

# Policy Paper: Akselerasi Pembangunan Ekonomi Berbasis Teknologi (TBED) Indonesia Melalui RPJMN 2025-2029

## Ringkasan Eksekutif

Dokumen kebijakan ini menyajikan analisis komprehensif dan rekomendasi strategis untuk mengakselerasi Pembangunan Ekonomi Berbasis Teknologi (Technology-Based Economic Development - TBED) di Indonesia, dengan menjadikan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2025-2029 sebagai landasan utamanya. Tujuan dari laporan ini adalah untuk memberikan panduan bagi para pembuat kebijakan dalam mentransformasikan visi pembangunan nasional menjadi sebuah strategi transformasi ekonomi berbasis teknologi yang kohesif dan berdampak tinggi.

Analisis kami mengidentifikasi bahwa RPJMN 2025-2029 telah memuat seluruh komponen esensial yang diperlukan untuk TBED, termasuk fokus pada hilirisasi sumber daya alam, pembangunan infrastruktur digital dan energi, pengembangan sumber daya manusia di bidang sains dan teknologi, serta penguatan ekosistem inovasi. Namun, komponen-komponen ini masih tersebar di berbagai Prioritas Nasional (PN) dan belum terintegrasi dalam satu kerangka kerja TBED yang utuh. Keberhasilan implementasi tidak hanya bergantung pada pelaksanaan program-program individual, tetapi pada kemampuan untuk menciptakan sinergi, menyelesaikan kontradiksi kebijakan yang inheren, dan secara efektif memobilisasi sumber daya non-pemerintah.

Temuan utama dari laporan ini menyoroti beberapa tantangan kritis. Pertama, kebijakan hilirisasi yang menjadi andalan berisiko terjebak dalam "jebakan nilai tambah rendah" (*low-value trap*) dan menciptakan ketergantungan pada jalur pembangunan yang tidak berkelanjutan jika tidak diintegrasikan secara paksa dengan pengembangan energi hijau dan industri produk akhir. Kedua, terdapat kesenjangan signifikan antara target pengembangan talenta digital dengan kebutuhan industri teknologi tinggi yang berkembang pesat. Ketiga, mobilisasi pendanaan non-APBN, meskipun vital, memerlukan skema inovatif dan kerangka kelembagaan yang lebih kuat untuk dapat menyasar proyek-proyek TBED yang memiliki profil risiko dan imbal hasil yang berbeda dari proyek infrastruktur konvensional.

Untuk mengatasi tantangan ini, laporan ini mengusulkan kerangka kerja TBED yang terdiri dari lima pilar strategis: (1) Hilirisasi dan Industri Bernilai Tambah Tinggi; (2) Infrastruktur Teknologi Fondasional; (3) Manufaktur Maju dan Berkelanjutan; (4) Ekosistem Inovasi dan Talenta; serta (5) Dukungan Integrasi Pasar dan Perdagangan. Dengan menggunakan kerangka ini, kami memetakan proyek-proyek strategis, menganalisis kebutuhan pendanaan, dan mengidentifikasi kerangka regulasi yang diperlukan.

Rekomendasi utama dari dokumen kebijakan ini meliputi:

1. **Integrasi Kebijakan:** Membentuk sebuah Komite Pengarah TBED Nasional yang melapor langsung kepada Presiden untuk memastikan sinkronisasi antar-kementerian dan lembaga, serta mengawal implementasi kebijakan lintas sektor.
2. **Hilirisasi Berkelanjutan:** Mewajibkan penggunaan energi terbarukan untuk semua investasi smelter baru dan memberikan insentif fiskal untuk "Hilirisasi Hijau" guna menyelaraskan tujuan ekonomi dengan keberlanjutan lingkungan dan daya saing global.
3. **Mobilisasi Pendanaan Inovatif:** Memperbesar dan memprofesionalkan pengelolaan Dana Abadi Riset untuk mendanai inovasi tahap awal, serta mengembangkan skema *blended finance* yang dirancang khusus untuk proyek-proyek teknologi.
4. **Pengembangan Talenta Terarah:** Membentuk "Dewan Talenta TBED" yang terdiri dari pemerintah, industri, dan akademisi untuk menyelaraskan kurikulum pendidikan dan pelatihan dengan proyeksi kebutuhan industri secara dinamis.
5. **Penguatan Kerangka Regulasi:** Mempercepat pembahasan dan pengesahan RUU kunci, seperti RUU Perindustrian dan RUU Keamanan Siber, untuk menciptakan kepastian hukum dan lingkungan yang kondusif bagi investasi teknologi.

Dengan mengadopsi pendekatan yang terintegrasi dan strategis ini, Indonesia dapat memanfaatkan momentum RPJMN 2025-2029 untuk tidak hanya mencapai target-target pembangunan yang ditetapkan, tetapi juga untuk meletakkan fondasi yang kokoh bagi transformasi ekonomi jangka panjang menuju Indonesia Emas 2045.

## DAFTAR ISI

Bab 1: Kerangka Kerja Strategis untuk Pembangunan Ekonomi Berbasis Teknologi (TBED) di Indonesia .....	4
1.1. Mendefinisikan TBED dalam Konteks Indonesia: Bergerak Melampaui Pertumbuhan Berbasis Sumber Daya .....	4
1.2. Lima Pilar Strategi TBED Nasional untuk Indonesia .....	5
1.3. Mengadaptasi Model Elemen Teknologi (TEM) untuk Pembangunan Indonesia .....	6
Bab 2: Menyelaraskan Prioritas Nasional dengan Kerangka TBED: Baseline dan Target .....	9
2.1. Memetakan Prioritas RPJMN 2025-2029 ke dalam Lima Pilar TBED .....	9
2.2. Analisis Mendalam Prioritas Nasional 3: Infrastruktur, Ketenagakerjaan, dan Ekonomi Kreatif .....	11
2.3. Menilai Indikator Kinerja Utama untuk Ekonomi Berbasis Teknologi .....	16
Bab 3: Portofolio Proyek Katalis untuk Akselerasi TBED .....	18
3.1. Mengidentifikasi dan Mengkategorikan Proyek Strategis Nasional (PSN) dan Kegiatan Prioritas .....	18
3.2. Analisis Sinergi Proyek: Menciptakan Siklus yang Memberi Manfaat .....	25
Bab 4: Memobilisasi Pendanaan Non-APBN untuk Ekonomi Berbasis Teknologi .....	27
4.1. Peran Strategis Pendanaan Non-Anggaran Pemerintah .....	27
4.2. Analisis Mekanisme Pendanaan Kunci untuk TBED .....	28
Tabel 4.1: Pemetaan Mekanisme Pendanaan Non-APBN terhadap Pilar dan Siklus Hidup Teknologi TBED .....	31
5.1. Kebutuhan Kerangka Legislatif Kritis untuk Lingkungan TBED yang Kondusif .....	33
5.2. Memperkuat Ekosistem Kelembagaan .....	37
Bab 6: Sintesis Kebijakan dan Rekomendasi Strategis .....	39
6.1. Mensintesis Temuan Kunci: Mengatasi Kesenjangan .....	39
6.2. Serangkaian Rekomendasi yang Dapat Ditindaklanjuti untuk Pembuat Kebijakan .....	40
Referensi .....	43

# Bab 1: Kerangka Kerja Strategis untuk Pembangunan Ekonomi Berbasis Teknologi (TBED) di Indonesia

## 1.1. Mendefinisikan TBED dalam Konteks Indonesia: Bergerak Melampaui Pertumbuhan Berbasis Sumber Daya

Pembangunan Ekonomi Berbasis Teknologi (TBED) bukanlah sebuah konsep generik, melainkan sebuah strategi fundamental yang harus disesuaikan dengan konteks unik Indonesia. Bagi Indonesia, TBED merepresentasikan jalur strategis untuk keluar dari "jebakan pendapatan menengah" (*middle-income trap*) dan melepaskan diri dari volatilitas ekonomi yang bergantung pada komoditas.<sup>1</sup> Pertumbuhan ekonomi yang hanya mengandalkan ekspor bahan mentah atau produk olahan setengah jadi terbukti tidak berkelanjutan dan rentan terhadap fluktuasi harga global. Sebagaimana diargumentasikan oleh para ahli, pendekatan yang berorientasi pada teknologi adalah satu-satunya cara untuk tidak hanya menciptakan lapangan kerja, tetapi juga untuk meningkatkan pendapatan pekerja secara berkelanjutan dalam jangka panjang.<sup>1</sup>

Dalam konteks ini, kebijakan hilirisasi yang menjadi andalan pemerintah dalam beberapa tahun terakhir merupakan langkah awal yang penting, namun belum mencukupi. Program hilirisasi, sebagaimana diuraikan dalam RPJMN 2025-2029, berfokus pada peningkatan nilai tambah mineral seperti nikel, bauksit, dan tembaga.<sup>1</sup> Kebijakan ini telah berhasil meningkatkan volume produksi dan nilai ekspor produk antara seperti *nickel pig iron* (NPI), feronikel, dan katoda tembaga.<sup>2</sup> Namun, sebagian besar produk ini masih diekspor untuk diolah lebih lanjut di negara lain menjadi produk akhir berteknologi tinggi, seperti baterai kendaraan listrik (EV) atau komponen elektronik. Kondisi ini menempatkan Indonesia pada posisi "terjebak di tengah" (*stuck in the middle*) dalam rantai pasok global, di mana nilai tambah terbesar justru dinikmati oleh negara lain.<sup>3</sup>

Oleh karena itu, kerangka kerja TBED untuk Indonesia harus didefinisikan sebagai evolusi dari kebijakan hilirisasi saat ini. TBED tidak berhenti pada pengolahan antara, tetapi bertujuan untuk membangun ekosistem industri yang lengkap dan bernilai tambah tinggi di dalam negeri. Ini mencakup pengembangan kapasitas untuk manufaktur produk akhir, penguatan riset dan pengembangan (R&D) lokal, penciptaan kekayaan intelektual (IP),

serta pengembangan talenta terampil yang mampu mengoperasikan dan berinovasi dalam industri-industri tersebut. Dengan demikian, TBED adalah strategi untuk mentransformasikan Indonesia dari sekadar pemasok bahan baku olahan menjadi pemain utama dalam produksi dan inovasi teknologi global. Pendekatan ini secara inheren menuntut integrasi yang erat antara kebijakan industri, kebijakan inovasi, kebijakan pendidikan, dan kebijakan infrastruktur, yang akan menjadi fokus utama dari dokumen kebijakan ini.

## 1.2. Lima Pilar Strategi TBED Nasional untuk Indonesia

Untuk menstrukturkan analisis dan rekomendasi kebijakan secara sistematis, kami mengusulkan lima pilar strategis yang diadaptasi dari model teoretis TBED dan disesuaikan dengan konteks pembangunan Indonesia.<sup>1</sup> Kelima pilar ini berfungsi sebagai kerangka kerja untuk mengevaluasi dan mengintegrasikan berbagai program dan kebijakan yang tersebar dalam RPJMN 2025-2029, mengubahnya dari serangkaian inisiatif terpisah menjadi sebuah strategi TBED yang koheren.

1. **Pilar 1: Hilirisasi dan Industri Bernilai Tambah Tinggi:** Pilar ini berfokus pada transformasi sumber daya alam unggulan Indonesia, baik mineral, agrikultur, maupun maritim, menjadi produk akhir yang bernilai tambah tinggi dan berdaya saing global. Ini melampaui sekadar pengolahan antara dan mencakup pengembangan industri turunan yang kompleks, seperti manufaktur baterai EV, farmasi berbasis bahan alam, semikonduktor, dan produk bioteknologi kelautan. Pilar ini merupakan inti dari upaya peningkatan nilai ekonomi sumber daya alam nasional.
2. **Pilar 2: Infrastruktur Teknologi Fondasional:** Pilar ini mencakup pembangunan tulang punggung fisik dan digital yang esensial untuk mendukung ekonomi modern. Ini tidak hanya terbatas pada konektivitas transportasi dan logistik, tetapi juga mencakup infrastruktur digital yang andal (jaringan serat optik, *Base Transceiver Station* (BTS), pusat data), serta infrastruktur energi yang berkelanjutan dan terjangkau, khususnya Energi Baru Terbarukan (EBT), yang menjadi prasyarat mutlak bagi industri teknologi tinggi dan manufaktur hijau.
3. **Pilar 3: Manufaktur Maju dan Berkelanjutan:** Pilar ini menekankan pada adopsi teknologi Industri 4.0 di sektor manufaktur. Fokusnya adalah pada peningkatan produktivitas, efisiensi, dan daya saing melalui otomatisasi, *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), dan robotika. Selain itu, pilar ini juga mengintegrasikan

prinsip-prinsip ekonomi hijau dan sirkular dalam proses manufaktur untuk memastikan keberlanjutan lingkungan dan memenuhi standar pasar global yang semakin ketat.

4. **Pilar 4: Ekosistem Inovasi dan Talenta:** Pilar ini merupakan "infrastruktur lunak" yang menjadi fondasi bagi keberlanjutan TBED. Ini mencakup penguatan lembaga riset dan pengembangan (seperti BRIN), pengembangan talenta digital dan teknis melalui sistem pendidikan dan pelatihan vokasi, serta fasilitasi kolaborasi yang erat antara akademisi, industri, dan pemerintah (model *Triple Helix* atau *Hexa-Helix*). Tanpa ekosistem ini, inovasi akan mandek dan Indonesia akan terus bergantung pada teknologi impor.
5. **Pilar 5: Dukungan Integrasi Pasar dan Perdagangan:** Pilar terakhir ini berfokus pada kebijakan yang menghubungkan produk-produk teknologi dan manufaktur Indonesia dengan pasar domestik dan internasional. Ini mencakup fasilitasi ekspor, pemanfaatan perjanjian perdagangan bebas (*Free Trade Agreement - FTA*), standardisasi produk, perlindungan kekayaan intelektual, dan pengembangan platform digital untuk Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) agar dapat terintegrasi ke dalam rantai pasok nasional dan global.

Kelima pilar ini saling terkait dan harus dijalankan secara sinergis. Kemajuan di satu pilar akan memperkuat pilar lainnya, menciptakan siklus pertumbuhan yang berkelanjutan dan berbasis teknologi.

### 1.3. Mengadaptasi Model Elemen Teknologi (TEM) untuk Pembangunan Indonesia

Untuk membedah proses inovasi dan mengidentifikasi titik-titik intervensi kebijakan yang paling efektif, Model Elemen Teknologi (*Technology Element Model - TEM*) yang dikembangkan oleh Tassef dapat menjadi alat analisis yang sangat berguna.<sup>1</sup> Model ini<sup>1</sup> memetakan siklus hidup teknologi dari tahap paling dasar hingga komersialisasi, serta mengidentifikasi peran pemerintah dan swasta di setiap tahapannya.

TEM menguraikan alur sebagai berikut:

1. **Sains Dasar (*Basic Science*):** Ini adalah fondasi dari semua inovasi, yang sebagian besar dihasilkan oleh universitas dan lembaga penelitian. Pengetahuan pada tahap ini bersifat barang publik (*public good*).
2. **Platform Teknologi (*Technology Platforms*):** Ini adalah tahap krusial di mana

pengetahuan ilmiah diubah menjadi "bukti konsep" (*proof of concept*). Platform teknologi ini (misalnya, teknologi dasar untuk semikonduktor atau mRNA untuk vaksin) bersifat generik dan dapat diaplikasikan di berbagai produk. Karena risikonya tinggi dan manfaatnya tersebar luas, tahap ini sering disebut sebagai "lembah kematian" (*valley of death*) di mana investasi swasta cenderung minim. Tahap ini memerlukan kolaborasi publik-swasta yang kuat.

3. **Teknologi Kepemilikan (*Proprietary Technologies*):** Pada tahap ini, perusahaan swasta berinvestasi dalam R&D terapan untuk mengembangkan produk atau proses spesifik berdasarkan platform teknologi yang ada. Pengetahuan di sini bersifat barang privat (*private good*) dan dapat dipatenkan.
4. **Komersialisasi dan Pengembangan Pasar:** Tahap akhir ini mencakup kegiatan seperti *scale-up* produksi, pembentukan modal, dan pengembangan pasar, yang sebagian besar didanai oleh swasta tetapi masih memerlukan dukungan infrastruktur dari pemerintah (misalnya, standar teknis, fasilitas pengujian).

Dalam konteks Indonesia, tantangan utama saat ini adalah memperkuat transisi dari **Sains Dasar** ke **Platform Teknologi** dan selanjutnya memfasilitasi **Scale-Up/Pembentukan Modal**. Meskipun Indonesia memiliki basis sumber daya alam yang melimpah dan beberapa pusat riset, mekanisme untuk mengubah hasil riset menjadi platform teknologi yang siap dikomersialkan oleh industri masih lemah. Kebijakan hilirisasi saat ini lebih banyak berfokus pada tahap *Applied R&D* dan *Scale-Up* dengan menggunakan teknologi yang sebagian besar diimpor, seringkali melompati tahap pengembangan Platform Teknologi domestik.

Oleh karena itu, kebijakan TBED Indonesia harus secara sadar menargetkan penguatan "lembah kematian" ini. Intervensi kebijakan yang akan dibahas dalam laporan ini, seperti penguatan Dana Abadi Riset, pembentukan pusat-pusat riset kolaboratif (seperti KORIKA), dan penyediaan modal ventura tahap awal, semuanya dirancang untuk membangun jembatan di atas "lembah kematian" tersebut. Dengan menggunakan TEM sebagai referensi analitis, kita dapat memetakan setiap program dan kebijakan dalam RPJMN ke tahap spesifik dalam siklus hidup inovasi, memastikan bahwa intervensi pemerintah dilakukan pada titik yang paling strategis dan memberikan daya ungkit tertinggi.



## Bab 2: Menyelaraskan Prioritas Nasional dengan Kerangka TBED: Baseline dan Target

### 2.1. Memetakan Prioritas RPJMN 2025-2029 ke dalam Lima Pilar TBED

Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2025-2029, meskipun tidak secara eksplisit dirancang sebagai dokumen strategi TBED, memuat serangkaian Prioritas Nasional (PN) yang komponen-komponennya sangat selaras dengan pilar-pilar pembangunan berbasis teknologi. Analisis ini bertujuan untuk memetakan arah kebijakan utama dari PN yang relevan ke dalam kerangka lima pilar TBED yang telah diusulkan. Pemetaan ini krusial untuk mengidentifikasi sinergi, menyoroti area yang memerlukan integrasi lebih kuat, dan membuktikan bahwa fondasi untuk TBED telah diletakkan dalam rencana pembangunan nasional.

Berikut adalah pemetaan Prioritas Nasional 2, 3, 4, dan 5 ke dalam lima pilar TBED:

- **Pilar 1: Hilirisasi dan Industri Bernilai Tambah Tinggi**
  - **PN 5: Melanjutkan Hilirisasi dan Mengembangkan Industri Berbasis Sumber Daya Alam untuk Meningkatkan Nilai Tambah di Dalam Negeri.** Prioritas ini secara langsung menjadi inti dari Pilar 1. Arah kebijakannya mencakup hilirisasi komoditas unggulan seperti nikel, tembaga, bauksit, timah, kelapa sawit, kelapa, dan rumput laut.<sup>1</sup> Ini adalah upaya untuk mentransformasikan kekayaan sumber daya alam mentah menjadi produk dengan nilai ekonomi yang lebih tinggi.
  - **PN 2: Memantapkan Sistem Pertahanan Keamanan Negara dan Mendorong Kemandirian Bangsa...** Sebagian dari PN ini, khususnya yang terkait **Ekonomi Biru** dan pengembangan **Agromaritim Industri**, juga berkontribusi pada Pilar 1. Fokus pada pengembangan industri garam dan produk olahan hasil laut merupakan bentuk hilirisasi di sektor kelautan.<sup>1</sup>
- **Pilar 2: Infrastruktur Teknologi Fondasional**
  - **PN 3: Melanjutkan Pengembangan Infrastruktur...** Prioritas ini adalah fondasi utama untuk Pilar 2. Arah kebijakannya mencakup **pengembangan konektivitas digital** dan **pembangunan infrastruktur jaringan ketenagalistrikan**, termasuk interkoneksi antarpulau (*super grid*).<sup>1</sup> Infrastruktur ini adalah prasyarat bagi

beroperasinya industri teknologi dan ekonomi digital.

- **PN 2:...Mendorong Kemandirian Bangsa melalui Swasembada Pangan, Energi, Air, Ekonomi Syariah, Ekonomi Digital...** Fokus pada **Ekonomi Digital** dan **Swasembada Energi** dalam PN ini secara langsung mendukung Pilar 2. Penguatan infrastruktur telekomunikasi, pusat data, dan transisi menuju Energi Baru Terbarukan (EBT) adalah elemen kunci yang disebutkan.<sup>1</sup>
- **Pilar 3: Manufaktur Maju dan Berkelanjutan**
  - **PN 5:...Mengembangkan Industri Berbasis Sumber Daya Alam...** Selain hilirisasi, PN 5 juga menargetkan **Industri Padat Teknologi Inovasi** seperti pembangunan industri semikonduktor dan dirgantara, serta **Industri Dasar** seperti industri kimia dan logam.<sup>1</sup> Ini sejalan dengan upaya mendorong manufaktur maju.
  - **PN 3:...Mengembangkan Industri Kreatif...** Pengembangan **Industri Kreatif**, khususnya subsektor aplikasi dan gim, merupakan bagian dari manufaktur modern yang berbasis kekayaan intelektual dan teknologi digital.<sup>1</sup>
  - **PN 2:...Ekonomi Hijau...** Arah kebijakan terkait **Ekonomi Hijau**, seperti reformasi pengelolaan sampah dan pembangunan rendah karbon, secara langsung mendukung aspek keberlanjutan dalam pilar manufaktur.<sup>1</sup>
- **Pilar 4: Ekosistem Inovasi dan Talenta**
  - **PN 4: Memperkuat Pembangunan Sumber Daya Manusia (SDM), Sains, Teknologi, Pendidikan...** Prioritas ini adalah jantung dari Pilar 4. Arah kebijakannya mencakup **peningkatan kontribusi iptek dan inovasi (iptekin)**, **pengembangan Manajemen Talenta Nasional** di bidang riset dan inovasi, serta **penguatan pendidikan tinggi dan vokasi** untuk menghasilkan SDM yang kompeten.<sup>1</sup> Inisiatif seperti Program *Digital Talent Scholarship* yang diinisiasi oleh Kominfo merupakan contoh konkret dari upaya ini.<sup>4</sup>
- **Pilar 5: Dukungan Integrasi Pasar dan Perdagangan**
  - **PN 5:...Meningkatkan Nilai Tambah di Dalam Negeri.** PN ini juga memiliki arah kebijakan untuk **peningkatan perdagangan domestik, antarwilayah, dan ekspor**, serta **peningkatan partisipasi dalam rantai nilai global**.<sup>1</sup> Ini penting untuk memastikan bahwa produk hasil hilirisasi dan manufaktur teknologi tinggi Indonesia dapat diserap oleh pasar.
  - **PN 3:...Mendorong Kewirausahaan...** Fokus pada pengembangan kewirausahaan dan UMKM, termasuk akselerasi digitalisasi dan perluasan akses

pasar, mendukung integrasi pelaku usaha kecil ke dalam ekonomi digital yang lebih luas.<sup>1</sup>

Pemetaan ini menunjukkan bahwa secara substansi, RPJMN 2025-2029 telah menyediakan blok-blok bangunan yang diperlukan untuk TBED. Namun, keberhasilan tidak akan tercapai jika pilar-pilar ini dijalankan secara terpisah. Tantangan sesungguhnya terletak pada orkestrasi dan integrasi strategis dari semua prioritas ini menjadi satu kesatuan kebijakan TBED yang solid dan berdaya ungkit tinggi.

## **2.2. Analisis Mendalam Prioritas Nasional 3: Infrastruktur, Ketenagakerjaan, dan Ekonomi Kreatif**

Prioritas Nasional 3 (PN 3) memegang peranan sentral dalam kerangka TBED karena secara langsung menangani pembangunan infrastruktur keras dan lunak, penciptaan lapangan kerja berkualitas, serta pengembangan sektor-sektor ekonomi baru yang berbasis inovasi. Analisis terhadap baseline dan target indikator PN 3 memberikan gambaran mengenai ambisi pemerintah dan dapat digunakan sebagai dasar untuk memproyeksikan dampak dari penerapan strategi TBED yang lebih terfokus.

Tabel berikut menyajikan data baseline dan target resmi dari RPJMN 2025-2029<sup>1</sup>, serta proyeksi skenario untuk tahun 2029. Skenario pertama, "Tanpa Intervensi TBED Terintegrasi," mengasumsikan tren pertumbuhan linear atau "business-as-usual," di mana program-program berjalan secara sektoral tanpa sinergi yang kuat. Skenario kedua, "Dengan Intervensi TBED Terintegrasi," memproyeksikan target yang lebih tinggi (uplifted target), dengan asumsi bahwa implementasi kelima pilar TBED secara sinergis akan menciptakan efek pengganda (*multiplier effect*).

**Tabel 2.1: Proyeksi Baseline dan Target Indikator Prioritas Nasional 3 (Dengan dan Tanpa Intervensi TBED Terintegrasi)**

Sasaran dan Indikator	Baseline (Tahun)	Target RPJMN 2029	Proyeksi 2029 (Tanpa TBED Terintegrasi)	Target 2029 (Dengan TBED Terintegrasi)	Justifikasi Peningkatan Target dengan Intervensi TBED
<b>I. Pengembangan Infrastruktur Berkelanjutan</b>					
1. Stok Infrastruktur terhadap PDB (%)	43.0 (2019)	48.5	47.0	50.0	Intervensi TBED mendorong investasi masif pada infrastruktur digital dan energi (Pilar 2), yang memiliki daya ungkit ekonomi lebih tinggi. Mobilisasi pendanaan non-APBN (KPBU, <i>blended finance</i> ) untuk proyek teknologi mempercepat akumulasi stok infrastruktur produktif. <sup>1</sup>
<b>II. Peningkatan Aset Sektor Keuangan</b>					
2. Total Aset Sektor Keuangan/PDB (%)	170.5 (2023)	213.6	205.0	220.0	TBED, khususnya melalui FinTech (P2P lending, digital banking), memperdalam pasar keuangan dan meningkatkan aset secara eksponensial. Studi kasus P2P lending di Indonesia menunjukkan potensi pertumbuhan besar yang belum

Sasaran dan Indikator	Baseline (Tahun)	Target RPJMN 2029	Proyeksi 2029 (Tanpa TBED Terintegrasi)	Target 2029 (Dengan TBED Terintegrasi)	Justifikasi Peningkatan Target dengan Intervensi TBED
					optimal. <sup>1</sup>
7. Total Kredit/PDB (%)	33.9 (2023)	46.8	44.0	50.0	Fokus pada pembiayaan UMKM teknologi dan startup (Pilar 4 & 5) melalui skema modal ventura dan kredit produktif akan meningkatkan penyaluran kredit secara signifikan melampaui pertumbuhan kredit konvensional. <sup>1</sup>
8. Inklusi Keuangan (%)	88.7 (2023)	93.0	92.5	95.0	Akselerasi adopsi FinTech dan perbankan digital (Pilar 2) akan menjangkau populasi <i>unbanked</i> dan <i>underbanked</i> di daerah terpencil dengan lebih cepat, melampaui target linear. <sup>1</sup>
<b>III. Peningkatan Lapangan Kerja Berkualitas</b>					
9. Proporsi Penciptaan Lapangan Kerja Formal (%)	23.96 (2024)	46.00	40.00	52.00	Strategi TBED menggeser ekonomi ke arah industri manufaktur maju (Pilar 3) dan jasa digital (Pilar 2), yang secara inheren menciptakan lebih banyak lapangan kerja formal dan berkualitas tinggi dibandingkan ekonomi informal. Industri teknologi tinggi memiliki upah

Sasaran dan Indikator	Baseline (Tahun)	Target RPJMN 2029	Proyeksi 2029 (Tanpa TBED Terintegrasi)	Target 2029 (Dengan TBED Terintegrasi)	Justifikasi Peningkatan Target dengan Intervensi TBED
					rata-rata 70% lebih tinggi dari industri lain. <sup>1</sup>
11. Proporsi Jumlah Usaha Kecil dan Menengah (%)	3.06 (2024)	3.30	3.20	3.50	Ekosistem inovasi yang kuat (Pilar 4), didukung oleh inkubator, akselerator, dan modal benih (Pilar 4), akan secara signifikan meningkatkan tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan startup menjadi UKM yang mapan. <sup>1</sup>
12. Rasio Kewirausahaan (%)	3.08 (2024)	3.60	3.45	4.00	TBED secara langsung menstimulasi kewirausahaan berbasis teknologi. Program seperti <i>Digital Entrepreneurship Academy</i> <sup>5</sup> dan fasilitasi startup (Pilar 4) akan melahirkan lebih banyak wirausahawan baru, terutama di kalangan generasi muda.
<b>IV. Peningkatan Nilai Tambah Pariwisata &amp; Ekonomi Kreatif</b>					
13. Rasio PDB Pariwisata (%)	3.6 (2022)	4.90–5.00	4.70	5.50	Integrasi teknologi digital (Pilar 2) dalam pariwisata (misalnya, <i>smart tourism</i> , platform pemesanan) dan

Sasaran dan Indikator	Baseline (Tahun)	Target RPJMN 2029	Proyeksi 2029 (Tanpa TBED Terintegrasi)	Target 2029 (Dengan TBED Terintegrasi)	Justifikasi Peningkatan Target dengan Intervensi TBED
					pengembangan destinasi yang didukung infrastruktur berkualitas meningkatkan pengalaman dan belanja wisatawan, mendorong pertumbuhan PDB pariwisata melampaui target.
15. Proporsi PDB Ekonomi Kreatif (%)	6.77 (2023)	8.0–8.4	8.1	9.0	Fokus TBED pada subsektor ekonomi kreatif digital seperti aplikasi dan gim (Pilar 3) serta dukungan terhadap talenta kreatif (Pilar 4) akan mengakselerasi pertumbuhan sektor ini. Pengembangan <i>Indonesia Creative Content Fund</i> <sup>1</sup> akan menjadi katalis utama.

*Catatan: Proyeksi "Tanpa TBED Terintegrasi" didasarkan pada asumsi pertumbuhan linear atau sedikit di bawah target resmi untuk merefleksikan potensi hambatan implementasi jika sinergi tidak tercapai. Proyeksi "Dengan TBED Terintegrasi" adalah target ambisius yang dapat dicapai jika rekomendasi kebijakan dalam laporan ini diimplementasikan secara efektif.*

Analisis proyeksi ini menunjukkan "dividen TBED" yang signifikan. Dengan pendekatan yang terintegrasi, Indonesia tidak hanya dapat mencapai, tetapi juga melampaui target-target yang ditetapkan dalam RPJMN. Peningkatan paling dramatis terlihat pada indikator-indikator yang secara langsung dipengaruhi oleh inovasi dan teknologi, seperti proporsi lapangan kerja formal dan rasio kewirausahaan. Hal ini memperkuat argumen bahwa investasi pada TBED bukanlah sekadar biaya, melainkan sebuah investasi strategis dengan imbal hasil ekonomi dan sosial yang tinggi.

### 2.3. Menilai Indikator Kinerja Utama untuk Ekonomi Berbasis Teknologi

Meskipun indikator dalam RPJMN 2025-2029 memberikan gambaran makro yang penting, mereka belum sepenuhnya mampu menangkap nuansa dan dinamika spesifik dari sebuah ekonomi yang digerakkan oleh teknologi. Untuk memastikan bahwa transisi menuju TBED dapat diukur dan dikelola secara efektif, pemerintah perlu melengkapi kerangka pemantauan dan evaluasi (M&E) yang ada dengan serangkaian Indikator Kinerja Utama (*Key Performance Indicators* - KPIs) yang berfokus pada TBED.

Saat ini, metrik keberhasilan ekonomi Indonesia masih sangat berorientasi pada hasil akhir seperti pertumbuhan PDB, tingkat inflasi, dan neraca perdagangan. Sebagai contoh, neraca perdagangan Indonesia secara konsisten mencatatkan surplus dalam beberapa tahun terakhir.<sup>8</sup> Namun, surplus ini menutupi kerentanan struktural: ekspor masih didominasi oleh komoditas mentah atau produk olahan tingkat rendah dengan nilai tambah minimal, sementara impor didominasi oleh barang modal, mesin, dan produk teknologi tinggi.<sup>11</sup> Sebuah kerangka M&E yang berfokus pada TBED akan melihat lebih dalam, melacak

*kualitas dan kompleksitas teknologi* dari ekspor, bukan hanya nilai nominalnya. Peningkatan ekspor feronikel adalah baik, tetapi peningkatan ekspor baterai EV atau semikonduktor adalah indikator keberhasilan TBED yang jauh lebih kuat.

Oleh karena itu, kami mengusulkan adopsi KPIs tambahan berikut untuk melengkapi M&E RPJMN 2025-2029:

#### 1. Indikator Investasi Inovasi:

- **Belanja R&D sebagai Persentase dari PDB:** Ini adalah metrik paling fundamental untuk mengukur komitmen suatu negara terhadap inovasi. Negara-negara maju umumnya berinvestasi di atas 2% dari PDB untuk R&D.<sup>1</sup> Indonesia perlu menetapkan target yang jelas untuk indikator ini.
- **Volume Investasi Modal Ventura (VC):** Mengukur aliran modal swasta ke dalam startup teknologi. Ini adalah indikator kesehatan ekosistem startup dan kepercayaan investor.<sup>1</sup>
- **Pemanfaatan Dana Abadi Riset:** Melacak jumlah dan nilai hibah penelitian yang disalurkan dari dana abadi untuk mendanai riset dasar dan platform teknologi.<sup>12</sup>

#### 2. Indikator Output Inovasi:

- **Jumlah dan Kualitas Paten Teknologi Tinggi:** Melacak jumlah paten yang

diajukan oleh entitas Indonesia, terutama di bidang-bidang strategis seperti bioteknologi, teknologi hijau, dan teknologi digital. Perlu dibedakan antara paten invensi (terobosan) dan paten model utilitas (inkremental) untuk mengukur kedalaman inovasi.<sup>1</sup>

- **Pangsa Ekspor Produk Teknologi Tinggi:** Mengukur persentase produk manufaktur berteknologi tinggi dalam total keranjang ekspor Indonesia. Ini adalah indikator langsung dari pergeseran struktur ekonomi dari berbasis sumber daya ke berbasis teknologi.<sup>11</sup>

### 3. Indikator Kapasitas SDM dan Ekosistem:

- **Kepadatan Talenta Digital (STEM):** Mengukur jumlah profesional di bidang Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (STEM) per kapita atau sebagai persentase dari total angkatan kerja. Ini menunjukkan ketersediaan modal manusia yang krusial untuk TBED.<sup>1</sup>
- **Indeks Kolaborasi Universitas-Industri:** Sebuah indeks komposit yang mengukur jumlah proyek R&D bersama, lisensi teknologi, dan pendanaan industri untuk riset universitas. Ini mengukur efektivitas mekanisme transfer teknologi.

Dengan mengadopsi KPIs ini, para pembuat kebijakan akan memiliki dasbor yang lebih akurat untuk mengukur kemajuan TBED. Ini memungkinkan intervensi yang lebih cepat dan tepat sasaran jika terjadi deviasi dari jalur yang diinginkan, serta memastikan bahwa pertumbuhan ekonomi yang dicapai adalah pertumbuhan yang berkualitas, inovatif, dan berkelanjutan.

## **Bab 3: Portofolio Proyek Katalis untuk Akselerasi TBED**

### **3.1. Mengidentifikasi dan Mengkategorikan Proyek Strategis Nasional (PSN) dan Kegiatan Prioritas**

RPJMN 2025-2029 tidak hanya menetapkan arah kebijakan, tetapi juga mengidentifikasi serangkaian Proyek Strategis Nasional (PSN) dan Kegiatan Prioritas Utama yang menjadi ujung tombak implementasi.<sup>1</sup> Proyek-proyek ini, jika dikelola dan diintegrasikan dengan benar, dapat berfungsi sebagai katalisator yang kuat untuk kelima pilar TBED. Tabel berikut mengkategorikan PSN dan Kegiatan Prioritas Utama yang paling relevan dari dokumen RPJMN ke dalam kerangka lima pilar TBED, memberikan peta jalan strategis bagi para pembuat kebijakan untuk memprioritaskan dan menyinergikan upaya pembangunan.

**Tabel 3.1: Indikasi Proyek Strategis Nasional (PSN) dan Kegiatan Prioritas yang Selaras dengan Pilar-Pilar TBED**

<b>Pilar TBED</b>	<b>Prioritas Nasional (PN) Relevan</b>	<b>Nama Proyek/Kegiatan Prioritas</b>	<b>Lokasi (Indikatif)</b>	<b>Pelaksana (Indikatif)</b>	<b>Kontribusi Strategis untuk TBED</b>
<b>1. Hilirisasi &amp; Industri Bernilai Tambah Tinggi</b>	PN 5, PN 2	Pengembangan Hilirisasi Nikel, Tembaga, Bauksit, Timah	Sulawesi, Maluku, Papua, Kep. Babel	Kementerian Investasi/Hilirisasi, Kemenperin, BUMN, Swasta	Membangun fondasi industri pengolahan mineral, meningkatkan nilai tambah ekspor, dan menciptakan permintaan untuk energi dan tenaga kerja terampil. <sup>1</sup>
	PN 5	Pengembangan Hilirisasi Kelapa Sawit, Kelapa, Rumput Laut	Sumatera, Sulawesi, Maluku	Kementan, Kemenperin, KKP, Swasta	Mendorong diversifikasi ekonomi berbasis agromaritim, menciptakan produk turunan bernilai tinggi (oleokimia, bioenergi, farmasi). <sup>1</sup>
	PN 2	Pengembangan Industri Garam dan	Jawa Timur, Pesisir Nasional	KKP, Kemenperin, BUMN, Swasta	Membangun kemandirian industri

Pilar TBED	Prioritas Nasional (PN) Relevan	Nama Proyek/Kegiatan Prioritas	Lokasi (Indikatif)	Pelaksana (Indikatif)	Kontribusi Strategis untuk TBED
		Produk Olahan Hasil Laut			dasar (soda ash) dan meningkatkan nilai tambah sektor perikanan, mendukung ekonomi biru. <sup>1</sup>
<b>2. Infrastruktur Teknologi Fondasional</b>	PN 3, PN 2	Pembangunan Infrastruktur Jaringan Ketenagalistrikan dan Digitalisasinya (termasuk <i>Super Grid</i> )	Nasional, Sumatera-Jawa	Kementerian ESDM, BUMN (PLN), Swasta	Menyediakan pasokan listrik yang andal dan efisien, prasyarat vital untuk operasional pusat data, pabrik semikonduktor, dan smelter. <sup>1</sup>
	PN 3, PN 2	Pengembangan dan Peningkatan Ekosistem Digital (termasuk Pusat Data Nasional)	Nasional	Kementerian Komunikasi dan Digital, BSSN, Swasta	Membangun fondasi kedaulatan data, mendukung layanan pemerintah digital, e-commerce, dan aplikasi berbasis AI/IoT. <sup>1</sup>
	PN 2	PLTA Kayan 9 GW	Kalimantan Utara,	Swasta,	Menyediakan energi

Pilar TBED	Prioritas Nasional (PN) Relevan	Nama Proyek/Kegiatan Prioritas	Lokasi (Indikatif)	Pelaksana (Indikatif)	Kontribusi Strategis untuk TBED
		Terintegrasi, Proyek EBT lainnya	Nasional	Kementerian ESDM, PLN	bersih untuk mendukung "Hilirisasi Hijau" dan industri berkelanjutan, mengurangi jejak karbon produk Indonesia. <sup>1</sup>
<b>3. Manufaktur Maju &amp; Berkelanjutan</b>	PN 5	Pembangunan Industri Semikonduktor	Lokasi Prioritas	Kemenperin, BRIN, Swasta	Memasuki rantai pasok global teknologi tinggi, mengurangi ketergantungan impor chip, dan menciptakan ekosistem teknologi baru. <sup>1</sup>
	PN 5	Pengembangan Industri Dirgantara	Lokasi Prioritas	Kemenperin, BRIN, BUMN, Swasta	Mengembangkan kapasitas manufaktur berteknologi tinggi dan presisi, dengan potensi aplikasi

Pilar TBED	Prioritas Nasional (PN) Relevan	Nama Proyek/Kegiatan Prioritas	Lokasi (Indikatif)	Pelaksana (Indikatif)	Kontribusi Strategis untuk TBED
					ganda di sektor pertahanan dan sipil. <sup>1</sup>
	PN 5	Pengembangan KI Weda Bay, KIT Batang, KEK Sei Mangkei	Maluku Utara, Jawa Tengah, Sumatera Utara	Kemenperin, Pengelola Kawasan, Swasta	Menciptakan aglomerasi industri yang terintegrasi dengan infrastruktur, logistik, dan pasokan energi, menarik investasi manufaktur skala besar. <sup>1</sup>
<b>4. Ekosistem Inovasi &amp; Talenta</b>	PN 4	Peningkatan Fungsi Intermediasi dan Layanan Pemanfaatan Iptek dan Inovasi	Nasional	BRIN, Perguruan Tinggi	Menjembatani kesenjangan antara hasil riset dan kebutuhan industri, mempercepat komersialisasi teknologi melalui <i>science techno park</i> (STP). <sup>1</sup>

Pilar TBED	Prioritas Nasional (PN) Relevan	Nama Proyek/Kegiatan Prioritas	Lokasi (Indikatif)	Pelaksana (Indikatif)	Kontribusi Strategis untuk TBED
	PN 4	Pengembangan Manajemen Talenta Nasional (MTN) Riset dan Inovasi	Nasional	BRIN, Kementerian Dikti, Sains, dan Teknologi	Menciptakan <i>talent pool</i> peneliti dan inovator unggul untuk mengisi kebutuhan industri teknologi tinggi dan lembaga riset. <sup>1</sup>
	PN 4	Pembangunan dan Penyelenggaraan Sekolah Unggul	Kabupaten/Kota	Kemendikdasmen, Kemenag, Pemda	Mempersiapkan SDM berkualitas sejak dini dengan kurikulum yang berorientasi pada STEM dan pemecahan masalah. <sup>1</sup>
<b>5. Dukungan Integrasi Pasar &amp; Perdagangan</b>	PN 3	Penguatan Ekosistem Aplikasi dan Gim	Nasional	Kemene kraf, Kemkomdig, Kemenperin	Mendorong sektor ekonomi digital dengan potensi ekspor tinggi, membangun kekayaan intelektual domestik. <sup>1</sup>

<b>Pilar TBED</b>	<b>Prioritas Nasional (PN) Relevan</b>	<b>Nama Proyek/Kegiatan Prioritas</b>	<b>Lokasi (Indikatif)</b>	<b>Pelaksana (Indikatif)</b>	<b>Kontribusi Strategis untuk TBED</b>
	PN 3	Pengembangan Koperasi Sektor Produksi	Nasional	Kemenkop UKM, Pemda	Mengintegrasikan produsen kecil (petani, nelayan) ke dalam rantai nilai agromaritim yang lebih besar dan pasar digital. <sup>1</sup>
	PN 6	Peningkatan Daya Saing melalui Kartu Usaha Produktif	Nasional	Kemenko PMK, Kemenkop UKM	Mendorong digitalisasi dan peningkatan skala UMKM agar mampu bersaing di pasar yang lebih luas, termasuk platform e-commerce. <sup>1</sup>

Sumber: Diolah dari <sup>1</sup>, Lampiran Daftar Kegiatan Prioritas Utama dan Daftar Indikasi Proyek Strategis Nasional.

Portofolio proyek ini menunjukkan ambisi pemerintah untuk melakukan intervensi di berbagai titik kritis dalam rantai nilai ekonomi. Namun, nilai strategis sesungguhnya tidak terletak pada pelaksanaan proyek-proyek ini secara individual, melainkan pada kemampuan untuk menyinergikan dan mengintegrasikannya.

### 3.2. Analisis Sinergi Proyek: Menciptakan Siklus yang Memberi Manfaat

Dampak dari portofolio proyek yang diuraikan di atas bersifat multiplikatif, bukan aditif. Keberhasilan satu proyek seringkali menjadi prasyarat atau pendorong bagi proyek lainnya, menciptakan sebuah siklus yang saling menguatkan (*virtuous cycle*). Memahami dan mengelola interdependensi ini adalah kunci untuk memaksimalkan hasil pembangunan dari investasi yang dilakukan.

Sebagai contoh, sinergi antara pilar-pilar TBED dapat diilustrasikan sebagai berikut: Proyek **Pengembangan Hilirisasi Nikel** (Pilar 1) di Kawasan Industri Weda Bay (Pilar 3) memerlukan pasokan energi yang sangat besar dan andal.<sup>1</sup> Keberlanjutan dan daya saing global dari produk nikel tersebut akan sangat bergantung pada ketersediaan energi bersih dari proyek

**PLTA Kayan** atau pembangkit EBT lainnya (Pilar 2).<sup>1</sup> Tanpa pasokan energi hijau, industri hilirisasi nikel Indonesia akan menghasilkan produk dengan jejak karbon tinggi, yang berisiko menghadapi hambatan perdagangan seperti

*Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) di pasar Eropa dan AS, sehingga merusak tujuan peningkatan nilai ekspor.

Selanjutnya, baik operasional smelter nikel maupun pembangkit listrik tenaga air yang canggih memerlukan tenaga kerja terampil. Di sinilah peran proyek-proyek dalam Pilar 4 menjadi krusial. Program **Pengembangan Manajemen Talenta Nasional Riset dan Inovasi** dan **Peningkatan Relevansi dan Perluasan Akses Pendidikan Tinggi** (khususnya di bidang teknik dan sains) harus mampu menghasilkan insinyur dan teknisi yang dibutuhkan oleh industri-industri baru tersebut.<sup>1</sup> Kegagalan dalam menyediakan talenta lokal akan mengakibatkan ketergantungan pada tenaga kerja asing dan menghambat transfer teknologi yang efektif.

Pada akhirnya, produk akhir dari hilirisasi dan manufaktur maju ini harus dapat menjangkau pasar global. Keberhasilan ini didukung oleh proyek-proyek dalam Pilar 5, seperti **Peningkatan Partisipasi dalam Rantai Nilai Global** dan pemanfaatan FTA, serta infrastruktur logistik yang efisien dari Pilar 2.

Namun, di tengah potensi sinergi ini, terdapat sebuah risiko strategis yang signifikan: potensi "infrastruktur kotor" (*dirty infrastructure*) untuk mengunci Indonesia dalam jalur pembangunan yang tidak berkelanjutan. Banyak proyek smelter nikel yang ada saat ini

dan yang sedang dibangun masih sangat bergantung pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) batubara captive yang dibangun secara khusus untuk smelter tersebut.<sup>2</sup> Praktik ini, meskipun mempercepat pembangunan smelter, menciptakan beberapa masalah fundamental. Pertama, ini secara langsung bertentangan dengan tujuan Ekonomi Hijau dalam PN 2 dan komitmen iklim nasional. Kedua, ini menciptakan produk dengan jejak karbon yang tinggi, yang akan semakin sulit diterima di pasar internasional yang sadar lingkungan.

Jika tidak ada intervensi kebijakan yang tegas, pola ini akan berulang. Pembangunan kawasan industri baru seperti KI Weda Bay atau KIT Batang akan secara otomatis mendorong pembangunan PLTU captive baru karena dianggap sebagai solusi tercepat dan termurah secara finansial jangka pendek. Hal ini akan menciptakan *path dependency* atau ketergantungan jalur yang sulit diubah di masa depan, di mana Indonesia memiliki kapasitas industri pengolahan yang besar namun dengan fondasi energi yang kotor dan tidak kompetitif secara lingkungan.

Oleh karena itu, kebijakan yang paling krusial adalah menciptakan **integrasi yang diwajibkan (*mandated integration*)** antara pembangunan kawasan industri baru (Pilar 3) dengan proyek-proyek infrastruktur energi hijau (Pilar 2). Pemerintah harus menggunakan instrumen perizinan dan insentif untuk memastikan bahwa setiap investasi industri baru di kawasan strategis harus terhubung dan mendapatkan pasokan listrik dari jaringan yang semakin hijau atau dari pembangkit EBT yang dibangun secara paralel. Tanpa langkah tegas ini, sinergi antara pilar-pilar TBED akan gagal terwujud, dan Indonesia berisiko membangun ekonomi masa depan di atas fondasi masa lalu yang tidak berkelanjutan.

## **Bab 4: Memobilisasi Pendanaan Non-APBN untuk Ekonomi Berbasis Teknologi**

### **4.1. Peran Strategis Pendanaan Non-Anggaran Pemerintah**

Akselerasi pembangunan ekonomi berbasis teknologi (TBED) menuntut investasi modal dalam skala masif yang jauh melampaui kapasitas fiskal Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN). Sebagaimana diakui dalam Bab V RPJMN 2025-2029, terdapat kesenjangan pendanaan (*financing gap*) yang signifikan antara kebutuhan pembangunan dan ketersediaan anggaran pemerintah.<sup>1</sup> Oleh karena itu, mobilisasi dan optimalisasi sumber pendanaan non-APBN bukan lagi menjadi pilihan, melainkan sebuah keharusan strategis. Peran sektor swasta, Badan Usaha Milik Negara (BUMN), dan lembaga keuangan internasional menjadi krusial untuk mewujudkan ambisi TBED Indonesia.

Pendekatan ini sejalan dengan praktik terbaik di negara-negara lain yang telah berhasil mengembangkan ekosistem teknologi. Sebagai contoh, studi mengenai program TBED di Amerika Serikat menunjukkan bahwa pendanaan pemerintah, baik federal maupun negara bagian, seringkali berfungsi sebagai katalis atau pengungkit (*leverage*) untuk menarik investasi yang lebih besar dari industri dan universitas. Dalam studi tersebut, kontribusi industri dan universitas mencapai sekitar 21% dari total pendanaan program, menunjukkan pentingnya model kemitraan.<sup>1</sup>

RPJMN 2025-2029 menggarisbawahi pentingnya bauran sumber pendanaan, yang mencakup investasi swasta, penugasan BUMN, skema Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU), serta pendanaan dari masyarakat seperti filantropi dan dana keagamaan.<sup>1</sup> Strategi pendanaan ini diarahkan untuk tidak hanya menutup kesenjangan fiskal, tetapi juga untuk membawa serta keahlian teknis, efisiensi manajemen, dan inovasi yang dimiliki oleh sektor swasta. Dengan demikian, peran pemerintah bergeser dari sekadar penyedia dana menjadi fasilitator, regulator, dan mitra strategis yang menciptakan lingkungan kondusif bagi investasi teknologi.

## 4.2. Analisis Mekanisme Pendanaan Kunci untuk TBED

Untuk memobilisasi sumber daya secara efektif, diperlukan pemahaman mendalam mengenai berbagai mekanisme pendanaan non-APBN dan kesesuaiannya untuk berbagai jenis proyek TBED. Setiap mekanisme memiliki karakteristik, profil risiko, dan persyaratan yang berbeda, sehingga memerlukan pendekatan yang disesuaikan.

- Kerja Sama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU): Secara tradisional, skema KPBU di Indonesia banyak digunakan untuk proyek infrastruktur fisik dengan aliran pendapatan yang jelas, seperti jalan tol dan bandara.<sup>20</sup> Namun, untuk mendukung TBED, model KPBU perlu diadaptasi. Proyek TBED seperti pembangunan pusat data, *science and technology parks*, atau fasilitas riset dan pengujian bersama memiliki profil risiko teknologi yang lebih tinggi dan model pendapatan yang mungkin tidak langsung.<sup>1</sup> Pemerintah dapat mengurangi risiko bagi investor swasta melalui skema *Availability Payment* atau memberikan jaminan. Keberhasilan KPBU di sektor transportasi, seperti pada proyek kereta api Makassar-Parepare yang menggunakan *blended financing*, menunjukkan bahwa model ini fleksibel dan dapat diterapkan pada proyek yang lebih kompleks.<sup>20</sup> Pembentukan Pusat Pembiayaan Infrastruktur Transportasi (PPIT) di Kemenhub menjadi contoh penguatan kelembagaan untuk mendorong pembiayaan kreatif ini.<sup>21</sup> Tantangannya adalah mengembangkan instrumen *de-risking* yang efektif dan model bisnis yang menarik bagi investor untuk berinvestasi di infrastruktur teknologi.<sup>1</sup>
- Investasi BUMN: RPJMN 2025-2029 secara eksplisit menempatkan BUMN sebagai "agen pembangunan" (agent of development).<sup>1</sup> Peran ini sangat strategis dalam TBED. BUMN dapat diarahkan untuk melakukan investasi pionir di sektor-sektor yang krusial namun mungkin belum menarik bagi swasta murni. Contohnya, PT PLN (Persero) dapat memimpin investasi dalam infrastruktur EBT dan *super grid* yang esensial untuk industri hijau.<sup>23</sup> PT Telkom Indonesia (Persero) Tbk dan anak usahanya, Telkomsel, dapat mengakselerasi pembangunan infrastruktur digital dan platform digital untuk UMKM.<sup>25</sup> Sementara itu, holding BUMN seperti Danareksa dapat berperan dalam mengembangkan dan mengelola kawasan-kawasan industri berteknologi tinggi.<sup>26</sup> Investasi BUMN ini dapat menjadi jangkar yang menarik

investasi lanjutan dari swasta dan membentuk ekosistem industri.

- **Investasi Swasta dan Penanaman Modal Asing (PMA/FDI):** Menarik investasi swasta, baik domestik maupun asing, ke dalam sektor TBED adalah tujuan akhir. Ini memerlukan lebih dari sekadar promosi; dibutuhkan lingkungan regulasi yang stabil, kepastian hukum, dan insentif yang ditargetkan.<sup>27</sup> Pengalaman pada sektor hilirisasi nikel menunjukkan bahwa PMA, terutama dari Tiongkok, sangat krusial untuk penyediaan modal dan teknologi.<sup>28</sup> Namun, hal ini juga membawa tantangan, yaitu memastikan terjadinya transfer teknologi yang nyata dan mencegah model bisnis yang hanya bersifat ekstraktif atau semi-pengolahan.<sup>29</sup> Untuk menarik investasi pada manufaktur produk akhir dan R&D, pemerintah perlu menawarkan insentif yang lebih kuat, seperti *super tax deduction* untuk kegiatan R&D dan vokasi<sup>30</sup>, serta kemudahan perizinan yang terintegrasi.
- **Pendanaan Inovatif dan Campuran (Innovative and Blended Finance):** Ini adalah area yang paling krusial untuk mendanai inovasi tahap awal dan proyek-proyek dengan dampak sosial-lingkungan yang tinggi.
  - **Dana Abadi (*Endowment Funds*):** RPJMN menyebutkan pengembangan dana abadi<sup>1</sup>, dan ini adalah instrumen yang sangat tepat untuk TBED. Dana abadi riset, yang dikelola oleh LPDP dan berkolaborasi dengan BRIN, menyediakan sumber pendanaan jangka panjang dan sabar (*patient capital*) yang terisolasi dari siklus anggaran tahunan.<sup>12</sup> Dana ini sangat ideal untuk mendanai riset dasar dan pengembangan platform teknologi, yang merupakan "lembah kematian" bagi inovasi.<sup>1</sup> Meskipun dana abadi penelitian telah mencapai sekitar Rp 12.9 triliun<sup>32</sup>, jumlah ini masih perlu ditingkatkan secara signifikan dan dikelola secara profesional untuk dapat memberikan dampak transformatif. Universitas-universitas besar seperti UI juga mulai mengembangkan dana abadi mereka sendiri, yang dapat menjadi sumber pendanaan riset tambahan.<sup>34</sup>
  - **Obligasi Hijau/Biru dan Pendanaan Tematik:** RPJMN secara eksplisit menyebutkan pengembangan instrumen ini.<sup>1</sup> Instrumen ini dapat digunakan untuk membiayai proyek-proyek spesifik yang selaras dengan Pilar 2 (misalnya, proyek EBT) dan Pilar 3 (misalnya, pembangunan pabrik dengan konsep ekonomi sirkular). Ini memungkinkan pemerintah untuk mengakses pasar modal global yang semakin peduli terhadap isu keberlanjutan.
  - **Modal Ventura dan Modal Benih (*Venture Capital & Seed Capital*):** Studi

menunjukkan adanya kesenjangan pendanaan yang signifikan bagi perusahaan rintisan teknologi pada tahap awal (*early-stage*).<sup>1</sup> Sektor swasta seringkali enggan masuk karena risiko yang tinggi. Di sinilah peran pemerintah menjadi penting, bukan sebagai pengganti, tetapi sebagai katalis. Pemerintah dapat membentuk *fund-of-funds* yang berinvestasi di perusahaan modal ventura swasta, memberikan insentif pajak bagi *angel investor*, atau menjalankan program modal benih yang didanai pemerintah untuk membantu startup mencapai tahap di mana mereka dapat menarik pendanaan swasta.

**Tabel 4.1: Pemetaan Mekanisme Pendanaan Non-APBN terhadap Pilar dan Siklus Hidup Teknologi TBED**

Tabel berikut memberikan panduan strategis bagi pembuat kebijakan untuk memilih instrumen pendanaan yang paling sesuai untuk setiap jenis inisiatif TBED, berdasarkan pilar strategis dan tahapannya dalam siklus hidup inovasi.

<b>Pilar TBED</b>	<b>Tahap Siklus Hidup Teknologi (Model TEM)</b>	<b>Mekanisme Pendanaan Non-APBN yang Sesuai</b>	<b>Rationale / Contoh di Indonesia</b>
<b>1. Hilirisasi &amp; Industri Bernilai Tambah Tinggi</b>	Pengembangan Teknologi Kepemilikan, Scale-Up/Pembentukan Modal	Investasi Swasta (PMA/PMDN), Investasi BUMN, Pinjaman Korporasi	Proyek hilirisasi nikel, tembaga, dan bauksit didominasi oleh investasi swasta (terutama PMA) dan BUMN (MIND ID) karena memerlukan modal besar dan teknologi yang sudah ada. <sup>35</sup>
<b>2. Infrastruktur Teknologi Fondasional</b>	Infrastruktur Teknis	KPBU ( <i>Availability/Performance-based</i> ), Penugasan BUMN, Obligasi Infrastruktur, <i>Green/Blue Bonds</i>	Proyek Palapa Ring dan SATRIA-1 menggunakan skema KPBU. <sup>37</sup> Pembangunan jaringan listrik dan EBT oleh PLN (BUMN). <sup>23</sup> <i>Green bonds</i> dapat membiayai proyek EBT.
<b>3. Manufaktur Maju &amp; Berkelanjutan</b>	Scale-Up/Pembentukan Modal, Pengembangan Pasar	Investasi Swasta (PMA/PMDN), <i>Corporate Venture Capital</i> (CVC), Pinjaman Perbankan	Pembangunan pabrik semikonduktor atau baterai EV memerlukan investasi swasta skala besar. Bank dapat

Pilar TBED	Tahap Siklus Hidup Teknologi (Model TEM)	Mekanisme Pendanaan Non-APBN yang Sesuai	Rationale / Contoh di Indonesia
			memberikan kredit investasi dengan dukungan insentif pemerintah.
<b>4. Ekosistem Inovasi &amp; Talenta</b>	Basis Sains, Platform Teknologi ("Lembah Kematian")	Dana Abadi Riset, Hibah Filantropi, Modal Ventura Tahap Awal ( <i>Seed/Venture Capital</i> ), Dana CSR	Dana Abadi Penelitian yang dikelola LPDP/BRIN untuk riset dasar dan terapan. <sup>12</sup> Perlu adanya skema modal ventura yang didukung pemerintah untuk startup tahap awal. <sup>1</sup>
<b>5. Dukungan Integrasi Pasar &amp; Perdagangan</b>	Pengembangan Pasar	Investasi Swasta (Platform E-commerce), <i>Financing</i> Rantai Pasok, Modal Kerja dari Perbankan/FinTech	Investasi oleh platform digital seperti PaDi UMKM untuk mengintegrasikan UMKM ke pasar B2B. <sup>25</sup> Pinjaman modal kerja dari P2P lending untuk UMKM yang ingin memperluas pasar. <sup>1</sup>

Dengan memahami pemetaan ini, pemerintah dapat merancang intervensi kebijakan yang lebih cerdas, menggunakan dana publik yang terbatas untuk mengurangi risiko dan menarik modal swasta ke area-area yang paling strategis untuk pembangunan ekonomi berbasis teknologi di Indonesia.

## **Bab 5: Arsitektur Regulasi dan Kelembagaan untuk TBED**

### **5.1. Kebutuhan Kerangka Legislatif Kritis untuk Lingkungan TBED yang Kondusif**

Pembangunan ekonomi berbasis teknologi tidak dapat berkembang dalam ruang hampa regulasi. Diperlukan sebuah arsitektur legislatif yang modern, adaptif, dan memberikan kepastian hukum untuk mendorong inovasi, melindungi investasi, dan mengelola risiko yang timbul dari kemajuan teknologi. RPJMN 2025-2029 telah mengidentifikasi beberapa kebutuhan penyusunan dan perubahan Rancangan Undang-Undang (RUU) yang krusial. Tabel berikut mengompilasi RUU yang paling relevan untuk TBED, menjelaskan urgensi dan kontribusi strategisnya bagi kelima pilar yang telah diidentifikasi.

Tabel 5.1: Kerangka Regulasi yang Dibutuhkan untuk Implementasi TBED

Rancangan Undang-Undang (RUU)	Prioritas Nasional (PN) Relevan	Urgensi dan Kontribusi Strategis untuk TBED
<b>RUU tentang Keamanan dan Ketahanan Siber</b>	PN 2	<b>Mendukung Pilar 2 (Infrastruktur Teknologi).</b> RUU ini sangat mendesak untuk melindungi infrastruktur digital kritis (pusat data, jaringan telekomunikasi) dan data ekonomi dari serangan siber yang semakin meningkat. Tanpa keamanan siber yang kuat, kepercayaan terhadap ekonomi digital akan terkikis, menghambat adopsi FinTech, e-commerce, dan layanan pemerintah digital. <sup>1</sup>
<b>RUU tentang Perubahan atas UU No. 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian</b>	PN 5	<b>Mendukung Pilar 3 (Manufaktur Maju).</b> RUU ini krusial untuk memberikan landasan hukum bagi implementasi peta jalan <i>Making Indonesia 4.0</i> . Ini akan mengatur konsep-konsep baru seperti "pabrik cerdas" ( <i>smart factory</i> ), "industri cerdas," dan "standar industri digital," serta memberikan insentif untuk adopsi teknologi hijau di sektor manufaktur. Ini adalah fondasi regulasi untuk transformasi industri nasional [ <sup>1</sup> , p. 158, S_D56].
<b>RUU tentang Badan Usaha</b>	PN 7	<b>Mendukung Pilar 3 &amp; 5 (Manufaktur &amp; Integrasi Pasar).</b> RUU ini bertujuan menyatukan dan memodernisasi kerangka hukum bagi badan usaha, mengakomodasi model bisnis digital dan aktivitas ekonomi lintas batas. Ini akan memberikan kepastian hukum dan fleksibilitas bagi startup teknologi dan perusahaan digital untuk beroperasi dan berekspansi, yang esensial untuk ekosistem kewirausahaan yang dinamis. <sup>1</sup>

Rancangan Undang-Undang (RUU)	Prioritas Nasional (PN) Relevan	Urgensi dan Kontribusi Strategis untuk TBED
<b>RUU tentang Jaminan Benda Bergerak</b>	PN 7	<b>Mendukung Pilar 4 (Ekosistem Inovasi).</b> RUU ini penting untuk memfasilitasi pembiayaan bagi startup dan perusahaan teknologi yang aset utamanya seringkali berupa benda tidak berwujud atau bergerak (kekayaan intelektual, perangkat lunak, peralatan canggih). Dengan kerangka jaminan yang jelas, lembaga keuangan akan lebih bersedia memberikan pinjaman, mengatasi salah satu hambatan utama bagi pertumbuhan startup. <sup>1</sup>
<b>RUU tentang Pembentukan Peraturan Perundang-undangan</b>	PN 7	<b>Mendukung Semua Pilar (Lintas Sektor).</b> RUU ini bertujuan untuk mentransformasi tata kelola regulasi, membuatnya lebih sederhana, sinergis, dan adaptif (misalnya melalui metode <i>omnibus</i> ). Bagi TBED yang dinamis dan cepat berubah, regulasi yang <i>agile</i> dan tidak tumpang tindih adalah prasyarat mutlak untuk menghindari hambatan inovasi dan investasi. <sup>1</sup>
<b>RUU tentang Perubahan atas UU No. 16 Tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan</b>	PN 2	<b>Mendukung Pilar 1 (Hilirisasi Agromaritim).</b> Untuk mendukung hilirisasi berbasis agromaritim, diperlukan penguatan sektor hulu. RUU ini bertujuan memperkuat sistem penyuluhan untuk meningkatkan produktivitas dan adopsi teknologi modern (misalnya, <i>precision agriculture</i> ) di tingkat petani dan nelayan, memastikan pasokan bahan baku yang berkualitas dan berkelanjutan untuk industri pengolahan. <sup>1</sup>
<b>RUU tentang Pembentukan Danantara sebagai Lembaga Sui Generis</b>	PN 5	<b>Mendukung Pilar 1 &amp; 4 (Hilirisasi &amp; Inovasi).</b> RUU ini mengusulkan pembentukan lembaga yang bertugas mengelola investasi dan BUMN secara terpadu. Ini dapat menjadi instrumen kuat untuk

<b>Rancangan Undang-Undang (RUU)</b>	<b>Prioritas Nasional (PN) Relevan</b>	<b>Urgensi dan Kontribusi Strategis untuk TBED</b>
		mengarahkan investasi BUMN ke sektor-sektor strategis TBED, mengoptimalkan aset negara untuk inovasi, dan mempercepat proyek-proyek hilirisasi skala besar dengan tata kelola yang lebih baik. <sup>1</sup>

Pengesahan dan implementasi kerangka regulasi ini akan mengirimkan sinyal kuat kepada investor dan inovator, baik domestik maupun internasional, bahwa Indonesia serius dalam membangun ekonomi berbasis teknologi yang kompetitif dan berkelanjutan.

## 5.2. Memperkuat Ekosistem Kelembagaan

Selain kerangka legislatif, keberhasilan TBED sangat bergantung pada arsitektur kelembagaan yang kuat dan sinergis. Undang-undang hanya akan efektif jika diimplementasikan oleh lembaga-lembaga yang kompeten, terkoordinasi dengan baik, dan memiliki mandat yang jelas. RPJMN 2025-2029 mengisyaratkan peran penting beberapa lembaga kunci dalam ekosistem inovasi Indonesia.

- Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN): Sebagai lembaga yang mengkonsolidasikan kegiatan riset dan inovasi nasional, BRIN memegang peran sentral dalam Pilar 4 (Ekosistem Inovasi dan Talenta). Mandat utamanya adalah mendorong riset yang menghasilkan invensi dan inovasi untuk mendukung hilirisasi industri.<sup>18</sup> BRIN diharapkan dapat menjadi jembatan yang menghubungkan dunia penelitian dengan kebutuhan industri, terutama dalam pengembangan

**Platform Teknologi** sebagaimana diuraikan dalam Model Elemen Teknologi (TEM).<sup>1</sup> Melalui Forum Komunikasi Riset dan Inovasi (FKRI), BRIN berupaya memetakan kebutuhan riset dari kementerian, lembaga, dan industri untuk memastikan relevansi hasil penelitian.<sup>38</sup> Namun, tantangan besar yang dihadapi BRIN adalah memastikan hasil risetnya tidak berhenti sebagai publikasi akademis, tetapi dapat dikomersialisasikan secara efektif oleh industri. Ini memerlukan skema transfer teknologi yang efisien dan kolaborasi yang erat dengan pelaku usaha.<sup>40</sup>

- Kolaborasi Riset dan Inovasi Industri Kecerdasan Artifisial (KORIKA): KORIKA dapat dilihat sebagai model ideal untuk kolaborasi Triple Helix (atau Hexa-Helix) di Indonesia.<sup>42</sup> Dengan menyatukan pemerintah, akademisi, industri, komunitas, dan media dalam satu wadah yang berfokus pada teknologi kunci (AI), KORIKA menunjukkan bagaimana sinergi dapat diciptakan untuk mengakselerasi pengembangan dan adopsi teknologi strategis. Model seperti KORIKA perlu direplikasi untuk bidang-bidang teknologi prioritas lainnya, seperti bioteknologi, teknologi material, dan energi terbarukan, untuk menciptakan ekosistem inovasi yang terfokus dan berdampak.

- Kolaborasi Universitas-Industri: Universitas adalah sumber utama dari Basis Sains dan talenta dalam ekosistem TBED. Namun, hubungan antara universitas dan industri di Indonesia seringkali masih bersifat sporadis. Mengacu pada model yang sukses di negara lain, seperti yang didorong oleh Bayh-Dole Act di AS, diperlukan mekanisme kelembagaan yang lebih terstruktur untuk memfasilitasi aliran pengetahuan dan teknologi.<sup>1</sup> Ini termasuk penguatan Kantor Transfer Teknologi ( *Technology Transfer Office* - TTO) di universitas, pengembangan taman sains dan teknologi (*science & technology parks*) yang terintegrasi dengan kampus, dan skema pendanaan bersama untuk proyek riset terapan. Kebijakan "link and match" yang disebut dalam RPJMN<sup>1</sup> adalah langkah awal yang baik, tetapi harus diperkuat dengan insentif dan struktur kelembagaan yang nyata untuk mendorong kolaborasi yang lebih dalam dan berkelanjutan.

Di tengah upaya penguatan lembaga-lembaga ini, muncul risiko fragmentasi kelembagaan. RPJMN 2025-2029 mengusulkan pembentukan beberapa badan baru, seperti "Lembaga Tunggal Pengelola Regulasi"<sup>1</sup> dan "Badan Regulator Air Minum dan Sanitasi".<sup>1</sup> Sementara itu, BRIN mengkonsolidasikan riset, Kementerian Komunikasi dan Digital menjalankan program talenta digital<sup>4</sup>, dan Kementerian Perindustrian mengawal program *Making Indonesia 4.0*.

Agar TBED berhasil, lembaga-lembaga ini tidak boleh beroperasi dalam silo. Harus ada mekanisme koordinasi tingkat tinggi yang memastikan program-program mereka saling mendukung dan terarah pada tujuan yang sama. Sebagai contoh, riset BRIN tentang material maju harus menjadi masukan langsung bagi strategi industri Kemenperin. Program talenta digital Kominfo harus dirancang untuk memasok keahlian spesifik yang dibutuhkan oleh industri semikonduktor atau AI yang sedang dikembangkan. Tanpa sinkronisasi yang kuat, upaya-upaya ini akan kehilangan daya ungkitnya. Oleh karena itu, pembentukan sebuah komite pengarah atau gugus tugas TBED tingkat tinggi yang dikoordinasikan oleh salah satu Kementerian Koordinator atau bahkan melapor langsung kepada Presiden menjadi sangat esensial untuk memastikan adanya pendekatan *whole-of-government* dalam mengakselerasi transformasi ekonomi Indonesia.

## Bab 6: Sintesis Kebijakan dan Rekomendasi Strategis

### 6.1. Mensintesis Temuan Kunci: Mengatasi Kesenjangan

Analisis komprehensif terhadap RPJMN 2025-2029 melalui lensa Pembangunan Ekonomi Berbasis Teknologi (TBED) mengungkapkan bahwa Indonesia berada di persimpangan jalan yang krusial. Rencana pembangunan telah meletakkan hampir semua komponen yang diperlukan untuk sebuah transformasi ekonomi berbasis teknologi. Namun, analisis ini juga menyoroti adanya sejumlah kesenjangan, kontradiksi, dan tantangan implementasi yang harus diatasi secara strategis agar potensi tersebut dapat terwujud sepenuhnya. Sintesis dari temuan-temuan kunci dalam laporan ini dapat dirangkum sebagai berikut:

- Kontradiksi antara Hilirisasi dan Ekonomi Hijau:** Terdapat ketegangan fundamental antara ambisi hilirisasi sumber daya alam, khususnya nikel, yang saat ini sangat bergantung pada energi batubara<sup>2</sup>, dengan tujuan pembangunan ekonomi hijau dan komitmen penurunan emisi dalam PN 2. Jika tidak dikelola, Indonesia berisiko membangun industri bernilai tambah dengan fondasi energi yang kotor, yang akan merusak daya saing jangka panjang dan keberlanjutan lingkungan.
- Kesenjangan antara Pasokan Talenta dan Permintaan Industri:** Meskipun ada program ambisius seperti *Digital Talent Scholarship*<sup>4</sup>, masih terdapat kesenjangan yang signifikan antara keterampilan yang dihasilkan oleh sistem pendidikan dan kebutuhan spesifik industri teknologi tinggi yang dinamis. Diperlukan mekanisme yang lebih responsif untuk menyelaraskan kurikulum dengan permintaan pasar tenaga kerja secara *real-time*.
- Kesenjangan Integrasi antara Infrastruktur dan Industri:** Pembangunan infrastruktur fisik (jalan, pelabuhan) dan digital (jaringan internet, pusat data) seringkali tidak berjalan seiring dengan pengembangan kawasan industri. Hal ini menyebabkan kawasan industri menjadi enklave yang terisolasi dengan biaya logistik yang tetap tinggi dan konektivitas digital yang tidak memadai, sehingga menghambat efisiensi dan daya tarik investasi.<sup>13</sup>
- Tantangan antara Potensi Pendanaan dan Mobilisasi:** Indonesia memiliki akses ke

berbagai sumber pendanaan non-APBN, mulai dari KPBU, investasi BUMN, PMA, hingga instrumen inovatif seperti dana abadi dan obligasi hijau.<sup>1</sup> Namun, tantangannya terletak pada mobilisasi dana-dana ini secara efektif untuk proyek-proyek TBED yang memiliki profil risiko lebih tinggi dan horizon waktu yang lebih panjang dibandingkan proyek infrastruktur konvensional.

- **Tantangan antara Pembentukan Institusi dan Koordinasi:** Pembentukan lembaga-lembaga baru dan konsolidasi fungsi (seperti BRIN) adalah langkah positif. Namun, risiko utama adalah fragmentasi dan tumpang tindih mandat antar lembaga. Tanpa sebuah mekanisme koordinasi tingkat tinggi yang kuat, sinergi antara kebijakan industri, inovasi, pendidikan, dan infrastruktur tidak akan tercapai.<sup>41</sup>
- **Kesenjangan Pembangunan Jawa vs. Luar Jawa:** Tantangan pemerataan pembangunan tetap menjadi isu sentral. Studi kasus pada distribusi pinjaman FinTech menunjukkan bagaimana inovasi digital sekalipun cenderung terkonsentrasi di Jawa, di mana infrastruktur dan aktivitas ekonomi lebih matang. Ini menggarisbawahi bahwa penyebaran manfaat TBED ke seluruh Indonesia memerlukan intervensi kebijakan afirmatif yang disengaja.<sup>1</sup>

Mengatasi kesenjangan-kesenjangan ini memerlukan pergeseran dari pendekatan sektoral menuju sebuah pendekatan *whole-of-government* yang terintegrasi, di mana setiap kebijakan dan proyek dilihat sebagai bagian dari sebuah strategi besar untuk membangun ekonomi Indonesia yang inovatif, berdaya saing, dan berkelanjutan.

## 6.2. Serangkaian Rekomendasi yang Dapat Ditindaklanjuti untuk Pembuat Kebijakan

Berdasarkan analisis dan sintesis yang telah dipaparkan, dokumen kebijakan ini merumuskan serangkaian rekomendasi yang spesifik, terukur, dan dapat ditindaklanjuti. Rekomendasi ini disusun berdasarkan kelima pilar TBED dan dirancang untuk memberikan solusi konkret terhadap kesenjangan yang telah diidentifikasi, dengan tujuan memaksimalkan dampak dari implementasi RPJMN 2025-2029.

### Rekomendasi untuk Pilar 1: Hilirisasi dan Industri Bernilai Tambah Tinggi

- **Mewajibkan Hilirisasi Hijau:** Pemerintah, melalui Kementerian Investasi/Hilirisasi dan Kementerian ESDM, harus menetapkan regulasi yang mewajibkan semua investasi smelter dan fasilitas pengolahan baru untuk menggunakan pasokan listrik

dari sumber Energi Baru Terbarukan (EBT). Untuk investasi yang sudah ada, perkenalkan skema insentif "Hilirisasi Hijau" berupa *tax allowance* atau subsidi energi hijau untuk mendorong transisi dari PLTU *captive*. Langkah ini akan menyelaraskan PN 5 dengan PN 2, memitigasi risiko hambatan perdagangan berbasis karbon (seperti CBAM Uni Eropa), dan memosisikan Indonesia sebagai pemimpin global dalam pemrosesan mineral yang berkelanjutan.

### **Rekomendasi untuk Pilar 2: Infrastruktur Teknologi Fondasional**

- **Sinkronisasi Pembangunan Infrastruktur Fisik dan Digital:** Bappenas harus memastikan bahwa rencana pembangunan infrastruktur digital (BTS, serat optik, pusat data) diprioritaskan dan disinkronkan dengan lokasi 23 kawasan industri/KEK prioritas<sup>1</sup> dan 30 kawasan perdesaan prioritas.<sup>1</sup> Ini akan mencegah terciptanya kawasan industri yang terisolasi secara digital dan memastikan bahwa manfaat konektivitas dapat dirasakan secara merata untuk mendukung manufaktur cerdas dan ekonomi digital lokal.

### **Rekomendasi untuk Pilar 3: Manufaktur Maju dan Berkelanjutan**

- **Luncurkan Program Hibah Otomatisasi Nasional untuk UKM:** Kementerian Perindustrian, bekerja sama dengan Kementerian Keuangan, disarankan untuk meluncurkan "Program Hibah Otomatisasi Nasional". Program ini dapat didanai melalui skema KPBU atau *blended finance*, menyediakan dana pendamping (*matching fund*) bagi Usaha Kecil dan Menengah (UKM) di lima sektor manufaktur prioritas untuk mengadopsi teknologi Industri 4.0. Program ini secara langsung mengatasi hambatan biaya tinggi yang menjadi kendala utama bagi UKM dalam melakukan modernisasi.<sup>45</sup>

### **Rekomendasi untuk Pilar 4: Ekosistem Inovasi dan Talenta**

- **Bentuk Dewan Talenta TBED:** Perlu dibentuk sebuah "Dewan Talenta TBED" yang bersifat lintas sektoral, diketuai bersama oleh perwakilan dari BRIN, Kementerian Komunikasi dan Digital, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi, Kementerian Perindustrian, serta asosiasi industri terkait (seperti KORIKA). Tugas utama dewan ini adalah melakukan tinjauan tahunan dan menyelaraskan kurikulum program *Digital Talent Scholarship*<sup>5</sup> dan program studi di perguruan tinggi dengan proyeksi permintaan talenta yang eksplisit untuk lima tahun ke depan dari industri-industri prioritas.

## Rekomendasi untuk Pilar 5: Dukungan Integrasi Pasar dan Perdagangan

- **Bentuk Unit Khusus Utilisasi FTA:** Kementerian Perdagangan disarankan untuk membentuk "Unit Utilisasi FTA" yang berdedikasi. Unit ini tidak hanya berfungsi sebagai pusat informasi, tetapi juga memberikan bantuan teknis dan pendampingan langsung (*hands-on*) kepada eksportir berbasis teknologi dan manufaktur untuk menavigasi persyaratan kompleks seperti *Rules of Origin* (RoO) dan standar teknis lainnya. Ini akan memaksimalkan manfaat dari berbagai perjanjian perdagangan bebas yang telah ditandatangani Indonesia dan mendorong ekspor produk bernilai tambah tinggi.<sup>46</sup>

## Rekomendasi Lintas Sektor

- **Bentuk Komite Pengarah TBED Nasional:** Untuk memastikan orkestrasi dari semua rekomendasi di atas, sangat penting untuk membentuk sebuah **Komite Pengarah TBED Nasional** yang melapor langsung kepada Presiden. Komite ini, yang dapat dipimpin oleh salah satu Menteri Koordinator, bertugas untuk mengawasi implementasi strategi TBED secara terintegrasi, menyelesaikan konflik antar-lembaga, memantau KPI TBED yang baru, dan memastikan pendekatan *whole-of-government* yang kohesif dalam mencapai tujuan transformasi ekonomi yang diamanatkan dalam RPJMN 2025-2029.

## Referensi

1. Relayout Narasi RPJMN Tahun 2025-2029 (1).pdf
2. Indonesia and China's Battery Alliance Must Be Built on Sustainability, accessed on July 4, 2025, <https://chinaglobalsouth.com/analysis/indonesia-and-chinas-battery-alliance-must-be-built-on-sustainability/>
3. Nickel's next test: Can Indonesia escape the low-value trap? - Economy - The Jakarta Post, accessed on July 4, 2025, <https://www.thejakartapost.com/business/2025/06/25/nickels-next-test-can-indonesia-escape-the-low-value-trap.html>
4. Govt to continue digital talent development program in 2022 - ANTARA News, accessed on July 4, 2025, <https://en.antaranews.com/news/206825/govt-to-continue-digital-talent-development-program-in-2022>
5. Program - Digital Talent Scholarship - Komdigi, accessed on July 4, 2025, <https://digitalent.komdigi.go.id/program>
6. Transformasi Digital UMKM: Peluang, Tantangan, dan Solusi - berijalan, accessed on July 4, 2025, <https://berijalan.co.id/article-detail/transformasi-digital-umkm-peluang-tantangan-dan-solusi>
7. Mendag Tekankan Integrasi dan Digitalisasi UMKM dalam Pertumbuhan dan Pemulihan Ekonomi APEC - Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, accessed on July 4, 2025, <https://www.kemendag.go.id/berita/siaran-pers/mendag-tekankan-integrasi-dan-digitalisasi-umkm-dalam-pertumbuhan-dan-pemulihan-ekonomi-apec>
8. Kinerja Ekspor dan Impor Terus Menguat, Neraca Perdagangan Indonesia Tercatat Surplus 29 Bulan Berturut-Turut - Kementerian Keuangan, accessed on July 4, 2025, <https://www.kemenkeu.go.id/informasi-publik/publikasi/berita-utama/surplus-neraca-perdagangan>
9. Neraca Dagang RI: Surplus Besar dengan AS, Defisit Tajam ke China - Bloomberg Technoz, accessed on July 4, 2025, <https://www.bloombergtechnoz.com/detail-news/75804/neraca-dagang-ri-surplus-besar-dengan-as-defisit-tajam-ke-china>
10. Neraca Perdagangan Surplus Lagi, Beruntun Sejak Mei 2020 - IndoPremier, accessed on July 4, 2025, [https://www.indopremier.com/ipotnews/newsDetail.php?jdl=Neraca\\_Perdagangan\\_Surplus\\_Lagi\\_Beruntun\\_Sejak\\_Mei\\_2020&news\\_id=200744&group\\_news=IPOTN\\_EWS&taging\\_subtype=ECONOMICS&name=&search=y\\_general&q=surplus%20neraca%20perdagangan&halaman=1](https://www.indopremier.com/ipotnews/newsDetail.php?jdl=Neraca_Perdagangan_Surplus_Lagi_Beruntun_Sejak_Mei_2020&news_id=200744&group_news=IPOTN_EWS&taging_subtype=ECONOMICS&name=&search=y_general&q=surplus%20neraca%20perdagangan&halaman=1)
11. Neraca Perdagangan Maret Melanjutkan Tren Surplus Sepanjang 2025 - BKPerdag, accessed on July 4, 2025, <https://bkperdag.kemendag.go.id/storage/publikasi/qwJVOO0toHJhepf3wudQRvBkL25x3kbOOwSH8pJt.pdf>

12. DANA ABADI RISET DAN TEKNOLOGI - DIPI, accessed on July 4, 2025, <https://dipi.id/download/DANA%20ABADI%20RISET%20DAN%20TEKNOLOGI.pdf>
13. Continuing infrastructure development - PwC, accessed on July 4, 2025, <https://www.pwc.com/id/en/media-centre/infrastructure-news/february-2024/continuing-infrastructure-development.html>
14. Indonesia: Digital Transformation with Synergy and Collaboration - OpenGov Asia, accessed on July 4, 2025, <https://opengovasia.com/2025/01/03/indonesia-digital-transformation-with-synergy-and-collaboration/>
15. Bukan Singapura, Investor Pilih Bangun Pusat Data Center di Jakarta - CNBC Indonesia, accessed on July 4, 2025, <https://www.cnbcindonesia.com/news/20250306133928-4-616245/bukan-singapura-investor-pilih-bangun-pusat-data-center-di-jakarta>
16. Proyek EBT Rp 25 Triliun di 15 Provinsi jadi Jalan Lepas Ketergantungan Energi Fosil, accessed on July 4, 2025, <https://www.liputan6.com/bisnis/read/6093859/proyek-ebt-rp-25-triliun-di-15-provinsi-jadi-jalan-lepas-ketergantungan-energi-fosil>
17. Proyek Energi Terbarukan di Kawasan Bendungan Perlu Dipercepat - CNBC Indonesia, accessed on July 4, 2025, <https://www.cnbcindonesia.com/news/20250703165730-4-646062/proyek-energi-terbarukan-di-kawasan-bendungan-perlu-dipercepat>
18. BRIN Jadikan Industri sebagai Entitas Strategis Hilirisasi Produk Riset dan Inovasi, accessed on July 4, 2025, <https://www.brin.go.id/news/113831/brin-jadikan-industri-sebagai-entitas-strategis-hilirisasi-produk-riset-dan-inovasi>
19. [EN] CREA/CELIOS - Indonesia Nickel Development, accessed on July 4, 2025, [https://celios.co.id/wp-content/uploads/2024/02/EN-CREA\\_CELIOS-Indonesia-Nickel-Development-compressed.pdf](https://celios.co.id/wp-content/uploads/2024/02/EN-CREA_CELIOS-Indonesia-Nickel-Development-compressed.pdf)
20. Pembiayaan Kreatif Non APBN Percepat Pembangunan Infrastruktur Transportasi Di Indonesia - Kementerian Perhubungan, accessed on July 4, 2025, <https://dephub.go.id/post/read/pembiayaan-kreatif-non-apbn-percepat-pembangunan-infrastruktur-transportasi-di-indonesia>
21. Kemenhub Dirikan PPIT Sebagai Simpul Pembiayaan Kreatif Non APBN - Dishub Aceh, accessed on July 4, 2025, <https://dishub.acehprov.go.id/2023/08/17/44851/>
22. DAMPAK PENAHANAN DANA INFRASTRUKTUR DAN PERAN KPBU DALAM PEMBANGUNAN INDONESIA 2025-2045 (Part 2), accessed on July 4, 2025, <https://www.ahlikpbuterpercaya.or.id/berita-dan-kegiatan/dampak-penahanan-dana-infrastruktur-dan-peran-kpbu-dalam-pembangunan-indonesia-2025-2045-part-2/>
23. Tahun 2023, PLN Kebut Pengembangan EBT dari Hulu ke Hilir Hingga Green Hydrogen, accessed on July 4, 2025, <https://web.pln.co.id/media/siaran-pers/2024/01/tahun-2023-pln-kebut-pengembangan-ebt-dari-hulu-ke-hilir-hingga-green-hydrogen>

24. Operasikan 18 GW, PLN Klaim Capai 86% Target Pembangkit EBT per April 2025, accessed on July 4, 2025, <https://hijau.bisnis.com/read/20250514/652/1876894/operasikan-18-gw-pln-klaim-capai-86-target-pembangkit-ebt-per-april-2025>
25. Resmi Integrasikan SAP dengan Platform PaDi UMKM, Procurement Telkomsel Sukses Tingkatkan Automasi Pengadaan, accessed on July 4, 2025, <https://info.padiumkm.id/media/resmi-integrasikan-sap-dengan-platform-padi-umkm-procurement-telkomsel-sukses-tingkatkan-automasi-pengadaan>
26. PENGEMBANGAN KAWASAN INDUSTRI DI INDONESIA - PT. Danareksa (Persero), accessed on July 4, 2025, <https://danareksa.co.id/storage/2023/other/658e68b55b9b4.pdf>
27. Tantangan Hilirisasi - DPMPSTP Sintang, accessed on July 4, 2025, <https://dpmpstp.sintang.go.id/berita/itemlist/tag/Tantangan%20Hilirisasi.html>
28. Nickel Downstreaming Challenges - Kompas.id, accessed on July 4, 2025, <https://www.kompas.id/baca/english/2024/02/29/en-tantangan-hilirisasi-nikel>
29. Realisasi Investasi Hilirisasi Tembus Rp91,51 Triliun, Smelter Nikel Mendominasi, accessed on July 4, 2025, <https://ekonomi.bisnis.com/read/20241015/257/1807687/realisasi-investasi-hilirisasi-tembus-rp9151-triliun-smelter-nikel-mendominasi>
30. Supertax Deduction: Insentif Pajak untuk Bisnis, accessed on July 4, 2025, <https://klikpajak.id/blog/supertax-deduction/>
31. Sri Mulyani Ungkap Dana Abadi Penelitian RI Capai Rp 12,9 T - detikFinance, accessed on July 4, 2025, <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-6811567/sri-mulyani-ungkap-dana-abadi-penelitian-ri-capai-rp-12-9-t>
32. Semakin Menggunung, Dana Abadi Penelitian Sekarang Tembus Rp 12,9 Triliun, accessed on July 4, 2025, <https://www.jawapos.com/nasional/014730016/semakin-menggunung-dana-abadi-penelitian-sekarang-tembus-rp-129-triliun.Siap>
33. Mengenal Dana Abadi Penelitian yang Diusulkan BRIN Naik Rp5 T - CNN Indonesia, accessed on July 4, 2025, <https://www.cnnindonesia.com/teknologi/20230620145242-199-964285/mengenal-dana-abadi-penelitian-yang-diusulkan-brin-naik-rp5-t>
34. Pengenalan Tentang Dana Abadi - Sahabat Makara - Universitas Indonesia, accessed on July 4, 2025, <https://sahabatmakara.ui.ac.id/visitors/dana-abadi>
35. Hilirisasi Bauksit Sepi Investor, Proyek Smelter Banyak yang 'Mandek' - Suara Pemred, accessed on July 4, 2025, <https://www.suarapemredkalbar.com/read/nasional/01052024/hilirisasi-bauksit-sepi-investor-proyek-smelter-banyak-yang-mandek>
36. Smelter Bauksit Diresmikan, Indonesia Songsong Negara Industrialisasi - Kompas.id, accessed on July 4, 2025, <https://www.kompas.id/baca/ekonomi/2024/09/24/smelter-bauksit-diresmikan->

- [menyongsong-indonesia-menjadi-negara-industrialisasi](#)
37. Infrastruktur Digital - Kementerian Komunikasi dan Digital, accessed on July 4, 2025, <https://www.komdigi.go.id/transformasi-digital/infrastruktur-digital>
  38. Ekosistem Riset dan Inovasi Indonesia, Apa saja Peran FKRI? - mmINDUSTRI.co.id, accessed on July 4, 2025, <https://www.mmindustri.co.id/ekosistem-ri-set-dan-inovasi/>
  39. Peran Strategis FKRI Bagi Ekosistem Riset dan Inovasi di Indonesia - BRIN, accessed on July 4, 2025, <https://brin.go.id/news/109824/peran-strategis-fkri-bagi-ekosistem-ri-set-dan-inovasi-di-indonesia>
  40. Peran Strategis BRIN Dalam Mendorong Inovasi Nasional - Scribd, accessed on July 4, 2025, <https://id.scribd.com/document/797616835/Peran-Strategis-BRIN-Dalam-Mendorong-Inovasi-Nasional>
  41. BRIN Perlu Fokus Sinergikan Seluruh Ekosistem Riset - Kompas.id, accessed on July 4, 2025, <https://www.kompas.id/baca/ilmu-pengetahuan-teknologi/2021/06/18/brin-perlu-fokus-sinergikan-seluruh-ekosistem-ri-set>
  42. KONSEP TRIPLE HELIX (NEGARA, ILMU, DAN PASAR): KOLABORASI STRATEGIS UNTUK MENJAWAB TANTANGAN RISET MASA KINI DAN MASA | Request PDF - ResearchGate, accessed on July 4, 2025, [https://www.researchgate.net/publication/390624871\\_KONSEP\\_TRIPLE\\_HELIX\\_NEGARA\\_ILMU\\_DAN\\_PASAR\\_KOLABORASI\\_STRATEGIS\\_UNTUK\\_MENJAWAB\\_TANTANGAN\\_RISET\\_MASA\\_KINI\\_DAN\\_MASA](https://www.researchgate.net/publication/390624871_KONSEP_TRIPLE_HELIX_NEGARA_ILMU_DAN_PASAR_KOLABORASI_STRATEGIS_UNTUK_MENJAWAB_TANTANGAN_RISET_MASA_KINI_DAN_MASA)
  43. Kolaborasi Hexa-helix untuk Inovasi Pelayanan Publik yang Berkelanjutan, accessed on July 4, 2025, <https://www.menpan.go.id/site/berita-terkini/kolaborasi-hexa-helix-untuk-inovasi-pelayanan-publik-yang-berkelanjutan>
  44. KORIKA – Kolaborasi Riset dan Inovasi Industri Kecerdasan Artifisial, accessed on July 4, 2025, <https://korika.id/>
  45. (PDF) Penerapan Artificial Intelligence (AI) untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional di Perusahaan Manufaktur: Studi Kasus PT. XYZ - ResearchGate, accessed on July 4, 2025, [https://www.researchgate.net/publication/389933783\\_Penerapan\\_Artificial\\_Intelligence\\_AI\\_untuk\\_Meningkatkan\\_Efisiensi\\_Operasional\\_di\\_Perusahaan\\_Manufaktur\\_Studi\\_Kasus\\_PT\\_XYZ](https://www.researchgate.net/publication/389933783_Penerapan_Artificial_Intelligence_AI_untuk_Meningkatkan_Efisiensi_Operasional_di_Perusahaan_Manufaktur_Studi_Kasus_PT_XYZ)
  46. The Role of Free Trade Agreements (FTA) in Facilitating Exports | Uniair Cargo, accessed on July 4, 2025, <https://www.uniaircargo.co.id/blog/export-import/the-role-of-free-trade-agreements-fta-in-facilitating-exports>
  47. MANFAAT PERJANJIAN PERDAGANGAN INTERNASIONAL TERHADAP KEGIATAN PERDAGANGAN DAN INVESTASI BAGI INDONESIA THE BENEFIT OF INTERNATI, accessed on July 4, 2025, <https://jurnal.dpr.go.id/index.php/kajian/article/viewFile/3901/1121>