhkan perencanaan sistem energi yang terintegrasi, investasi berkelanjutan dalam infrastruktur pipa dan pembangkit, serta kebijakan harga gas yang mencerminkan keseimbangan antara kepentingan ekonomi dan sosial. Selain itu, isu lingkungan dan keberlanjutan harus menjadi bagian integral dari strategi sinergi, agar pemanfaatan gas tetap selaras dengan target penurunan emisi nasional.

Secara keseluruhan, reaktivasi LNG Badak membuka peluang strategis untuk membangun sinergi antara ekspor LNG, pemanfaatan gas Kalimantan Timur, dan kebutuhan energi IKN. Dengan memposisikan LNG Badak sebagai energy hub regional, Indonesia dapat mengoptimalkan nilai ekonomis gas, memperkuat ketahanan energi, dan mendukung pembangunan ibu kota baru secara berkelanjutan. Sinergi ini mencerminkan pendekatan pragmatis dan adaptif dalam pengelolaan energi nasional—sebuah pendekatan yang memanfaatkan keunggulan struktural Kalimantan Timur sekaligus menjawab tantangan masa depan.

X. Tantangan dan Risiko Pembangunan

Pemanfaatan gas bumi sebagai tulang punggung transisi energi Indonesia—khususnya melalui sinergi LNG Badak, sumber gas Kalimantan Timur, dan kebutuhan energi Ibu Kota Nusantara (IKN)—menawarkan peluang strategis yang signifikan. Namun, pendekatan ini juga mengandung tantangan dan risiko kebijakan yang perlu dikelola secara cermat agar tidak menimbulkan konsekuensi jangka panjang yang kontraproduktif terhadap tujuan dekarbonisasi dan ketahanan energi nasional.

Salah satu tantangan utama adalah risiko carbon lock-in. Investasi besar dalam infrastruktur gas—seperti pipa, pembangkit listrik, dan fasilitas LNG—berpotensi menciptakan ketergantungan struktural pada gas bumi dalam jangka panjang. Tanpa kerangka waktu dan strategi transisi yang jelas, aset-aset tersebut dapat memperlambat adopsi energi terbarukan dan teknologi rendah karbon lainnya. Risiko ini menjadi semakin relevan dalam konteks komitmen Indonesia terhadap penurunan emisi dan target jangka panjang menuju net-zero emissions. Oleh karena itu, penggunaan gas bumi perlu diposisikan secara eksplisit sebagai solusi transisional, bukan tujuan akhir sistem energi nasional.

Tantangan kedua berkaitan dengan kebutuhan investasi infrastruktur tambahan. Meskipun Kalimantan Timur memiliki infrastruktur gas yang relatif lengkap, pengembangan gas laut dalam, reaktivasi LNG Badak, dan pemenuhan kebutuhan energi IKN memerlukan investasi lanjutan dalam sistem pipa, pembangkit listrik berbasis gas, serta fasilitas pendukung lainnya. Tantangan ini mencakup pembiayaan, koordinasi lintas sektor, dan kepastian regulasi. Tanpa kerangka kebijakan yang konsisten dan dapat diprediksi, risiko penundaan proyek dan pembengkakan biaya menjadi signifikan.

Tantangan ketiga adalah potensi konflik alokasi gas antara kepentingan ekspor dan kebutuhan domestik. Seperti dibahas sebelumnya, LNG Badak dapat berfungsi sebagai energy hub yang menyeimbangkan kedua kepentingan tersebut. Namun, keseimbangan ini memerlukan

tata kelola yang kuat dan mekanisme pengambilan keputusan yang transparan. Prioritas yang terlalu kaku pada ekspor berisiko mengurangi pasokan gas untuk kebutuhan strategis nasional, termasuk IKN, sementara pembatasan ekspor yang berlebihan dapat mengurangi insentif investasi di sektor hulu gas.

XI. Kesimpulan dan Rekomendasi Kebijakan

Makalah ini menegaskan bahwa dinamika industri gas dan LNG Indonesia—khususnya melalui studi kasus LNG Badak—tidak dapat dipahami secara terpisah dari konteks geografis, sejarah, dan kebijakan energi nasional. LNG Badak bukan sekadar peninggalan kejayaan masa lalu, melainkan aset strategis yang relevansinya justru kembali menguat dalam fase transisi energi dan pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN).

Sejak awal, industri LNG Indonesia dibangun di atas keunggulan struktural Kalimantan Timur sebagai pusat produksi gas bumi nasional. Penurunan produksi gas konvensional dan penghentian sementara sebagian train LNG Badak pada dekade 2010-an bukan mencerminkan kegagalan model LNG, melainkan perubahan karakter sumber daya gas. Munculnya gas laut dalam—terutama melalui proyek-proyek ENI—menandai fase baru industri gas Indonesia, di mana kompleksitas teknis meningkat, tetapi potensi pasokan jangka panjang tetap terjaga.

Dalam konteks ini, reaktivasi LNG Badak merupakan strategi optimalisasi aset (brownfield optimisation) yang rasional secara ekonomi dan strategis. Dibandingkan pembangunan kilang LNG baru, reaktivasi memberikan efisiensi biaya, waktu, dan risiko, sekaligus menjaga keberlanjutan ekosistem industri LNG nasional. Lebih dari itu, LNG Badak dapat diposisikan sebagai energy hub regional yang memungkinkan pengelolaan gas secara fleksibel antara pasar ekspor dan kebutuhan domestik.

Makalah ini juga menegaskan bahwa perencanaan energi IKN tidak berlangsung di ruang hampa. IKN dibangun di Kalimantan Timur—wilayah yang sejak lama menjadi lumbung gas dan energi nasional, dengan infrastruktur pipa, pembangkit, dan sumber daya manusia yang matang. Dalam konteks sistem energi yang andal dan dispatchable, gas bumi menjadi fondasi yang tidak terelakkan bagi IKN, terutama sebagai penyeimbang energi terbarukan yang bersifat intermiten. Mengabaikan gas bumi dalam desain energi IKN justru berisiko menciptakan sistem yang rapuh dan mahal.

Lebih luas lagi, Kalimantan Timur harus dipahami bukan hanya sebagai lumbung gas, tetapi sebagai lumbung energi nasional—menggabungkan gas bumi, LNG, pembangkitan listrik, dan batu bara. Kombinasi ini menempatkan Kalimantan Timur sebagai simpul strategis dalam transisi energi Indonesia, di mana gas berfungsi sebagai jembatan menuju sistem energi rendah karbon yang lebih matang.

Namun demikian, pemanfaatan gas bumi juga membawa tantangan kebijakan, termasuk risiko carbon lock-in, kebutuhan investasi infrastruktur lanjutan, dan potensi konflik alokasi antara ekspor dan domestik. Oleh karena itu, kunci keberhasilan terletak pada tata kelola yang adaptif: menggunakan gas sebagai fondasi awal transisi, sambil secara bertahap meningkatkan peran energi terbarukan dan teknologi rendah karbon lainnya.

Secara keseluruhan, makalah ini menunjukkan bahwa sinergi antara LNG Badak, gas Kalimantan Timur, dan pembangunan IKN bukan hanya mungkin, tetapi juga strategis. Dengan pendekatan kebijakan yang tepat, gas bumi dapat menjadi instrumen pembangunan, ketahanan energi, dan transisi yang tertib—bukan penghambat menuju masa depan energi Indonesia yang berkelanjutan.

Dalam menghadapi tantangan-tantangan seperti yang disebutkan di atas, beberapa rekomendasi kebijakan dapat dirumuskan.

Pertama, pemerintah menetapkan kerangka waktu transisi gas yang jelas, dengan target bertahap peningkatan porsi energi terbarukan. Gas bumi harus diperlakukan sebagai fondasi awal yang memungkinkan transisi berjalan tertib, bukan sebagai pengganti permanen energi fosil lainnya. Integrasi perencanaan gas dengan rencana dekarbonisasi nasional menjadi kunci untuk menghindari carbon lock-in.

Kedua, rancang kebijakan infrastruktur energi secara modular dan fleksibel. Investasi dalam pipa gas dan pembangkit listrik sebaiknya mempertimbangkan kompatibilitas dengan teknologi masa depan, seperti hydrogen-ready atau integrasi dengan sistem penyimpanan energi. Pendekatan ini akan meningkatkan nilai jangka panjang aset dan mengurangi risiko aset terdampar (*stranded assets*).

Ketiga, kembangkan mekanisme alokasi gas yang adaptif dan berbasis data, yang mampu menyesuaikan volume ekspor dan domestik sesuai dengan kondisi pasar, kebutuhan nasional, dan tujuan strategis. Dalam konteks ini, LNG Badak dapat difungsikan sebagai instrumen kebijakan yang mendukung fleksibilitas alokasi, bukan sekadar entitas komersial.

Secara keseluruhan, tantangan dan risiko pemanfaatan gas bumi tidak seharusnya menjadi alasan untuk menghindari penggunaannya, tetapi menjadi dasar bagi perancangan kebijakan yang lebih cerdas dan adaptif. Dengan tata kelola yang tepat, gas bumi dapat berfungsi sebagai jembatan yang kokoh menuju sistem energi Indonesia yang lebih bersih, andal, dan berkelanjutan—khususnya dalam konteks Kalimantan Timur dan pembangunan IKN.

Beberapa “*Executive Policy Takeaways*” yang dapat disampaikan, antara lain:

a. Posisikan LNG Badak sebagai *Energy Hub* Nasional

LNG Badak perlu diperlakukan bukan semata sebagai fasilitas ekspor, tetapi sebagai simpul strategis yang menyeimbangkan ekspor LNG, kebutuhan domestik, dan stabilitas sistem energi nasional.

b. Manfaatkan Keunggulan Struktural Kalimantan Timur

Perencanaan energi nasional dan IKN harus bertumpu pada realitas bahwa Kalimantan Timur adalah lumbung gas dan energi nasional dengan infrastruktur dan SDM yang matang.

c. Tetapkan Gas Bumi sebagai Fondasi Transisi Energi IKN

Gas bumi harus menjadi tulang punggung pasokan energi IKN pada fase awal dan menengah, sebagai sumber listrik yang andal, fleksibel, dan relatif rendah emisi.

d. Kelola Risiko *Carbon Lock-in* Secara Proaktif

Investasi gas harus disertai kerangka waktu transisi yang jelas, integrasi dengan target dekarbonisasi, serta desain infrastruktur yang fleksibel dan *future-ready*.

e. Bangun Mekanisme Alokasi Gas yang Adaptif

Diperlukan sistem alokasi gas berbasis data dan fleksibel untuk menyeimbangkan kepentingan ekspor, kebutuhan domestik, dan kebutuhan strategis seperti IKN.

f. Gunakan Gas untuk Mendorong, Bukan Menghambat, Energi Terbarukan

Gas bumi harus berfungsi sebagai *enabler* transisi—penyeimbang sistem dan pendukung integrasi energi terbarukan, bukan sebagai substitusi permanen.

g. Perkuat Koordinasi Kebijakan Lintas Sektor

Sinergi LNG Badak–Kalimantan Timur–IKN memerlukan koordinasi erat antara kebijakan hulu, hilir, kelistrikan, lingkungan, dan perencanaan pembangunan nasional.

Daftar Pustaka

- Badak LNG. (2025, December). *Badak LNG official website*. <https://badaklng.com/id/>
- Energy Institute. (2025). *Statistical review of world energy 2025*. Energy Institute.
- Eni Video Channel. (2017). *Jangkrik's diary – Jangkrik Complex Project* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=V5vpFA2DME8>
- ENI. (2023). *Indonesia deepwater development: Jangkrik and Merakes projects*. ENI.
- International Energy Agency. (2021). *Net zero by 2050: A roadmap for the global energy sector*. International Energy Agency.
- International Energy Agency. (2023). *World Energy Outlook 2023*. International Energy Agency.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2019). *Kebijakan alokasi gas bumi nasional*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Korea Overseas Infrastructure & Urban Development & Hyundai Research Institute. (2022). *2021/22 Economic Innovation Partnership Program: IKN energy transition masterplan phase 2 – Roadmap of gas usage optimization for fulfilling energy demand*. KIND & Hyundai Research Institute.
- Nugroho, H. (2010, September 20). Post-LNG Arun: What are the options? *The Jakarta Post*.
- Nugroho, H. (2020). Pemindahan ibu kota baru Negara Kesatuan Republik Indonesia ke Kalimantan Timur: Strategi pemenuhan kebutuhan dan konsumsi energi. *Bappenas Working Papers*, 3(1), 33–41. <https://doi.org/10.47266/bwp.v3i1.53>
- Nugroho, H. (2021, July 19). Badak plant and the future of Indonesia's LNG industry. *The Jakarta Post*.
- Nugroho, H. (2022). *Beberapa pemikiran mengenai pembangunan industri gas bumi Indonesia: Some thoughts on Indonesian natural gas industry development*. Deepublish.
- Nugroho, H. (2023). *Toward better energy policies for Indonesia*. OnePeach Media.
- Pertamina & Badak LNG. (2018). *Historical LNG operations at Bontang*. Pertamina & Badak LNG.
- SKK Migas. (2022). *Indonesian upstream oil and gas outlook*. SKK Migas.
- Stern, J. (2017). *The pricing of internationally traded gas*. Oxford Institute for Energy Studies.
- Stott, D. A. (2010, November 22). Snakes and ladders for Japan in Indonesia's energy puzzle. *The Asia-Pacific Journal: Japan Focus*, 47(1). <https://apjif.org/david-adam-stott/3445/article>
- Victor, D. G. (2002). *Global energy markets*. Cambridge University Press.
- Wood Mackenzie. (2024). *Indonesia gas and LNG outlook*. Wood Mackenzie.