

PENINGKATAN EKONOMI INDONESIA

Melalui Hilirisasi, Inovasi, dan Transformasi Digital

Prof Ir Rudy C Tarumingkeng, PhD

www.rudycr.com/cv.pdf

Institut Bisnis dan Multimedia (IBM ASMI)

RudyCT Academic Series 2026

Peningkatan Ekonomi Indonesia

Melalui Hilirisasi, Inovasi, dan Transformasi Digital

Strategi Terintegrasi untuk Mendorong
Pertumbuhan Ekonomi Berkelanjutan,
Meningkatkan Nilai Tambah, dan
Daya Saing Global



Abstrak

Indonesia memasuki tahap pembangunan ketika pertumbuhan ekonomi tidak lagi cukup ditopang oleh ekspansi konsumsi, ekstraksi sumber daya alam, dan investasi berbasis biaya rendah. Untuk meningkatkan pendapatan per kapita, produktivitas, kualitas pekerjaan, dan daya saing, Indonesia memerlukan transformasi struktural yang memperdalam nilai tambah domestik, mempercepat inovasi, serta memanfaatkan teknologi digital secara produktif. Artikel ini menganalisis hilirisasi, inovasi, dan transformasi digital sebagai tiga pilar yang harus dirancang dalam satu ekosistem. Hilirisasi mengubah komoditas menjadi produk antara dan produk akhir bernilai lebih tinggi; inovasi mengubah kapasitas produksi menjadi kemampuan teknologi, desain, merek, dan kekayaan intelektual; transformasi digital meningkatkan produktivitas melalui data, otomatisasi, platform, kecerdasan buatan, cloud, Internet of Things, dan integrasi rantai pasok. Data resmi menunjukkan ekonomi Indonesia tumbuh 5,11 persen pada 2025, sedangkan triwulan I-2026 tumbuh 5,61 persen secara tahunan. Realisasi investasi sepanjang 2025 mencapai Rp1.931,2 triliun; investasi hilirisasi mencapai Rp584,1 triliun atau 30,2 persen dari total realisasi dan tumbuh 43,3 persen secara tahunan. Angka tersebut menunjukkan momentum yang kuat, tetapi transformasi ekonomi tidak boleh berhenti pada besarnya investasi. Tantangan berikutnya adalah memperdalam kandungan domestik, memperluas keterkaitan dengan UMKM dan pemasok lokal, menaikkan penguasaan teknologi, mengembangkan kemampuan R&D, memperkuat standar mutu, membangun merek, dan meningkatkan nilai ekspor per unit sumber daya. Artikel membahas hilirisasi mineral, perkebunan, kehutanan, pangan, perikanan, energi, dan industri digital; peran industri manufaktur; sistem inovasi nasional; universitas-industri; pembiayaan inovasi; ekonomi digital; UMKM; data; AI; cloud; cybersecurity; keterampilan; logistik; kota industri; kebijakan persaingan; serta ekonomi hijau. Artikel mengusulkan kerangka 'Hilirisasi 2.0': dari pemrosesan menuju penguasaan rantai nilai, dengan lima tahap yaitu processing, manufacturing, engineering, innovation, dan global branding. Transformasi digital diposisikan sebagai lapisan produktivitas yang menghubungkan seluruh tahap tersebut. Kesimpulan utama adalah bahwa peningkatan ekonomi Indonesia akan lebih berkelanjutan bila hilirisasi menghasilkan technological learning, inovasi menghasilkan produk serta bisnis baru, dan digitalisasi mempercepat produktivitas serta pemerataan, bukan sekadar memperbesar skala produksi atau konsumsi digital.

Kata Kunci

hilirisasi; inovasi; transformasi digital; produktivitas; industrialisasi; ekonomi digital; AI; manufaktur; UMKM; Indonesia

Ringkasan Eksekutif

Ekonomi Indonesia tahun 2025 tumbuh 5,11 persen. Pada triwulan I-2026 pertumbuhan tahunan mencapai 5,61 persen. Momentum tersebut memberikan ruang untuk mempercepat transformasi struktural, tetapi peningkatan jangka panjang tetap memerlukan produktivitas serta kompleksitas ekonomi yang lebih tinggi.

Realisasi investasi Januari-Desember 2025 mencapai Rp1.931,2 triliun. Investasi hilirisasi mencapai Rp584,1 triliun atau 30,2 persen dari total realisasi dan tumbuh 43,3 persen secara tahunan. Tantangannya adalah

memastikan investasi menciptakan supplier domestik, engineering capability, R&D, ekspor bernilai tinggi, serta pekerjaan berketerampilan.

Hilirisasi tidak boleh dipersempit menjadi pembangunan smelter. Hilirisasi 2.0 bergerak dari pemrosesan menuju manufaktur, komponen, engineering, desain, software, layanan purna jual, recycling, merek, dan penguasaan pasar.

Inovasi adalah jembatan antara hilirisasi dan peningkatan produktivitas. Tanpa inovasi, Indonesia dapat naik dari ekspor bahan mentah menjadi ekspor produk antara tetapi tetap berada pada bagian rantai nilai dengan margin terbatas.

Transformasi digital harus diarahkan pada sektor produktif seperti manufaktur, pertanian, logistik, energi, kesehatan, pendidikan, jasa profesional, dan UMKM. Digitalisasi konsumsi saja tidak cukup untuk meningkatkan kapasitas produksi nasional.

Indeks Transformasi Digital Nasional yang dikembangkan Kementerian Komunikasi dan Digital bersama LPEM UI dan diamanatkan dalam RPJMN 2025-2029 menegaskan bahwa digitalisasi perlu diukur dari dampaknya pada masyarakat, usaha, dan tata kelola, bukan sekadar infrastruktur.

Kebijakan industri harus menggabungkan insentif investasi dengan target pembelajaran. Fasilitas fiskal, kawasan industri, dan pembiayaan sebaiknya dikaitkan dengan transfer teknologi, pengembangan supplier, pelatihan, R&D, dan peningkatan produktivitas.

Transformasi harus bersifat inklusif dan hijau. Hilirisasi yang meningkatkan nilai tambah tetapi menimbulkan kerusakan ekologis, ketergantungan energi fosil, atau ketimpangan wilayah akan menghadapi biaya jangka panjang.

Daftar Isi

1. Pendahuluan: Dari Pertumbuhan menuju Transformasi Produktif
2. Posisi Ekonomi Indonesia pada 2025-2026
3. Mengapa Hilirisasi Penting?
4. Hilirisasi 1.0 dan Hilirisasi 2.0
5. Dari Komoditas menuju Rantai Nilai
6. Hilirisasi Mineral dan Industri Logam
7. Hilirisasi Perkebunan dan Kehutanan
8. Hilirisasi Pangan dan Perikanan
9. Hilirisasi Energi dan Industri Rendah Karbon
10. Manufaktur sebagai Mesin Transformasi
11. Inovasi sebagai Sumber Produktivitas
12. Sistem Inovasi Nasional
13. R&D, Universitas, dan Industri
14. Pembiayaan Inovasi dan Startup
15. Transformasi Digital sebagai Lapisan Produktivitas
16. AI, Big Data, Cloud, dan IoT
17. Digitalisasi UMKM dan Industri Menengah
18. Logistik Digital dan Integrasi Rantai Pasok
19. Talenta, Pendidikan, dan Reskilling
20. Infrastruktur Digital, Data, dan Cybersecurity
21. Persaingan, Platform, dan Kedaulatan Digital
22. Ekonomi Hijau dan Hilirisasi Berkelanjutan
23. Studi Kasus Analitis
24. Kerangka Strategi Indonesia 2026-2045
25. Kesimpulan: Dari Ekstraksi menuju Ekonomi Berbasis Kemampuan

Glossarium

Daftar Pustaka

1. Pendahuluan: Dari Pertumbuhan menuju Transformasi Produktif

Pertumbuhan adalah syarat tetapi bukan tujuan akhir. Dalam pembahasan 1. pendahuluan: dari pertumbuhan menuju transformasi produktif, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier,

teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Produktivitas menentukan pendapatan jangka panjang. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Transformasi struktural mengubah komposisi ekonomi. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Kapasitas teknologi menjadi pembeda. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Hilirisasi, inovasi, dan digitalisasi perlu terintegrasi. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

2. Posisi Ekonomi Indonesia pada 2025-2026

Pertumbuhan tetap relatif kuat. Dalam pembahasan 2. posisi ekonomi indonesia pada 2025-2026, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Konsumsi domestik menjadi penopang. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Investasi meningkat. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Struktur spasial masih terkonsentrasi. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Transformasi perlu memperluas basis produktif. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier,

tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah *capability before dependency*: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

3. Mengapa Hilirisasi Penting?

Komoditas memiliki volatilitas tinggi. Dalam pembahasan 3. mengapa hilirisasi penting?, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Pemrosesan menambah nilai. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Hilirisasi menciptakan keterkaitan. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Pekerjaan berketerampilan dapat meningkat. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Kebijakan perlu melampaui ekspor mentah. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah *capability before dependency*: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

Dimensi	Pertanyaan Strategis	Indikator
Nilai tambah	Apakah produk bergerak ke tahap lebih kompleks?	Value added/export
Teknologi	Apakah kemampuan domestik meningkat?	R&D, patent, engineering
Supplier	Apakah keterkaitan lokal tumbuh?	Local sourcing
Produktivitas	Apakah output per input meningkat?	TFP, labor productivity
Digital	Apakah proses terintegrasi?	ERP, data, automation

Talenta	Apakah pekerjaan naik kualitas?	Skill, wage, training
---------	---------------------------------	-----------------------

4. Hilirisasi 1.0 dan Hilirisasi 2.0

Tahap awal fokus pemrosesan. Dalam pembahasan 4. hilirisasi 1.0 dan hilirisasi 2.0, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Tahap lanjut fokus kemampuan. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Engineering serta desain penting. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Layanan purna jual menambah margin. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Branding dan market access menentukan. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

Dimensi	Pertanyaan Strategis	Indikator
Nilai tambah	Apakah produk bergerak ke tahap lebih kompleks?	Value added/export
Teknologi	Apakah kemampuan domestik meningkat?	R&D, patent, engineering
Supplier	Apakah keterkaitan lokal tumbuh?	Local sourcing
Produktivitas	Apakah output per input meningkat?	TFP, labor productivity
Digital	Apakah proses terintegrasi?	ERP, data, automation
Talenta	Apakah pekerjaan naik kualitas?	Skill, wage, training

5. Dari Komoditas menuju Rantai Nilai

Value chain memiliki banyak tahap. Dalam pembahasan 5. dari komoditas menuju rantai nilai, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Margin tidak merata. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Supplier capability penting. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Standard serta sertifikasi menentukan akses. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Data rantai pasok memperkuat koordinasi. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

6. Hilirisasi Mineral dan Industri Logam

Mineral strategis memberi momentum. Dalam pembahasan 6. hilirisasi mineral dan industri logam, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Smelter bukan akhir rantai. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Baterai dan material maju membutuhkan R&D. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Recycling memperpanjang nilai. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Energi menentukan daya saing karbon. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

Dimensi	Pertanyaan Strategis	Indikator
Nilai tambah	Apakah produk bergerak ke tahap lebih kompleks?	Value added/export
Teknologi	Apakah kemampuan domestik meningkat?	R&D, patent, engineering
Supplier	Apakah keterkaitan lokal tumbuh?	Local sourcing
Produktivitas	Apakah output per input meningkat?	TFP, labor productivity
Digital	Apakah proses terintegrasi?	ERP, data, automation
Talenta	Apakah pekerjaan naik kualitas?	Skill, wage, training

7. Hilirisasi Perkebunan dan Kehutanan

Komoditas biologis memiliki banyak turunan. Dalam pembahasan 7. hilirisasi perkebunan dan kehutanan, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Food, oleochemical, biomaterial, dan furniture berpotensi. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Sustainability menjadi akses pasar. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Desain dan merek meningkatkan nilai. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Petani serta hutan rakyat perlu terhubung. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier,

tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah *capability before dependency*: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

8. Hilirisasi Pangan dan Perikanan

Cold chain mengurangi kehilangan. Dalam pembahasan 8. hilirisasi pangan dan perikanan, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Processing memperpanjang umur. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Quality standard meningkatkan ekspor. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Traceability menjadi penting. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Marine biotechnology membuka peluang. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah *capability before dependency*: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

9. Hilirisasi Energi dan Industri Rendah Karbon

Transisi energi menciptakan industri baru. Dalam pembahasan 9. hilirisasi energi dan industri rendah karbon, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Renewable equipment membuka peluang. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Grid dan storage dibutuhkan. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Green hydrogen masih tahap berkembang. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Dekarbonisasi industri menjadi keunggulan pasar. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

10. Manufaktur sebagai Mesin Transformasi

Manufacturing memiliki linkage kuat. Dalam pembahasan 10. manufaktur sebagai mesin transformasi, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Learning by doing penting. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Skala serta kualitas diperlukan. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Automation mengubah skill. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Ekspor manufaktur memperluas pasar. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

11. Inovasi sebagai Sumber Produktivitas

Inovasi bukan hanya invention. Dalam pembahasan 11. inovasi sebagai sumber produktivitas, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Adopsi teknologi juga inovasi. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Process innovation mengurangi biaya. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Product innovation menaikkan margin. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Organizational innovation meningkatkan koordinasi. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

Dimensi	Pertanyaan Strategis	Indikator
Nilai tambah	Apakah produk bergerak ke tahap lebih kompleks?	Value added/export
Teknologi	Apakah kemampuan domestik meningkat?	R&D, patent, engineering
Supplier	Apakah keterkaitan lokal tumbuh?	Local sourcing
Produktivitas	Apakah output per input meningkat?	TFP, labor productivity
Digital	Apakah proses terintegrasi?	ERP, data, automation
Talenta	Apakah pekerjaan naik kualitas?	Skill, wage, training

12. Sistem Inovasi Nasional

Inovasi membutuhkan ekosistem. Dalam pembahasan 12. sistem inovasi nasional, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila

meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Pemerintah, kampus, dan bisnis berinteraksi. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Institusi perantara penting. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Standard dan procurement dapat menciptakan demand. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Learning network perlu dibangun. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

13. R&D, Universitas, dan Industri

R&D mengubah pengetahuan menjadi teknologi. Dalam pembahasan 13. r&d, universitas, dan industri, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Universitas menyediakan talenta. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Industri membawa problem nyata. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

IP dan publikasi perlu seimbang. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Joint lab dapat mempercepat. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah *capability before dependency*: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

14. Pembiayaan Inovasi dan Startup

Inovasi berisiko tinggi. Dalam pembahasan 14. pembiayaan inovasi dan startup, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Bank sulit membiayai intangible asset. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Venture capital mengisi celah. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Corporate venture dapat membantu. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Public co-investment perlu disiplin. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah *capability before dependency*: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

15. Transformasi Digital sebagai Lapisan Produktivitas

Digitalisasi mengurangi friksi. Dalam pembahasan 15. transformasi digital sebagai lapisan produktivitas, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Data meningkatkan keputusan. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Automation meningkatkan throughput. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Platform memperluas pasar. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Transformasi bukan sekadar aplikasi. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

Dimensi	Pertanyaan Strategis	Indikator
Nilai tambah	Apakah produk bergerak ke tahap lebih kompleks?	Value added/export
Teknologi	Apakah kemampuan domestik meningkat?	R&D, patent, engineering
Supplier	Apakah keterkaitan lokal tumbuh?	Local sourcing
Produktivitas	Apakah output per input meningkat?	TFP, labor productivity
Digital	Apakah proses terintegrasi?	ERP, data, automation
Talenta	Apakah pekerjaan naik kualitas?	Skill, wage, training

16. AI, Big Data, Cloud, dan IoT

AI memberi prediksi dan optimasi. Dalam pembahasan 16. ai, big data, cloud, dan iot, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Big Data mengintegrasikan informasi. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Cloud menurunkan fixed cost. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

IoT menghubungkan aset fisik. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan

data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Cybersecurity menjadi prasyarat. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

17. Digitalisasi UMKM dan Industri Menengah

UMKM membutuhkan solusi sederhana. Dalam pembahasan 17. digitalisasi umkm dan industri menengah, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Pembukuan digital meningkatkan akses finance. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Marketplace memperluas pasar. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

ERP ringan meningkatkan operasi. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Kesenjangan skill perlu ditutup. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

18. Logistik Digital dan Integrasi Rantai Pasok

Logistik menentukan biaya nasional. Dalam pembahasan 18. logistik digital dan integrasi rantai pasok, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Port digitalization mengurangi waiting. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Visibility mengurangi inventory. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Interoperability penting. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Multimoda perlu data bersama. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

19. Talenta, Pendidikan, dan Reskilling

Transformasi mengubah permintaan skill. Dalam pembahasan 19. talenta, pendidikan, dan reskilling, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

TVET harus responsif. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

STEM dan manajemen perlu terhubung. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Micro-credential memberi fleksibilitas. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Lifelong learning menjadi normal. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

Dimensi	Pertanyaan Strategis	Indikator
Nilai tambah	Apakah produk bergerak ke tahap lebih kompleks?	Value added/export
Teknologi	Apakah kemampuan domestik meningkat?	R&D, patent, engineering
Supplier	Apakah keterkaitan lokal tumbuh?	Local sourcing
Produktivitas	Apakah output per input meningkat?	TFP, labor productivity
Digital	Apakah proses terintegrasi?	ERP, data, automation
Talenta	Apakah pekerjaan naik kualitas?	Skill, wage, training

20. Infrastruktur Digital, Data, dan Cybersecurity

Connectivity adalah fondasi. Dalam pembahasan 20. infrastruktur digital, data, dan cybersecurity, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Cloud dan data center tumbuh. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Data governance menentukan trust. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Cybersecurity melindungi operasi. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Interoperability mengurangi silo. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

21. Persaingan, Platform, dan Kedaulatan Digital

Network effects menciptakan konsentrasi. Dalam pembahasan 21. persaingan, platform, dan kedaulatan digital, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Platform memberi efisiensi sekaligus dependency. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Competition policy perlu adaptif. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Data portability membantu. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Kedaulatan tidak sama autarki. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

22. Ekonomi Hijau dan Hilirisasi Berkelanjutan

Nilai tambah harus memperhitungkan lingkungan. Dalam pembahasan 22. ekonomi hijau dan hilirisasi berkelanjutan, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Energi bersih menurunkan carbon intensity. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Circularity mengurangi material primer. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Natural capital perlu dilindungi. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Just transition menjaga legitimasi. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

23. Studi Kasus Analitis

Kasus menunjukkan mekanisme berbeda. Dalam pembahasan 23. studi kasus analitis, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Sektor memiliki kebutuhan spesifik. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Kebijakan tidak one-size-fits-all. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Learning serta spillover perlu diukur. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Outcome lebih penting dari input. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

24. Kerangka Strategi Indonesia 2026-2045

Prioritas sektor perlu jelas. Dalam pembahasan 24. kerangka strategi indonesia 2026-2045, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Insentif dikaitkan capability. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering,

nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Data dan talent menjadi infrastruktur. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Daerah diberi peran. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Evaluasi berbasis produktivitas. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

Dimensi	Pertanyaan Strategis	Indikator
Nilai tambah	Apakah produk bergerak ke tahap lebih kompleks?	Value added/export
Teknologi	Apakah kemampuan domestik meningkat?	R&D, patent, engineering
Supplier	Apakah keterkaitan lokal tumbuh?	Local sourcing
Produktivitas	Apakah output per input meningkat?	TFP, labor productivity
Digital	Apakah proses terintegrasi?	ERP, data, automation
Talenta	Apakah pekerjaan naik kualitas?	Skill, wage, training

25. Kesimpulan: Dari Ekstraksi menuju Ekonomi Berbasis Kemampuan

Ekstraksi memberi modal awal. Dalam pembahasan 25. kesimpulan: dari ekstraksi menuju ekonomi berbasis kemampuan, orientasi utama adalah peningkatan produktivitas total dan kemampuan domestik. Investasi besar hanya menjadi transformasi bila meninggalkan mesin, keterampilan, supplier, teknologi, organisasi, serta pengetahuan yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang semakin kompleks.

Hilirisasi menaikkan nilai. Hilirisasi perlu dibaca sebagai proses pembelajaran industri. Ketika perusahaan lokal mulai memenuhi standard, memperbaiki proses, merancang komponen, dan melakukan engineering, nilai tambah tidak lagi bergantung hanya pada kedekatan sumber daya. Negara mulai membangun kemampuan yang dapat dipindahkan ke sektor lain.

Inovasi memperdalam kemampuan. Inovasi mempercepat proses tersebut dengan mengubah pengalaman produksi menjadi produk, proses, dan model bisnis baru. R&D penting, tetapi inovasi juga berasal dari adopsi mesin, digitalisasi workflow, quality improvement, training, serta hubungan dengan pemasok dan pelanggan.

Digitalisasi mempercepat produktivitas. Transformasi digital menurunkan biaya informasi dan koordinasi. Namun teknologi tidak otomatis meningkatkan produktivitas. Organisasi perlu mengubah proses, skill, incentive, dan data governance. Aplikasi baru di atas proses lama sering hanya menghasilkan digitalisasi birokrasi, bukan transformasi.

Institusi menentukan keberlanjutan. Kebijakan publik perlu mengelola trade-off. Insentif dapat mempercepat investasi, tetapi terlalu panjang menurunkan disiplin. Local content dapat membangun supplier, tetapi jika tidak realistis dapat meningkatkan biaya dan mengurangi kompetisi. Perlindungan perlu diikuti target belajar serta sunset.

Prinsip yang digunakan adalah capability before dependency: kebijakan harus membuat perusahaan dan pekerja semakin mampu berdiri pada pasar yang kompetitif. Keberhasilan bukan ketergantungan permanen pada larangan, subsidi, atau proteksi, melainkan peningkatan kemampuan bersaing.

Studi Kasus Analitis

Kasus 1: Nikel dari Smelter ke Ekosistem Baterai

Pemrosesan nikel meningkatkan nilai dibanding bijih. Hilirisasi 2.0 menuntut penguasaan precursor, cathode material, cell, battery management system, recycling, engineering, dan aplikasi kendaraan atau storage. Daya saing juga dipengaruhi carbon intensity listrik.

Pelajaran kasus adalah bahwa hilirisasi harus dinilai dari kedalaman kemampuan dan keterkaitan, bukan hanya perubahan kode produk. Teknologi, talenta, supplier, dan pasar menentukan apakah nilai tambah bertahan.

Kasus 2: Sawit menuju Oleokimia dan Produk Konsumen

Crude palm oil dapat diolah menjadi oleochemical, surfactant, specialty fat, kosmetik, biomaterial, dan produk bermerek. Nilai tambah meningkat ketika Indonesia menguasai formula, sertifikasi, packaging, dan pasar.

Pelajaran kasus adalah bahwa hilirisasi harus dinilai dari kedalaman kemampuan dan keterkaitan, bukan hanya perubahan kode produk. Teknologi, talenta, supplier, dan pasar menentukan apakah nilai tambah bertahan.

Kasus 3: Kayu menuju Furniture dan Engineered Wood

Ekspor log memiliki nilai terbatas. Furniture, engineered wood, desain, branding, dan digital marketing memberi margin lebih tinggi. Legalitas serta sustainability menjadi bagian nilai pasar.

Pelajaran kasus adalah bahwa hilirisasi harus dinilai dari kedalaman kemampuan dan keterkaitan, bukan hanya perubahan kode produk. Teknologi, talenta, supplier, dan pasar menentukan apakah nilai tambah bertahan.

Kasus 4: Kakao dan Kopi Specialty

Ekspor biji dapat ditingkatkan melalui fermentation, roasting, product development, specialty grading, hospitality, dan brand. Digital traceability menghubungkan petani dengan konsumen serta premium market.

Pelajaran kasus adalah bahwa hilirisasi harus dinilai dari kedalaman kemampuan dan keterkaitan, bukan hanya perubahan kode produk. Teknologi, talenta, supplier, dan pasar menentukan apakah nilai tambah bertahan.

Kasus 5: Perikanan dan Cold Chain

Nilai ikan turun cepat bila logistik dingin lemah. Cold chain, processing, traceability, quality assurance, dan digital marketplace dapat menaikkan nilai sekaligus mengurangi food loss.

Pelajaran kasus adalah bahwa hilirisasi harus dinilai dari kedalaman kemampuan dan keterkaitan, bukan hanya perubahan kode produk. Teknologi, talenta, supplier, dan pasar menentukan apakah nilai tambah bertahan.

Kasus 6: Smart Manufacturing

Pabrik menggunakan IoT dan predictive maintenance untuk menurunkan downtime. Manfaat terbesar muncul ketika teknisi lokal mampu membaca data, memperbaiki proses, dan mengembangkan aplikasi, bukan hanya menggunakan vendor.

Pelajaran kasus adalah bahwa hilirisasi harus dinilai dari kedalaman kemampuan dan keterkaitan, bukan hanya perubahan kode produk. Teknologi, talenta, supplier, dan pasar menentukan apakah nilai tambah bertahan.

Kasus 7: UMKM Makanan

Pembukuan digital, inventory, marketplace, dan digital payment memberi data yang dapat meningkatkan akses finance. Transformasi terjadi ketika data digunakan untuk produksi serta pengambilan keputusan.

Pelajaran kasus adalah bahwa hilirisasi harus dinilai dari kedalaman kemampuan dan keterkaitan, bukan hanya perubahan kode produk. Teknologi, talenta, supplier, dan pasar menentukan apakah nilai tambah bertahan.

Kasus 8: Pelabuhan Digital

Port community system mengurangi dokumen serta waiting time bila data shipping, terminal, customs, trucking, dan warehouse interoperabel. Aplikasi yang berdiri sendiri hanya memindahkan silo.

Pelajaran kasus adalah bahwa hilirisasi harus dinilai dari kedalaman kemampuan dan keterkaitan, bukan hanya perubahan kode produk. Teknologi, talenta, supplier, dan pasar menentukan apakah nilai tambah bertahan.

Kasus 9: Startup Industrial SaaS

Startup menyediakan software produksi bagi pabrik menengah. Nilai nasional muncul melalui produktivitas klien, bukan hanya valuasi startup. Industrial tech perlu menjadi bagian agenda ekonomi digital.

Pelajaran kasus adalah bahwa hilirisasi harus dinilai dari kedalaman kemampuan dan keterkaitan, bukan hanya perubahan kode produk. Teknologi, talenta, supplier, dan pasar menentukan apakah nilai tambah bertahan.

Kasus 10: Universitas-Industrialisasi Material

Perguruan tinggi mengembangkan material atau proses bersama industri. Joint lab mempercepat trial, tetapi IP, pendanaan, milestone, serta hak publikasi perlu jelas.

Pelajaran kasus adalah bahwa hilirisasi harus dinilai dari kedalaman kemampuan dan keterkaitan, bukan hanya perubahan kode produk. Teknologi, talenta, supplier, dan pasar menentukan apakah nilai tambah bertahan.

Kasus 11: Kawasan Industri Hijau

Kawasan mengintegrasikan renewable, water reuse, waste exchange, logistics, dan digital monitoring. Daya saing hijau dapat menarik pasar yang menuntut emisi rendah.

Pelajaran kasus adalah bahwa hilirisasi harus dinilai dari kedalaman kemampuan dan keterkaitan, bukan hanya perubahan kode produk. Teknologi, talenta, supplier, dan pasar menentukan apakah nilai tambah bertahan.

Kasus 12: Data Center dan Ekonomi Digital

Pusat data mendukung cloud dan AI, tetapi manfaat ekonomi lebih tinggi bila terhubung software, cybersecurity, talent, serta enterprise adoption. Investasi gedung saja memiliki linkage terbatas.

Pelajaran kasus adalah bahwa hilirisasi harus dinilai dari kedalaman kemampuan dan keterkaitan, bukan hanya perubahan kode produk. Teknologi, talenta, supplier, dan pasar menentukan apakah nilai tambah bertahan.

Pendalaman Teoretis dan Strategis

A. Structural Transformation

Transformasi struktural menjelaskan perpindahan tenaga kerja dan modal dari kegiatan berproduktivitas rendah menuju kegiatan berproduktivitas lebih tinggi. Dalam sejarah pembangunan, manufaktur memainkan peran penting karena economies of scale, tradability, dan learning.

Namun ekonomi modern memungkinkan sebagian jasa digital dan profesional memiliki karakter serupa manufaktur: dapat diekspor, diskalakan, dan mengalami learning. Strategi Indonesia perlu menggabungkan industrialization dan servicification.

Hilirisasi memperluas kemungkinan transformasi jika sumber daya digunakan sebagai platform membangun industri. Tanpa learning, ekonomi dapat tetap bergantung komoditas walaupun produk diekspor dalam bentuk olahan.

Transformasi juga harus menciptakan pekerjaan. Industri sangat capital-intensive dapat meningkatkan PDB tanpa menyerap tenaga kerja besar. Linkage serta industri turunan diperlukan.

Kualitas institusi, pendidikan, dan infrastruktur menentukan apakah perubahan sektor meningkatkan produktivitas agregat.

B. Global Value Chains

Global value chain memecah produksi ke berbagai negara. Negara tidak perlu membuat seluruh produk untuk berpartisipasi, tetapi posisi dalam rantai menentukan nilai yang ditangkap.

Upgrading dapat bersifat process, product, functional, dan inter-sectoral. Indonesia perlu bergerak dari efisiensi produksi menuju fungsi engineering, design, marketing, serta R&D.

Foreign direct investment dapat mempercepat entry, tetapi spillover tidak otomatis. Supplier development, labor mobility, joint research, dan competition memengaruhi transfer.

Local content sebaiknya difokuskan pada area dengan learning potential dan economic scale. Memaksakan semua komponen lokal dapat menurunkan daya saing.

Digital traceability serta standard semakin menjadi syarat GVC, terutama untuk sustainability dan keamanan produk.

C. Product Complexity dan Economic Complexity

Negara berpendapatan tinggi cenderung mengeksport beragam produk yang membutuhkan pengetahuan kompleks. Economic complexity memberi intuisi bahwa pembangunan adalah akumulasi capability kolektif.

Hilirisasi dapat meningkatkan complexity bila produk baru memerlukan engineering, chemistry, electronics, software, dan quality management. Jika produk hanya processing sederhana, peningkatan complexity terbatas.

Strategi industrialisasi perlu mencari adjacent capabilities, yaitu produk baru yang dekat dengan kemampuan yang sudah ada. Hal ini mengurangi risiko.

Data ekspor, patent, skill, dan supplier network dapat membantu memetakan capability. Namun keputusan industri tetap membutuhkan pengetahuan teknis.

Universitas dan politeknik merupakan mesin pembentukan capability karena pengetahuan tidak seluruhnya dapat dibeli sebagai mesin.

D. Learning by Doing

Produksi memberi pengetahuan tacit yang tidak diperoleh dari buku. Pekerja dan perusahaan belajar melalui repetisi, problem solving, quality failure, serta customer feedback.

Karena learning memiliki spillover, kebijakan industri dapat dibenarkan pada tahap awal. Namun dukungan perlu conditional pada performance agar tidak melindungi inefisiensi permanen.

Export discipline merupakan salah satu cara menguji. Perusahaan yang mampu menjual ke pasar global menghadapi standard serta competition lebih tinggi.

Digital production system dapat mempercepat learning karena data failure terdokumentasi. Namun data perlu dianalisis dan diterjemahkan ke process improvement.

Mobility pekerja menyebarkan pengetahuan antarperusahaan, sehingga cluster industri memiliki keunggulan.

E. National Innovation Systems

Konsep sistem inovasi menekankan bahwa inovasi bukan hasil satu laboratorium, melainkan interaksi perusahaan, universitas, lembaga riset, pemerintah, pembiayaan, standard, dan pengguna.

Indonesia memiliki banyak institusi, tetapi coordination dan demand linkage sering menjadi tantangan. Riset yang tidak bertemu problem industri sulit dikomersialisasikan.

Technology extension bagi perusahaan menengah dapat memberi manfaat besar melalui quality, automation, energy efficiency, dan digitalization.

Public procurement dapat menjadi lead customer bagi inovasi domestik, tetapi procurement perlu memberi ruang pilot, outcome-based specification, dan competition.

Innovation policy perlu membedakan frontier research dan diffusion. Sebagian besar perusahaan memperoleh produktivitas dari adopsi teknologi yang sudah ada.

F. Digital Transformation dan Productivity

Transformasi digital menghasilkan productivity ketika teknologi disertai complementary assets: skill, organizational redesign, management quality, data, dan infrastructure.

Cloud menurunkan biaya fixed IT dan memungkinkan UMKM memakai software yang sebelumnya hanya tersedia bagi perusahaan besar. Namun data quality dan process discipline tetap.

AI dapat meningkatkan prediction dan automation, tetapi manfaat bervariasi menurut workflow. Implementasi yang tidak mengubah decision rights hanya menambah layer.

Digital divide bukan hanya internet. Firm capability divide menentukan apakah konektivitas berubah menjadi produktivitas.

Program digitalisasi perlu menilai business outcome seperti lead time, defect, inventory, energy, sales, dan wage.

G. General Purpose Technologies

Teknologi digital memiliki karakter general purpose technology karena digunakan di banyak sektor dan memicu complementary innovation. Dampak produktivitas sering memiliki lag karena organisasi perlu belajar.

AI berpotensi menjadi gelombang baru setelah komputer dan internet. Negara yang cepat mengembangkan complementary skills dapat menangkap manfaat lebih besar.

General purpose technology juga menghasilkan concentration karena scale data dan compute. Competition policy serta open standard penting.

Pemerintah perlu fokus pada diffusion, bukan hanya frontier. Banyak perusahaan Indonesia akan memperoleh manfaat dari adoption daripada membangun foundation model.

Infrastruktur cloud, cybersecurity, identity, payment, dan data standard menjadi enabling layer.

H. Industrial Policy Baru

Industrial policy modern bukan sekadar memilih pemenang, tetapi mengatasi coordination failure, learning externality, infrastructure gap, dan information problem.

Rodrik menekankan discovery process antara pemerintah dan bisnis. Pemerintah membutuhkan informasi industri, sedangkan bisnis membutuhkan public goods.

Risiko capture selalu ada. Karena itu, support perlu transparan, measurable, conditional, serta memiliki sunset.

Competition dan export discipline menjaga tekanan produktivitas. Dukungan tanpa contestability cenderung menghasilkan rent-seeking.

Green dan digital transition memberikan alasan baru industrial policy karena network infrastructure dan climate externality.

I. Innovation Finance

Inovasi memiliki intangible asset, uncertainty, dan information asymmetry. Kredit bank tradisional yang mengandalkan collateral kurang cocok untuk R&D dan startup.

Venture capital cocok pada perusahaan high-growth, tetapi tidak semua inovasi berbentuk startup teknologi. Industrial upgrading pada perusahaan mapan membutuhkan financing berbeda.

Matching grant, R&D tax incentive, innovation loan, guarantee, dan public-private fund dapat membentuk portfolio. Evaluasi perlu melihat additionality.

Capital market dapat mendukung scale-up, sementara procurement memberi revenue validation.

Pembiayaan inovasi perlu disertai governance agar public money tidak menjadi subsidy pada proyek yang akan dilakukan anyway.

J. Green Industrialization

Industri masa depan akan semakin dipengaruhi carbon border, supply chain sustainability, dan investor pressure. Carbon intensity menjadi bagian daya saing.

Indonesia memiliki peluang membangun low-carbon metals, battery, renewable equipment, bio-based material, dan circular industry. Namun sumber listrik serta land-use menentukan credibility.

Green industrialization perlu menggabungkan clean energy, resource efficiency, recycling, pollution control, dan workforce transition.

Data digital membantu measurement dan traceability. Product carbon footprint akan semakin memerlukan data supplier.

Industrial parks dapat menjadi unit integrasi karena energy, water, waste, dan logistics dapat dikelola bersama.

Kerangka Hilirisasi 2.0

Tahap	Fokus	Kapabilitas Kunci	Indikator
1. Processing	Mengolah bahan mentah	Operasi, quality	Nilai tambah awal
2. Manufacturing	Produk/komponen	Production engineering	Local sourcing
3. Engineering	Desain proses dan alat	Engineer, tooling	Domestic design
4. Innovation	Produk dan teknologi baru	R&D, IP	Patent/new product
5. Branding & Services	Pasar dan solusi	Brand, software, service	Margin/export value

Lima Skenario Indonesia 2045

Skenario 1: Hilirisasi Dangkal

Investasi besar membangun fasilitas processing, tetapi mesin, engineering, teknologi, dan pasar tetap dikuasai eksternal. Nilai tambah naik namun spillover terbatas.

Skenario 2: Ekonomi Digital Konsumtif

Platform, pembayaran, dan e-commerce tumbuh cepat, tetapi digitalisasi sektor produktif tertinggal. Ekonomi digital besar tanpa lonjakan produktivitas.

Skenario 3: Pulau-Pulau Inovasi

Beberapa kawasan dan perusahaan maju, namun UMKM serta daerah tertinggal. Productivity gap melebar.

Skenario 4: Proteksi tanpa Pembelajaran

Kebijakan local content dan pembatasan impor berkembang, tetapi perusahaan tidak terdorong ekspor atau inovasi. Biaya meningkat.

Skenario 5: Ekonomi Berbasis Kemampuan

Hilirisasi terhubung engineering, inovasi, digitalization, supplier, green energy, dan export. Produktivitas serta kompleksitas meningkat.

Balanced Scorecard Transformasi Ekonomi

Perspektif	Tujuan	Indikator	Risiko
Produktivitas	Output per input naik	TFP, labor productivity	Capital deepening only
Hilirisasi	Nilai tambah domestik	Domestic VA	Shallow processing
Inovasi	Kemampuan teknologi	R&D, patents	Research isolation
Digital	Adopsi produktif	Cloud, AI, ERP	Consumer-only
Talenta	Skill berkualitas	STEM, TVET, wage	Mismatch
Ekspor	Pasar global	Export complexity	Commodity dependence
Daerah	Pemerataan industri	Outside Java VA	Enclave
Hijau	Daya saing rendah karbon	Energy/carbon intensity	Brown lock-in

Peta Jalan Transformasi 2026-2045

Tahap 1: Audit Rantai Nilai dan Capability (2026-2028)

Petakan setiap sektor hilirisasi dari bahan baku sampai pasar, termasuk supplier, teknologi, skill, import dependency, dan peluang upgrading.

Tahap 2: Supplier Development dan Digital Adoption (2026-2030)

Bangun extension service bagi perusahaan lokal untuk quality, automation, ERP, cybersecurity, energy efficiency, dan certification.

Tahap 3: Engineering dan Talent Deepening (2027-2033)

Perkuat politeknik, apprenticeship, engineer mobility, joint lab, tooling, maintenance, dan design capability.

Tahap 4: R&D dan Innovation Finance (2028-2035)

Fokus R&D mission pada battery/material, agroindustry, marine, health, renewable, advanced manufacturing, dan digital industrial solutions.

Tahap 5: Green Industrial Base (2028-2038)

Percepat clean power, grid, circularity, industrial efficiency, water reuse, dan low-carbon standard.

Tahap 6: Export and Brand Upgrading (2030-2040)

Dorong global standard, design, brand, after-sales service, trade finance, dan distribution network.

Tahap 7: Knowledge-Based Economy (2035-2045)

Perbesar porsi R&D-intensive manufacturing, professional services, AI, biotechnology, advanced materials, dan creative technology.

Dua Belas Rekomendasi Prioritas

Pertama, mengubah indikator hilirisasi dari jumlah investasi menuju domestic value added, supplier linkage, productivity, dan technological capability.

Kedua, memperluas hilirisasi dari mineral menuju agroindustri, kehutanan berkelanjutan, perikanan, energi, kesehatan, dan material bio-based.

Ketiga, menghubungkan insentif fiskal dengan milestone transfer teknologi, training, local supplier, dan export performance.

Keempat, membangun industrial extension service nasional untuk membantu perusahaan menengah mengadopsi lean manufacturing, digital, energy efficiency, dan standard.

Kelima, memperkuat manajemen talenta nasional pada engineering, data, AI, cybersecurity, material science, dan technical management.

Keenam, membangun joint laboratory serta applied research center di cluster industri dengan governance IP yang jelas.

Ketujuh, memperluas pembiayaan R&D, scale-up, dan industrial technology melalui matching grant, guarantee, dan co-investment yang berbasis milestone.

Kedelapan, menjadikan cloud, data interoperability, cybersecurity, dan digital identity sebagai public-enabling infrastructure bagi produktivitas.

Kesembilan, mengarahkan ekonomi digital dari dominasi transaksi menuju digitalisasi manufaktur, pertanian, logistik, energi, kesehatan, dan pendidikan.

Kesepuluh, mengintegrasikan clean energy dan circularity ke strategi hilirisasi agar produk Indonesia kompetitif pada pasar rendah karbon.

Kesebelas, menjaga competition serta menghindari proteksi permanen melalui sunset clause, benchmarking global, dan export discipline.

Keduabelas, menerbitkan laporan tahunan Transformasi Produktif Indonesia yang mengukur hilirisasi, inovasi, digitalisasi, produktivitas, ekspor kompleks, dan pemerataan.

Implikasi bagi Institut Bisnis dan Multimedia (IBM ASMI)

IBM ASMI dapat mengembangkan mata kuliah Transformasi Produktif Indonesia yang menggabungkan strategi, operasi, inovasi, AI, supply chain, industrial policy, dan sustainability.

Mahasiswa manajemen perlu mempelajari rantai nilai industri secara konkret: dari komoditas, processing, manufacturing, distribution, sampai branding dan service. Pemahaman ini membantu melihat lokasi nilai tambah.

Program MM dapat menggunakan studi kasus hilirisasi nikel, sawit, furniture, perikanan, dan data center untuk menganalisis capability, investment, risk, dan digitalization.

PLS-SEM dapat menguji pengaruh digital capability dan innovation capability terhadap firm performance dengan supply-chain integration sebagai mediator.

Riset lain dapat menguji pengaruh supplier development terhadap local value added yang dimoderasi oleh technology transfer intensity.

Business analytics lab dapat menggunakan data perdagangan, investasi, produktivitas, dan digital untuk memetakan peluang industri.

Program executive education dapat membantu pimpinan UMKM dan industri menengah melakukan digital maturity assessment serta innovation roadmap.

Kampus dapat membangun collaboration platform dengan kawasan industri untuk project-based learning, internship, dan applied research.

Kewirausahaan perlu diarahkan tidak hanya consumer apps, tetapi industrial SaaS, agritech, marinetech, cleantech, logistics tech, dan B2B solutions.

IBM ASMI dapat memposisikan manajemen teknologi sebagai jembatan antara industrial capability dan digital transformation.

Glossarium

Hilirisasi: Proses meningkatkan nilai tambah sumber daya atau produk melalui pengolahan, manufaktur, teknologi, dan fungsi bisnis yang lebih kompleks.

Hilirisasi 2.0: Konsep hilirisasi yang bergerak dari pemrosesan menuju manufacturing, engineering, innovation, branding, dan services.

Nilai tambah domestik: Bagian nilai produk yang diciptakan oleh tenaga kerja, modal, supplier, dan aktivitas di dalam negeri.

Structural transformation: Perubahan struktur ekonomi menuju kegiatan dengan produktivitas dan kompleksitas lebih tinggi.

Global value chain: Rangkaian aktivitas produksi yang tersebar di berbagai perusahaan dan negara.

Upgrading: Pergerakan ke proses, produk, atau fungsi dengan nilai tambah lebih tinggi.

Learning by doing: Peningkatan kemampuan yang diperoleh melalui pengalaman produksi dan pemecahan masalah.

Economic complexity: Ukuran kemampuan produktif yang tercermin pada keragaman dan kecanggihan produk.

Supplier development: Program peningkatan kemampuan pemasok agar memenuhi quality, cost, delivery, technology, dan standard.

Industrial extension: Layanan teknis untuk membantu perusahaan mengadopsi teknologi, proses, standard, dan manajemen modern.

National innovation system: Jaringan institusi yang menghasilkan, menyebarkan, dan menggunakan pengetahuan serta inovasi.

R&D: Research and Development; kegiatan penelitian dan pengembangan.

Applied research: Riset yang diarahkan pada pemecahan masalah atau penggunaan praktis.

Technology transfer: Perpindahan pengetahuan, teknologi, proses, atau kemampuan antarorganisasi.

Digital transformation: Perubahan proses, model bisnis, keputusan, dan organisasi melalui teknologi digital.

Cloud computing: Penyediaan komputasi, storage, dan software melalui infrastruktur bersama yang elastis.

Artificial Intelligence: Teknik komputasi untuk prediksi, generasi, klasifikasi, pengenalan pola, atau pengambilan keputusan.

Big Data: Data dengan volume, kecepatan, keragaman, dan kompleksitas tinggi.

Internet of Things: Jaringan sensor dan perangkat fisik yang mengumpulkan serta bertukar data.

Industrial SaaS: Software berbasis layanan untuk kebutuhan operasi dan manajemen industri.

Cybersecurity: Perlindungan sistem, jaringan, aplikasi, dan data dari gangguan serta akses tidak sah.

Digital public infrastructure: Fondasi digital bersama seperti identitas, pembayaran, pertukaran data, atau layanan dasar.

Local content: Proporsi input, tenaga kerja, atau nilai yang berasal dari dalam negeri.

Export discipline: Penggunaan kinerja ekspor sebagai ujian kemampuan dan daya saing perusahaan.

Sunset clause: Ketentuan bahwa dukungan atau kebijakan berakhir pada waktu tertentu kecuali diperpanjang berdasarkan evaluasi.

Green industrialization: Industrialisasi yang menurunkan emisi, polusi, dan penggunaan sumber daya sekaligus meningkatkan produktivitas.

Circular economy: Ekonomi yang menjaga nilai produk dan material melalui reuse, repair, remanufacture, dan recycling.

Technology diffusion: Penyebaran teknologi dari pengguna awal ke perusahaan atau sektor yang lebih luas.

Scale-up: Tahap pertumbuhan perusahaan atau teknologi dari pilot menuju operasi besar.

Servicification: Peningkatan peran jasa seperti software, design, logistics, financing, dan after-sales dalam produk manufaktur.

Daftar Pustaka

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. *American Economic Review*, 108(6), 1488-1542.

<https://doi.org/10.1257/aer.20160696>

Andreoni, A., & Chang, H.-J. (2019). The political economy of industrial policy: Structural interdependencies, policy alignment and conflict management. *Structural Change and Economic Dynamics*, 48, 136-150. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2018.10.007>

Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30.

<https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3>

Baldwin, R. (2016). *The great convergence*. Harvard University Press.

<https://doi.org/10.4159/9780674972667>

Cirera, X., & Maloney, W. F. (2017). The innovation paradox. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1160-9>

Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152. <https://doi.org/10.2307/2393553>

- Freeman, C. (1995). The 'National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 5-24. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a035309>
- Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), 78-104. <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>
- Hausmann, R., Hwang, J., & Rodrik, D. (2007). What you export matters. *Journal of Economic Growth*, 12, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s10887-006-9009-4>
- Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(26), 10570-10575. <https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106>
- Juhász, R., Lane, N. J., & Rodrik, D. (2024). The new economics of industrial policy. *Annual Review of Economics*, 16, 213-242. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-081023-024638>
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*, 20(2), 165-186. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F)
- Lee, K. (2019). *The art of economic catch-up*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108588233>
- Lundvall, B.-Å. (Ed.). (1992). *National systems of innovation*. Pinter.
- Melitz, M. J. (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6), 1695-1725. <https://doi.org/10.1111/1468-0262.00467>
- Nelson, R. R. (Ed.). (1993). *National innovation systems*. Oxford University Press.
- Rodrik, D. (2004). *Industrial policy for the twenty-first century*. Harvard University.
- Rodrik, D. (2016). Premature deindustrialization. *Journal of Economic Growth*, 21, 1-33. <https://doi.org/10.1007/s10887-015-9122-3>
- Stiglitz, J. E., & Greenwald, B. C. (2014). *Creating a learning society*. Columbia University Press. <https://doi.org/10.7312/stig15214>
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319-1350. <https://doi.org/10.1002/smj.640>
- World Bank. (2020). *World development report 2020: Trading for development in the age of global value chains*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1457-0>
- World Bank. (2021). *Beyond unicorns: Harnessing digital technologies for inclusion in Indonesia*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/36018>
- World Bank. (2024). *Indonesia economic prospects*. World Bank.
- Asian Development Bank. (2020). *Asia's journey to prosperity*. Asian Development Bank. <https://doi.org/10.22617/TCS190290-2>
- OECD. (2024). *OECD digital economy outlook 2024*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a1689de5-en>
- OECD. (2023). *OECD science, technology and innovation outlook 2023*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/0b55736e-en>
- UNIDO. (2024). *Industrial development report 2024*. United Nations Industrial Development Organization.

Badan Pusat Statistik. (2026). Ekonomi Indonesia tahun 2025 tumbuh 5,11 persen. BPS.

Badan Pusat Statistik. (2026). Ekonomi Indonesia Triwulan I-2026 tumbuh 5,61 persen (y-on-y). BPS.

Kementerian Investasi dan Hilirisasi/BKPM. (2026). Realisasi investasi 2025 lampau target, hilirisasi melompat 43,3 persen. BKPM.

Kementerian Komunikasi dan Digital. (2026). Indeks Transformasi Digital Nasional sebagai katalis percepatan transformasi digital Indonesia. Komdigi.

Republik Indonesia. (2025). Peraturan Presiden Nomor 12 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025-2029.

Catatan Data Mutakhir 2025-2026

Badan Pusat Statistik mencatat PDB Indonesia tahun 2025 sebesar Rp23.821,1 triliun atas dasar harga berlaku dan PDB per kapita Rp83,7 juta atau sekitar USD5.083,4. Pertumbuhan ekonomi 2025 mencapai 5,11 persen, lebih tinggi dari 5,03 persen pada 2024.

Pada triwulan I-2026, ekonomi Indonesia tumbuh 5,61 persen secara tahunan. Struktur spasial masih menunjukkan konsentrasi tinggi di Jawa yang berkontribusi sekitar 57,24 persen terhadap ekonomi pada periode tersebut. Hal ini menegaskan pentingnya strategi hilirisasi dan industrialisasi yang memperluas pusat pertumbuhan.

Kementerian Investasi dan Hilirisasi/BKPM mencatat realisasi investasi sepanjang 2025 sebesar Rp1.931,2 triliun, tumbuh 12,7 persen secara tahunan dan mencapai 101,3 persen dari target. PMDN sedikit lebih besar daripada PMA.

Investasi hilirisasi 2025 mencapai Rp584,1 triliun, tumbuh 43,3 persen dan menyumbang 30,2 persen dari total realisasi investasi. Mineral mendominasi Rp373,1 triliun, diikuti perkebunan dan kehutanan Rp144,5 triliun, migas Rp60 triliun, serta perikanan dan kelautan Rp6,4 triliun.

Kementerian Komunikasi dan Digital menempatkan ekonomi digital sebagai pengungkit pertumbuhan dan mengembangkan Indeks Transformasi Digital Nasional bersama LPEM UI sebagai indikator strategis RPJMN 2025-2029. Kerangka ini penting karena menggeser pengukuran dari sekadar infrastruktur ke dampak nyata digitalisasi.

Perpres Nomor 12 Tahun 2025 menetapkan RPJMN 2025-2029 sebagai kerangka strategi pembangunan nasional, termasuk kebijakan lintas sektor dan kerangka ekonomi makro. Hilirisasi, transformasi ekonomi, digitalisasi, serta peningkatan kualitas sumber daya manusia perlu dibaca sebagai agenda yang saling bergantung.

Penutup Reflektif

Indonesia memiliki modal awal yang besar: pasar domestik, sumber daya alam, basis manufaktur, demografi, lokasi strategis, dan pertumbuhan ekonomi digital. Tantangannya adalah mengubah semua aset itu menjadi kemampuan yang terus bertambah.

Hilirisasi memberi kesempatan memulai transformasi dari kekayaan yang sudah dimiliki. Namun sumber daya alam tidak boleh menjadi alasan berhenti belajar. Tujuan akhirnya adalah kemampuan memproduksi hal yang nilainya tidak tergantung pada jumlah mineral atau lahan.

Industri pengolahan yang dibangun hari ini harus menjadi sekolah teknologi bagi tenaga kerja dan perusahaan Indonesia. Setiap pabrik seharusnya meninggalkan engineer, supervisor, supplier, standard, data, dan pengalaman yang dapat digunakan di proyek berikut.

Inovasi mengubah pembelajaran tersebut menjadi kemampuan menciptakan. Negara naik kelas ketika perusahaan tidak hanya menjalankan teknologi, tetapi memperbaiki, merancang, mematenkan, dan menjual solusi.

Transformasi digital mempercepat siklus belajar. Sensor memberi data, cloud menghubungkan operasi, AI menemukan pola, dan software mengintegrasikan rantai pasok. Namun digitalisasi hanya produktif jika organisasi berubah.

Ekonomi digital Indonesia perlu bergerak dari konsumsi menuju produksi. Marketplace dan pembayaran tetap penting, tetapi gelombang berikut harus memasuki manufaktur, pertanian, energi, kesehatan, pendidikan, logistik, dan jasa profesional.

UMKM harus menjadi bagian transformasi bukan sekadar pengguna platform. Pembukuan, inventory, standard, finance, digital production, dan export readiness memberi jalan produktivitas.

Talenta adalah bottleneck yang paling menentukan. Mesin dapat diimpor, tetapi kemampuan engineering dan manajemen perlu dibangun melalui pendidikan, pengalaman, dan organisasi.

Perguruan tinggi perlu lebih dekat dengan problem industri tanpa kehilangan kebebasan akademik. Applied research, joint lab, internship, dan project-based learning membangun jembatan.

Kebijakan industri perlu disiplin. Dukungan harus bersyarat pada investasi, skill, supplier, teknologi, dan pasar. Proteksi tanpa pembelajaran mengubah hilirisasi menjadi rente.

Persaingan tetap penting karena perusahaan belajar ketika menghadapi tekanan kualitas dan harga. Kebijakan industrialisasi dan competition policy harus saling melengkapi.

Transformasi juga harus hijau. Produk yang intensif karbon dapat kehilangan pasar ketika standard global meningkat. Energi bersih menjadi bagian daya saing industri.

Daerah penghasil sumber daya perlu memperoleh lebih dari royalty dan pekerjaan awal. Mereka membutuhkan cluster, pendidikan, supplier, infrastruktur, dan diversifikasi agar tetap produktif setelah komoditas berubah.

Indonesia menuju 2045 memerlukan visi yang lebih luas dari 'negara kaya sumber daya'. Visi yang lebih kuat adalah negara kaya kemampuan - kemampuan memproduksi, belajar, berinovasi, dan beradaptasi.

Hilirisasi menyediakan platform, inovasi menyediakan mesin pembelajaran, dan transformasi digital menyediakan kecepatan. Ketiganya hanya menghasilkan kemajuan bila disatukan oleh institusi, talenta, dan strategi yang konsisten.

Keberhasilan akhirnya bukan diukur dari berapa banyak smelter, startup, atau aplikasi yang dibangun, tetapi dari apakah produktivitas, upah, kompleksitas ekspor, teknologi domestik, dan kualitas hidup meningkat.

Dengan pendekatan tersebut, peningkatan ekonomi Indonesia tidak sekadar mengejar angka pertumbuhan tahunan, tetapi membangun struktur ekonomi yang mampu menghasilkan pertumbuhan lebih tinggi, lebih tahan, dan lebih inklusif selama beberapa dekade.

Transformasi sejati terjadi ketika Indonesia tidak lagi terutama menjual apa yang tersedia di alam, tetapi semakin menjual apa yang dapat diciptakan oleh pengetahuan, teknologi, organisasi, dan kreativitas manusianya.

Catatan Penulis

Artikel ini disusun untuk kepentingan pengajaran, diskusi akademik, dan pengembangan kebijakan pada Institut Bisnis dan Multimedia (IBM ASMI). Data mutakhir yang dikutip berasal dari sumber resmi pemerintah Indonesia yang tersedia hingga Agustus 2026.

Pendalaman Komprehensif: Implementasi Transformasi Produktif Indonesia

A. Hilirisasi Nikel: Dari Keunggulan Geologi menuju Keunggulan Teknologi

Indonesia memiliki posisi penting dalam rantai pasok nikel global. Kebijakan hilirisasi telah mempercepat pembangunan smelter serta industri pengolahan, tetapi fase berikutnya harus mengurangi ketergantungan pada keunggulan geologi semata. Nilai ekonomi jangka panjang berada pada kemampuan metalurgi, material science, process control, equipment maintenance, waste management, battery chemistry, recycling, dan integrasi ke produk akhir.

Strategi nikel perlu membedakan pasar stainless steel dan baterai karena teknologi, kualitas, serta permintaannya berbeda. Investasi yang terlalu terkonsentrasi pada satu teknologi dapat menghadapi risiko perubahan kimia baterai atau harga. Portofolio teknologi, termasuk recycling dan material alternatif, meningkatkan resilience.

Supplier domestik perlu dikembangkan untuk refractory, valve, pump, instrumentation, software maintenance, laboratory services, engineering, serta environmental monitoring. Setiap kategori tersebut menciptakan pengetahuan yang dapat dipakai pada industri lain seperti kimia, energi, dan manufaktur.

Keunggulan karbon akan semakin penting. Produk logam yang diproses dengan listrik beremisi tinggi dapat menghadapi tekanan pasar. Integrasi energi terbarukan, efisiensi, dan pengukuran carbon footprint perlu menjadi bagian strategi industri, bukan tambahan setelah fasilitas beroperasi.

Daerah penghasil membutuhkan strategi setelah boom investasi: pendidikan teknis, kota industri yang layak, local enterprise development, serta diversifikasi. Enclave industri besar tanpa hubungan lokal menciptakan pertumbuhan tetapi tidak cukup memperkuat basis ekonomi daerah.

B. Hilirisasi Bauksit, Tembaga, dan Timah

Mineral lain memiliki jalur hilirisasi yang berbeda. Bauksit dapat bergerak ke alumina, aluminium, alloy, extrusion, cable, packaging, dan komponen transportasi. Tembaga dapat bergerak ke rod, wire, cable, motor, transformer, electronics, dan renewable equipment. Timah memiliki peluang pada solder, chemical, dan material elektronik.

Semakin ke hilir, kebutuhan quality consistency dan customer qualification meningkat. Fasilitas pengolahan saja tidak menjamin akses pasar. Perusahaan perlu laboratory, certification, quality management, dan technical sales.

Pengembangan komponen listrik memiliki relevance strategis karena elektrifikasi ekonomi meningkatkan permintaan kabel, motor, transformer, power electronics, dan charging infrastructure. Indonesia dapat menghubungkan mineral domestik dengan pasar energi serta manufaktur.

R&D material perlu diarahkan pada alloy, coating, conductivity, corrosion resistance, dan recyclability. Applied research yang dekat kebutuhan industri lebih cepat menghasilkan spillover.

Recycling logam perlu dibangun sejak awal. Negara yang hanya mengandalkan bijih primer kehilangan peluang ekonomi sirkular dan lebih rentan terhadap deplesi sumber daya.

C. Agroindustri Sawit: Dari Volume menuju Diversifikasi Produk

Sawit memiliki skala besar dan ekosistem petani, pabrik, refinery, serta ekspor. Tantangan upgrading adalah meningkatkan proporsi produk specialty dan berbasis formulasi seperti oleochemical, surfactant, lubricant, biomaterial, nutraceutical, serta consumer product.

Specialty product memerlukan R&D, standard, customer development, dan konsistensi kualitas. Margin lebih tinggi tetapi pasar lebih spesifik. Strategi perusahaan perlu bergerak dari commodity trading menuju solution selling.

Petani kecil perlu masuk melalui produktivitas dan traceability. Replanting, seed quality, extension, digital farm record, dan akses pembiayaan membantu meningkatkan supply tanpa ekspansi lahan.

Biomassa sawit seperti empty fruit bunch, shell, fiber, dan effluent dapat menjadi sumber material, energi, atau chemical. Circular processing meningkatkan nilai per hektare dan mengurangi limbah.

Keberlanjutan bukan sekadar compliance; akses pasar premium dan finance semakin terkait deforestation risk, labor, dan traceability. Teknologi digital dapat menurunkan biaya monitoring, tetapi governance data harus dipercaya.

D. Hilirisasi Kelapa, Kakao, Kopi, dan Rempah

Komoditas perkebunan lain mempunyai peluang yang lebih terdistribusi ke daerah. Kelapa dapat diolah menjadi coconut oil, desiccated coconut, water, sugar, fiber, activated carbon, dan berbagai produk kesehatan. Kakao serta kopi memiliki peluang pada specialty, processing, branding, hospitality, dan experience economy.

Hilirisasi komoditas ini lebih cocok untuk kombinasi perusahaan menengah, koperasi, dan brand daripada mega-project. Kebijakan harus menyesuaikan ukuran teknologi dan modal dengan struktur produsen.

Quality differentiation penting. Fermentasi, grading, roasting, packaging, origin identity, serta consistency menentukan premium. Data traceability dapat menghubungkan kualitas dengan praktik petani.

Geographical indication dan branding daerah dapat menciptakan intangible value yang jauh melampaui bahan mentah. Namun brand membutuhkan konsistensi, story, distribution, dan perlindungan IP.

Transformasi digital membantu direct-to-consumer, export marketing, inventory, dan demand analytics. Keuntungan digital harus diterjemahkan menjadi harga petani serta kemampuan lokal, bukan hanya margin platform.

E. Hilirisasi Kehutanan Berkelanjutan

Indonesia memiliki basis kayu, hutan tanaman, serta hasil hutan bukan kayu. Hilirisasi dapat bergerak dari kayu dasar menuju furniture, engineered wood, building system, pulp specialty, cellulose derivative, biomaterial, resin, essential oil, dan produk berbasis biodiversitas.

Furniture menunjukkan pentingnya design dan brand. Negara dapat memiliki bahan baku tetapi margin terbesar berada pada desain, retail, serta customer relationship. Pendidikan desain dan digital commerce perlu masuk strategi hilirisasi.

Engineered wood seperti cross-laminated timber dan laminated veneer memiliki peluang terkait konstruksi rendah karbon, tetapi memerlukan standard, engineering, fire testing, serta building code.

Keberlanjutan sumber kayu menjadi syarat reputasi. Legalitas, forest management, biodiversity, dan chain of custody harus terintegrasi dengan digital traceability.

Bioeconomy kehutanan perlu berhati-hati agar permintaan biomassa tidak mendorong overharvest. Nilai per unit biomassa harus ditingkatkan sebelum volume.

F. Hilirisasi Perikanan dan Blue Economy

Indonesia memiliki peluang besar di perikanan tangkap, budidaya, rumput laut, udang, tuna, dan produk laut. Nilai hilir bergantung pada cold chain, hygiene, processing, certification, traceability, serta kemampuan mempertahankan kualitas.

Rumput laut dapat bergerak dari bahan kering menuju carrageenan, agar, alginate, food ingredient, bioplastic, fertilizer, cosmetic, dan biotechnology. Applied research dapat menghasilkan produk baru dengan value density lebih tinggi.

Perikanan tangkap perlu menghindari insentif overfishing. Hilirisasi yang meningkatkan nilai per kilogram lebih sesuai dengan keberlanjutan daripada hanya meningkatkan volume tangkapan.

Digital vessel tracking, e-logbook, auction, quality data, dan traceability membantu pasar ekspor. Nelayan kecil memerlukan layanan bersama agar tidak tertinggal oleh biaya teknologi.

Pelabuhan perikanan perlu mengintegrasikan ice, cold storage, laboratory, processing, logistics, dan data. Infrastruktur fisik tanpa management system sering menghasilkan utilization rendah.

G. Hilirisasi Pertanian Pangan

Pangan sering dipandang hanya sebagai isu swasembada, padahal agroprocessing merupakan sumber produktivitas dan pekerjaan. Rice milling modern, flour, starch, feed, dairy processing, meat processing, ready-to-eat, serta ingredient industry memiliki keterkaitan luas.

Food industry membutuhkan standard keamanan, packaging, cold chain, sensory science, dan market development. UMKM dapat naik kelas bila memiliki shared facility dan certification support.

Digital demand forecasting mengurangi overstock serta food waste. Data harga dan produksi membantu koordinasi, namun government intervention perlu menjaga agar informasi tidak mendorong speculative behavior.

Processing juga dapat menyerap produk grade rendah yang tidak cocok pasar segar, meningkatkan farmer income dan mengurangi loss. Kontrak dengan petani harus adil dan transparan.

Nutrition innovation membuka pasar fortified food dan healthy product. Hilirisasi pangan perlu mengejar kualitas gizi selain volume.

H. Industri Farmasi dan Kesehatan

Pandemi menunjukkan pentingnya ketahanan kesehatan. Hilirisasi di sektor ini bukan hanya bahan baku farmasi, tetapi formulation, biologics, diagnostics, medical devices, digital health, clinical research, dan manufacturing quality.

Industri kesehatan memiliki barrier regulasi tinggi sehingga learning dapat menghasilkan capability yang berharga. GMP, laboratory, validation, regulatory science, dan quality assurance menjadi aset nasional.

Universitas, rumah sakit, dan industri dapat membentuk translational research network. Banyak inovasi gagal bukan karena ide buruk, tetapi kurangnya kemampuan regulatory, clinical, scale-up, dan market.

Digital health dapat meningkatkan access serta data, tetapi interoperability, privacy, dan clinical safety menjadi prasyarat. Produk digital tidak boleh dipisahkan dari sistem pelayanan.

Public procurement rumah sakit dapat menjadi demand bagi produk domestik yang memenuhi standard. Preferensi tanpa quality discipline justru merusak kepercayaan.

I. Industri Elektronik dan Semikonduktor

Elektronik penting karena menjadi enabling sector bagi kendaraan, energi, komunikasi, pertahanan, kesehatan, dan otomatisasi. Indonesia tidak harus memulai dari leading-edge chip fabrication; peluang ada pada assembly, testing, power electronics, sensor, PCB, design service, dan specialized components.

Global semiconductor chain sangat kompleks dan capital-intensive. Strategi realistis perlu memilih niche berdasarkan existing electronics base, market, skill, dan regional network.

Power electronics akan tumbuh bersama renewable, EV, industrial automation, dan data center. Engineering capability di area ini dapat memberikan spillover besar.

Electronics manufacturing service membutuhkan quality, supplier coordination, logistics, serta workforce discipline. Digital factory dan traceability menjadi standard.

Design capability merupakan tahap upgrading. EDA training, embedded system, firmware, dan hardware-software integration perlu dikembangkan melalui universitas dan perusahaan.

J. Industri Otomotif dan Kendaraan Listrik

Industri otomotif telah memiliki ekosistem supplier yang relatif dalam. Transisi kendaraan listrik mengubah struktur komponen karena motor, inverter, battery, thermal management, software, sensor, dan charging menggantikan sebagian powertrain konvensional.

Supplier lama perlu reskilling agar tidak kehilangan pasar. Just transition pada manufacturing penting karena EV memiliki struktur komponen berbeda.

Software-defined vehicle meningkatkan peran software dan data. Kemampuan embedded software, cybersecurity, diagnostics, dan OTA update menjadi sumber nilai baru.

Charging infrastructure membutuhkan standard, grid integration, payment, dan location planning. Manfaat industri tidak hanya pada kendaraan, tetapi seluruh service ecosystem.

Indonesia dapat memanfaatkan pasar domestik sebagai scale, tetapi export discipline tetap diperlukan agar quality dan cost kompetitif global.

K. Industri Mesin dan Barang Modal

Transformasi industri akan sulit bila seluruh mesin, tooling, dan engineering service diimpor. Industri barang modal memberi efek learning tinggi karena membutuhkan desain, precision, material, control, serta after-sales.

Indonesia tidak perlu membuat semua mesin. Fokus dapat dimulai pada equipment yang banyak dipakai di agroindustry, mining, food processing, packaging, renewable, serta logistics.

Maintenance, repair, and overhaul merupakan entry point karena teknisi mempelajari mesin sambil melayani installed base. Dari sini perusahaan dapat bergerak ke component dan design.

Digital twin, CAD/CAM, additive manufacturing, serta simulation menurunkan barrier engineering. Kampus dan vocational center dapat menyediakan shared facility.

Public procurement dan BUMN dapat menjadi lead customer, tetapi product qualification harus terbuka serta berbasis performance.

L. Industri Kimia dan Material Maju

Industri kimia merupakan penghubung antara sumber daya dan berbagai manufaktur. Specialty chemical, coating, adhesive, catalyst, polymer, fertilizer efficiency, dan advanced material memiliki value tinggi.

Chemical industry membutuhkan process safety, engineering, R&D, dan environmental management. Learning di sektor ini memperkuat banyak value chain.

Material science menjadi kunci pada battery, electronics, construction, aerospace, dan health. Investasi laboratorium karakterisasi serta pilot scale diperlukan.

Indonesia dapat menghubungkan mineral, biomass, dan petrochemical base untuk membangun material portfolio yang lebih kompleks. Namun pemilihan harus berdasarkan market serta capability.

Recycling chemical dan material recovery akan semakin penting untuk mengurangi import dependency dan environmental footprint.

M. Creative Economy dan Digital Content sebagai Hilirisasi Pengetahuan

Hilirisasi tidak hanya berlaku sumber daya fisik. Pengetahuan, budaya, dan kreativitas dapat diubah dari input mentah menjadi film, game, desain, musik, animasi, fashion, dan intellectual property yang bernilai global.

Creative industry memiliki potential margin tinggi tetapi memerlukan IP protection, financing, distribution, dan talent. Platform digital menurunkan barrier pasar, namun revenue sharing menjadi isu.

Game dan animation menggabungkan art, software, storytelling, dan technology. Capability ini juga dapat digunakan pada simulation, education, advertising, dan industrial visualization.

Budaya lokal dapat memberi differentiation, tetapi commercialization harus menghormati komunitas serta hak budaya. Benefit sharing perlu ketika pengetahuan tradisional menjadi produk.

Ekonomi kreatif menunjukkan bahwa tahap tertinggi hilirisasi adalah mengubah pengetahuan menjadi IP yang dapat direplikasi tanpa menghabiskan sumber daya fisik.

N. Pariwisata Bernilai Tinggi

Pariwisata sering diukur dari jumlah kunjungan, padahal peningkatan ekonomi membutuhkan value per visitor, local linkage, length of stay, dan quality of experience.

Digital platform, data analytics, booking, dynamic management, dan destination marketing dapat meningkatkan demand matching. Namun overtourism serta carrying capacity perlu dikendalikan.

Hilirisasi pariwisata berarti memperdalam supplier lokal: pangan, craft, transportasi, event, guide, wellness, creative content, dan hospitality training.

Brand destination membutuhkan quality consistency serta environmental stewardship. Kerusakan alam menurunkan aset utama pariwisata.

Daerah dapat menggunakan tourism levy atau conservation fee dengan governance transparan untuk maintenance dan community benefit.

O. Industri Jasa Profesional dan Knowledge Services

Jasa engineering, software, design, consulting, finance, legal, accounting, research, dan creative service dapat diekspor secara digital. Nilai tambahnya berbasis skill dan tidak selalu membutuhkan material besar.

Servicification manufacturing berarti pabrik menjual maintenance, software, optimization, financing, atau outcome bersama produk. Margin dan customer lock-in dapat lebih tinggi.

Indonesia perlu mengembangkan professional certification, English/foreign language capability, data protection, dan cross-border payment untuk jasa ekspor.

Remote work serta cloud memperluas pasar talenta, tetapi juga meningkatkan kompetisi global. Kualitas pendidikan serta reputation menjadi penentu.

Knowledge services dapat membantu mengurangi ketergantungan ekonomi pada komoditas sekaligus menyerap lulusan pendidikan tinggi.

P. Transformasi Digital Pemerintah untuk Produktivitas Ekonomi

Pemerintah memengaruhi biaya ekonomi melalui izin, pajak, customs, procurement, data, identity, dan layanan. Digital public service yang terintegrasi dapat mengurangi waktu serta uncertainty bagi perusahaan.

Namun digitalisasi prosedur buruk hanya memindahkan formulir ke layar. Business process reengineering perlu mendahului aplikasi.

Interoperabilitas data mengurangi permintaan dokumen berulang. Prinsip once-only dapat diterapkan jika legal basis, privacy, dan security memadai.

API pemerintah dapat mendukung innovation ecosystem, misalnya data transportasi, cuaca, geospasial, standard, dan statistik. Public data menjadi infrastruktur.

Government digitalization juga perlu mengurangi vendor lock-in dengan architecture modular, open standard, serta internal capability.

Q. Digital Public Infrastructure dan Ekonomi

Digital public infrastructure seperti identitas, pembayaran, dan pertukaran data dapat menurunkan biaya transaksi dan membuka inovasi. Nilainya muncul sebagai platform publik yang digunakan banyak sektor.

Governance penting karena DPI memiliki network effect serta data sensitif. Security, privacy, audit, dan inclusion harus dibangun sejak desain.

Interoperability meningkatkan competition karena penyedia layanan dapat menggunakan fondasi yang sama. Namun rule akses perlu adil dan tidak diskriminatif.

UMKM memperoleh manfaat bila onboarding, payment, verification, dan finance menjadi lebih murah. Productivity effect lebih besar ketika terhubung accounting dan supply chain.

DPI perlu dievaluasi dari outcome ekonomi serta public value, bukan jumlah transaksi saja.

R. AI untuk Produktivitas Perusahaan

AI dapat mengotomatisasi tugas administratif, customer service, coding, forecasting, quality inspection, dan decision support. Dampak perusahaan tergantung workflow serta quality control.

Generative AI menurunkan biaya produksi teks dan software, tetapi dapat menciptakan error serta security risk. Human review perlu proporsional pada consequence.

Perusahaan sebaiknya memulai dengan use case yang memiliki data, baseline, dan measurable benefit. Portfolio pendek yang berhasil lebih baik daripada puluhan pilot.

AI adoption membutuhkan data governance serta process owner, bukan hanya IT department. Business unit harus bertanggung jawab atas outcome.

Untuk UMKM, AI berbasis cloud dapat memberi akses kemampuan tanpa investasi besar, tetapi literacy serta vendor dependency perlu dikelola.

S. Cybersecurity sebagai Infrastruktur Ekonomi

Semakin digital produksi dan logistik, semakin besar risiko gangguan siber. Serangan ransomware pada pabrik, rumah sakit, pelabuhan, atau pembayaran dapat menimbulkan kerugian fisik.

Cybersecurity adalah productivity insurance: investasi mengurangi expected disruption dan menjaga trust. Namun organisasi sering melihatnya sebagai cost center.

Basic hygiene seperti patching, backup, identity management, segmentation, dan incident response memberi manfaat besar sebelum teknologi canggih.

Supply-chain security penting karena vendor software dapat menjadi pintu serangan. Procurement perlu security requirement serta notification.

National capability memerlukan talent, information sharing, testing, dan law enforcement lintas sektor.

T. Talenta: Dari Credential menuju Capability

Transformasi membutuhkan engineer, technician, operator, data analyst, product manager, researcher, designer, dan entrepreneur. Gelar saja tidak menjamin kemampuan.

Competency-based curriculum, apprenticeship, microcredential, project, dan certification membantu menghubungkan pendidikan dengan pekerjaan.

Perusahaan perlu berinvestasi training karena teknologi berubah cepat. Poaching risk sering membuat perusahaan enggan, sehingga co-financing dan industry training center dapat membantu.

Mobility antara kampus, riset, dan industri menyebarkan pengetahuan. Aturan karier akademik perlu menghargai applied work tanpa mengurangi quality.

Talenta global juga dapat digunakan melalui diaspora, visiting engineer, dan collaboration, dengan tujuan membangun capability lokal.

U. Manajemen sebagai Teknologi Produktivitas

Produktivitas tidak hanya ditentukan mesin. Quality of management memengaruhi target, monitoring, incentive, inventory, maintenance, people development, dan problem solving.

Lean management, statistical process control, total productive maintenance, serta continuous improvement sering memberi manfaat sebelum automation mahal.

Digital tools memperkuat manajemen bila process discipline sudah ada. Sensor tidak membantu bila organisasi tidak menindak data abnormal.

Program upgrading UMKM dan perusahaan menengah perlu memasukkan management practice bersama technology adoption.

Managerial capability merupakan intangible capital yang dapat menjelaskan perbedaan produktivitas antara perusahaan dengan mesin serupa.

V. Cluster dan Kawasan Industri

Cluster mengurangi biaya koordinasi antara perusahaan, supplier, tenaga kerja, jasa, dan institusi. Knowledge spillover terjadi melalui mobility serta interaction.

Kawasan industri dapat menyediakan common infrastructure seperti power, water, waste, lab, training, logistics, dan digital network, menurunkan fixed cost perusahaan.

Namun kawasan dapat menjadi enclave jika supplier serta kota sekitarnya tidak terhubung. Local economic development perlu dirancang.

Specialization memberi keuntungan, tetapi diversification dalam capability menjaga resilience. Cluster battery dapat terhubung electronics, chemicals, machinery, dan recycling.

Governance kawasan perlu memiliki data performance agar insentif tidak hanya berbasis occupancy.

W. Kebijakan Daerah untuk Hilirisasi

Pemerintah daerah memiliki peran pada land, infrastructure, licensing, vocational education, local enterprise, dan urban services. Hilirisasi nasional akan gagal bila daerah tidak memiliki capacity.

Daerah perlu memilih sektor berdasarkan resource dan capability, bukan meniru proyek besar daerah lain. Smart specialization membantu fokus.

Local supplier database, business matching, training, dan investment aftercare dapat memberi manfaat lebih daripada promosi investasi saja.

Pendapatan daerah dari boom sumber daya perlu diinvestasikan pada human capital serta infrastructure yang tetap berguna setelah komoditas turun.

Kolaborasi antar-daerah penting karena value chain melampaui batas administrasi.

X. Pemerataan Jawa dan Luar Jawa

Data BPS menunjukkan Jawa masih menyumbang lebih dari separuh ekonomi Indonesia. Hilirisasi mineral telah memperluas investasi ke luar Jawa, tetapi pertanyaan utama adalah kedalaman linkage.

Pemerataan bukan hanya lokasi pabrik. Supplier, pekerja terampil, jasa, pusat inovasi, dan kota harus tumbuh agar multiplier bertahan lokal.

Logistik serta connectivity antar-pulau menjadi syarat. Biaya tinggi dapat membuat input tetap diimpor walaupun supplier potensial ada di provinsi lain.

Universitas daerah dapat menjadi anchor institution untuk talent dan applied research. Pendanaan serta partnership perlu diperkuat.

Transformasi digital dapat mengurangi distance cost pada jasa dan knowledge, tetapi tidak mengganti pelabuhan, listrik, jalan, dan air.

Y. Gender dan Inklusi dalam Transformasi

Industrialisasi dan digitalisasi mengubah kesempatan kerja secara berbeda bagi perempuan, pemuda, dan kelompok rentan. Kebijakan skill serta care infrastructure memengaruhi partisipasi.

Digital work dapat memberi fleksibilitas tetapi juga precarious work. Platform governance dan social protection perlu mengikuti.

STEM pipeline perlu memperluas partisipasi perempuan melalui pendidikan, mentorship, safe workplace, dan career path.

UMKM perempuan dapat memperoleh manfaat dari digital finance dan marketplace, tetapi asset ownership serta digital literacy tetap.

Transformasi inklusif memperluas talent pool dan domestic demand, sehingga bukan hanya agenda sosial tetapi ekonomi.

Z. Pengukuran Keberhasilan Transformasi

Ukuran paling mudah adalah investasi dan kapasitas pabrik, tetapi ukuran tersebut tidak cukup. Transformasi perlu melihat productivity, domestic value added, wage, export sophistication, supplier, R&D, dan technology ownership.

Counterfactual penting: berapa investasi atau produksi yang akan terjadi tanpa insentif? Additionality membantu menilai efektivitas kebijakan.

Program supplier perlu mengukur perusahaan yang berhasil naik grade, memperoleh pelanggan baru, atau mengekspor. Jumlah peserta training tidak cukup.

Digital program perlu mengukur perubahan lead time, defect, inventory, revenue, energy, atau access finance, bukan jumlah akun.

Laporan tahunan transformasi produktif dapat memberi feedback bagi pemerintah, bisnis, dan publik serta mengurangi kebijakan berbasis slogan.

Tiga Puluh Indikator Transformasi Produktif Indonesia

1. Pertumbuhan produktivitas tenaga kerja manufaktur.
2. Pertumbuhan total factor productivity.
3. Domestic value added pada sektor hilirisasi.
4. Proporsi input lokal yang kompetitif.
5. Jumlah supplier lokal yang memenuhi standard global.
6. Nilai ekspor produk manufaktur berteknologi menengah dan tinggi.
7. Economic complexity dan diversifikasi ekspor.
8. Pengeluaran R&D sebagai proporsi PDB dan penjualan perusahaan.
9. Proporsi R&D bisnis terhadap total R&D.
10. Jumlah patent yang dikomersialisasikan, bukan hanya didaftarkan.
11. Produk baru sebagai persentase pendapatan perusahaan.
12. Produktivitas energi industri.
13. Carbon intensity produk ekspor utama.
14. Proporsi kawasan industri dengan clean energy dan water reuse.
15. Adopsi ERP, cloud, IoT, AI, dan cybersecurity pada perusahaan.

16. Produktivitas perusahaan yang telah digital dibanding kelompok serupa.
17. Persentase UMKM dengan pembukuan dan inventory digital.
18. Nilai transaksi digital B2B, bukan hanya B2C.
19. Waktu dan biaya logistik domestik.
20. Port dwell/waiting time dan reliability.
21. Jumlah pekerja dengan sertifikasi teknis relevan.
22. Proporsi pendidikan vokasi yang menggunakan apprenticeship.
23. Wage premium pada pekerjaan technical dan engineering.
24. Mobility engineer dan researcher antara kampus-industri.
25. Realisasi investasi di luar Jawa disertai local linkage.
26. Pertumbuhan perusahaan menengah lokal di cluster hilirisasi.
27. Pangsa jasa profesional dan digital dalam ekspor.
28. Jumlah perusahaan Indonesia dengan brand global.
29. Jumlah proyek insentif yang lulus milestone pembelajaran.
30. Kontribusi transformasi terhadap kenaikan pendapatan per kapita.

Agenda Seratus Hari untuk Memperdalam Hilirisasi, Inovasi, dan Digitalisasi

1. Membentuk dashboard rantai nilai untuk sepuluh komoditas dan industri prioritas.
2. Mengidentifikasi 100 kelompok input impor bernilai tinggi yang realistis dikembangkan domestik.
3. Menetapkan supplier development program di lima cluster industri dengan baseline produktivitas.
4. Membuka shared industrial diagnostic untuk perusahaan menengah: quality, digital, energy, cybersecurity, dan management.
5. Membangun skema joint lab industri-universitas dengan aturan IP serta milestone yang standar.
6. Menetapkan protokol evaluasi insentif fiskal berbasis additionality, export, skill, dan technology transfer.
7. Memilih lima use case AI industri yang dapat menghasilkan saving terukur.
8. Mengintegrasikan data pelabuhan, trucking, warehouse, dan customs pada koridor pilot.
9. Membentuk program reskilling pekerja pada sektor yang terdampak EV, automation, dan dekarbonisasi.
10. Menetapkan standar minimum cybersecurity pada operator industri strategis.
11. Mengembangkan skema green industrial power untuk cluster dengan kebutuhan ekspor rendah karbon.
12. Menetapkan monitoring domestic value added dan local supplier secara konsisten.
13. Membuka program industrial SaaS procurement untuk startup B2B lokal.
14. Mengembangkan fellowship engineer diaspora pada proyek strategis.
15. Memublikasikan laporan triwulanan outcome transformasi, bukan hanya investasi.

Dua Puluh Pertanyaan bagi Pemimpin Bisnis dan Publik

1. Apakah investasi baru menaikkan kemampuan atau hanya kapasitas?
2. Teknologi apa yang masih sepenuhnya bergantung luar negeri?
3. Supplier lokal mana yang realistis naik kelas dalam tiga tahun?
4. Apakah insentif memiliki target belajar yang dapat diukur?
5. Apa rencana setelah proteksi atau subsidi berakhir?
6. Apakah produk dapat menembus pasar ekspor kompetitif?
7. Apakah perusahaan memiliki engineer dan R&D yang cukup?
8. Apakah universitas terlibat pada problem produksi nyata?
9. Apakah digitalisasi mengubah proses atau hanya interface?
10. Apa baseline produktivitas sebelum teknologi diterapkan?
11. Apakah AI memberi manfaat lebih dari model sederhana?
12. Apakah data perusahaan berkualitas dan aman?
13. Bagaimana cyber risk memengaruhi operasi?
14. Apakah sumber energi mendukung daya saing karbon?
15. Apakah circularity masuk desain produk?
16. Apakah pekerja lama memiliki jalur reskilling?
17. Apakah daerah memperoleh supplier, skill, dan layanan baru?
18. Apakah UMKM masuk rantai nilai atau hanya menjadi konsumen?
19. Apa ukuran keberhasilan selain nilai investasi?
20. Kapabilitas apa yang tetap tinggal jika investor utama pergi?

Penutup Besar: Indonesia sebagai Ekonomi Berbasis Kemampuan

Transformasi ekonomi yang paling bernilai adalah transformasi yang membuat kemampuan nasional bertambah setiap tahun. Kapasitas pabrik dapat dibangun dalam beberapa tahun, tetapi capability berkembang melalui pengalaman, riset, training, kompetisi, dan organisasi.

Sumber daya alam dapat menjadi modal pembuka, tetapi tidak cukup menjadi identitas ekonomi selamanya. Negara maju memperoleh nilai dari kemampuan mengolah informasi, membuat keputusan, merancang produk, dan menciptakan teknologi.

Hilirisasi adalah pintu masuk karena menciptakan pasar bagi manufacturing dan supplier. Tetapi pintu tersebut harus mengarah ke koridor engineering, innovation, dan global market.

Jika hilirisasi berhenti pada tahap processing, Indonesia tetap menghadapi risiko harga komoditas serta ketergantungan teknologi. Jika bergerak sampai design serta service, keunggulan menjadi lebih tahan.

Inovasi harus dipahami luas. Perusahaan tidak harus menemukan teknologi revolusioner untuk menjadi inovatif. Mengurangi defect, menghemat energi, memperbaiki packaging, mengubah business model, dan mengembangkan produk baru adalah bagian.

Digital transformation memperbesar kecepatan siklus inovasi karena data dari produksi dan pasar kembali ke organisasi lebih cepat. Organisasi yang mampu belajar dari data memperoleh keunggulan.

AI menambahkan kemampuan prediksi dan generasi, tetapi tidak mengganti pemahaman proses. Operator, engineer, manager, dan domain expert tetap penting untuk menentukan tujuan serta memvalidasi hasil.

Cloud dan software memungkinkan perusahaan kecil mengakses kemampuan yang dahulu mahal. Kebijakan harus membantu UMKM memanfaatkan teknologi untuk operasi, bukan hanya marketing.

Logistik adalah penghubung seluruh transformasi. Nilai tambah di pabrik dapat hilang bila barang lambat, mahal, atau tidak reliable. Digital logistics dan physical infrastructure perlu berjalan bersama.

Talenta adalah investasi paling tahan lama. Pekerja yang memahami quality, automation, data, material, finance, dan customer dapat bergerak antarindustri serta menyebarkan capability.

Perguruan tinggi perlu menjadi bagian ekosistem produksi, tidak hanya pemasok ijazah. Riset terapan, project, lab, serta entrepreneurship memberi pengalaman problem nyata.

Industrial policy perlu belajar dari kegagalan masa lalu. Dukungan tanpa discipline menciptakan rente; competition tanpa support dapat membuat perusahaan tidak pernah melewati learning barrier. Kombinasi keduanya diperlukan.

Negara perlu berani menghentikan dukungan yang tidak menghasilkan learning dan memperbesar program yang terbukti menghasilkan supplier, export, technology, serta productivity.

Data publik dapat membantu discipline. Ketika outcome insentif, local content, productivity, dan export dapat dilihat, dialog kebijakan menjadi lebih berbasis bukti.

Transformasi hijau memberi tantangan sekaligus peluang. Carbon constraint akan mengubah pasar, tetapi Indonesia dapat menggunakan renewable, resource efficiency, dan circularity untuk membangun industri masa depan.

Hilirisasi mineral yang rendah karbon akan lebih kompetitif daripada hilirisasi yang bergantung pada energi tinggi emisi. Green power menjadi industrial infrastructure.

Daerah harus menjadi bagian dari capability building. Cluster luar Jawa perlu terhubung dengan universitas, vocational center, supplier, jasa, dan kota yang mampu mempertahankan talenta.

Ekonomi digital memberi cara baru mengatasi jarak. Jasa design, software, finance, dan engineering dapat berkembang di berbagai kota bila connectivity serta talent tersedia.

Namun digital concentration tetap perlu dikelola. Platform yang terlalu dominan dapat mengurangi bargaining UMKM serta menghambat inovasi. Competition policy dan interoperability membantu.

Kedaulatan digital sebaiknya dimaknai sebagai kemampuan memilih dan mengendalikan risiko, bukan menutup diri. Indonesia perlu akses teknologi global sekaligus capability domestik untuk memahami, mengaudit, dan mengembangkan.

Pada 2045, keberhasilan dapat dilihat bila komposisi ekspor Indonesia lebih kompleks, productivity naik, pekerja memperoleh wage lebih tinggi, dan perusahaan lokal semakin banyak memiliki teknologi serta brand.

Ekonomi yang demikian akan lebih tahan terhadap penurunan harga komoditas karena pendapatan tidak hanya berasal dari volume bahan mentah.

Investasi asing tetap penting sebagai sumber modal, technology, market, dan management. Tantangan kebijakan adalah memaksimalkan spillover tanpa membuat lingkungan investasi tidak pasti.

PMDN juga penting karena perusahaan domestik memiliki potensi mempertahankan knowledge dan decision center di Indonesia. Kolaborasi PMA-PMDN dapat membangun ecosystem.

BUMN dapat menjadi anchor pada sektor tertentu, tetapi perlu professional governance dan competition. Peran utamanya adalah mengatasi coordination gap, bukan menggantikan seluruh pasar.

UMKM dan perusahaan menengah harus memperoleh jalur upgrading. Tanpa middle industrial layer, value chain memiliki gap antara perusahaan besar dan usaha mikro.

Middle firms penting karena dapat menjadi supplier, exporter, innovator, serta tempat karier engineer. Kebijakan perlu membantu mereka scale melalui finance, management, dan market.

Innovation finance harus menyesuaikan lifecycle perusahaan. Startup digital, manufacturer, R&D project, dan export expansion membutuhkan instrumen berbeda.

Transformasi memerlukan kesabaran karena capability memiliki lag. Kebijakan yang berubah terlalu cepat mengurangi willingness perusahaan berinvestasi training dan R&D.

Namun konsistensi tidak berarti mempertahankan kebijakan yang tidak efektif. Stable goals dan adaptive instruments adalah kombinasi yang lebih tepat.

Indonesia perlu memiliki tujuan sederhana: setiap rupiah investasi dan setiap ton sumber daya harus menghasilkan lebih banyak pengetahuan, keterampilan, produktivitas, dan nilai pasar dari tahun ke tahun.

Jika prinsip tersebut menjadi ukuran, hilirisasi tidak lagi sekadar proyek industri, inovasi tidak menjadi kegiatan laboratorium terpisah, dan transformasi digital tidak menjadi jargon teknologi.

Ketiganya menjadi mekanisme yang saling menguatkan untuk meningkatkan kapasitas produktif bangsa.

Dengan kapasitas produktif yang lebih tinggi, pertumbuhan dapat bersumber lebih besar dari productivity daripada eksploitasi faktor, sehingga lebih berkelanjutan.

Pekerjaan juga dapat bergerak ke aktivitas dengan skill dan wage lebih tinggi, memperluas kelas menengah serta basis pajak.

Basis pajak yang lebih kuat memberi negara kapasitas membiayai pendidikan, kesehatan, infrastruktur, riset, dan perlindungan sosial, menciptakan siklus pembangunan baru.

Pada akhirnya, tujuan peningkatan ekonomi bukan hanya membuat Indonesia memproduksi lebih banyak, melainkan membuat Indonesia mengetahui lebih banyak, mampu melakukan lebih banyak, dan memperoleh nilai yang lebih besar dari kemampuan manusianya.

Transformasi dari ekonomi berbasis ekstraksi menuju ekonomi berbasis kemampuan adalah pekerjaan lintas generasi, tetapi hilirisasi, inovasi, dan digitalisasi memberi tiga instrumen yang sangat kuat untuk memulainya.

Suplemen Kebijakan: Mengubah Momentum Menjadi Kemampuan Jangka Panjang

A. Arsitektur Kebijakan Hilirisasi yang Berbasis Kinerja

Keberhasilan hilirisasi membutuhkan kerangka yang membedakan fasilitas umum dan fasilitas bersyarat. Infrastruktur, penyederhanaan prosedur, pendidikan, dan data dapat dipandang sebagai public goods. Sementara insentif pajak, pembiayaan khusus, atau dukungan investasi sebaiknya terkait milestone yang dapat diverifikasi seperti ekspor, pelatihan, kandungan nilai domestik, R&D, atau pengembangan supplier.

Pendekatan berbasis kinerja membantu mengurangi dua risiko: perusahaan menerima dukungan untuk aktivitas yang sebenarnya akan dilakukan tanpa insentif, dan dukungan bertahan meski pembelajaran tidak terjadi. Review periodik memungkinkan kebijakan dihentikan atau diperbaiki.

Milestone perlu realistis menurut sektor. Industri mineral memiliki timeline berbeda dari agroprocessing atau software. Satu formula local content untuk seluruh sektor dapat menghasilkan distorsi.

Negosiasi pemerintah dengan investor perlu berbasis data biaya, technology roadmap, dan market. Kapasitas teknis pemerintah menentukan kualitas deal serta kemampuan mengevaluasi komitmen.

Transparansi agregat atas outcome insentif meningkatkan akuntabilitas tanpa membuka rahasia bisnis. Publik perlu mengetahui berapa investasi, pekerjaan, ekspor, supplier, dan capability yang dihasilkan.

B. Membangun Industri Menengah sebagai Missing Middle

Ekonomi yang sehat memerlukan lapisan perusahaan menengah yang mampu menjadi supplier, eksportir, dan inovator. Bila struktur didominasi perusahaan sangat besar dan usaha mikro, rantai nilai memiliki celah.

Perusahaan menengah sering terlalu besar untuk program UMKM tetapi terlalu kecil untuk akses pembiayaan, teknologi, dan pasar seperti korporasi. Kebijakan perlu kategori support yang berbeda.

Growth diagnostics dapat mengidentifikasi bottleneck seperti working capital, certification, management, machinery, export marketing, dan succession. Program yang spesifik lebih efektif daripada training umum.

Digital ERP, quality management, cybersecurity, serta energy audit dapat menjadi paket upgrading. Shared service menurunkan biaya konsultasi.

Ketika perusahaan menengah berkembang, mereka menyediakan jalur karier bagi tenaga teknis dan meningkatkan competition pada supplier market.

C. Kebijakan Teknologi untuk Difusi, bukan Hanya Frontier

Perhatian publik sering tertarik pada teknologi frontier seperti AI besar, robot canggih, atau semiconductor fab. Namun productivity nasional juga ditentukan oleh seberapa luas teknologi standar diadopsi perusahaan biasa.

Technology diffusion policy dapat membantu perusahaan memakai ERP, CNC, sensor, quality system, digital accounting, cloud, dan automation dasar. Gap adopsi antarperusahaan sering besar.

Extension center dapat melakukan diagnostic onsite, merekomendasikan investasi, dan menghubungkan vendor. Model ini lebih dekat kebutuhan operasi dibanding seminar.

Voucher teknologi dapat membantu perusahaan mencoba solusi, tetapi perlu accreditation vendor dan outcome measurement.

Frontier research tetap penting untuk membangun masa depan, tetapi diffusion memberi productivity gain lebih cepat dan inklusif.

D. Procurement sebagai Mesin Permintaan Inovasi

Pemerintah dan BUMN memiliki purchasing power besar. Jika procurement hanya memilih spesifikasi lama dan harga termurah, inovasi domestik sulit memperoleh first customer.

Outcome-based procurement memungkinkan vendor menawarkan cara baru mencapai tujuan. Pilot serta sandbox dapat digunakan sebelum scale, terutama pada digital, kesehatan, energi, dan transportasi.

Namun innovation procurement tidak boleh menjadi alasan direct appointment tanpa competition. Kriteria teknis, milestone, dan evaluasi perlu terbuka.

Reference customer dari pemerintah dapat membantu perusahaan domestik masuk pasar ekspor bila quality serta performance terbukti.

Procurement juga dapat mewajibkan data portability, cybersecurity, energy efficiency, dan lifecycle agar inovasi sejalan public value.

E. R&D Mission dan Konsorsium Industri

R&D publik sering tersebar pada banyak topik kecil. Mission-oriented approach dapat mengonsolidasikan sumber pada masalah strategis seperti battery recycling, low-carbon metallurgy, tropical biotechnology, precision agriculture, marine technology, dan industrial AI.

Konsorsium harus memiliki problem owner dari industri atau pemerintah, work package, milestone, test facility, dan commercialization pathway. Publikasi tetap penting tetapi bukan satu-satunya output.

Universitas membawa ilmu dan talenta, perusahaan membawa market serta scale, lembaga riset membawa fasilitas, dan pemerintah mengurangi coordination failure. Governance menentukan apakah kolaborasi nyata atau hanya formal.

IP arrangement perlu disepakati sejak awal. Perusahaan membutuhkan hak komersial, sementara publik perlu memastikan pengetahuan tidak seluruhnya terkunci dari penelitian lanjutan.

Portfolio mission sebaiknya menerima sebagian kegagalan. Inovasi berisiko; yang penting adalah learning serta keputusan menghentikan proyek yang tidak menjanjikan.

F. Insentif R&D Perusahaan

Perusahaan sering underinvest dalam R&D karena spillover dan ketidakpastian. Insentif pajak atau matching grant dapat meningkatkan investasi, tetapi desain perlu mencegah relabeling aktivitas rutin sebagai riset.

Additionality dapat diuji melalui baseline pengeluaran, project description, serta audit teknis. Insentif yang hanya mengurangi biaya proyek existing memberi dampak terbatas.

SME innovative firms membutuhkan mekanisme sederhana karena compliance yang kompleks membuat hanya perusahaan besar memanfaatkan.

Kolaborasi dengan universitas dapat memperoleh bonus insentif jika ada alasan spillover. Namun kolaborasi tidak boleh diwajibkan bila tidak relevan.

Outcome R&D membutuhkan waktu, sehingga evaluasi perlu melihat portfolio serta capability, bukan revenue satu tahun.

G. Talenta Teknik dan Pendidikan Vokasi

Pendidikan vokasi perlu mengikuti occupational standard yang berubah. Kurikulum mesin konvensional harus mulai mengintegrasikan sensor, data, control, cybersecurity, serta maintenance digital.

Apprenticeship memberi pengalaman yang sulit disimulasikan di sekolah. Perusahaan perlu insentif serta standar agar apprentice benar-benar belajar, bukan hanya menjadi tenaga murah.

Instruktur perlu upskilling rutin di industri. Equipment sekolah yang tertinggal membuat lulusan tidak siap.

Credential harus portable dan dipercaya lintas perusahaan. Certification yang hanya formal tidak memberi signal skill.

Career guidance penting agar siswa memahami jalur dari technician ke supervisor, engineer technologist, atau entrepreneur. Vokasi perlu memiliki mobilitas, bukan dead-end.

H. Transformasi Pendidikan Tinggi untuk Inovasi

Universitas menghadapi trade-off antara publikasi, teaching, dan applied collaboration. Sistem insentif akademik perlu memberi penghargaan pada patent berkualitas, prototype, standard contribution, industry problem solving, dan startup tanpa menurunkan rigor ilmiah.

Research office profesional dapat membantu contract, IP, ethics, procurement, dan industry relation sehingga dosen tidak menanggung administrasi sendiri.

Shared laboratory meningkatkan utilization alat mahal. Governance akses antara fakultas serta mitra industri perlu transparan.

Mahasiswa pascasarjana dapat ditempatkan pada industrial problem dengan co-supervision. Model ini menghasilkan riset relevan serta talent pipeline.

University spin-off memerlukan rule conflict of interest dan equity yang jelas agar komersialisasi tidak mengganggu misi akademik.

I. Diaspora dan Sirkulasi Talenta Global

Talenta Indonesia di luar negeri merupakan jaringan pengetahuan serta pasar. Kebijakan tidak harus selalu memaksa return permanen; circulation melalui project, visiting appointment, mentorship, dan investment dapat memberi manfaat.

Diaspora engineer dapat membantu technology evaluation dan supplier qualification pada proyek besar. Pengalaman global memberi benchmark yang sulit diperoleh lokal.

Program perlu sederhana dan profesional, dengan mandate serta deliverable jelas. Simbolisme tanpa project nyata menghasilkan dampak kecil.

Perusahaan domestik juga dapat merekrut expert asing untuk membangun capability, dengan team pairing dan knowledge transfer yang terukur.

Tujuan akhirnya bukan nasionalitas pengetahuan, tetapi kemampuan organisasi Indonesia memahami serta mengembangkan teknologi secara mandiri.

J. Persaingan dan Disiplin Pasar

Hilirisasi membutuhkan support, tetapi competition tetap mesin produktivitas. Monopoli yang terlindungi dapat menurunkan incentive inovasi dan membuat harga input mahal bagi industri hilir.

Competition assessment perlu dilakukan pada kebijakan import restriction, local content, exclusive right, serta konsesi. Tujuan industri harus diseimbangkan dengan contestability.

Perusahaan yang memperoleh support sebaiknya tetap menghadapi benchmark internasional. Export market, tender, dan performance target memberi discipline.

Antitrust pada ekonomi digital juga penting karena platform dapat menjadi infrastructure bagi UMKM. Self-preferencing atau lock-in berlebihan mengurangi kesempatan inovator.

Persaingan sehat tidak berarti laissez-faire; pemerintah tetap berperan menyediakan public goods dan mengoreksi market failure.

K. Perdagangan Internasional sebagai Alat Upgrading

Pasar ekspor memperbesar scale dan memberi pressure quality. Kebijakan perdagangan perlu mendukung upgrading melalui trade agreement, standard cooperation, customs efficiency, dan export finance.

Non-tariff measure semakin penting, termasuk carbon, sustainability, data, sanitary, serta technical standard. Perusahaan perlu bantuan compliance sebelum aturan berlaku.

Trade intelligence dapat menggunakan data untuk mengidentifikasi product-market fit serta perubahan demand. Kedutaan dan trade office dapat bertindak sebagai market sensor.

Export credit dan insurance membantu risiko transaksi, terutama perusahaan menengah. Namun support perlu menjaga credit discipline.

Import juga memiliki peran sebagai sumber mesin, input, dan knowledge. Strategi substitusi impor perlu selektif agar tidak menaikkan biaya teknologi.

L. Kebijakan Nilai Tukar, Keuangan, dan Industri

Transformasi industri dipengaruhi cost of capital, nilai tukar, inflasi, dan kestabilan makro. Investasi jangka panjang membutuhkan prediktabilitas.

Nilai tukar yang terlalu volatile meningkatkan risiko impor mesin serta bahan. Hedging access bagi perusahaan menengah dapat membantu.

Kredit investasi tenor panjang diperlukan untuk machinery dan energy efficiency. Bank sering lebih nyaman pada collateral daripada cash-flow teknologi.

Development finance dapat mengisi gap bila memiliki appraisal teknis dan governance kuat. Kredit murah tanpa due diligence menciptakan NPL.

Stabilitas makro bukan agenda terpisah dari industrial policy; ia adalah kondisi bagi perusahaan untuk mengambil risiko produktif.

M. Infrastruktur Energi untuk Industrialisasi

Industri membutuhkan listrik reliable, kompetitif, dan semakin rendah karbon. Gangguan kecil dapat merusak production schedule serta quality.

Grid investment harus mengikuti cluster growth, bukan tertinggal setelah pabrik dibangun. Planning antara kawasan industri, utilitas, dan pemerintah perlu terintegrasi.

Renewable procurement serta direct green power arrangement dapat menjadi advantage ekspor bila governance jelas.

Energy efficiency sering menjadi sumber productivity paling murah. Audit, motor efficiency, heat recovery, dan process control perlu mendapat support.

Gas serta transitional fuel mungkin tetap berperan pada beberapa proses, tetapi pathway dekarbonisasi harus jelas agar aset tidak stranded.

N. Air, Limbah, dan Infrastruktur Ekologi Industri

Pertumbuhan industri meningkatkan permintaan air serta risiko limbah. Kawasan yang tidak memperhitungkan daya dukung dapat menghadapi konflik dengan masyarakat dan biaya produksi tinggi.

Shared wastewater treatment, water recycling, serta monitoring menurunkan fixed cost perusahaan dan meningkatkan compliance.

Industrial symbiosis memungkinkan byproduct satu perusahaan menjadi input lain. Data material flow membantu menemukan peluang.

Environmental performance harus menjadi bagian competitiveness karena pasar serta pembiayaan semakin menilai risiko tersebut.

Restorasi dan green buffer di kawasan juga membantu resilience terhadap banjir serta panas.

O. Transformasi Digital UMKM: Tahapan yang Realistis

UMKM memiliki heterogenitas tinggi. Tahap pertama biasanya digital record, payment, dan communication; tahap berikut inventory, procurement, customer data, dan accounting; baru kemudian automation atau AI.

Program sebaiknya tidak memaksa semua UMKM masuk level teknologi sama. Digital maturity assessment membantu memilih intervensi.

Data transaksi dapat meningkatkan akses kredit jika consent serta data portability terjaga. Alternative credit scoring harus menghindari discrimination opaque.

Marketplace memberi pasar, tetapi merchant juga perlu brand, customer relation, dan omnichannel agar tidak sepenuhnya bergantung platform.

Shared service pada koperasi atau asosiasi dapat menurunkan biaya ERP, logistics, design, dan certification.

P. Data sebagai Aset Produktif Nasional

Data perusahaan, pemerintah, dan sensor semakin menjadi input produksi. Namun data hanya bernilai jika berkualitas, interoperabel, aman, dan digunakan.

Data silo membuat perusahaan mengulang input serta menghambat visibility. Standard semantics dan API membantu integrasi.

Data governance perlu menentukan owner, steward, quality rule, access, retention, serta incident response. Banyak proyek AI gagal karena fondasi data lemah.

Open government data dapat menciptakan inovasi bila machine-readable dan reliable. Weather, transport, geospatial, trade, dan standard sangat berguna.

Data sovereignty perlu dipahami sebagai kemampuan mengendalikan penggunaan dan risiko, bukan menutup data dari kolaborasi.

Q. Cybersecurity dan Trust Economy

Kepercayaan adalah modal ekonomi digital. Konsumen dan perusahaan akan menahan transaksi bila risiko fraud, breach, atau outage tinggi.

Cybersecurity maturity perlu ditingkatkan pada supply chain karena perusahaan kecil dapat menjadi titik lemah vendor besar.

Government incident reporting serta sectoral sharing membantu collective defense. Insentif perlu mendorong disclosure tanpa mempermalukan korban.

Cyber insurance dapat berkembang tetapi membutuhkan data risk serta minimum security standard.

Security by design lebih murah daripada memperbaiki sistem setelah deployment.

R. Artificial Intelligence Governance untuk Bisnis

Perusahaan perlu memiliki AI inventory, owner, purpose, data source, risk classification, human oversight, dan monitoring. Governance membuat adoption lebih cepat karena tanggung jawab jelas.

High-risk use seperti hiring, credit, safety, dan critical operation membutuhkan validation lebih ketat. Low-risk productivity tool dapat menggunakan kontrol lebih ringan.

Generative AI perlu source confidentiality, hallucination control, IP, dan cybersecurity. Employee policy harus praktis agar pekerja tidak menggunakan shadow AI tanpa aturan.

Vendor model perlu dievaluasi pada performance, data processing, portability, uptime, dan cost. Dependency dapat menjadi strategic risk.

AI governance yang baik bukan birokrasi tambahan, tetapi mekanisme mengubah eksperimen menjadi deployment yang aman.

S. Kewirausahaan Industri dan B2B

Ekosistem startup Indonesia lama dikenal kuat pada consumer digital. Gelombang berikut perlu memperbesar B2B technology seperti industrial software, agritech, energy management, logistics, cybersecurity, and healthtech.

B2B startup membutuhkan sales cycle panjang serta domain knowledge, sehingga venture model berbeda dari consumer app. Corporate partnership dan procurement menjadi penting.

Pilot access ke pabrik atau BUMN dapat menjadi bottleneck. Sandbox industri serta data sintetik membantu testing.

Startup sebaiknya membangun integration capability dengan system existing, karena klien industri jarang mengganti seluruh stack.

Exit melalui acquisition dapat menyebarkan technology, tetapi ecosystem juga membutuhkan perusahaan scale-up independen.

T. Menjaga Konsistensi Kebijakan sampai 2045

Capability building memerlukan horizon panjang. Perusahaan akan berinvestasi pada training, R&D, dan supplier bila percaya arah kebijakan cukup stabil.

Stabilitas tujuan tidak berarti instrumen tidak berubah. Evaluasi harus memperbaiki tax incentive, local content, training, dan digital program berdasarkan bukti.

National transformation council atau mekanisme koordinasi dapat membantu lintas kementerian, tetapi harus fokus pada problem solving serta dashboard outcome, bukan meeting.

Daerah, industri, kampus, dan pekerja perlu forum umpan balik agar kebijakan memahami constraint lapangan.

Komunikasi publik perlu realistis: transformasi memiliki learning curve dan tidak semua proyek berhasil. Kejujuran meningkatkan trust serta kualitas koreksi.

Sepuluh Prinsip Strategis Peningkatan Ekonomi Indonesia

1. Nilai Tambah Harus Menjadi Kemampuan

Setiap tahap hilirisasi harus meningkatkan skill, teknologi, supplier, dan pengetahuan. Prinsip ini menjadi kriteria sederhana untuk menilai apakah sebuah program benar-benar memperkuat struktur ekonomi.

2. Hilirisasi Harus Bergerak ke Fungsi Bernilai Tinggi

Processing perlu diikuti engineering, R&D, design, brand, dan service. Prinsip ini menjadi kriteria sederhana untuk menilai apakah sebuah program benar-benar memperkuat struktur ekonomi.

3. Inovasi Mencakup Adopsi dan Penciptaan

Diffusion teknologi sama penting dengan frontier research. Prinsip ini menjadi kriteria sederhana untuk menilai apakah sebuah program benar-benar memperkuat struktur ekonomi.

4. Digitalisasi Harus Meningkatkan Produktivitas

Keberhasilan diukur dari proses dan outcome, bukan jumlah aplikasi. Prinsip ini menjadi kriteria sederhana untuk menilai apakah sebuah program benar-benar memperkuat struktur ekonomi.

5. Talenta adalah Infrastruktur

Pendidikan, apprenticeship, mobility, dan lifelong learning menjadi investasi utama. Prinsip ini menjadi kriteria sederhana untuk menilai apakah sebuah program benar-benar memperkuat struktur ekonomi.

6. Insentif Harus Bersyarat dan Sementara

Support dikaitkan milestone dan memiliki review serta sunset. Prinsip ini menjadi kriteria sederhana untuk menilai apakah sebuah program benar-benar memperkuat struktur ekonomi.

7. Persaingan Menjaga Disiplin

Industrial policy perlu contestability dan benchmark global. Prinsip ini menjadi kriteria sederhana untuk menilai apakah sebuah program benar-benar memperkuat struktur ekonomi.

8. Transformasi Harus Hijau

Energi, material, air, dan emisi menjadi bagian daya saing. Prinsip ini menjadi kriteria sederhana untuk menilai apakah sebuah program benar-benar memperkuat struktur ekonomi.

9. Daerah Harus Mendapat Capability, bukan Hanya Proyek

Cluster perlu supplier, kampus, skill, dan diversifikasi. Prinsip ini menjadi kriteria sederhana untuk menilai apakah sebuah program benar-benar memperkuat struktur ekonomi.

10. Ukur yang Tertinggal setelah Investasi

Warisan terbesar adalah perusahaan, manusia, teknologi, dan institusi yang lebih mampu. Prinsip ini menjadi kriteria sederhana untuk menilai apakah sebuah program benar-benar memperkuat struktur ekonomi.

Final Remarks

Indonesia memiliki momentum yang jarang: investasi meningkat, agenda hilirisasi berkembang, ekonomi digital besar, serta pasar domestik tetap luas. Momentum tersebut perlu digunakan untuk naik dari pertumbuhan berbasis faktor menuju pertumbuhan berbasis produktivitas.

Hilirisasi menyediakan permintaan bagi manufacturing dan engineering. Inovasi membuat kemampuan itu berkembang. Digitalisasi menurunkan biaya belajar serta koordinasi. Ketiga pilar saling melengkapi dan tidak seharusnya dikelola sebagai agenda birokrasi yang terpisah.

Jika strategi berhenti pada investasi fisik, manfaat akan besar tetapi terbatas. Jika strategi memasukkan supplier, R&D, talent, software, design, dan export, efeknya dapat bertahan beberapa generasi.

Peningkatan ekonomi Indonesia pada akhirnya bergantung pada kemampuan menciptakan nilai dari pengetahuan. Sumber daya alam tetap penting, tetapi pengetahuan menentukan seberapa banyak nilai yang dapat dihasilkan dari setiap unit sumber daya.

Visi Indonesia 2045 yang kuat adalah Indonesia sebagai negara produksi dan inovasi: mampu mengolah, merancang, mengotomatisasi, membiayai, memasarkan, dan memperbaiki teknologi sendiri sambil terhubung erat dengan ekonomi global.

Dengan arah tersebut, hilirisasi tidak menjadi akhir perjalanan, melainkan titik awal menuju ekonomi yang lebih kompleks, digital, hijau, dan berdaya saing.

Tambahan Analitis: Menjaga Kualitas Transformasi Ekonomi

A. Dari Investasi menuju Produktivitas

Investasi sering menjadi indikator paling mudah dipahami karena nilainya dapat diumumkan segera. Namun investasi adalah input, bukan outcome. Sebuah proyek bernilai besar dapat memiliki productivity spillover kecil bila mesin, engineering, software, dan layanan utama seluruhnya berasal dari luar negeri dan hubungan dengan perusahaan lokal terbatas.

Karena itu, evaluasi investasi perlu mengukur productivity before-after, value added per worker, local supplier development, training hours, technology transfer, dan export capability. Data tersebut membantu membedakan investasi yang hanya memperbesar kapasitas dari investasi yang mengubah struktur ekonomi.

Investasi berkualitas juga menciptakan option bagi sektor lain. Pabrik dengan laboratory, engineering team, dan supplier network meninggalkan infrastructure of knowledge yang dapat digunakan pada proyek berikutnya. Nilai ini sulit terlihat dalam statistik awal tetapi menentukan catch-up jangka panjang.

Pemerintah perlu membangun aftercare investment sebagai fungsi strategis. Setelah izin dan konstruksi selesai, investor perlu didorong memperluas supplier lokal, R&D, dan ekspor. Aftercare sering lebih murah daripada mengejar investor baru dari nol.

Produktivitas merupakan jembatan antara investasi dan kesejahteraan. Jika investasi tidak meningkatkan output per pekerja serta wage, pertumbuhan pendapatan akan terbatas.

B. Dari Digitalisasi menuju Digital Productivity

Banyak organisasi mengukur transformasi digital dari jumlah aplikasi, transaksi elektronik, atau pengguna. Ukuran tersebut penting tetapi tidak menjawab apakah biaya, waktu, error, inventory, atau kualitas membaik.

Digital productivity membutuhkan redesign workflow. Formulir digital yang masih meminta data sama berulang kali tidak mengurangi beban. ERP yang tidak terintegrasi dengan production tidak memberi visibility. AI yang tidak masuk decision process hanya menjadi eksperimen.

Setiap proyek digital sebaiknya memiliki baseline operasional dan target yang jelas, misalnya menurunkan lead time 20 persen, defect 10 persen, atau inventory days 15 persen. Manfaat dapat dibandingkan dengan total cost ownership.

Digital portfolio perlu dihentikan bila tidak menghasilkan adoption dan outcome. Organisasi sering mempertahankan aplikasi karena sunk cost atau prestige. Discipline untuk sunset system sama pentingnya dengan inovasi.

Transformasi digital yang matang membuat data mengalir lintas fungsi sehingga keputusan pemasaran, produksi, finance, procurement, dan logistics semakin konsisten.

C. Dari Riset menuju Komersialisasi

Riset dan komersialisasi memiliki logika berbeda. Penelitian mengejar pengetahuan yang valid, sementara komersialisasi membutuhkan customer problem, product specification, reliability, cost, regulation, dan distribution.

Technology readiness level dapat membantu memetakan gap, tetapi tidak cukup. Market readiness serta manufacturing readiness juga perlu. Banyak prototype gagal ketika scale-up karena biaya atau quality.

Technology transfer office dapat menjadi intermediary yang memahami IP, licensing, startup, serta partnership. Namun TTO perlu staf profesional dengan insentif yang sesuai.

Proof-of-concept fund dan pilot facility penting pada valley of death antara lab dan produksi. Skema pendanaan perlu menerima bahwa tidak semua proyek akan berhasil.

Industri juga perlu meningkatkan absorptive capacity. Perusahaan yang tidak memiliki engineer internal sulit menyerap teknologi universitas meskipun kualitas riset tinggi.

D. Dari UMKM menuju Perusahaan Bertumbuh

Kebijakan UMKM sering berfokus mempertahankan usaha kecil, padahal sebagian perusahaan perlu didorong tumbuh menjadi menengah. Growth orientation menghasilkan pekerjaan, pajak, supplier capacity, dan export.

Threshold regulation yang berubah tajam ketika perusahaan membesar dapat menciptakan incentive tetap kecil. Harmonisasi pajak, labor, dan reporting perlu menjaga compliance tanpa menghukum scale.

Digital finance dan accounting memberi data yang membantu bank menilai perusahaan bertumbuh. Namun credit scoring harus disertai human review serta kesempatan koreksi.

Mentoring dari perusahaan besar dapat membantu quality serta production planning. Supplier contract memberi demand yang lebih kuat daripada training tanpa pasar.

Program perlu membedakan livelihood microenterprise dan growth-oriented SME karena tujuan, instrumen, serta risk profile berbeda.

E. Dari Sumber Daya menuju Kekayaan Nasional

Indonesia perlu melihat sumber daya alam sebagai aset yang dikonversi, bukan pendapatan gratis. Setiap ton mineral atau hektare lahan yang digunakan seharusnya menghasilkan kombinasi penerimaan, investasi, skill, dan teknologi yang memperbesar kekayaan nasional.

Jika rente sumber daya hanya membiayai konsumsi, generasi berikut menerima stok alam lebih kecil tanpa aset pengganti yang cukup. Hilirisasi memperbaiki situasi bila nilai tambah digunakan untuk membangun capability.

Natural capital dan fiscal account perlu dibaca bersama. Daerah penghasil perlu memantau deplesi, environmental liability, serta penggunaan penerimaan untuk pendidikan dan diversifikasi.

Recycling memperpanjang umur sumber daya dan dapat menjadi industri baru. Battery, metal, plastic, dan electronics perlu circular infrastructure sejak sekarang.

Keberhasilan hilirisasi jangka panjang adalah ketika ekonomi tetap kuat bahkan bila ekstraksi primer melambat, karena perusahaan telah menguasai manufacturing, design, service, dan recycling.

Penegasan Penutup

Agenda hilirisasi, inovasi, dan transformasi digital pada dasarnya adalah agenda pembentukan kemampuan nasional. Hilirisasi menyediakan kesempatan belajar dari produksi nyata; inovasi mengubah pembelajaran menjadi solusi baru; digitalisasi meningkatkan kecepatan informasi serta koordinasi.

Tiga agenda tersebut perlu beroperasi dalam lingkungan makro yang stabil, pasar yang kompetitif, hukum yang dapat diprediksi, pendidikan yang relevan, dan infrastruktur yang andal. Tanpa fondasi tersebut, kebijakan sektoral akan menghasilkan manfaat yang lebih kecil.

Indonesia juga perlu menjaga kemampuan melakukan koreksi. Tidak semua proyek hilirisasi, program inovasi, atau teknologi digital akan berhasil. Sistem evaluasi harus memungkinkan pemerintah menghentikan dukungan dan memindahkan sumber daya tanpa menganggap perubahan arah sebagai kegagalan politik.

Manajemen pembangunan modern membutuhkan eksperimen yang disiplin: tujuan jelas, pilot, data, evaluasi, scale-up jika berhasil, dan exit bila tidak. Prinsip ini berlaku pada industri, teknologi, pendidikan, dan digital government.

Pada akhirnya, keunggulan terbesar Indonesia bukan hanya apa yang terkandung di bawah tanah atau tumbuh di atasnya, melainkan kemampuan masyarakatnya mengubah sumber daya, data, pengetahuan, dan kreativitas menjadi produk serta layanan yang bernilai bagi dunia.

Jika kemampuan tersebut terus meningkat, pertumbuhan ekonomi tidak lagi bergantung terutama pada penambahan faktor, tetapi pada produktivitas dan inovasi. Itulah fondasi ekonomi berpendapatan tinggi yang lebih tahan terhadap perubahan teknologi, geopolitik, dan siklus komoditas.

Visi ini membutuhkan konsistensi sampai 2045, tetapi langkahnya dapat dimulai sekarang melalui kebijakan yang menghubungkan setiap investasi dengan supplier, setiap pabrik dengan pendidikan, setiap data dengan keputusan, dan setiap insentif dengan hasil.

Dengan demikian, transformasi ekonomi Indonesia menjadi proyek kolektif: pemerintah menciptakan arah dan public goods, bisnis berinvestasi serta berinovasi, perguruan tinggi membangun pengetahuan dan talenta, pekerja terus belajar, dan masyarakat memastikan manfaat tersebar serta lingkungan dijaga.

Epilog: Dari Momentum menuju Kemampuan Nasional

Indonesia berada pada fase ketika skala ekonomi, sumber daya, pasar domestik, dan investasi memberikan peluang besar untuk mempercepat kenaikan kelas. Namun sejarah pembangunan menunjukkan bahwa skala saja tidak menjamin konvergensi menuju negara berpendapatan tinggi. Negara yang berhasil biasanya mampu mengubah investasi menjadi produktivitas, produksi menjadi pembelajaran, dan pembelajaran menjadi kemampuan inovasi yang terus bertambah.

Hilirisasi memberikan jalan yang masuk akal karena berangkat dari keunggulan yang sudah dimiliki. Tetapi keunggulan sumber daya harus dipandang sebagai platform sementara untuk membangun keunggulan baru yang lebih sulit ditiru: engineering, software, material science, desain, manajemen operasi, merek, jaringan distribusi, dan kemampuan riset. Ketika keunggulan baru tersebut berkembang, ekonomi menjadi lebih tahan terhadap fluktuasi komoditas.

Inovasi juga perlu dibebaskan dari pandangan bahwa hanya penemuan ilmiah besar yang bernilai. Bagi sebagian besar perusahaan, inovasi dimulai dari peningkatan mutu, pengurangan waktu, penghematan energi, desain ulang produk, penggunaan data pelanggan, serta kemampuan melayani pasar yang lebih menuntut. Akumulasi ribuan perbaikan semacam itu dapat memberikan dampak produktivitas nasional yang sangat besar.

Transformasi digital memperluas kemampuan melakukan perbaikan tersebut dengan biaya informasi yang lebih rendah. Data produksi membuat masalah terlihat; cloud mempermudah penggunaan software; AI mempercepat analisis; platform membuka pasar; dan konektivitas memungkinkan kolaborasi lintas lokasi. Namun teknologi harus tetap diposisikan sebagai sarana. Organisasi yang buruk tidak otomatis menjadi produktif karena menggunakan AI, sebagaimana pabrik tidak otomatis kompetitif hanya karena memiliki mesin baru.

Agenda pembangunan juga perlu menghindari ketergantungan pada indikator input. Nilai investasi, jumlah startup, kapasitas smelter, jumlah pengguna internet, atau besarnya belanja R&D adalah informasi penting, tetapi belum membuktikan transformasi. Pertanyaan yang lebih penting adalah apakah produktivitas meningkat, upah membaik, supplier domestik naik kelas, ekspor semakin kompleks, perusahaan memiliki IP, dan daerah memperoleh basis ekonomi yang lebih beragam.

Perubahan tersebut membutuhkan institusi yang mampu belajar. Pemerintah harus mengumpulkan evidence, membandingkan program, mengakui kelemahan, dan memperbaiki instrumen. Perusahaan perlu membangun continuous improvement. Perguruan tinggi perlu mendengar problem industri tanpa kehilangan kebebasan berpikir. Ketika semua pihak memiliki kemampuan belajar, kegagalan pilot tidak menjadi pemborosan total karena menghasilkan pengetahuan untuk keputusan berikut.

Transformasi juga harus menjaga kualitas sosial dan ekologis. Pekerja yang terdampak otomatisasi membutuhkan jalur reskilling; daerah penghasil membutuhkan diversifikasi; komunitas membutuhkan hak serta lingkungan yang layak; dan industri membutuhkan energi yang semakin rendah karbon. Produktivitas tinggi yang dibangun di atas kerusakan lingkungan atau ketimpangan ekstrem akan menghadapi biaya ekonomi dan politik pada masa depan.

Dalam konteks global yang semakin terfragmentasi, kemampuan domestik menjadi semakin penting. Kedaulatan ekonomi tidak berarti membuat semua hal sendiri, tetapi memiliki cukup pengetahuan, supplier, data, dan institusi untuk memilih mitra, mengelola risiko, serta berpindah ketika kondisi berubah. Ekonomi yang terhubung tetapi memiliki kemampuan tawar lebih baik daripada ekonomi yang tertutup maupun ekonomi yang sepenuhnya bergantung.

Target Indonesia Emas 2045 memerlukan horizon kebijakan yang melampaui proyek tunggal. Setiap cluster industri harus memiliki roadmap teknologi, setiap universitas strategis perlu terhubung dengan kebutuhan transformasi, setiap program digital perlu memiliki ukuran produktivitas, dan setiap insentif perlu menjawab kemampuan apa yang ingin dibangun. Dengan cara tersebut, kebijakan menjadi portofolio pembentukan capability.

Pada akhirnya, ukuran keberhasilan paling sederhana adalah apakah Indonesia pada 2045 mampu menghasilkan produk dan layanan yang pada 2026 masih harus diimpor, mampu menciptakan teknologi yang sekarang masih dibeli, mampu membangun perusahaan yang bersaing global, dan mampu meningkatkan kesejahteraan dengan penggunaan sumber daya yang lebih efisien. Jika jawabannya ya, maka hilirisasi, inovasi, dan transformasi digital benar-benar telah menjadi mesin peningkatan ekonomi nasional.

Sebagai penegasan terakhir, pembangunan ekonomi yang bertumpu pada kemampuan memerlukan kesabaran sekaligus disiplin. Kesabaran dibutuhkan karena pendidikan teknis, supplier development, budaya inovasi, dan reputasi pasar tidak terbentuk dalam satu siklus anggaran. Disiplin dibutuhkan karena dukungan publik harus selalu diuji terhadap hasil, bukan dipertahankan karena kepentingan yang sudah terbentuk. Indonesia perlu membangun budaya kebijakan yang mampu membedakan proyek yang sekadar besar dari proyek yang benar-benar transformatif. Proyek transformatif meninggalkan kapasitas manusia, teknologi, jaringan pemasok, standar, data, dan pasar yang tetap berguna setelah investasi awal selesai. Demikian pula, transformasi digital yang baik tidak diukur dari kemutakhiran teknologi, tetapi dari perubahan produktivitas, kualitas keputusan, keamanan, serta kemampuan organisasi belajar. Jika ketiga agenda utama - hilirisasi, inovasi, dan digitalisasi - terus diarahkan pada pembentukan kemampuan, maka pertumbuhan ekonomi Indonesia dapat semakin bergeser dari ketergantungan pada volume sumber daya menuju penciptaan nilai yang berbasis pengetahuan. Perubahan tersebut merupakan inti dari kenaikan kelas ekonomi: bukan hanya memiliki lebih banyak pabrik dan platform, tetapi memiliki lebih banyak organisasi dan manusia yang mampu menciptakan, memperbaiki, serta bersaing pada frontier yang terus bergerak.

Ke depan, konsistensi kebijakan perlu dilengkapi dengan mekanisme evaluasi yang terbuka. Pemerintah, dunia usaha, perguruan tinggi, dan masyarakat perlu dapat melihat apakah target investasi benar-benar menghasilkan produktivitas, ekspor, pekerjaan berketerampilan, inovasi, dan pemerataan. Transparansi semacam ini membuat dialog pembangunan bergerak dari perdebatan slogan menuju pembelajaran berbasis bukti.

Indonesia juga perlu menjaga kemampuan beradaptasi terhadap perubahan teknologi global. Kimia baterai, kecerdasan buatan, robotika, material baru, energi bersih, dan pola perdagangan dapat berubah lebih cepat daripada umur sebuah kawasan industri. Karena itu, kebijakan yang baik tidak mengunci satu teknologi secara permanen, tetapi membangun manusia, laboratorium, supplier, data, dan institusi yang mampu berpindah ke peluang baru.

Pada akhirnya, transformasi produktif adalah proses kumulatif. Satu investasi menciptakan pengalaman, pengalaman menciptakan kemampuan, kemampuan memungkinkan inovasi, dan inovasi membuka pasar baru. Ketika siklus ini berlangsung berulang di banyak sektor serta daerah, ekonomi nasional memperoleh

momentum yang jauh lebih kuat daripada pertumbuhan yang hanya bergantung pada kenaikan harga komoditas atau ekspansi konsumsi.

Dengan perspektif tersebut, hilirisasi, inovasi, dan transformasi digital tidak seharusnya dipandang sebagai tiga program pemerintah, melainkan sebagai tiga dimensi dari satu strategi besar: membangun Indonesia yang semakin mampu menciptakan nilai dari sumber daya, pengetahuan, teknologi, dan kreativitas manusianya sendiri.

Transformasi ini juga menuntut konsensus bahwa produktivitas, pembelajaran, dan kemampuan merupakan aset nasional yang perlu dipelihara lintas pemerintahan. Ketika kebijakan investasi, pendidikan, perdagangan, energi, teknologi, dan digital bergerak menuju tujuan yang sama, perusahaan memperoleh kepastian untuk berinvestasi dalam keterampilan dan inovasi. Sebaliknya, fragmentasi kebijakan meningkatkan biaya koordinasi dan mengurangi insentif pembelajaran. Karena itu, koordinasi pembangunan perlu berpusat pada outcome lintas sektor: nilai tambah domestik yang meningkat, produktivitas yang lebih tinggi, ekspor yang semakin kompleks, pekerjaan yang lebih bermutu, serta kemampuan teknologi yang bertambah. Indonesia tidak perlu menguasai seluruh rantai nilai sekaligus, tetapi harus terus memperluas bagian rantai yang dapat dikerjakan secara kompetitif. Proses bertahap yang konsisten tersebut akan membentuk fondasi ekonomi yang lebih mandiri dalam kemampuan, terbuka terhadap dunia, dan tangguh menghadapi perubahan.

Transformasi produktif harus terus berlanjut.