

Kedudukan Malaysia dalam Rantaian Nilai E&E Global dan Prospek

Pengenalan

Industri elektrik dan elektronik (E&E) merupakan tunjang utama dalam ekonomi global. Industri ini memacu transformasi digital yang meliputi semua aspek masyarakat moden. Dalam landskap yang dinamik ini, Malaysia telah mengukuhkan kedudukannya sebagai peserta penting dalam rantaian nilai E&E global (*E&E global value chain*, E&E GVC). Dengan memanfaatkan lokasi geografi yang strategik, infrastruktur yang mantap serta tenaga kerja yang mahir, Malaysia telah muncul sebagai hab yang sangat penting untuk pengeluaran E&E. Perkembangan baru-baru ini yang merangkumi peralihan geopolitik hingga revolusi yang diterajui oleh kecerdasan buatan (*artificial intelligence*, AI) telah menampilkan cabaran serta peluang yang besar dalam industri E&E. Rantaian nilai E&E global sedang mengalami penentukuran semula apabila negara-negara mengamalkan dasar perindustrian yang agresif demi melindungi kepentingan ekonomi, keselamatan dan sosiopolitik mereka. Perubahan ini mempunyai implikasi yang ketara terhadap ekonomi kecil dan terbuka seperti Malaysia, lantas menjejaskan pertumbuhan pengeluaran, perdagangan dan pendapatan.

Berlatarkan persekitaran ini, rencana ini membincangkan perihai utama berkaitan semikonduktor, E&E GVC serta trend baru-baru ini dalam kitaran teknologi global. Selanjutnya, analisis kedudukan semasa Malaysia dalam E&E GVC dibincangkan, dengan meneliti sumbangannya kepada ekonomi dalam negeri, prestasi eksport baru-baru ini dan prospek jangka terdekat. Implikasi trend mega utama ke atas prospek pertumbuhan masa hadapan serta cabarannya terhadap industri E&E Malaysia turut dikupas. Akhir sekali, rencana ini membincangkan tentang strategi untuk merebut peluang yang akan mengukuhkan lagi kedudukan Malaysia dalam ekosistem semikonduktor global yang sentiasa berkembang.

Rantaian nilai E&E global adalah sangat kompleks dan mempunyai kesalinghubungan merentas negara

Sebagai komponen yang sangat penting dalam banyak barangan modal serta pengguna, industri E&E menjadi pemangkin utama untuk peningkatan produktiviti dan inovasi dalam kebanyakan industri serta sektor ekonomi lain. Industri E&E global, yang mencakupi 18.8% daripada bahagian perdagangan global pada tahun 2024,¹ juga sangat bersepadu merentas rantau, dengan memanfaatkan perdagangan bebas untuk memindahkan input dan produk antara negara.

Pada asasnya, semikonduktor disifatkan sebagai 'akal' kepada semua peranti elektronik moden, mencakupi 32.7% daripada bahagian eksport E&E global. Semikonduktor merupakan komponen penting yang menyediakan fungsi asas untuk memproses data, menyimpan maklumat dan mengawal fungsi serta komunikasi dengan peranti lain dalam pelbagai segmen akhir. Semikonduktor biasanya dibahagikan kepada tiga jenis cip utama: logik, memori serta diskret, analog dan lain-lain (*discrete, analog and others*, DAO) (Gambar Rajah 1). Sementara itu, kompleksiti semikonduktor ditentukan oleh saiz nod prosesnya.² Kebanyakan kejayaan besar yang dicapai teknologi terkini melibatkan pembuatan nod yang lebih kecil. Hal ini membolehkan pembangunan cip yang sangat maju dan canggih dengan prestasi serta kecekapan yang sangat tinggi. Namun, cip lama atau legasi kekal penting dalam kebanyakan segmen akhir kerana keberkesanan kos serta kebolehpercayaan fungsi dan prestasinya. Memandangkan kerumitannya, perkilangan semikonduktor dibezakan oleh rantaian nilai yang sangat khusus dan sering tersebar secara geografi tetapi saling berkaitan. Rantaian nilai ini, bersama-sama dengan pelbagai aktiviti sokongan, membentuk ekosistem semikonduktor yang kompleks dan global.

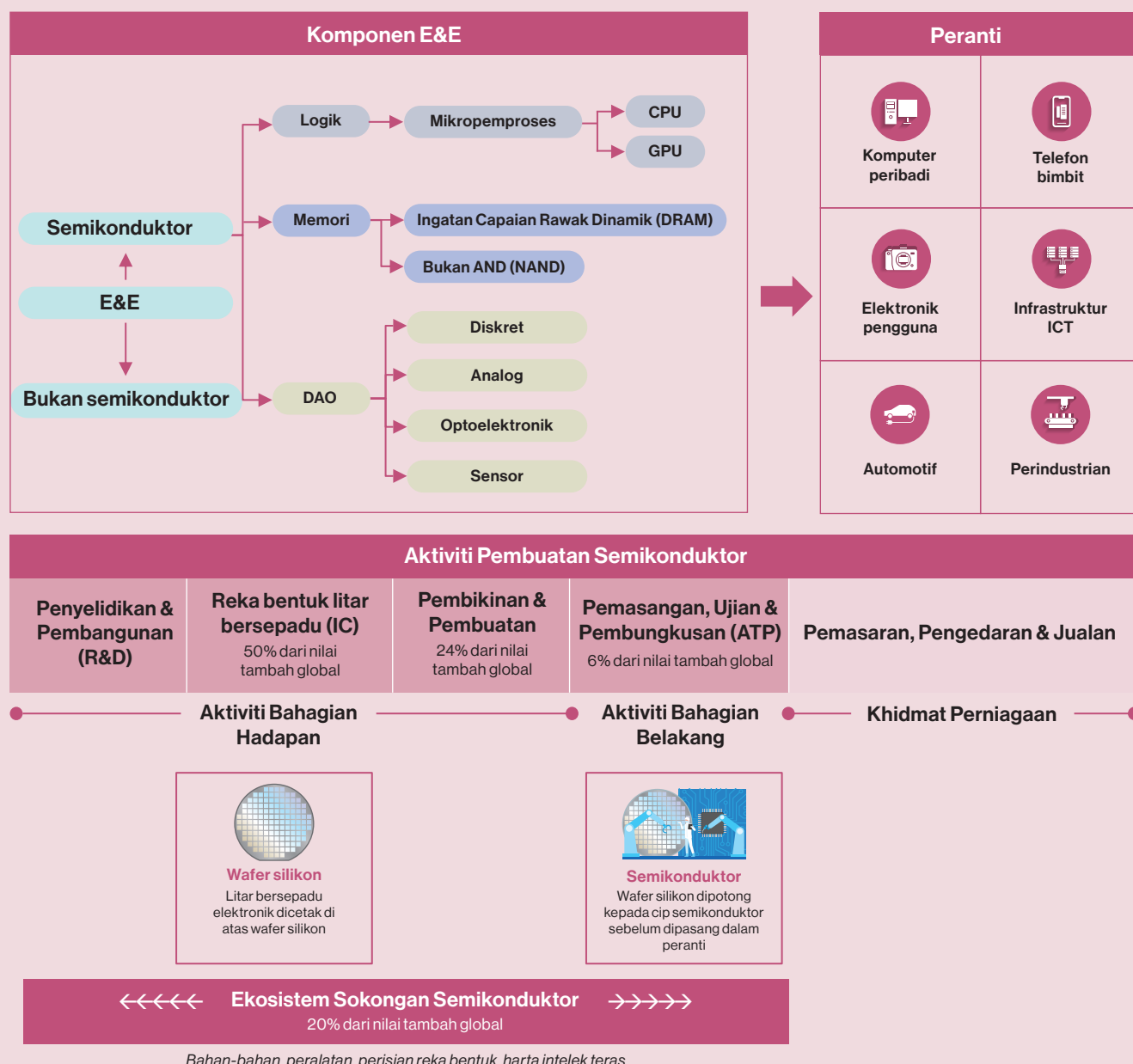
Secara amnya, rantaian nilai boleh dibahagikan kepada dua bahagian utama iaitu bahagian hadapan (*front-end*) dan bahagian belakang (*back-end*) (Gambar Rajah 1). Bahagian hadapan rantaian nilai terdiri daripada penyelidikan dan pembangunan (*research and development*, R&D), reka bentuk litar bersepadu (*integrated circuit*, IC) dan pembikinan wafer (*wafer fabrication*) pelbagai jenis cip. Proses-proses ini biasanya memerlukan kepakaran berkemahiran tinggi di samping modal serta teknologi yang intensif. Sementara itu, bahagian belakang rantaian nilai terdiri daripada aktiviti pemasangan, ujian dan pembungkusan

¹ Anggaran dengan menggunakan data daripada S&P Global Trade Atlas.

² Cip 'canggih' biasanya merujuk proses nod pada saiz 5nm atau lebih kecil, manakala cip 'sangat maju' adalah cip dalam lingkungan 10nm hingga 7nm. Sementara itu, US CHIPS and Science Act 2022 mentakrifkan cip 'legasi' sebagai yang dihasilkan pada saiz 28nm atau lebih besar.

(assembly, testing and packaging, ATP). Hal ini merupakan langkah penting untuk memastikan fungsi dan prestasi cip boleh dipercayai, tahan lama dan sedia untuk disepadukan dengan komponen E&E lain dalam pelbagai peranti dalam segmen akhir. Aktiviti ATP secara relatifnya lebih intensif buruh dan kurang rumit dari segi teknikal. Walau bagaimanapun, aktiviti ini telah berkembang menjadi lebih kompleks dan intensif modal disebabkan oleh kemajuan dalam teknologi pembungkusan.³ Pada peringkat akhir, sebaik sahaja peranti ini disepadukan, peranti kemudiannya dikendalikan oleh entiti perkhidmatan perniagaan untuk pemasaran, pengedaran dan jualan. Melengkapi rantai nilai ini adalah ekosistem sokongan meluas yang menghasilkan bahan, produk kimia khusus, mesin dan peralatan, reka bentuk perisian serta harta intelek (*intellectual property*, IP) teras untuk aktiviti perkilangan semikonduktor.

Gambar Rajah 1: Ilustrasi Ringkas Rantaian Nilai E&E

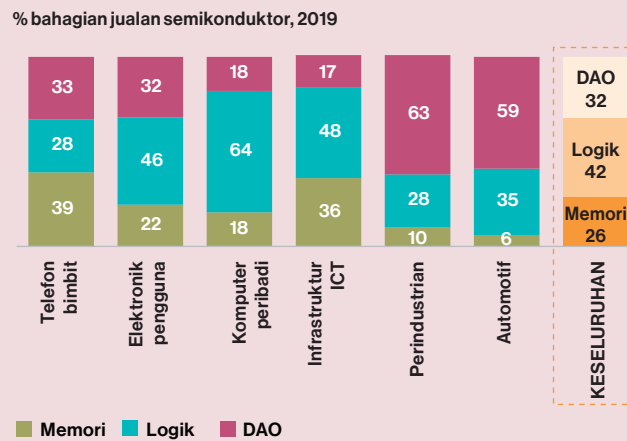


Nota: Di bawah memori, DRAM merujuk kepada komponen memori jangka pendek bagi fungsi aktif komputer manakala NAND berfungsi sebagai komponen memori jangka panjang bagi menyimpan data dan maklumat.

Sumber: Semiconductor Industry Association dan Boston Consulting Group

³ Dari dahulu, pembungkusan cip memerlukan proses ikatan yang langsung pada sistem luaran. Walau bagaimanapun, inovasi terkini dalam pembungkusan maju menggunakan teknik 2.5D dan 3D. Proses ini melibatkan berbilang lapisan cip disusun dan diikat lebih rapat untuk prestasi serta kecekapan tenaga yang lebih baik.

Rajah 1: Jualan Semikonduktor Global Mengikut Jenis Cip



Sumber: Boston Consulting Group, Gartner dan Perangkaan Perdagangan Semikonduktor Dunia

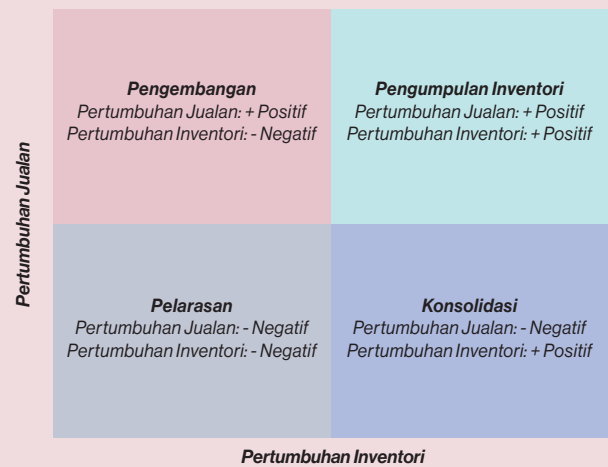
Permintaan global terhadap semikonduktor terutamanya ditentukan oleh trend pertumbuhan pelbagai segmen akhir. Dari segi pecahan mengikut jenis cip, segmen akhir secara kolektif terdiri daripada 42% logik, 32% DAO dan 26% bahagian dalam cip memori (Rajah 1). Walau bagaimanapun, komposisi cip yang tepat adalah berbeza mengikut setiap segmen akhir masing-masing. Oleh itu, trend pertumbuhan dalam permintaan bagi setiap jenis cip juga akan berubah mengikut masa dan bergantung pada faktor khusus pasaran yang mempengaruhi pelbagai segmen akhir.

Kitaran teknologi global kini dalam fasa pengembangan

Ekosistem semikonduktor global mengalami perubahan yang ketara dalam beberapa tahun kebelakangan ini, dipengaruhi oleh faktor kitaran serta faktor struktur. 'Kitaran teknologi', seperti yang ditunjukkan oleh jualan semikonduktor global, terdedah kepada perubahan pertumbuhan yang besar. Kitaran ini biasanya dibahagikan kepada empat fasa iaitu pelarasan, pengembangan, pengumpulan inventori dan konsolidasi. Fasa tersebut mencerminkan perubahan keadaan permintaan dan bekalan seperti yang dicirikan oleh trend dalam pertumbuhan jualan serta inventori cip (Rajah 2).

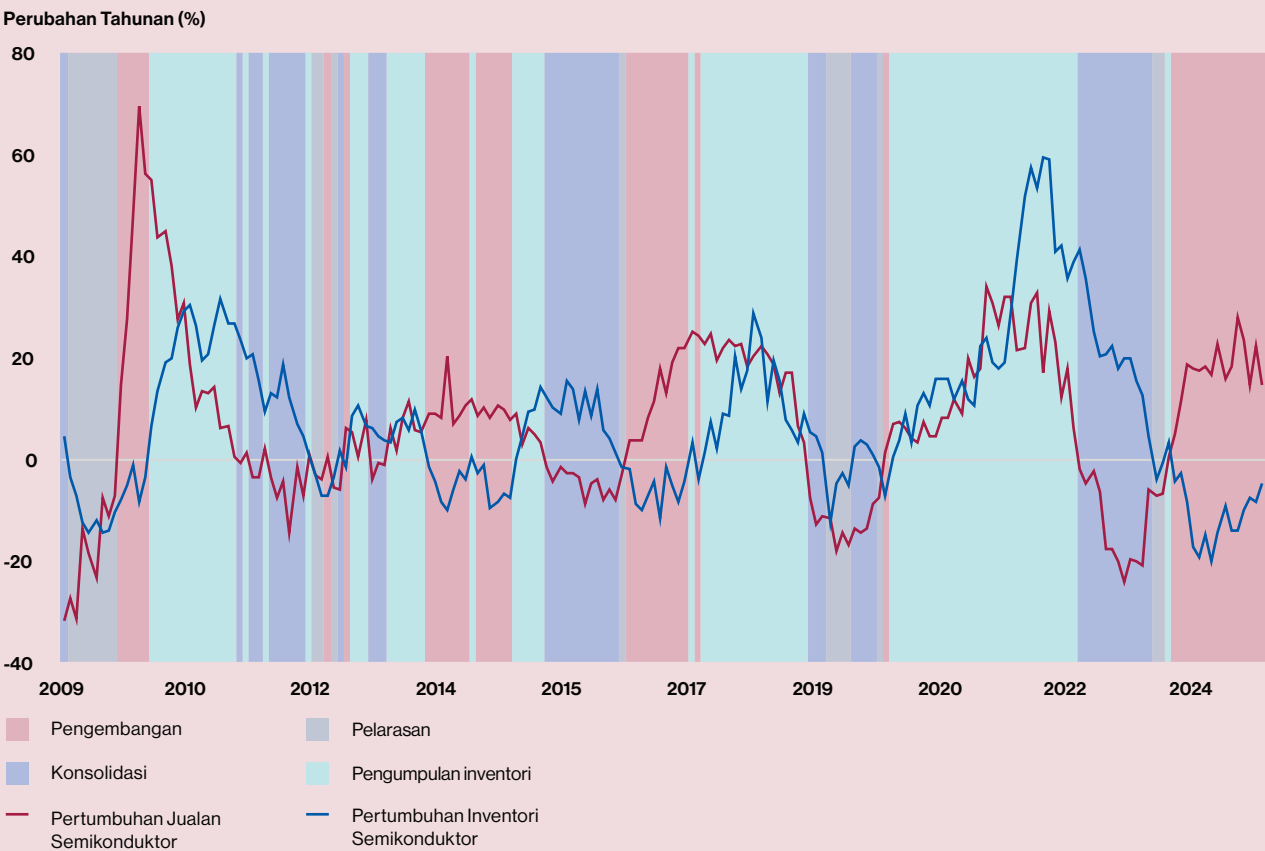
Dalam tempoh lima tahun yang lalu, fasa peralihan boleh dikesan melalui perkembangan dan peristiwa utama yang mempengaruhi kitaran teknologi global (Rajah 3). Semasa pandemik COVID-19, dinamik permintaan-bekalan untuk semikonduktor beralih secara mendadak. Peningkatan dalam kerja jarak jauh dan aktiviti dalam talian mendorong lonjakan permintaan yang meluas merentas kebanyakan segmen akhir seperti komputer peribadi (PC), telefon bimbit dan peranti elektronik pengguna. Syarikat meningkatkan pengeluaran dan inventori secara agresif untuk memenuhi permintaan yang meningkat dalam keadaan gangguan rantai bekalan dan kawalan pergerakan. Pada bulan Jun 2022, apabila permintaan yang didorong oleh pandemik berkurang, pertumbuhan jualan menjadi perlahan dan inventori mula terkumpul. Hal ini mendorong syarikat beralih daripada aktiviti pengembangan kepada konsolidasi. Kemudian, syarikat memasuki fasa pelarasan, disebabkan oleh prestasi jualan yang merosot telah memaksa syarikat untuk mengurangkan lebih inventori.

Rajah 2: Fasa Kitaran Teknologi Global



Sumber: Disesuaikan dari Tinjauan Makroekonomi April 2024, Penguasa Kewangan Singapura

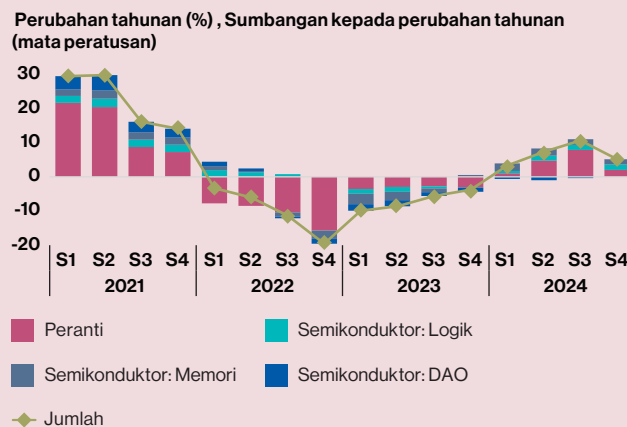
Rajah 3: Pertumbuhan Jualan Semikonduktor Global dan Inventori Mengikut Fasa Kitaran Teknologi



Nota: Kitaran teknologi global mempunyai empat fasa: (i) pengembangan (Positif pertumbuhan jualan, Negatif pertumbuhan inventori); (ii) pengumpulan inventori (Positif pertumbuhan jualan, Positif pertumbuhan inventori); (iii) konsolidasi (Negatif pertumbuhan jualan, Positif pertumbuhan inventori) dan (iv) pelarasan (Negatif pertumbuhan jualan, Negatif pertumbuhan inventori). Inventori semikonduktor global diproksi oleh tahap inventori semikonduktor di AS, Korea dan China Taipei yang diwajibkan mengikut bahagian eksport masing-masing.

Sumber: Disesuaikan dari Tinjauan Makroekonomi April 2024, Penguasa Kewangan Singapura menggunakan data dari CEIC, Perangkaan Perdagangan Semikonduktor Dunia dan anggaran Bank Negara Malaysia.

Rajah 4: Pertumbuhan Eksport E&E Global Mengikut Produk



Sumber: S&P Global dan anggaran Bank Negara Malaysia

Pada akhir tahun 2023, prestasi jualan pulih semula dan inventori menurun, didorong oleh kemajuan teknologi dan kitaran penggantian perkakasan. Kitaran teknologi global mengalami peningkatan pada tahun 2024 dengan pertumbuhan jualan semikondutor sebanyak 19.1% (2023: -8.2%). Pemulihan ini didorong terutamanya oleh cip logik dan memori (Rajah 4), berikutan permintaan yang tinggi dalam segmen akhir PC serta infrastruktur teknologi maklumat dan komunikasi (*information and communication technology, ICT*). Hal ini mencerminkan peningkatan pesat ke arah peranti berkaitan AI dan pengembangan kapasiti baharu untuk pengkomputeran awan serta pusat data. Walau bagaimanapun, pemulihan ini kekal tidak sekata dengan peningkatan yang perlahan dalam segmen akhir yang lain. Permintaan telefon bimbit menjadi lemah disebabkan oleh kitaran penggantian yang lebih lama, manakala pengumpulan inventori yang berlebihan melembapkan permintaan cip DAO dalam segmen akhir automotif.

Selain daripada trend kitaran, peralihan struktur yang lebih berkekalan dalam permintaan cip secara agregat didorong oleh kemajuan teknologi seperti Industri 4.0 dan AI. Di samping itu, pengaturan kerja yang fleksibel dan perpecahan geopolitik yang semakin meningkat juga telah membentuk semula struktur industri E&E. Peralihan struktur yang berterusan akan terus membentuk industri dan akan memberikan sokongan padu kepada fasa pengembangan semasa kitaran teknologi global.

Malaysia disepadukan dengan kukuh ke dalam rantai nilai E&E global

E&E telah menjadi salah satu pemacu utama pembangunan perindustrian negara. Sepanjang lima dekad yang lalu, industri E&E Malaysia telah mengalami kemajuan pesat. Industri E&E kini mencakupi 40% daripada jumlah eksport kasar Malaysia, menyumbang 3.7% kepada eksport E&E global dan menguasai bahagian yang ketara sebanyak 7.3% daripada eksport semikondutor global pada tahun 2024. E&E juga merupakan sumber pekerjaan penting, menyokong 614,051 pekerjaan⁴ dengan purata gaji bulanan sebanyak RM4,019, jauh melebihi purata gaji sektor perkilangan iaitu sebanyak RM3,448. Industri ini juga membentuk 7.4% daripada jumlah keluaran, dengan kadar pertumbuhan tahunan terkompoun (*compounded annual growth rate, CAGR*) sebanyak 6.4% antara tahun 2015 hingga 2024. Jumlah ini lebih tinggi daripada CAGR KDNK sebanyak 3.8%. Secara keseluruhannya, Malaysia kini merupakan pengeksport E&E kesembilan terbesar di dunia.⁵

Malaysia memperoleh kelebihan perbandingan dalam ekosistem semikondutor global dengan membangunkan keupayaan khusus dalam rantai nilai E&E. Malaysia mempunyai penglibatan yang kukuh di bahagian belakang khususnya peserta pemasangan dan ujian semikondutor sumber luar (*outsourced semiconductor assembly and test, OSAT*), mencakupi 13% daripada bahagian aktiviti ATP global, serta penglibatan yang terhad di bahagian hadapan (Jadual 1). Rantai nilai ini disokong selanjutnya oleh pelbagai jenis pembuat peralatan ujian automatik (*automated test equipment, ATE*) dalam negeri.

⁴ Sumber: Data perkilangan bulanan (purata tahun 2024), Jabatan Perangkaan Malaysia

⁵ Setakat tahun 2024 berdasarkan Global Trade Atlas (GTA)

Dari segi produk, 64% bahagian daripada eksport E&E Malaysia adalah semikonduktor manakala 36% terdiri daripada peranti seperti komponen untuk komputer dan telefon (Rajah 5). Dalam eksport semikonduktor, cip logik mencakupi bahagian terbesar sebanyak 49.5%, diikuti oleh DAO (45%) dan memori (7.5%). Dengan mengambil kira campuran produk, pemulihan untuk eksport E&E Malaysia pada tahun 2024 secara amnya adalah beransur-ansur. Pemulihan permulaan pada awal tahun 2024 agak ketinggalan berbanding dengan negara serantau. Hal ini disebabkan terutamanya oleh penglibatan terhad Malaysia dalam cip memori jalur lebar tinggi yang maju (Jadual 2). Namun, pada separuh kedua tahun 2024 pemulihan menjadi lebih ketara apabila segmen memori, cip logik dan peranti mula bertambah baik dengan ketara (Rajah 6).

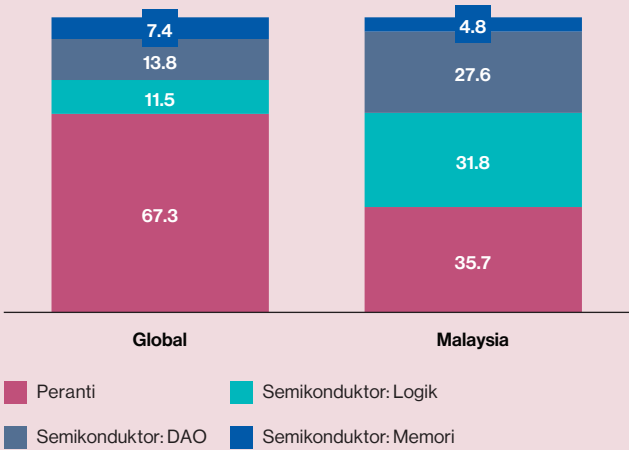
Jadual 1: Penglibatan Malaysia dalam Rantaian Nilai E&E Global

Peranti		Aktiviti Bahagian Hadapan			Aktiviti Bahagian Belakang
		R&D	Reka Bentuk	Pembikinan	ATP
Komponen Elektronik		Rendah	Sederhana	Sederhana	Tinggi
Elektronik Pengguna		Rendah	Rendah	Sederhana	Tinggi
Industri	Kelengkapan Komputer	Tiada	Rendah	Sederhana	Tinggi
	Kelengkapan Komunikasi	Tiada	Tiada	Tinggi	Sederhana
Elektrikal		Rendah	Sederhana	Tinggi	Tinggi

Sumber: Kementerian Pelaburan, Perdagangan dan Industri Malaysia

Rajah 5: Eksport E&E Mengikut Produk

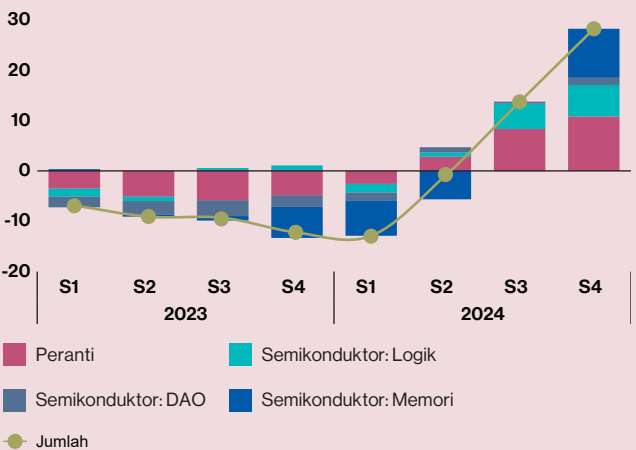
% Bahagian daripada jumlah eksport E&E, 2024



Sumber: S&P Global dan anggaran Bank Negara Malaysia

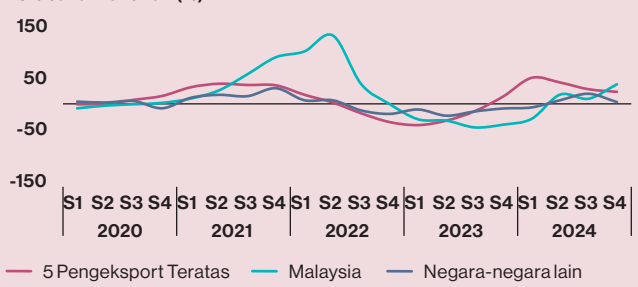
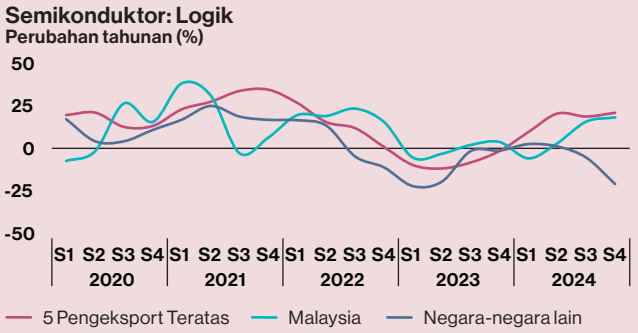
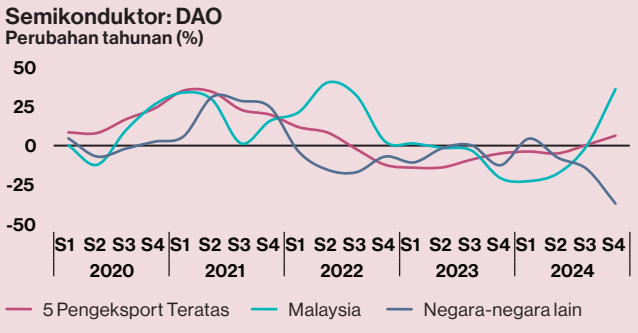
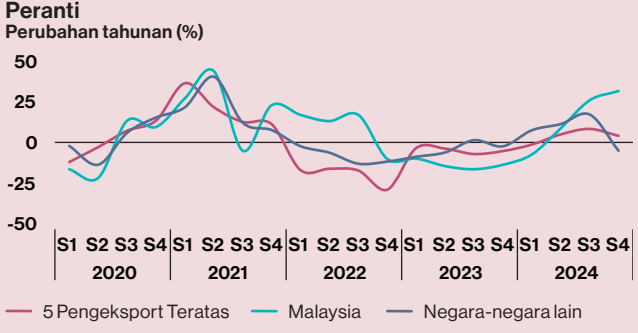
Rajah 6: Pertumbuhan Eksport E&E Malaysia Mengikut Produk (USD)

Perubahan tahunan (%), Sumbangan kepada perubahan tahunan (mata peratusan)



Sumber: S&P Global dan anggaran Bank Negara Malaysia

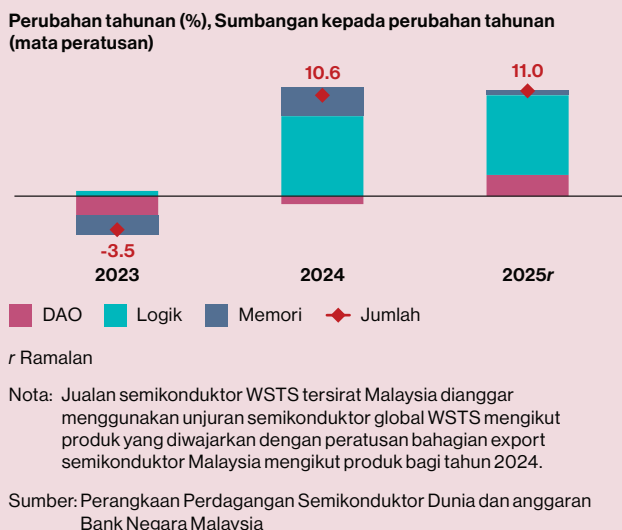
Jadual 2: Perbandingan Pertumbuhan Eksport E&E Malaysia dengan Negara-Negara Teraju Mengikut Produk

Produk E&E	Perkembangan
Semikonduktor: Memori Perubahan tahunan (%)  — 5 Pengeksport Teratas — Malaysia — Negara-negara lain	Pertumbuhan export cip memori Malaysia pada tahun 2023 dan separuh pertama 2024 ketinggalan berbanding negara-negara teraju pada mulanya disebabkan oleh penglibatan yang terhad dalam cip lebar jalur tinggi namun telah pulih sejak itu.
Semikonduktor: Logik Perubahan tahunan (%)  — 5 Pengeksport Teratas — Malaysia — Negara-negara lain	Pertumbuhan eksport cip logik Malaysia bergerak seiring dengan negara-negara teraju lain seperti China, Korea, Singapura, dan AS. Malaysia juga mendapat manfaat daripada peningkatan permintaan daripada pelayan AI dan pusat data di seluruh dunia.
Semikonduktor: DAO Perubahan tahunan (%)  — 5 Pengeksport Teratas — Malaysia — Negara-negara lain	Secara keseluruhan, pertumbuhan export cip DAO terus ketinggalan berbanding cip memori dan logik disebabkan pemulihan yang tidak sekata terutamanya dalam segmen akhir automotif dan industri. Bagi Malaysia, pertumbuhan eksport adalah seiring dengan negara-negara teraju dan terus meningkat pada suku tahunan 2024.
Peranti Perubahan tahunan (%)  — 5 Pengeksport Teratas — Malaysia — Negara-negara lain	Malaysia mendahului dalam pertumbuhan eksport peranti yang didorong terutamanya oleh permintaan untuk pemproses data automatik.

Nota: Lima pengeksport E&E teratas mungkin berbeza mengikut produk tetapi sebahagian besarnya terdiri daripada Hong Kong, China, Amerika Syarikat, Korea, Taipei Cina, Jerman dan Belanda.

Sumber: S&P Global dan anggaran Bank Negara Malaysia

Rajah 7: Unjuran Jualan Semikonduktor WSTS Tersirat Malaysia Mengikut Jenis Cip



Prospek dan pemacu untuk industri E&E Malaysia

Meskipun ketegangan geopolitik semakin ketara dan kemungkinan sekatan perdagangan dan pelaburan, pemulihan industri E&E Malaysia dijangka berterusan. Industri ini akan terus meraih manfaat daripada peningkatan kitaran teknologi global yang berterusan. Perangkaan Perdagangan Semikonduktor Dunia (WSTS) mengunjurkan pengembangan kukuh yang berterusan untuk industri semikonduktor global dengan pertumbuhan sebanyak 11.2% pada tahun 2025 (2024: 19.1%). Hal ini akan didorong terutamanya oleh cip memori dan logik yang disokong oleh segmen akhir yang lebih pelbagai. Permintaan terhadap PC dan telefon bimbit dijangka berkembang berikutan kitaran penggantian perkakasan, peningkatan permintaan terhadap peranti berasaskan AI dan penggunaan rangkaian 5G yang selanjutnya. Sementara itu, DAO dijangka berkembang berikutan peningkatan kandungan cip setiap kenderaan dalam segmen automotif, meskipun lebih sederhana berbanding dengan cip memori dan cip logik.

Bagi Malaysia, trend pemulihan dalam eksport E&E merentas semua kumpulan produk utama adalah konsisten dengan peserta E&E terkemuka di seluruh dunia. Anggaran jualan semikonduktor tersirat Malaysia⁶ menunjukkan bahawa semikonduktor mampu berkembang sebanyak 11% pada tahun 2025 (2024: 10.6%), didorong terutamanya oleh cip logik (Rajah 7). Prospek ini terus disokong oleh dapatan daripada industri E&E dalam negeri. Menurut tinjauan suku tahunan Persatuan Industri Semikonduktor Malaysia (MSIA) untuk suku tahun keempat 2024, 66% syarikat menyatakan keyakinan tentang prospek keseluruhan mereka untuk 12 bulan yang akan datang.

Peluang pertumbuhan dan cabaran untuk industri E&E Malaysia

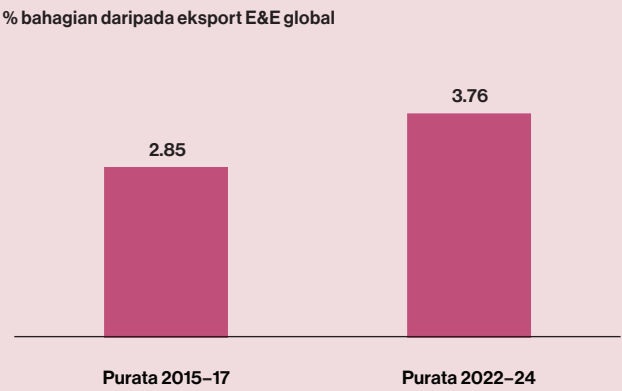
Pada masa ini, ekonomi global berhadapan dengan dua trend mega dengan implikasi yang mendalam terhadap rantai nilai E&E. Pertama, ketegangan geopolitik yang semakin meruncing telah meningkatkan perpecahan ekonomi apabila negara berdagang dan melabur lebih banyak dengan negara yang mereka anggap sebagai sekutu geopolitik. Perlindungan perdagangan yang semakin meningkat serta halangan tarif serta bukan tarif yang dikenakan telah mengalihkan aliran perdagangan dan pelaburan antarabangsa. Hal ini telah meningkatkan gangguan rantai bekalan, sekatan teknologi dan ketidakpastian yang lebih tinggi. Kedua, revolusi digital, yang dipacu oleh kemajuan dalam penggunaan AI, 5G serta EV, boleh mengubah kegiatan ekonomi dengan ketara. Yang penting, AI mempunyai potensi untuk mengganggu pasaran pekerjaan, khususnya mereka yang terlibat dalam tugas kognitif dan bukan rutin. IMF

⁶ Anggaran menggunakan agregat unjuran semikonduktor global WSTS mengikut produk, yang diwajibkan dengan peratusan bahagian eksport semikonduktor Malaysia mengikut produk bagi tahun 2024.

menganggarkan bahawa kira-kira 40% pekerjaan global terdedah kepada AI,⁷ menunjukkan bahawa pekerjaan mahir pun perlu menyesuaikan diri dengan teknologi baharu. Di antara kedua-dua trend mega ini wujud kebangkitan 'teknonasionalisme', iaitu kekuatan teknologi menjadi satu keperluan untuk keselamatan serta kemakmuran ekonomi sesebuah negara. Perkembangan ini mendorong kerajaan untuk melindungi industri E&E dalam negeri masing-masing sambil cuba menguasai ekosistem semikonduktor sepenuhnya atau membina rantai bekalan dengan negara sekutu.

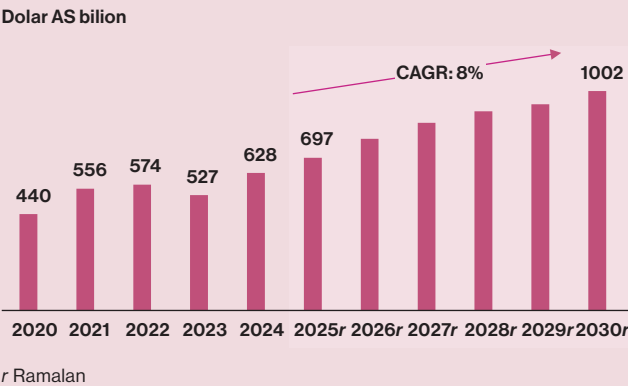
Dalam landskap yang berkembang ini, terdapat potensi bagi industri E&E Malaysia untuk memanfaatkan peluang yang muncul dengan menambah baik asas sedia ada dan beralih ke bidang aktiviti nilai tambah yang lebih tinggi. Ketika negara dan MNC menilai semula rangkaian bekalan berikutan penentukuran semula E&E GVC yang sedang berjalan dan percabangan (*bifurcation*) di sepanjang blok perdagangan yang dominan, banyak peserta utama sedang menjalankan strategi untuk memperluaskan pangkalan operasi serta pengeluaran mereka. Memandangkan pendirian Malaysia yang neutral dan struktur eksport yang pelbagai untuk produk dan destinasi pasaran, Malaysia berada pada kedudukan yang baik untuk mendapatkan bahagian pengalihan perdagangan dan pelaburan yang lebih besar, lantas membantu menampunkan kos perpecahan ekonomi. Hal ini sudah pun dibuktikan dengan bahagian yang lebih besar daripada eksport E&E Malaysia dalam pasaran global E&E (Rajah 8).

Rajah 8: Sumbangan Malaysia dalam Eksport E&E Global



Sumber: S&P Global dan anggaran Bank Negara Malaysia

Rajah 9: Pasaran Semikonduktor Global, 2020–30



Sumber: Perangkaan Perdagangan Semikonduktor Dunia, PwC Semiconductor Centre of Excellence dan anggaran Bank Negara Malaysia

Sementara itu, revolusi digital juga menyediakan sokongan yang lebih kukuh kepada permintaan global terhadap semikonduktor, dengan saiz pasaran diunjurkan mencecah USD1 trilion menjelang tahun 2030 (Rajah 9). Dengan perkembangan AI yang pesat, permintaan yang semakin meningkat untuk cip canggih telah menyebabkan pembungkusan maju menjadi bidang tumpuan yang terbaharu untuk inovasi. Pada masa yang sama, kluster sedia ada syarikat reka bentuk IC Malaysia berada pada tahap yang bersedia untuk membangunkan cip dengan sendiri. Perkembangan positif ini memberikan Malaysia potensi untuk meningkatkan lagi kedudukannya dalam rantai nilai global E&E. Hal ini memerlukan pengembangan kedudukannya dalam proses bahagian hadapan yang lebih intensif modal dan teknologi, sambil terus melakukan inovasi terhadap kekuatannya di bahagian belakang. Berikutan kitaran pelaburan semasa, terdapat pelaburan akan datang⁸ yang akan memperdalam integrasi Malaysia ke dalam ekosistem semikonduktor global. Pada tahun 2024, MIDA melaporkan kelulusan pelaburan perkilangan E&E berjumlah RM55.8 bilion (2023: RM 85.4 bilion). Pelaburan ini terutamanya untuk pengembangan kapasiti pengeluaran dan pempelbagaian pengeluaran semikonduktor seperti keupayaan pembungkusan maju dan pembikinan wafer.

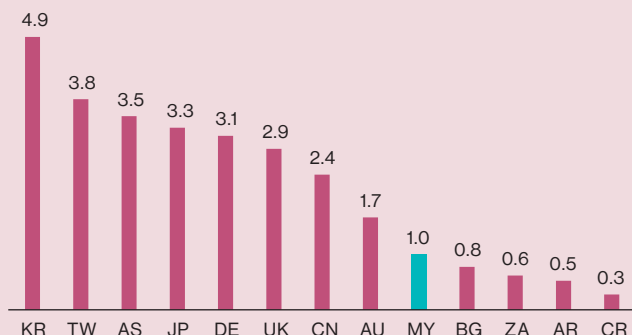
Meskipun terdapat perkembangan positif ini, industri E&E dalam negeri perlu menangani beberapa cabaran utama. Antaranya, keperluan tenaga kerja mahir adalah yang paling penting. Berdasarkan dapatan daripada tinjauan MSIA, 72% syarikat E&E terus menumpukan pada pengambilan pekerja untuk mengatasi kekurangan tenaga kerja mahir dan kadar

⁷ IMF (2024), Gen-AI: Artificial Intelligence and the Future of Work.
⁸ Rujuk analisis terperinci mengenai peningkatan kitaran pelaburan Malaysia dalam rencana Tinjauan Ekonomi & Monetari Tahun 2024, "Menguraikan Kitaran Pelaburan di Malaysia".

perletakan jawatan (*turnover rate*) yang tinggi, khususnya untuk jurutera.⁹ Ketersediaan pekerja berkemahiran tinggi yang tidak mencukupi menjadi cabaran utama yang dihadapi oleh syarikat (35% daripada syarikat E&E yang ditinjau). Jika tidak ditangani, hal ini mungkin mengurangkan pelaburan baharu, lantas menyebabkan kehilangan projek baharu serta menengguhkan penggunaan Industri 4.0. Penciptaan modal tidak ketara¹⁰ dan teknologi buatan tempatan yang terhad juga sama kritikal. Hal ini boleh dilihat daripada perbelanjaan R&D kasar yang rendah (Rajah 10) serta nilai tambah dalam negeri yang terdapat dalam eksport E&E kasar berbanding dengan negara lain (Rajah 11).

Rajah 10: Perbelanjaan Kasar dalam Penyelidikan dan Pembangunan (R&D)

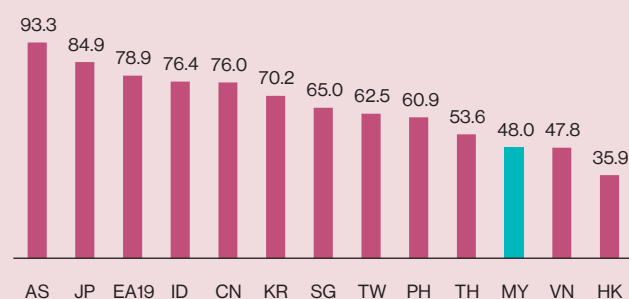
% bahagian dari KDNK, 2021



Sumber: Organisasi Kerjasama dan Pembangunan Ekonomi dan Pelan Induk Perindustrian Baharu 2030

Rajah 11: Nilai Ditambah Domestik yang Terkandung dalam Eksport Kasar E&E

% bahagian eksport kasar E&E, 2019



Sumber: Perdagangan dalam Nilai Ditambah OECD Edisi 2023 dan anggaran Bank Negara Malaysia

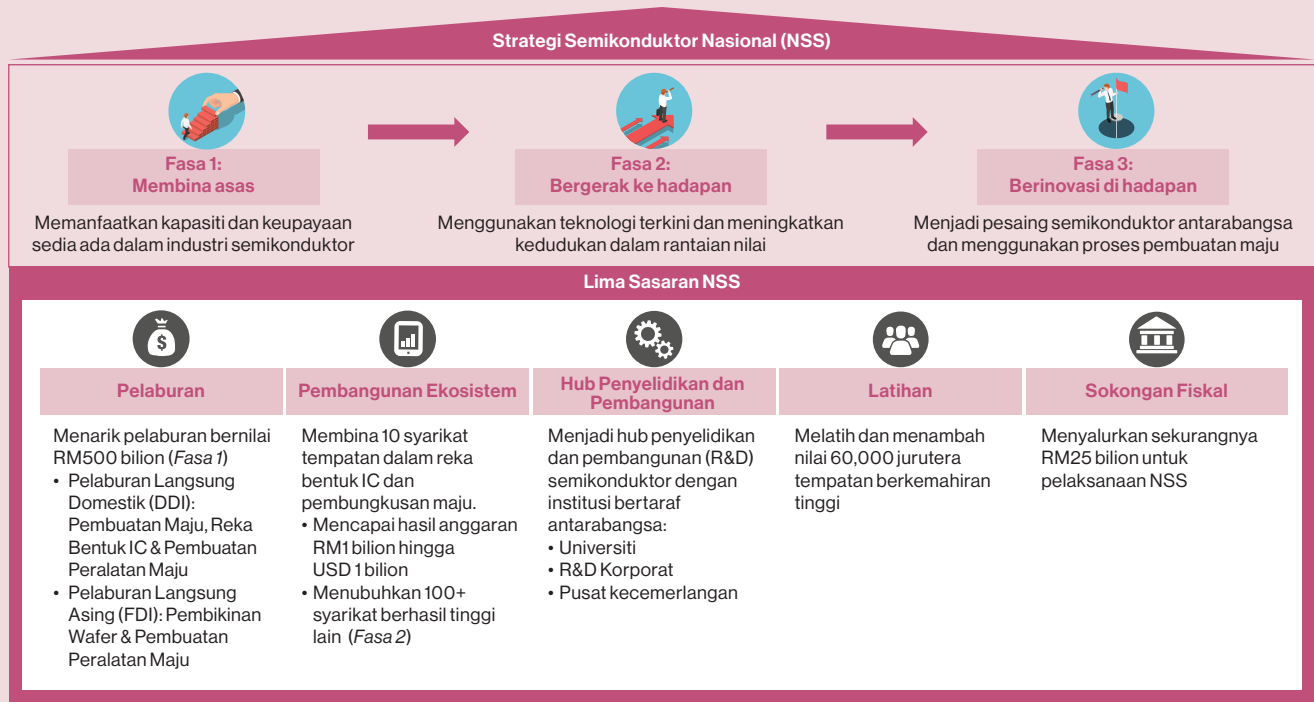
Keperluan dasar untuk mengubah industri E&E Malaysia

Memandangkan wujud keperluan mendesak untuk memacu industri E&E Malaysia ke hadapan berikutan persaingan serantau yang semakin sengit, Kerajaan melancarkan Strategi Semikonduktor Nasional (National Semiconductor Strategy, NSS). NSS melengkapi Pelan Induk Perindustrian Baharu (New Industrial Master Plan, NIMP 2030) dan menetapkan pelan hala tuju yang menyeluruh untuk mempertingkatkan peranan Malaysia dalam E&E GVC dengan mewujudkan ekosistem yang dipacu oleh syarikat Malaysia yang dinamik serta tenaga kerja mahir yang bertaraf dunia (Gambar Rajah 2). Berpandukan Aspirasi Pelaburan Nasional (National Investment Aspirations, NIA), NSS memberi penekanan terhadap menarik pelaburan dalam negeri yang menumpukan pada reka bentuk IC, pemodenan OSAT dan pembungkusan maju, serta FDI dalam pembikinan wafer dan pembuatan peralatan. NSS juga bertujuan untuk membangunkan kumpulan tenaga kerja tempatan yang terdiri daripada 60,000 jurutera berkemahiran tinggi. Kerjasama dalam R&D cip antara institusi akademik, industri dan Kerajaan juga diutamakan. Semua matlamat ini bertujuan untuk meningkatkan kompleksiti ekonomi negara dan mewujudkan peluang pekerjaan bernilai tinggi serta memperluas rangkaian domestik dalam industri E&E. Sementara itu, Pelan Hala Tuju Peralihan Tenaga Negara (National Energy Transition Roadmap, NETR) akan menyokong peralihan rendah karbon industri E&E untuk menjadi lebih mampan dan cekap.

⁹ Tinjauan Suku Tahunan Persatuan Industri Semikonduktor Malaysia (MSIA) suku keempat tahun 2024.

¹⁰ Contohnya harta intelek (IP), perisian komputer dan pangkalan data.

Gambar Rajah 2: Ilustrasi Ringkas Strategi Semikonduktor Nasional (NSS)



Sumber: Kementerian Pelaburan, Perdagangan dan Industri Malaysia

Bersama-sama dengan pelaksanaan dasar-dasar ini, wujud skop untuk memperkukuh industri E&E Malaysia dengan mempertingkatkan lagi keupayaan E&E supaya terus berdaya saing dan mampu merebut peluang baharu. Pertama, pelaburan yang lebih besar perlu diberikan bagi peningkatan ekosistem. Perkara ini sangat penting bagi Malaysia untuk terus menarik pelaburan dalam negeri dan FDI, dengan memanfaatkan kedudukan neutralnya dalam persekitaran global yang semakin berpecah. Selain merebut peluang dalam pembangunan cip yang sangat maju dan canggih, lebih tumpuan juga perlu diberikan terhadap inovasi dalam pengeluaran cip legasi. Usaha ini memerlukan PKS dalam negeri untuk meningkatkan dan memperdalam integrasi mereka ke dalam E&E GVC. Mewujudkan persekitaran perniagaan yang menyokong untuk perniagaan kecil berkembang menjadi perusahaan bersaiz sederhana dan besar adalah penting untuk memupuk lebih banyak inovasi dan produktiviti yang lebih tinggi. Mendigitalkan rantaian bekalan, termasuk menggunakan penyelesaian pembuatan pintar dan industri 4.0 melalui TechUp,¹¹ yang merupakan salah satu misi utama di bawah NIMP 2030, juga dapat mempertingkatkan produktiviti PKS keseluruhan dan membolehkan mereka bersaing secara lebih seimbang dengan peserta global.

Kedua adalah pengukuhan daya tahan rantaian bekalan terhadap potensi gangguan melalui peluasan perjanjian perdagangan dua hala. Setakat ini, Malaysia telah memeterai dan melaksanakan 16 Perjanjian Perdagangan Bebas (Free Trade Agreements, FTA), termasuk tujuh perjanjian dua hala dan sembilan perjanjian serantau. Perjanjian ini¹² memberikan manfaat kepada industri E&E dengan meningkatkan daya saing produk, memudahkan kemasukan ke dalam pasaran baharu dan melindungi hak pelabur. Sementara itu, kemudahan teknikal perlu disediakan kepada peserta tempatan supaya produk serta perkhidmatan yang ditawarkan memenuhi piawaian perolehan global. Ketiga, Malaysia perlu meneruskan strategi penyelidikan, pembangunan, pengkomersialan dan inovasi (*research, development, commercialisation and innovation, RDCI*) yang lebih canggih serta bersepadu sebagai saluran utama untuk inovasi dalam industri E&E. Strategi ini perlu membina pakatan teknologi mengenai inisiatif penyelidikan untuk mengumpulkan sumber

¹¹ NIMP 2030 'Misi 2: Meningkatkan teknologi untuk membina negara digital' bertujuan untuk menerima teknologi dan pendigitalan untuk memacu inovasi, meningkatkan produktiviti dan mencipta peluang baharu untuk pertumbuhan ekonomi.

¹² Perjanjian Perdagangan Bebas (Free Trade Agreement, FTA) adalah penting untuk industri E&E, terutamanya yang melibatkan pasaran utama dalam rantaian bekalan global, seperti ASEAN Trade in Goods Agreement (ATIGA), Comprehensive and Progressive Agreement for Trans-Pacific Partnership (CPTPP), Regional Comprehensive Economic Partnership (RCEP), Malaysian-Japan Economic Partnership Agreement (MJEPA) dan Malaysia-Australia Free Trade Agreement (MAFTA). Selain itu, perjanjian akan datang seperti Malaysia-Korea FTA (MKFTA) dan Malaysia-EU FTA (MEUFTA) menawarkan potensi manfaat untuk industri.

serta meningkatkan kadar kejayaan bagi pengkomersialan. Khususnya, wujud peluang untuk peserta dalam negeri bekerjasama pada peringkat tempatan dan antarabangsa untuk membangunkan bersama teknologi pembungkusan maju memandangkan ini merupakan bidang yang baharu. Selanjutnya, bagi mengoptimumkan pelaburan aktiviti RDCI untuk pembangunan semikonduktor, terdapat potensi untuk menstruktur semula geran sedia ada¹³ atau mewujudkan dana R&D yang khusus untuk memenuhi keperluan semasa dengan lebih berkesan.

Keempat, usaha untuk menggerakkan pembiayaan daripada kaedah yang berbeza adalah penting untuk memenuhi pelaburan dengan profil risiko-pulangan yang pelbagai. Perkara ini terdiri daripada penyertaan institusi kewangan hinggalah meneroka pasaran modal seperti modal usaha niaga dan ekuiti persendirian untuk menyokong pertumbuhan syarikat baharu berteknologi inovatif. Melengkapi kaedah ini adalah perjanjian modal bersama oleh syarikat pelaburan berkaitan kerajaan (*government-linked investment companies*, GLIC) melalui program GEAR-uP.¹⁴ Program ini akan menyokong pelaburan dalam syarikat tempatan dalam industri bernilai tinggi, termasuk semikonduktor, sepanjang peringkat pertumbuhan perniagaannya. Akhir sekali, wujud keperluan bagi pembaharuan pragmatik terhadap dasar pasaran pekerjaan dan imigresen. Memudahkan kemasukan tenaga kerja mahir asing yang penting akan membantu mengatasi kekurangan guna tenaga dalam jangka masa terdekat dan pada masa yang sama mempercepatkan pemindahan teknologi dan melengkapkan pembangunan tenaga kerja mahir berkemahiran tinggi tempatan. Sementara itu, menambah baik dan menggalakkan pendidikan STEM di sekolah dan universiti adalah penting bagi membangunkan bekalan tenaga kerja mahir yang berterusan, lantas memastikan pertumbuhan serta inovasi yang berdaya tahan dalam industri.

Kesimpulan

Dunia semakin bergantung pada teknologi semikonduktor untuk memacu pertumbuhan masa hadapan dan melindungi kekukuhan ekonomi. Dalam keadaan peralihan global yang menimbulkan gangguan ini, Malaysia menghadapi prospek untuk meletakkan semula kedudukannya sebagai rakan kongsi neutral dan penting dalam E&E GVC. Oleh itu, Malaysia perlu proaktif dalam membentuk penenturan semula yang berterusan demi mencapai manfaat sepenuhnya. Untuk mencapai matlamat ini, industri E&E dalam negeri perlu mengubah hala tuju dan meningkatkan keupayaan untuk bersaing pada skala global. Berasaskan ekosistem yang sudah matang serta kekuatan sedia ada dalam proses ATP, wujud peluang untuk beralih ke arah penciptaan nilai yang lebih besar pada peringkat R&D, reka bentuk dan pembikinan cip. Bagi menarik pelaburan teknologi berkualiti tinggi, komitmen seluruh negara diperlukan untuk menangani cabaran segera dan mempertingkatkan kelebihan perbandingan industri dengan memupuk budaya inovasi. Hal ini bermakna mewujudkan set insentif, kemudahan perniagaan, pembangunan tenaga kerja mahir dan sokongan pendanaan yang tepat. Akhirnya, mewujudkan ekosistem semikonduktor dalam negeri yang lebih dinamik dan berdaya tahan akan membolehkan industri menghadapi volatiliti kitaran teknologi global dan memastikan prospek pertumbuhan ekonomi jangka panjang Malaysia dan kemakmuran untuk rakyat.

¹³ Contohnya, Dana R&D dan Innofund di bawah Kementerian Tenaga, Sains, Teknologi, Alam Sekitar & Perubahan Iklim (MESTECC), Dana Pembangunan Teknologi dan Dana Penyelidikan Strategik di bawah Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI), dan Program Pelaburan Cradle oleh Cradle Fund Sdn Bhd.

¹⁴ Program GEAR-uP adalah inisiatif yang diterajui Kementerian Kewangan yang bertujuan untuk menggunakan jumlah kolektif sebanyak RM120 bilion dalam tempoh lima tahun akan datang. GLIC terbabit termasuk Khazanah Nasional Bhd, Kumpulan Wang Simpanan Pekerja (KWSP), Kumpulan Wang Persaraan (Diperbadankan), Permodalan Nasional Bhd, Lembaga Tabung Haji dan Lembaga Tabung Angkatan Tentera.

Rujukan

Bank Negara Malaysia, Buletin Suku Tahunan (S2 2017). Rantaian Nilai Global dan Pemacu Eksport Malaysia. Tersedia di https://www.bnm.gov.my/documents/20124/770506/bm_p3_ba1.pdf.

Bank Negara Malaysia, Laporan Tahunan (2015). Peralihan Ke Arah Teknologi Baharu, Meniti Arus Perubahan: Evolusi Industri Elektronik dan Elektrik (E&E) Malaysia. Tersedia di https://bnm.gov.my/documents/20124/830675/cp04_001_rencana.pdf

Bank Negara Malaysia, Laporan Tahunan (2011). Perubahan Struktur Eksport Malaysia. Tersedia di https://bnm.gov.my/documents/20124/830887/cp01_003_rencana.pdf

Burm, G. & PwC Semiconductor Centre of Excellence (2024). State of the Semiconductor Industry, Trends and drivers shaping the semiconductor industry. Tersedia di <https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/state-of-the-semiconductor-industry-report.pdf>

Capri, A. (2024). Techno-Nationalism: How It's Reshaping Trade, Geopolitics and Society

Gopinath, G. et al., IMF Working Paper 24/76 (2024). Changing Global Linkages: A New Cold War? Tersedia di <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2024/04/05/Changing-Global-Linkages-A-New-Cold-War-547357>

Li Lian, L., Research for Social Advancement Brief, Issue 15 (2022). Semiconductor Nationalism and Its Implications for Malaysia

Miller, C. (2022). Chip War: The Fight for the World's Most Critical Technology

Ministry of Finance Malaysia (2025). Economic Outlook 2025. Tersedia di <https://belanjawan.mof.gov.my/pdf/belanjawan2025/economy/economic-2025.pdf>

Monetary Authority of Singapore (2024). Macroeconomic Review, April 2024. Tersedia di <https://www.mas.gov.sg/-/media/mas-media-library/publications/macroeconomic-review/2024/apr/mrapr24.pdf>

Semiconductor Industry Association (2016). Beyond Borders: The Global Semiconductor Value Chain – How an Interconnected Industry Promotes Innovation and Growth. Tersedia di <https://www.semiconductors.org/resources/beyond-borders-the-global-semiconductor-value-chain/>

Semiconductor Industry Association and Boston Consulting Group (2024). Emerging Resilience in the Semiconductor Supply Chain. Tersedia di <https://www.semiconductors.org/emerging-resilience-in-the-semiconductor-supply-chain/>