

Kekurangan Bekalan Cip Global: Implikasi dan Peluang untuk Malaysia

Latar belakang

Kekurangan bekalan cip semikonduktor¹ yang bermula sejak akhir tahun 2020 telah menekankan pentingnya komponen ini dalam ekonomi moden masa kini. Yang ketara, kekurangan bekalan cip semikonduktor global telah menimbulkan kebimbangan tentang kesannya yang meluas merentas pelbagai sektor ekonomi dan negara. Pada bulan Februari 2021, industri automotif global dijangka mengalami kehilangan hasil yang dianggarkan berjumlah USD60 bilion pada tahun 2021 akibat kekurangan bekalan cip semikonduktor. Isu ini juga menyerlahkan tahap pemusatan yang tinggi dari segi geografi untuk pengeluaran cip, lantas menimbulkan kebimbangan tentang keselamatan negara di beberapa ekonomi utama. Rencana ini bertujuan untuk memberikan pencerahan berhubung dengan isu di sebalik kekurangan bekalan cip semikonduktor global, menilai kesan yang mungkin berlaku ke atas ekonomi Malaysia dan meneliti strategi dasar untuk mengekalkan peranan strategik Malaysia sebagai peserta semikonduktor global.

Ketidakseimbangan bekalan dan permintaan menyebabkan kekurangan cip global

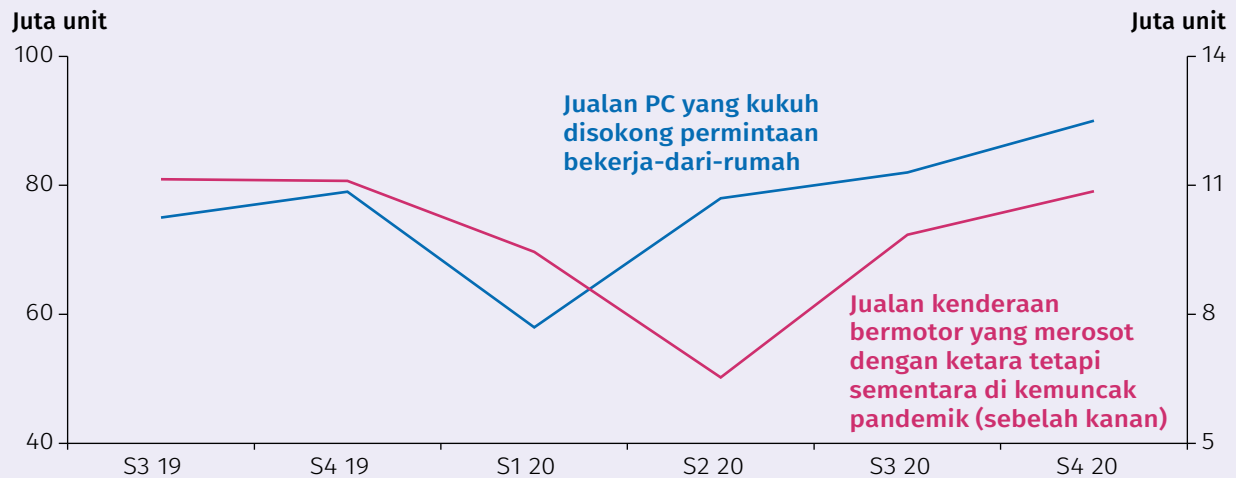
Kekurangan bekalan cip semikonduktor semasa adalah disebabkan oleh perkembangan sejak beberapa tahun kebelakangan ini. Perkembangan ini dicituskan oleh trend mega² global seperti automasi, pengeletarikan, dan kesalinghubungan yang telah mendorong peningkatan permintaan terhadap semikonduktor, dalam keadaan ketidakpastian yang ketara tentang bekalan dan pelaburan yang kurang mencukupi (*under-investment*) akibat perang perdagangan AS-China. Dari perspektif permintaan, pandemik COVID-19 menjadi pemangkin untuk mempercepat trend ke arah kerja jarak jauh, pembelajaran maya, hiburan di rumah, permainan dalam talian dan e-dagang. Hal ini seterusnya menyebabkan lonjakan permintaan yang ketara untuk cip yang bertindak sebagai pemberi kuasa kepada komputer, komputer riba, pengkomputeran awan dan peralatan untuk komunikasi berwayar. Pada mulanya, peningkatan permintaan ini ditampung oleh penurunan pengeluaran dalam segmen automotif kerana pengeluar kereta mengurangkan tempahan untuk cip semikonduktor berikutan pergerakan yang berkurang semasa pandemik. Walau bagaimanapun, industri automotif mengalami pemulihan permintaan yang lebih cepat daripada jangkaan menjelang tahun 2021 (Rajah 1) susulan tamatnya langkah-langkah pembendungan oleh pelbagai negara di seluruh dunia. Selain itu, amalan pengurusan inventori tepat pada masa (*just-in-time*) yang menyumbang kepada tahap inventori cip yang rendah dalam kalangan pengeluar automotif juga telah menggalakkan lagi permintaan terhadap cip.

¹ Cip mikro, cip, atau lebih dikenali secara rasmi sebagai litar bersepadu (*integrated circuit*) berfungsi sebagai "otak" di dalam setiap alat elektronik di dunia.

² Trend mega ini telah menyebabkan peningkatan kandungan semikonduktor untuk setiap unit produk kerana keperluan untuk kelajuan dan kesalinghubungan adalah lebih besar (contohnya, telefon 5G terkini memerlukan komponen elektronik 40% lebih banyak berbanding dengan versi lama, sementara kandungan semikonduktor bagi setiap kereta dijangka mencapai hampir USD600 setiap kereta pada tahun 2022 berbanding dengan USD300 setiap kereta pada tahun 2013).

R1

Jualan Komputer Persendirian Global dan Jualan Kenderaan Bermotor Global*



*Merujuk 24 negara termasuk Australia, India, Indonesia, Jepun, Malaysia, Pakistan, Filipina, Singapura, Korea Selatan, China Taipei, Thailand, Vietnam, Portugal, Russia, Turki, Afrika Selatan, Argentina, Brazil, Kanada, Chile, Colombia, Mexico, Panama dan Amerika Syarikat. China dikecualikan kerana negara itu terjejas akibat COVID-19 terutamanya pada S1 2021, tidak seperti negara-negara lain.

Sumber: Gartner, CEIC

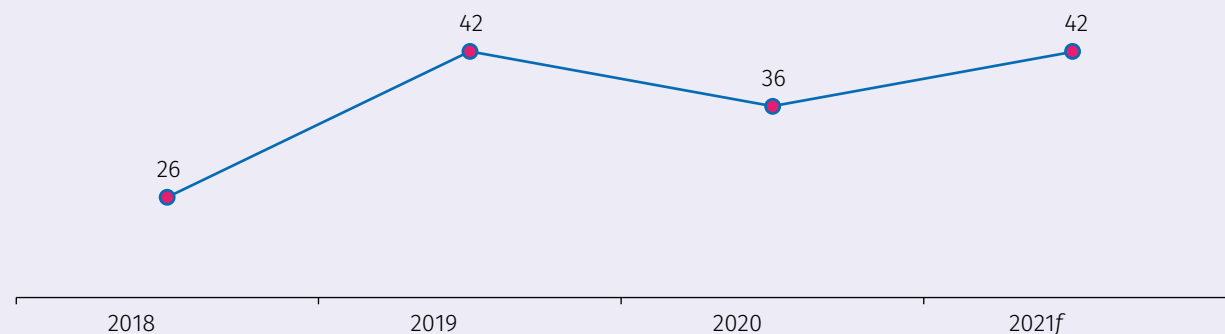
Dari perspektif bekalan, pengeluar cip tidak dapat memenuhi peningkatan permintaan kerana kekurangan kapasiti baharu dan pelaburan yang kurang mencukupi pada peringkat awal pandemik (Rajah 2). Pengeluar cip global sudah pun beroperasi pada kapasiti yang hampir penuh dan usaha untuk membina kapasiti faundri yang baharu memerlukan kira-kira dua hingga tiga tahun untuk mula membuat pengeluaran. Oleh itu, pengeluar cip tidak dapat menampung permintaan cip yang melonjak secara tiba-tiba.

Terdapat juga bukti bahawa isu kekurangan cip ini adalah disebabkan oleh persaingan antara beberapa pelanggan untuk menambah stok penampakan kerana bimbang akan keselamatan rantaian bekalan berikutan ketegangan perdagangan AS-China. Keadaan ini menjadi bertambah buruk pada tahun 2021 berikutan gangguan pengeluaran secara tiba-tiba akibat ribut musim sejuk di Amerika Syarikat, kebakaran di kilang pengeluaran utama di Jepun dan penularan pandemik COVID-19 di kilang pengeluaran cip di China Taipei.

R2

Rajah 2: Nisbah Perbelanjaan Peralatan kepada Jualan oleh TSMC dan Samsung

Nisbah Perbelanjaan kepada Jualan



Sumber: Counterpoint Research

Pada peringkat global, industri automotif merupakan industri pertama yang terkesan akibat kekurangan bekalan cip. Pengeluar automotif berhadapan dengan tempoh menunggu yang lebih lama apabila permintaan pulih dengan ketara kerana pengeluar cip tidak dapat memberikan semula keutamaan untuk membekalkan cip kepada industri automotif, terutamanya pengeluar yang telah membatalkan tempahan cip sebelum ini. Hal ini telah menyebabkan beberapa peserta automotif menangguhkan pengeluaran atau memberhentikan pengeluaran ciri-ciri yang kurang penting disebabkan oleh ketidakupayaan memperoleh sumber-sumber komponen utama. Walau bagaimanapun, kesan daripada kekurangan ini telah melangkaui sektor automotif sehingga ke industri lain, seperti elektronik pengguna yang berhadapan dengan tempoh menunggu yang lebih lama, tahap inventori yang minimum dan kos yang lebih tinggi untuk memperoleh cip.

Usaha berterusan untuk mengembangkan kapasiti dan mengembalikan operasi perniagaan di luar negeri ke dalam negara dilaksanakan bagi menangani kekurangan bekalan

Kekurangan bekalan cip global yang berterusan mendorong perniagaan dan kerajaan mencari penyelesaian jangka lebih panjang dengan menilai semula keseluruhan struktur rantaian bekalan pengeluaran semikonduktor mereka. Dari satu segi, Pengeluar Peranti Bersepadu (Integrated Device Manufacturers) yang terlibat dalam rekaan cip dan mengendalikan operasi faundri sendiri telah memperhebat usaha pelaburan untuk mengembangkan kapasiti. Pereka cip *fabless*, yang melantik pihak ketiga sebagai pengeluar, kurang mempunyai fleksibiliti kerana mereka sangat bergantung pada beberapa pengeluar global yang besar bagi memenuhi tempahan (tiga pengeluar teratas semikonduktor yang dilantik mencakupi hampir 80% daripada hasil faundri global pada tahun 2020). Pemusatan pengeluaran ini telah mendorong kerajaan di seluruh dunia mempergiat pengeluaran sendiri dan memperkukuh keselamatan negara dengan meningkatkan keupayaan pembuatan cip dalam negeri (diumumkan pada tahun 2020 dan 2021, Rajah 3). Khususnya, ekonomi utama termasuk Amerika Syarikat, Kesatuan Eropah dan China sedang memberikan insentif untuk mengembalikan operasi pengeluaran cip ke dalam negara bagi membolehkan kawalan yang lebih baik terhadap rantaian bekalan serta menghalang berlakunya gangguan pada masa hadapan.

R3

Usaha oleh Syarikat-Syarikat Semikonduktor dan Pembuat Dasar Terpilih

AS (2021)

Pelaburan berjumlah USD52 bilion untuk mengukuhkan pengeluaran cip dalam negeri

Intel (2021)

Pelaburan berjumlah USD20 bilion untuk pengeluaran cip untuk pelanggan lain

Eropah (2021)

Sasaran untuk mencapai 20% pasaran global dalam masa 10 tahun

China (2020)

Melabur USD1.4 trilion untuk menjadi peneraju global dalam teknologi utama

Korea Selatan (2021)

Rancangan untuk melabur USD450 bilion untuk menjadi "powerhouse"

TSMC (China Taipei, 2021)

USD100 bilion untuk pengembangan 3 tahun akan datang

Global Foundries (2021)

Rancangan pengembangan berjumlah USD4 bilion di Singapura

India (2021)

Rancangan untuk menawarkan ~USD1 bilion kepada firma bagi membina kilang pengeluaran cip di India

Sumber: Pelbagai aliran berita

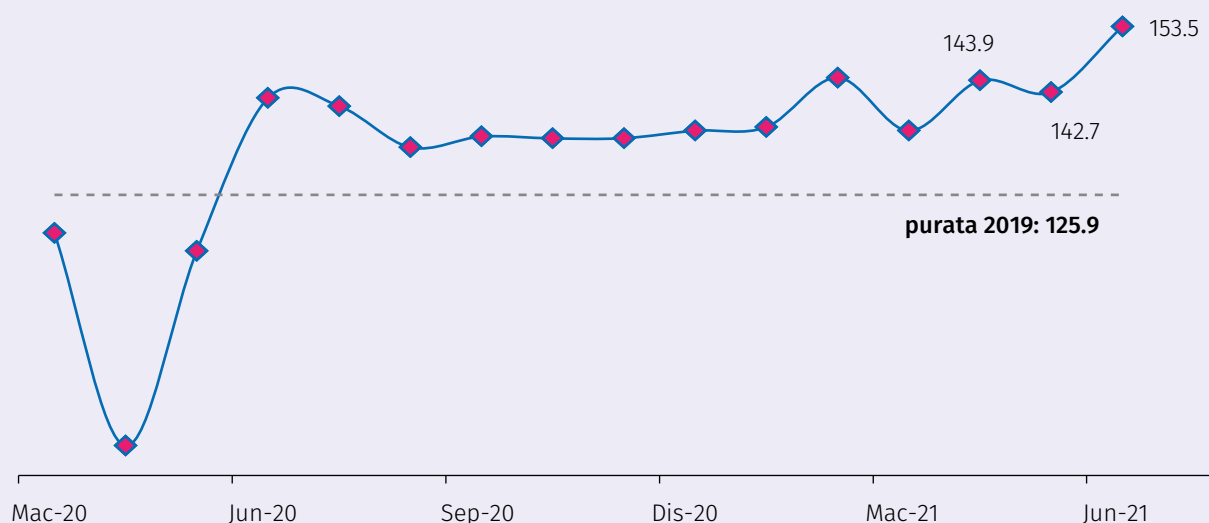
Malaysia masih berjaya menghadapi kesan kekurangan bekalan cip

Memandangkan Malaysia berada pada kedudukan utama dalam rantaian nilai semikonduktor global (kira-kira 7% aliran perdagangan separa konduktor global adalah menerusi Malaysia), penilaian perlu dibuat untuk menilai kesan kekurangan bekalan cip terhadap pengeluaran E&E Malaysia. Selepas pelaksanaan langkah-langkah pembendungan yang paling ketat di seluruh dunia pada bulan April 2020, aktiviti pengeluaran E&E telah mengalami pemulihan yang kukuh dan terus mencatatkan tahap pengeluaran yang sangat tinggi. Khususnya, pengeluaran telah melebihi tahap sebelum pandemik sejak bulan Jun 2020 (Rajah 4).

R4

Indeks pengeluaran perindustrian (E&E)

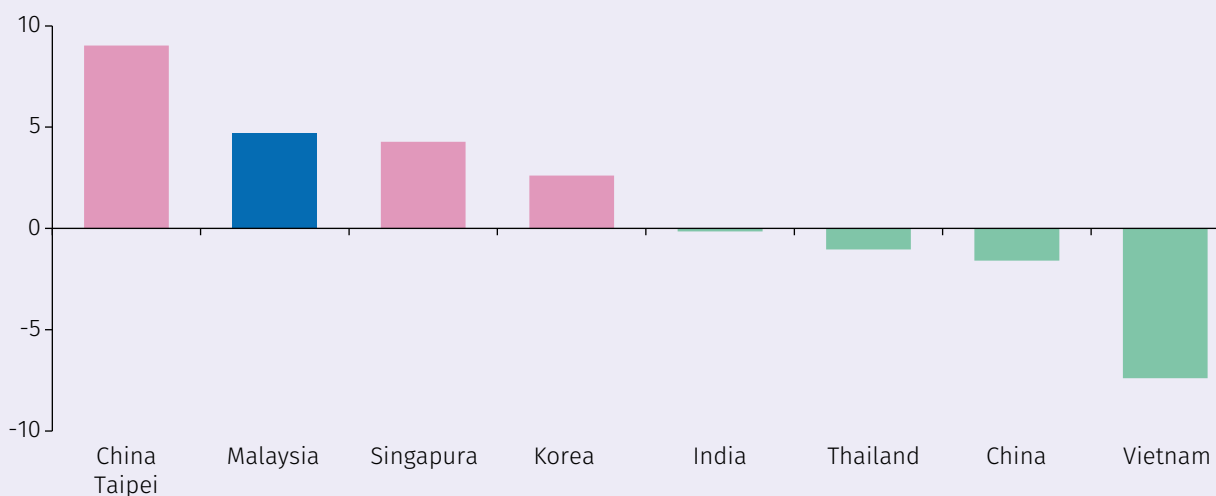
Indeks (2015=100), diselaraskan secara bermusim



Sumber: Jabatan Perangkaan Malaysia dan anggaran Bank Negara Malaysia

Tahap pengeluaran yang kukuh dan mampan menunjukkan bahawa sektor E&E Malaysia sedang meraih manfaat daripada kekurangan bekalan cip. Malaysia memiliki kedudukan yang strategik dalam rantaian nilai global sebagai salah satu pengeksport bersih yang sangat besar dalam kalangan pengeluar produk semikonduktor (Rajah 5), dengan bahagian yang ketara daripada firma dalam rantaian nilai semikonduktor yang terlibat dalam pengeluaran cip. Oleh itu, permintaan yang kukuh terhadap semikonduktor memberikan manfaat kepada sebahagian besar segmen dalam industri ini, mengatasi kesan kekurangan yang dihadapi oleh segmen yang menggunakan cip sebagai input perantara. Khususnya, firma yang terlibat dalam pembuatan semikonduktor bahagian hadapan (*front-end*) telah mengalami peningkatan dalam tempahan mereka ketika mereka sedang berusaha untuk menangani jurang bekalan global. Seiring dengan aktiviti faundri yang kukuh pada peringkat global, bahagian lain dalam rantaian nilai semikonduktor dalam negeri, iaitu peserta OSAT (Outsource Semiconductor Assembly and Testing) dan pengeluar ATE (Assembly and Test Equipment) tempatan telah memperoleh manfaat daripada permintaan yang lebih tinggi.

% daripada KDNK (2020)



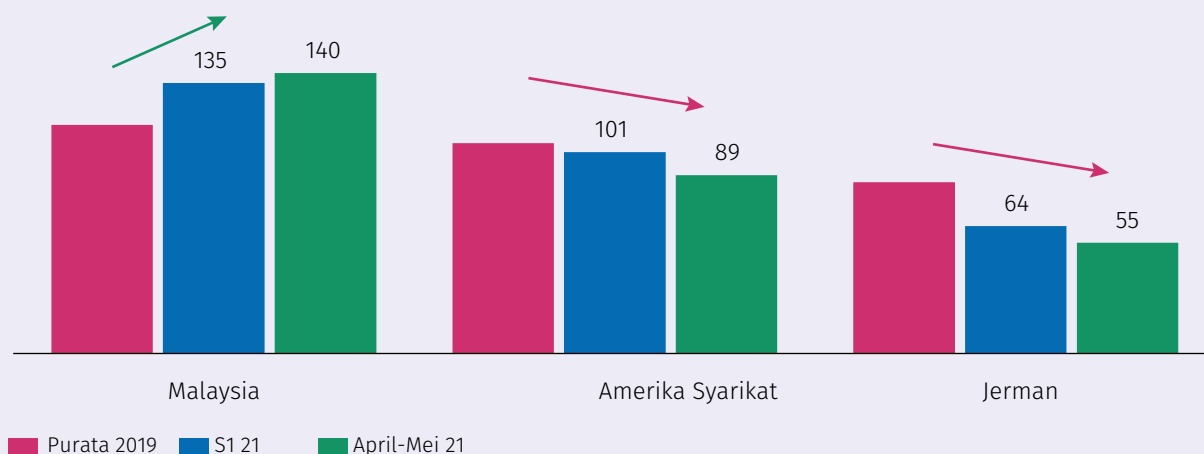
Sumber: International Trade Centre, IMF

Kitaran teknologi global yang terus kukuh ini dijangka dapat memberikan sokongan kepada prestasi industri E&E pada masa hadapan. Berdasarkan libat urus industri oleh Bank, kebanyakan firma E&E telah mendapat tempahan yang lebih tinggi terlebih dahulu, dengan beberapa firma melaporkan bahawa buku tempahan mereka telah penuh untuk sepanjang tahun 2021. Firma-firma juga sedang melaksanakan langkah-langkah untuk menambah kapasiti pengeluaran bagi meningkatkan bekalan dengan membuat pelaburan dalam kilang dan mesin baharu, di samping memperkenalkan produk baharu untuk memenuhi segmen baharu yang pesat berkembang seperti kenderaan elektrik, pusat data dan peralatan perubatan. Prospek keseluruhan sektor ini dijangka kekal positif, memandangkan firma dalam negeri menerima tempahan yang lebih tinggi kerana pelanggan membuat tempahan awal berikutan jangkaan bahawa produk dan komponen lain akan berkurang pada masa hadapan.

Walau bagaimanapun, kesan kekurangan adalah tidak sekata, memandangkan segmen tertentu dalam rantai nilai E&E dalam negeri memerlukan cip untuk menghasilkan barangan elektronik lain, terutamanya barangan elektronik pengguna. Beberapa pengeluar OEM (Original Equipment Manufacturer) dan EMS (Electronics Manufacturing Services) yang menggunakan cip sebagai komponen perantaraan menyuarakan kebimbangan berhubung dengan bagaimana tahap inventori yang rendah dan tempoh menunggu yang lebih lama untuk memperoleh bekalan cip menjejaskan pengeluaran mereka.

Melangkau sektor E&E, industri automotif merupakan industri yang paling terkesan pada peringkat global akibat kekurangan bekalan cip. Walau bagaimanapun, sektor automotif di Malaysia secara relatif kurang terjejas. Berbanding dengan industri automotif di AS dan Jerman, pengeluaran Malaysia telah meningkat sejak akhir tahun 2020 (Rajah 6). Keadaan ini sebahagiannya disebabkan oleh intensiti cip yang lebih rendah bagi kenderaan bermotor yang dikeluarkan di Malaysia berbanding dengan pengeluaran di negara maju, khususnya dalam pengeluaran untuk pasaran massa dan buatan nasional. Peningkatan dalam pengeluaran kenderaan bermotor ini juga berlaku serentak dengan pengecualian daripada Cukai Jualan dan Perkhidmatan (Sales and Services Tax, SST) bagi pembelian kereta penumpang apabila pengguna yang mengambil manfaat daripada penjimatan cukai telah meningkatkan permintaan terhadap kenderaan.

Indeks (2015 = 100)



Nota: Angka-angka pada bulan Jun 2021 tidak diambil kira kerana pengeluaran kenderaan bermotor di Malaysia lebih terjejas berikutan arahan Perintah Kawalan Pergerakan Penuh Fasa 1 yang mengehendkan pengeluaran

Sumber: Jabatan Perangkaan Malaysia dan CEIC

Pada masa hadapan, strategi jangka panjang penting untuk membina keupayaan dalam negeri

Prospek jangka lebih panjang bagi industri E&E di Malaysia terus disokong oleh buku tempahan yang kukuh, pengenalan produk baharu dan permulaan operasi kilang baharu yang membolehkan firma mendapat manfaat daripada permintaan global yang berterusan. Keupayaan firma untuk memanfaatkan peluang ini terus bergantung pada strategi jangka panjang bagi membina keupayaan dalam negeri agar kekal berdaya saing.

Meskipun persekitaran semasa di Malaysia adalah positif, sektor E&E menghadapi cabaran dalam jangka pendek dan jangka sederhana. Pertama, prestasi jangka pendek industri E&E di Malaysia dijangka terjejas oleh pelaksanaan PKP penuh baru-baru ini dan sekatan terhadap kapasiti tenaga kerja yang disebabkan oleh penularan semula kes COVID-19. Walau bagaimanapun, firma berupaya untuk mengurangkan kesan itu berikutan banyak firma semikonduktor yang besar mempunyai operasi yang sangat automatik. Di samping itu, beberapa firma juga menambah bilangan hari bekerja untuk meningkatkan pengeluaran. Pada masa hadapan, firma yang bertumpukan aktiviti berintensif pekerja menghadapi risiko yang paling tinggi akibat gangguan pengeluaran berikutan tenaga kerja yang dihadkan. Oleh itu, memulakan proses automasi bukan sahaja akan mengurangkan kesan langkah pembendungan apabila firma menjadi lebih berintensif modal, malah akan turut membantu memastikan sektor E&E di Malaysia lebih berupaya untuk memenuhi permintaan yang tinggi bagi produk E&E. Meskipun automasi umumnya dilaksanakan dalam kalangan pengeluar E&E yang lebih besar, pembekal tahap 2 dan tahap 3 yang kebanyakannya terdiri daripada PKS, mempunyai ruang untuk terus meningkatkan tahap automasi mereka. Halangan kepada automasi termasuk ketidakanggupan untuk berubah kepada kaedah pengeluaran baharu, serta kos yang tinggi termasuk kos penyelenggaraan dan latihan kakitangan apabila menggunakan jentera³. Dalam hal ini, PKS digalakkan untuk mengautomasikan proses dan mendigitalkan operasi dengan memanfaatkan sumber bina upaya serta geran dan kemudahan pembiayaan seperti Dana Strategik Pelaburan Dalam Negeri dan Dana Impak Tinggi oleh MIDA, serta Kemudahan Automasi dan Digital PKS (SME Automation and Digitalisation Facility, ADF)⁴ oleh Bank Negara Malaysia.

³ Dapatan daripada E&E Productivity Nexus "Study on Productivity and Contribution of the Malaysian E&E Industry"

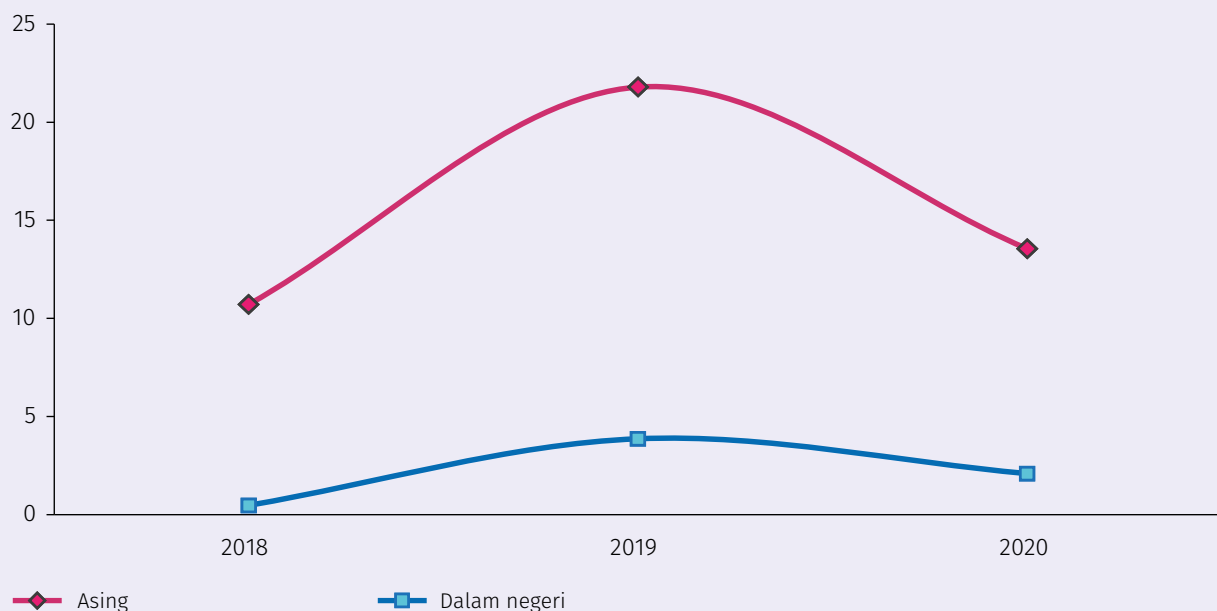
⁴ Untuk maklumat lanjut, sila rujuk https://www.bnm.gov.my/documents/20124/2294076/ADF_Eng.pdf

Kedua, dorongan ke arah mengembalikan aktiviti pengeluaran cip di luar negeri ke dalam negara oleh ekonomi maju boleh memberikan kesan kepada kepentingan Malaysia sebagai pengeluar E&E dalam rangkaian nilai semikonduktor global (*global value chain*, GVC). Apabila ekonomi maju memberikan keutamaan kepada keupayaan dalam negeri mereka sendiri, mereka mungkin akan mengurangkan pelaburan pada bahagian lain dalam GVC. Setakat ini, sektor E&E Malaysia amat bergantung pada pelaburan langsung asing (*foreign direct investments*, FDI), yang mencakupi lebih 80% jumlah pelaburan yang diluluskan sejak tiga tahun yang lalu (Rajah 7). Pengurangan FDI mungkin dapat dilihat dalam pengumpulan modal, pengembangan keupayaan pengeluaran serta pertumbuhan pengeluaran yang lebih perlahan. Memandangkan sektor E&E sangat berintensif teknologi, FDI yang didorong oleh teknologi yang lebih rendah mungkin menjejaskan perkembangan dan penggunaan teknologi dalam negeri, pewujudan pekerjaan berkemahiran tinggi serta akses kepada pasaran global oleh pembekal tempatan menerusi jaringan syarikat multinasional.

R7

Pelaburan asing dan dalam negeri yang diluluskan bagi industri E&E di Malaysia

RM bilion



Sumber: Malaysian Investment Development Authority

Oleh itu, terdapat keperluan yang mendesak agar firma dalam negeri meningkatkan pelaburan di samping menambah keupayaan Malaysia untuk menarik FDI berkualiti dalam keadaan wujudnya usaha untuk mengembalikan operasi di luar negeri ke dalam negara pada peringkat global. Pelaksanaan “Aspirasi Pelaburan Nasional” (National Investment Aspirations, NIA) boleh merangsang pelaburan ke dalam segmen rangkaian nilai yang mempunyai kompleksiti ekonomi yang tinggi, mewujudkan pekerjaan bernilai tinggi dan mempunyai hubungan dalam negeri yang luas. Antara contoh ialah reka bentuk dan automasi rekaan Litar Bersepadu (*Integrated Circuit*) yang sejajar dengan NIA memandangkan kebergantungan yang tinggi terhadap inovasi. Setakat ini, terdapat hanya beberapa syarikat rekaan tempatan yang aktif di Malaysia kerana aktiviti rekaan Litar Bersepadu dilaksanakan terutamanya oleh syarikat multinasional. Untuk menceburi segmen ini, peserta tempatan khususnya peserta baharu boleh mewujudkan perkongsian dengan syarikat multinasional melalui penubuhan pusat rekaan di luar pesisir untuk membawa masuk aktiviti ini ke Malaysia dalam jangka masa sederhana. Agensi penggalakan perdagangan juga boleh meningkatkan penjenamaan sektor E&E dalam

negeri sebagai hab rekaan Litar Bersepadu yang akan meningkatkan dedahan dan mewujudkan peluang untuk syarikat rekaan Litar Bersepadu tempatan.

Industri E&E di Malaysia boleh meningkatkan lagi skala keupayaan dan daya saingnya dengan menceburi bidang penyelidikan dan pembangunan (*research and development*, R&D), aktiviti inovasi produk dan rekaan yang boleh menambah nilai melangkaui hanya sudut perkilangan (Malaysia berada pada kedudukan ke-70 daripada 131 negara dari segi pewujudan ilmu pengetahuan, dan 53 daripada 131 negara dalam pekerja berpengetahuan yang dicatatkan dalam *Global Innovation Index 2020*). Peralihan ini boleh dilengkapkan dengan dasar Kerajaan untuk menarik aktiviti pelaburan R&D yang menggalakkan aliran masuk pengetahuan dan inovasi teknologi baharu melalui kerjasama antara peserta industri dengan ahli akademik. Sebagai contoh, Industrial Technology Research Institute (ITRI) Taiwan merupakan model yang berjaya dalam penambahbaikan teknologi industri dan dasar inovasi yang bukan sahaja mendorong inovasi dalam kalangan syarikat dan menjadi pusat inkubasi beberapa syarikat tempatan yang terkenal, malah merapatkan jurang antara peserta industri dengan penyelidikan akademik. Keupayaan untuk menarik syarikat multinasional supaya membawa masuk aktiviti R&D juga bergantung pada ketersediaan kumpulan tenaga mahir yang betul bagi melaksanakan tugas bernilai tinggi ini. Perkara ini sebahagiannya boleh ditangani melalui kerjasama yang berterusan dan kohesif antara peserta industri dengan pihak universiti bagi membentuk kurikulum yang berkaitan dengan industri supaya sejajar dengan permintaan terhadap kemahiran yang sentiasa berubah-ubah. Bagi mengukuhkan ekosistem R&D supaya boleh dilaksanakan di negara ini, rangka kerja Harta Intelek (Intellectual Property, IP) Malaysia juga perlu dikemas kini untuk meluaskan pengiktirafan paten tempatan merentas semua negara utama pada peringkat antarabangsa, yang akan menawarkan perlindungan yang lebih komprehensif kepada IP yang dipatenkan di Malaysia. Terdapat juga keperluan untuk mengukuhkan dan menjajarkan timbang tara IP kepada piawaian global bagi memudahkan penyelesaian pertikaian secara berkesan.

Kesimpulan

Malaysia telah berusaha untuk menangani kesan kekurangan bekalan cip dengan agak baik memandangkan kedudukannya yang kukuh dalam rantai bekalan semikonduktor global. Dengan pengeluaran industri E&E yang lebih tinggi pada tempoh pandemik ini berbanding dengan tahun 2019, serta buku tempahan yang penuh dalam kalangan pengeluar cip dan pelan pempelbagaian produk pada masa hadapan, industri E&E di Malaysia setakat ini telah meraih manfaat daripada kekurangan bekalan cip global yang di luar jangkaan.

Walau bagaimanapun, terdapat risiko bahawa peningkatan usaha mengembalikan aktiviti perkilangan semikonduktor di luar negeri ke dalam negara mungkin menjejaskan pelaburan ke Malaysia pada masa hadapan. Oleh itu, sekarang merupakan masa yang tepat untuk Malaysia mengukuhkan keupayaan dalam negeri dengan meningkatkan produktiviti melalui automasi dan pendigitalan, mengambil manfaat daripada alat dasar pelaburan yang berpandangan ke hadapan seperti NIA dan meningkatkan keupayaan R&D dengan membangunkan kumpulan tenaga mahir yang betul, di samping meningkatkan kerjasama antara peserta industri dengan ahli akademik.

Rujukan:

- Bloomberg (2021). 'How a Chip Shortage Snarled Everything from Phones to Cars'. <https://www.bloomberg.com/graphics/2021-semiconductors-chips-shortage/>
- Brown, C., & Linden, G. (2008). 'Semiconductor capabilities in the US and industrializing Asia'. In 2008 Industry Studies Conference Paper.
- CEIC (2021), 'Motor Vehicle Industrial Production', <https://insights.ceicdata.com/>
- CNBC (2021), 'How Covid led to a \$60 billion global chip shortage for the auto industry', <https://www.cnbc.com/2021/02/11/how-covid-led-to-a-60-billion-global-chip-shortage-for-automakers.html>
- Counterpoint Research (2021). <https://www.counterpointresearch.com/data/>
- Deloitte (2019). 'Semiconductors – the Next Wave: Opportunities and winning strategies for semiconductor companies', <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/technology-media-telecommunications/deloitte-cn-tmt-semiconductors-the-next-wave-en-190422.pdf>
- Department of Statistics Malaysia (2021). 'Index of Industrial Production, Malaysia' Jabatan Perangkaan Malaysia, Putrajaya.
- Electrical & Electronics Productivity Nexus (2018). "Study on Productivity and Contribution of the Malaysian E&E Industry".
- Gartner (2020). 'Global Traditional PC Sales', <https://www.gartner.com/>
- International Trade Centre (2021). 'Trade Balance- List of markets for Product: 8542: Electronic integrated circuits; parts thereof'. <https://www.trademap.org/> .
- International Monetary Fund (2021). 'GDP, current prices'. <https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPD@WEO/ADVEC/WEOWORLD>
- Malaysian Investment Development Authority, 'Projects Approved by Major Industry, 2018-2020' <https://www.mida.gov.my/why-malaysia/investment-statistics/>
- McKinsey & Company (2021), Coping with the auto-semiconductor shortage: Strategies for success
- OECD, 'Share of E&E to Final Demand of Automotive Products by Country', <https://data.oecd.org/>
- Semiconductor Industry Association (2021). 'Strengthening the Global Semiconductor Supply Chain in An Uncertain Era'. <https://www.semiconductors.org/strengthening-the-global-semiconductor-supply-chain-in-an-uncertain-era/>
- World Bank (2021). 'An Investment Perspective on Global Value Chains'