

Hubungan Antara Amalan Kelestarian Dan Prestasi Jualan Firma: Peranan Interaksi Pelaburan R&D Dan Harga Saham Dalam Firma Pembuatan Multinasional

Meenchee Hong^{1*}, Sock-Hwa Lim¹

¹Graduate School of Business, Universiti Sains Malaysia
Universiti Sains Malaysia, 11800, Pulau Pinang, Malaysia

*Corresponding Email: meenchee.hong@usm.my

ARTICLE INFORMATION

Publication information

Research article

HOW TO CITE

Hong, M., & Lim, S-H. (2026). Hubungan prestasi jualan firma, dengan mengambil antara amalan kelestarian dan prestasi kira interaksi pelaburan R&D dan harga jualan firma: peranan interaksi pelaburan saham. Menggunakan data panel sepuluh r&d dan harga saham dalam firma firma pembuatan multinasional (2014–pembuatan multinasional. *International Journal of Applied Business & International Management*, 4(1), 71-93.

DOI:

<https://doi.org/10.32535/ssem.v8i4.4390>

Copyright @ 2026 owned by Author(s).
Published by CIR-SSEM



This is an open-access article.

License:

Attribution-Noncommercial-Share Alike
(CC BY-NC-SA)

Received: 8 December 2025

Accepted: 10 January 2025

Published: 13 February 2026

ABSTRAK

Kajian ini meneliti kesan amalan kelestarian seperti penggunaan tenaga, tenaga boleh diperbaharui, pengambilan air, penjanaan sisa, serta pelepasan gas rumah hijau (GHG) Skop 1 dan Skop 2 terhadap Skop 1 dan Skop 2 terhadap penggunaan tenaga dan pelepasan GHG Skop 1 mempunyai hubungan positif dengan jualan, manakala pelepasan GHG Skop 2, penjanaan sisa dan pengambilan air berkait negatif dengan jualan, mencerminkan ketidakcekapan operasi. Pelaburan R&D hanya memoderasi hubungan pelepasan GHG Skop 2, manakala harga saham memoderasi secara signifikan semua amalan kelestarian terhadap prestasi jualan. Kesimpulannya, dapatan menekankan hubungan kompleks antara prestasi alam sekitar, inovasi, dan penilaian pasaran, serta memberikan implikasi praktikal bagi firma yang ingin menyepadukan kelestarian dengan matlamat kewangan jangka panjang.

Kata Kunci: Amalan kelestarian, prestasi jualan, semikonduktor, tenaga boleh diperbaharui, regresi 2SLS.

PENGENALAN

Kebimbangan terhadap alam sekitar semakin meningkat di peringkat global, mendorong permintaan pengguna terhadap produk lestari dalam pelbagai industri termasuk sektor semikonduktor. Sebagai tulang belakang teknologi moden yang menyokong elektronik, penjagaan kesihatan, automotif dan sistem tenaga boleh diperbaharui, industri semikonduktor kini menghadapi tekanan untuk selaras dengan jangkaan alam sekitar yang berkembang. Walaupun perkembangan sektor ini menyumbang kepada pembangunan ekonomi, proses pengeluarannya menggunakan sumber secara intensif, menghasilkan pelepasan karbon tinggi, penggunaan tenaga besar dan penjana sisa yang berlebihan (Ruberti, 2024; Vo Van dan Abu Afifa, 2024). Sejalan dengan itu, firma semikonduktor memberi tumpuan kepada kelestarian untuk memenuhi keperluan peraturan, jangkaan pihak berkepentingan dan tekanan persaingan (Karuppiah et al., 2024). Strategi seperti kecekapan tenaga, pengurangan pelepasan gas rumah hijau dan integrasi amalan alam sekitar, sosial dan tadbir urus menjadi penting untuk mengekalkan daya saing jangka panjang (Das et al., 2019; Gallagher et al., 2024). Dengan menyelaraskan tanggungjawab alam sekitar dengan prestasi kewangan, firma dapat meningkatkan kecekapan operasi, memupuk inovasi dan menambah nilai pasaran melalui persepsi awam yang lebih baik (Rahi et al., 2024; Hermundsdottir dan Aspelund, 2022; Zhou et al., 2022).

Kajian empirikal yang menghubungkan amalan lestari dengan prestasi firma dalam industri semikonduktor masih terhad. Kekurangan kajian yang menghubungkan permintaan pengguna dengan strategi alam sekitar firma menyebabkan jurang ini. Literatur sedia ada sering menumpukan kepada pendekatan pemasaran (Wang et al., 2020; Wei et al., 2021), model harga produk lestari (Hong et al., 2018; Ma et al., 2018) atau inovasi teknologi (Nandipati et al., 2024; Song et al., 2024). Walau bagaimanapun, bukti mengenai bagaimana usaha ini mempengaruhi permintaan pengguna sebenar masih kurang. Beberapa kajian mencadangkan bahawa inisiatif kelestarian boleh meningkatkan kos operasi dan mengurangkan keuntungan jangka pendek (Tenpas et al., 2023; Habib et al., 2022).

Kajian ini menumpukan kepada lima indikator kelestarian: penggunaan tenaga, penggunaan tenaga boleh diperbaharui, pengambilan air, penjana sisa serta pelepasan gas rumah hijau Skop 1 dan Skop 2. Pemboleh ubah ini mencerminkan kecekapan operasi dan impak alam sekitar. Penggunaan tenaga atau air yang tinggi dan penjana sisa yang besar boleh menunjukkan ketidakcekapan, manakala penggunaan tenaga boleh diperbaharui dan kawalan pelepasan menunjukkan tanggungjawab alam sekitar. Walaupun data ini lazim didedahkan, kesannya terhadap prestasi jualan sebagai ukuran tindak balas pasaran masih kurang jelas.

Selain itu, pelaburan R&D dan harga saham jarang dikaji sebagai pemoderasi hubungan antara kelestarian dan prestasi. R&D boleh meningkatkan hasil alam sekitar melalui inovasi (Arteaga et al., 2025; Kong et al., 2024), manakala harga saham mencerminkan persepsi pasaran terhadap usaha alam sekitar melalui pendedahan (Ahmed dan Khalaf, 2025). Kajian ini menangani jurang tersebut dengan menganalisis kesan amalan kelestarian terhadap jualan dan peranan pemoderasian R&D serta harga saham. Dapatan kajian menawarkan panduan praktikal kepada firma dan pembuat dasar untuk menyelaraskan strategi alam sekitar dengan jangkaan pasaran serta meningkatkan daya saing jangka panjang (Rivera et al., 2025).

Bahagian seterusnya mengulas literatur teori dan empirikal berkaitan permintaan dan penentu jualan serta merumuskan hipotesis. Bahagian 3 membincangkan data dan teknik penganggaran. Dapatan empirikal dan perbincangan dibentangkan dalam Bahagian 4, manakala 5 membuat kesimpulan kajian.

SOROTAN LITERATUR

Latar Belakang Teori Kajian

Prestasi jualan firma dipilih sebagai pemboleh ubah bersandar dalam kajian ini kerana ia berfungsi sebagai indikator langsung dan boleh diukur terhadap tindak balas pasaran serta keupayaan firma menjana hasil. Berbeza dengan metrik kewangan yang lebih luas seperti keuntungan atau pulangan aset, data jualan memberikan gambaran segera mengenai bagaimana pengguna bertindak balas terhadap amalan operasi dan keputusan strategik firma. Dalam konteks kelestarian, peningkatan kesedaran dan keutamaan pengguna terhadap produk mesra alam mendorong permintaan terhadap produk lestari, seterusnya mempengaruhi hasil firma (Mi et al., 2021; Ramirez et al., 2024; Shehawy dan Ali Khan, 2024). Prestasi jualan kerap digunakan sebagai indikator permintaan produk (Dulesov et al., 2024; Zhang, 2025).

Selain itu, prestasi jualan juga boleh mencerminkan sejauh mana inisiatif kelestarian selaras dengan jangkaan pelanggan dan keperluan peraturan, terutamanya dalam industri semikonduktor, di mana impak alam sekitar menjadi kebimbangan utama. Pembeli yang prihatin terhadap alam sekitar, termasuk pengeluar kenderaan elektrik, pusat data dan sektor berasaskan teknologi lain, semakin mencari semikonduktor yang menawarkan ciri kelestarian (Tsetse et al., 2024). Perubahan jangkaan pengguna ini, digabungkan dengan peningkatan tahap pendapatan dan kesediaan membayar untuk teknologi hijau, boleh meningkatkan permintaan terhadap produk semikonduktor lestari serta mengurangkan kemungkinan mana-mana firma menguasai pasaran (Li et al., 2019). Firma yang mengintegrasikan amalan lestari ke dalam operasi mereka lebih berpotensi mencapai pertumbuhan jualan dan memperoleh kelebihan daya saing dengan menarik minat pengguna yang mesra alam dalam industri yang kompetitif dan berasaskan inovasi (Madyan et al., 2024).

Kajian ini menumpukan kepada lima amalan kelestarian utama: penggunaan tenaga, penggunaan tenaga boleh diperbaharui, pengambilan air, penjanaan sisa serta pelepasan gas rumah hijau Skop 1 dan Skop 2. Pemboleh ubah ini dipilih kerana ia lazim didedahkan dalam laporan kelestarian dan mewakili aspek utama jejak alam sekitar firma serta kecekapan operasi. Dengan menumpukan pada kesan amalan lestari terhadap prestasi jualan firma, kajian ini menangkap implikasi amalan kelestarian dan menilai sama ada strategi alam sekitar menyumbang kepada hasil perniagaan yang boleh diukur. Pendekatan ini menawarkan kepentingan praktikal kepada firma yang ingin mengintegrasikan kelestarian ke dalam strategi perniagaan utama sambil mengekalkan prestasi pasaran yang kukuh.

Keupayaan firma untuk berinovasi sebagai tindak balas terhadap trend kelestarian dan teknologi yang berkembang boleh dijelaskan menggunakan teori keupayaan dinamik (Ullah et al., 2024). Firma yang memiliki keupayaan dinamik yang kuat dapat merancang model perniagaan lebih kompetitif dengan meningkatkan R&D, pengeluaran, dan strategi yang selaras dengan perkembangan pasaran berasaskan kelestarian (Teece, 2018; Ullah et al., 2024). Dengan meramalkan perubahan peraturan dan secara proaktif melabur dalam teknologi lestari, firma-firma ini membezakan diri, meningkatkan kecekapan operasi, serta mencapai daya saing jangka panjang dan pertumbuhan bahagian pasaran.

Apabila firma aktif mempromosikan pencapaian kelestarian mereka, mereka bukan sahaja menarik minat pengguna mesra alam, tetapi juga mendapat sokongan daripada pelabur institusi dan agensi pengawalseliaan yang mengutamakan kriteria ESG (Ng dan Rezaee, 2020). Teori isyarat menerangkan bagaimana firma menyampaikan usaha kelestarian kepada pihak berkepentingan. Dengan mengamalkan inisiatif lestari, firma menghantar isyarat positif kepada pelabur dan pengguna, meningkatkan reputasi, menarik pelaburan dan berpotensi menaikkan harga saham (Connelly et al., 2011). Harga saham yang tinggi menunjukkan keyakinan pasaran dan boleh memoderasi hubungan antara kelestarian dan permintaan pasaran (Murphy dan Fu, 2019).

Menurut teori berasaskan sumber, pelaburan R&D secara strategik adalah kunci untuk membina kelebihan daya saing dengan memacu inovasi lestari, meningkatkan kecekapan dan mengukuhkan kedudukan pasaran (Sarpong et al., 2023). Firma yang memperuntukkan sumber kepada kelestarian boleh membangunkan teknologi unik, meneguhkan kepimpinan industri, dan mewujudkan halangan untuk penyertaan baru, sekali gus memastikan ketahanan jangka panjang dalam pasaran yang prihatin terhadap alam sekitar (Lin, 2024).

Ulasan Empirikal

Penggunaan Tenaga

Dalam kajian ini, penggunaan tenaga merujuk kepada jumlah tenaga yang digunakan oleh firma dalam operasinya, biasanya diukur dalam megawatt-jam (MWh) atau gigajoule (GJ). Ia merangkumi sumber bukan boleh diperbaharui (bahan api fosil seperti arang batu, gas asli dan diesel) serta sumber boleh diperbaharui (solar, angin, hidro dan biojisim). Penggunaan tenaga sering dikaitkan dengan kos dan kecekapan sumber. Industri semikonduktor adalah sangat intensif tenaga, terutamanya dengan peningkatan kerumitan cip dan penggunaan kuasa yang semakin tinggi. Kecekapan tenaga telah menjadi faktor daya saing penting berikutan kos yang meningkat dan kebimbangan alam sekitar. Sistem tenaga lestari meningkatkan kecekapan sumber, keselamatan tenaga dan pemulihan tenaga-bahan di negara membangun, manakala Industri 4.0 memperkukuh kelestarian tenaga melalui digitalisasi proses pengeluaran (Ghobakhloo dan Fathi, 2021). Penggunaan tenaga yang tinggi meningkatkan kos pengeluaran (Yan dan Bian, 2023), yang secara tidak langsung boleh menaikkan harga produk berdasarkan harga kos (Maxim et al., 2024). Pengguna yang sensitif terhadap harga mungkin mengalihkan permintaan kepada pengeluar yang lebih kos efektif dengan penggunaan tenaga yang lebih rendah, sekali gus menjejaskan permintaan keseluruhan. Selain itu, pasaran yang prihatin terhadap alam sekitar cenderung memilih produk daripada firma yang menggunakan proses tenaga cekap, yang turut mempengaruhi pilihan pengguna (Santarius dan Soland, 2018). Penggunaan tenaga rendah mencerminkan kecekapan operasi dan kewangan.

Penggunaan tenaga dan penggunaan tenaga boleh diperbaharui adalah indikator penting dalam menilai kesan terhadap prestasi firma. Penggunaan tenaga boleh diperbaharui dapat mengurangkan jejak alam sekitar, menunjukkan tanggungjawab alam sekitar dan komitmen jangka panjang terhadap kelestarian (Padhan dan Bhat, 2025). Firma yang menggunakan sumber tenaga bersih berpotensi menarik minat pengguna mesra alam, meningkatkan nilai jenama dan mendorong jualan lebih tinggi. Indikator ini membantu memantau impak amalan kelestarian terhadap permintaan dan prestasi kewangan, termasuk penerapan tenaga boleh diperbaharui dan teknologi cekap tenaga. Berdasarkan teori keupayaan dinamik, trend kecekapan tenaga dan penggunaan tenaga boleh diperbaharui menunjukkan sama ada pengguna mesra alam tertarik kepada firma yang mengutamakan kelestarian, mengurangkan impak alam sekitar dan meningkatkan kos operasi dalam jangka panjang (Giampieri et al., 2020).

H1: Penggunaan tenaga firma mempunyai kesan negatif terhadap prestasi jualannya.

H2: Penggunaan tenaga boleh diperbaharui firma mempunyai kesan positif terhadap prestasi jualannya.

Pengambilan Air

Perubahan iklim memberi impak besar kepada operasi industri, rantai bekalan dan proses pengeluaran akibat cabaran berkaitan air seperti kekurangan air, corak hujan yang berubah dan kejadian cuaca ekstrem. Bagi impak global, pengurusan air lestari dalam industri perlu mengambil kira faktor sosial, ekonomi dan alam sekitar (Ramírez et al., 2020). Sistem berasaskan IoT meningkatkan pemantauan air merentas sektor, seterusnya meningkatkan kecekapan (Ismail et al., 2022). Industri semikonduktor yang sangat intensif air memerlukan air ultrapure untuk fabrikasi wafer, menjadikan rawatan air sisa dan kitar semula air kritikal. Proses pengoksidaan lanjutan memastikan kualiti air daripada sumber yang dipulihkan (Zhang et al., 2021), proses rawatan aerobik mengurangkan penggunaan air (Liu, 2017), dan fotokatalis berasaskan zeolit semikonduktor menyingkirkan pencemar (Rathi et al., 2022), meningkatkan kawalan kualiti air dan kelestarian.

Metik pengurusan air, termasuk pengambilan, pelupusan dan kitar semula air, berfungsi sebagai indikator komitmen firma terhadap kelestarian (Cetrulo et al., 2019) dan sering dimasukkan dalam laporan Tanggungjawab Sosial Korporat (CSR). Penggunaan air yang tinggi menandakan ketidakcekapan operasi dan ketidakprihatinan terhadap alam sekitar. Ini boleh merosakkan reputasi firma, terutama di kalangan pengguna mesra alam, dan mengurangkan kepercayaan serta jualan. Selain itu, pengawasan peraturan di kawasan kekurangan air boleh memperkuat persepsi negatif pihak berkepentingan. Dengan melaksanakan amalan pengurusan air yang cekap, firma bukan sahaja mengurangkan kos operasi dan risiko berkaitan kekurangan air, tetapi juga meningkatkan daya saing pasaran. Isyarat positif ini dapat menarik pengguna dan rakan niaga mesra alam, mendorong pertumbuhan permintaan jangka panjang dan pengembangan bahagian pasaran (Ramírez et al., 2020).

H3: Pengambilan air firma mempunyai kesan negatif terhadap prestasi jualannya.

Penjanaan Sisa

Penjanaan sisa berkait rapat dengan kecekapan pengeluaran dan impak alam sekitar. Tahap sisa yang tinggi menunjukkan pengurusan proses yang lemah, yang boleh merosakkan persepsi jenama dan meningkatkan risiko pengawalseliaan, seterusnya menjejaskan jualan. Amalan pengurusan sisa lestari seperti pemulihan tenaga, kitar semula dan pengurangan sisa (Das et al., 2019) penting untuk mengurangkan kesan jangka panjang terhadap perubahan iklim. Pemulihan unsur tanah jarang daripada e-sisa memberi manfaat kepada alam sekitar (Gaur et al., 2024), manakala teknologi Industri 4.0 membantu meminimumkan penggunaan sumber, mengitar semula elektronik terpakai dan mengurangkan impak alam sekitar dalam model perniagaan kitaran (Nascimento et al., 2019). Pengurusan e-sisa berkesan amat penting kerana impaknya terhadap pencemaran, kesihatan manusia dan pembangunan lestari (Ghulam dan Abushammala, 2023).

Dalam industri semikonduktor, pengurusan sisa penting kerana sektor ini sangat bergantung kepada sumber, khususnya bahan jarang. Berdasarkan teori isyarat, firma boleh menggunakan amalan kelestarian yang jelas seperti reka bentuk produk boleh dikitar semula dan pelaksanaan program pengambilan semula sebagai isyarat strategik untuk menunjukkan tanggungjawab alam sekitar dan komitmen jangka panjang terhadap operasi lestari. Isyarat ini mengurangkan asimetri maklumat antara firma dan pihak berkepentingan, termasuk pengawal selia, pelabur dan pengguna mesra alam. Pengurusan sisa yang berkesan bukan sahaja meningkatkan kecekapan operasi dan pematuan peraturan tetapi juga memperbaiki persepsi jenama (Dey, 2020; Pietzsch et

al., 2017). Pengguna mesra alam lebih cenderung menyokong firma yang menunjukkan nilai kelestarian yang kukuh. Strategi selaras ekonomi kitaran, seperti kitar semula bahan jarang, mencegah kebocoran sisa berbahaya dan menggunakan semula komponen semikonduktor, berfungsi sebagai isyarat yang sah dan merangsang permintaan dalam pasaran lestari serta meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap firma yang bertanggungjawab terhadap alam sekitar.

H4: Penjualan sisa firma mempunyai kesan negatif terhadap prestasi jualannya.

Pelepasan Gas Rumah Hijau (GHG)

Pelepasan GHG merupakan penyumbang utama perubahan iklim, mendorong perniagaan, kerajaan dan individu melaksanakan strategi pengurangan. Inovasi lestari seperti bahan perubahan fasa dalam seni bina (Sivanathan et al., 2023), elektrifikasi dalam pemprosesan makanan (Atuonwu dan Tassou, 2021) dan teknik pembuatan aditif (Dzogbewu dan Beer, 2023) menyumbang kepada pengurangan pelepasan. Industri 4.0 turut menyokong kelestarian alam sekitar dengan mengoptimumkan penggunaan bahan mentah, tenaga dan pelupusan sisa. Dalam industri semikonduktor, pengguna dan perniagaan semakin sedar tentang jejak karbon mereka, mendorong permintaan terhadap produk bersijil hijau (Sadiq et al., 2024). Pelepasan GHG yang tinggi merosakkan reputasi firma, mengurangkan permintaan dan meningkatkan penalti peraturan serta kos pengeluaran (Le dan Phung, 2024; Radu dan Maram, 2021). Firma dengan pelepasan rendah menarik pengguna dan rakan niaga mesra alam yang mencari rantai bekalan lestari. Pelepasan GHG dikategorikan kepada Skop 1 iaitu pelepasan langsung dari fasiliti firma sendiri dan Skop 2 iaitu pelepasan tidak langsung daripada tenaga yang dibeli (Bernoville, 2022). Dengan matlamat pengurangan karbon global, firma semikonduktor dengan pelepasan rendah berpotensi meningkatkan jualan.

H5: Pelepasan GHG Skop 1 firma mempunyai kesan negatif terhadap prestasi jualannya.

H6: Pelepasan GHG Skop 2 firma mempunyai kesan negatif terhadap prestasi jualannya.

Indeks Harga Pengeluar (PPI)

Menurut undang-undang permintaan, kenaikan harga produk biasanya mengurangkan kuantiti permintaan, dengan anggapan faktor lain tetap (Baye dan Prince, 2022). Teori permintaan menumpukan kepada bagaimana keutamaan pengguna dan permintaan pasaran mempengaruhi prestasi perniagaan. PPI mengukur perubahan purata harga jualan dari masa ke masa dalam sektor pengeluaran komponen semikonduktor dan elektronik lain, menggunakan indeks Disember 1984 sebagai 100. Bagi produk semikonduktor, permintaan lebih elastik dan pengguna lebih sensitif terhadap perubahan harga (Keçeci, 2024). Ini bermakna kenaikan harga boleh menyebabkan penurunan jualan yang ketara. Oleh itu, firma semikonduktor perlu menilai strategi harga dengan teliti untuk mengoptimumkan jualan.

H7: Indeks harga pengeluar firma mempunyai kesan negatif terhadap prestasi jualannya.

Pelaburan Penyelidikan dan Pembangunan (R&D)

Dari perspektif teori berasaskan sumber, pelaburan R&D merupakan sumber dalaman strategik yang mempunyai nilai, kelangkaan, ketidakbolehtiruan dan tidak boleh diganti, yang penting untuk membina kelebihan daya saing berterusan. R&D memainkan peranan penting dalam menghubungkan amalan lestari dengan peningkatan hasil jualan melalui kemajuan teknologi dan penyesuaian kepada keutamaan pengguna yang berkembang. Lilien dan Srinivasan (2010) mendapati pelaburan R&D semasa kemelesetan ekonomi meningkatkan keuntungan dan pulangan saham, menekankan kepentingan strategiknya. Dalam industri semikonduktor, inovasi dalam bidang rangkaian 5G, kecerdasan buatan (AI) dan Internet of Things (IoT) telah meningkatkan

permintaan dengan ketara (Attaran, 2021). Firma dengan keupayaan R&D yang kukuh boleh membangunkan reka bentuk cekap tenaga dan cip tersuai untuk aplikasi baharu, meningkatkan prestasi produk, kepelbagaian dan kepuasan pengguna. Inovasi berasaskan R&D ini bukan sahaja mewujudkan peluang pasaran baharu tetapi juga mengukuhkan pertumbuhan jangka panjang melalui pembangunan aset harta intelek, termasuk paten dan teknologi proprietari. Kajian oleh Hernández (2023), Parets (2020) dan Shi et al. (2019) menunjukkan bahawa R&D sering bertindak sebagai faktor pemoderasi dalam meningkatkan keberkesanan strategi kelestarian, menegaskan statusnya sebagai sumber strategik utama dalam kerangka RBT.

H8a: Pelaburan R&D mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara penggunaan tenaga dan prestasi jualan firma.

H8b: Pelaburan R&D mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara penggunaan tenaga boleh diperbaharui dan prestasi jualan firma.

H8c: Pelaburan R&D mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara pengambilan air dan prestasi jualan firma.

H8d: Pelaburan R&D mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara penjanaan sisa dan prestasi jualan firma.

H8e: Pelaburan R&D mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara pelepasan GHG Skop 1 dan prestasi jualan firma.

H8f: Pelaburan R&D mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara pelepasan GHG Skop 2 dan prestasi jualan firma.

H8g: Pelaburan R&D mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara PPI dan prestasi jualan firma

Harga Saham

Selain pelaburan R&D, harga saham firma bertindak sebagai pemoderasi antara amalan lestari dan prestasi jualan firma dengan meningkatkan keyakinan pelabur serta kestabilan kewangan melalui teori isyarat. Amalan kelestarian firma meningkatkan prestasi dan kestabilan harga saham, dengan tadbir urus korporat dan pelaporan kelestarian mempengaruhi prestasi harga saham melalui inovasi lestari (Bhatti dan Sulaiman, 2021; Chebbi, 2024). Kenaikan harga saham bukan sahaja menjadikan firma lebih menarik bagi pengguna, pembekal dan rakan niaga, tetapi juga menyediakan sumber untuk inovasi, pemasaran dan pengembangan, seterusnya meningkatkan bahagian pasaran (Rahman et al., 2021).

Kelestarian juga memperkukuh prestasi kewangan firma dengan menarik pelabur dan mengurangkan turun naik harga saham, sekali gus memberi manfaat kepada kedudukan pasaran secara keseluruhan (Keskin et al., 2020). Harga saham yang tinggi mencerminkan tadbir urus yang kukuh dan daya tahan firma, meningkatkan keyakinan pelanggan dan pihak berkepentingan. Pelabur lebih cenderung memilih firma lestari kerana mereka menghargai kemampuan firma untuk mengurangkan risiko jangka panjang dan memanfaatkan peluang baharu. Dengan mengaitkan usaha kelestarian dengan prestasi kewangan, harga saham firma memainkan peranan penting dalam menterjemahkan kelestarian kepada prestasi kewangan yang nyata.

H9a: Harga saham mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara penggunaan tenaga dan prestasi jualan firma.

H9b: Harga saham mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara penggunaan tenaga boleh diperbaharui dan prestasi jualan firma.

H9c: Harga saham mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara pengambilan air dan prestasi jualan firma.

H9d: Harga saham mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara penjanaan sisa dan prestasi jualan firma.

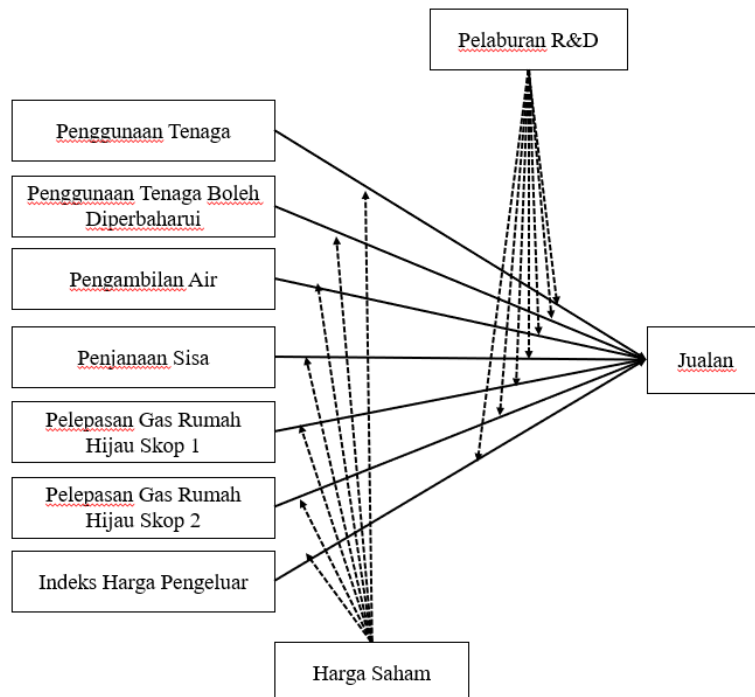
H9e: Harga saham mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara pelepasan GHG Skop 1 dan prestasi jualan firma.

H9f: Harga saham mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara pelepasan GHG Skop 2 dan prestasi jualan firma.

H9g: Harga saham mempunyai kesan interaksi terhadap hubungan antara PPI dan prestasi jualan firma.

Rajah 1 menggambarkan bagaimana amalan lestari mempengaruhi bahagian pasaran firma semikonduktor, dengan pelaburan R&D dan harga saham bertindak sebagai pemoderasi. Industri semikonduktor adalah industri yang intensif tenaga dan memerlukan penggunaan elektrik yang besar untuk proses pengeluaran. Menurut Zhao et al. (2021), kos tenaga adalah tinggi dalam industri semikonduktor, terutamanya disebabkan sistem HVAC, yang menyumbang kira-kira empat puluh hingga lima puluh peratus daripada jumlah penggunaan tenaga di loji fabrikasi semikonduktor berteknologi tinggi, menekankan keperluan pengurusan tenaga yang tepat. Penggunaan tenaga diukur dalam jutaan watt, dan data diperoleh daripada laporan CSR setiap firma. Penggunaan sumber tenaga boleh diperbaharui dalam rantai bekalan semikonduktor adalah penting untuk kelestarian dan pengurangan impak alam sekitar (Werner et al., 2022). Ia merujuk kepada penggunaan tenaga yang dijana daripada sumber boleh diperbaharui seperti hidroelektrik, angin, solar dan geoterma bagi menampung proses dan fasiliti pengeluaran semikonduktor. Unit yang digunakan adalah jutaan watt, dan data diperoleh daripada laporan CSR setiap firma.

Rajah 1. Kerangka Kerja Hubungan antara Amalan lestari dan Jualan Firma



Industri semikonduktor juga dikenali kerana penggunaan air yang tinggi. Pengambilan air diukur dalam jutaan liter, dengan data diperoleh daripada laporan CSR. Ia merujuk kepada jumlah air yang diambil daripada sumber air, sama ada air bawah tanah atau permukaan, dan dibawa ke lokasi penggunaan (Senthil Kumar dan Yaashikaa, 2019). Industri semikonduktor menghasilkan pelbagai jenis sisa beracun daripada proses pengeluaran, yang memerlukan amalan pengurangan sisa, rawatan alternatif dan

pelupusan yang menyeluruh bagi meminimumkan impak alam sekitar. Penjanaian sisa diukur dalam ribuan tan, dan data diperoleh daripada laporan CSR setiap firma.

Pelepasan gas rumah hijau (GHG) diukur dalam ribuan tan, yang menyumbang kepada perubahan iklim, dengan data diperoleh daripada laporan CSR. Dalam kajian ini, GHG Skop 1 dan Skop 2 digunakan sebagai indikator utama pelepasan GHG firma, kerana kedua-duanya merangkumi pelepasan langsung daripada operasi firma dan pelepasan tidak langsung daripada tenaga yang dibeli. Gabungan GHG Skop 1 dan Skop 2 menyediakan asas yang boleh diukur dan standard bagi menilai impak alam sekitar daripada laporan CSR ("ISO 14064-1:2018 - Greenhouse gases", 2018). Indeks Harga Pengeluar (PPI) merupakan indikator ekonomi yang mengukur perubahan purata harga jualan yang diterima oleh pengeluar domestik bagi output mereka dari masa ke masa. Ia diterbitkan oleh U.S. Bureau of Labor Statistics dan berfungsi sebagai ukuran utama inflasi di peringkat borong, dengan Disember 1984 sebagai penanda aras 100. PPI berguna untuk memahami tekanan kos yang dihadapi pengeluar, meramalkan perubahan harga pengguna masa depan dan menyokong keputusan dasar dan perniagaan (Majaski, 2025).

Penyelidikan dan Pembangunan (R&D) merujuk kepada aktiviti termasuk penyelidikan asas, penyelidikan gunaan dan pembangunan, yang menterjemah kemajuan teknikal atau saintifik kepada inovasi produk atau proses (Link, 1982). Pelaburan R&D penting bagi inovasi dan daya saing, namun perbelanjaan R&D yang berlebihan boleh menjejaskan keuntungan dan prestasi kewangan, menekankan kepentingan pengurusan yang seimbang (Shin et al., 2017). Unit yang digunakan adalah juta dolar AS, dan data dikumpul daripada penyata kewangan setiap firma. Harga saham diukur dalam dolar AS, dan data diperoleh daripada NASDAQ pada 2024. Pelabur memberi reaksi positif terhadap firma yang mempromosikan inisiatif lestari, yang seterusnya mempengaruhi prestasi saham (Bhatti dan Sulaiman, 2021).

METODOLOGI

Instrumen Kajian

Set data panel dari 2014 hingga 2023 dikumpul bagi sepuluh firma semikonduktor terkemuka, iaitu Intel, Texas Instruments, TSMC, STMicroelectronics, NVidia, Infineon Technologies, UMC, Micron, Qualcomm dan Lam Research, menggunakan teknik anggaran regresi panel. Analisis merangkumi tempoh 2014 hingga 2023 kerana firma semikonduktor mula menerbitkan laporan kelestarian terperinci sejak 2010, dipengaruhi oleh pengenalan standard ISO 26000 bagi tanggungjawab sosial korporat (CSR) pada tahun yang sama, yang mendorong ketelusan dan akauntabiliti lebih tinggi dalam amalan kelestarian (Chakroun et al., 2020). Data dikompilasi daripada pelbagai sumber, bagi menilai hubungan antara amalan kelestarian dan prestasi jualan, serta kesan interaksi pelaburan R&D firma dan harga saham terhadap hubungan antara amalan kelestarian dan prestasi jualan. Regresi Pooled OLS, fixed-effects dan random-effects digunakan untuk menganggarkan korelasi. Pendekatan Dua Peringkat Kuasa Kecil diterapkan untuk menangani isu endogeniti dalam model. Penerangan pemboleh ubah dipaparkan dalam Jadual 1.

Jadual 1. Penerangan Pemboleh Ubah

Pemboleh ubah	Penerangan	Singkatan	Unit	Sumber data
Jualan	Pendapatan Tahunan oleh sesebuah firma tertentu	<i>Sales</i>	Peratus	Laporan tahunan firma (2014–2023)

Penggunaan tenaga	Penggunaan tenaga tahunan oleh sesebuah firma tertentu	<i>ECon</i>	Wat-jam	
Penggunaan tenaga boleh diperbaharui	Penggunaan tenaga boleh diperbaharui tahunan oleh sesebuah firma tertentu	<i>ERen</i>	Wat-jam	
Pengambilan air	Pengambilan air tahunan oleh sesebuah firma tertentu	<i>WW</i>	Liter	
Penjanaan sisa	Penjanaan sisa tahunan oleh sesebuah firma tertentu	<i>Waste</i>	Kilogram	Laporan CSR firma (2014–2023)
GHG Skop 1	Pelepasan gas rumah hijau (GHG) Skop 1 tahunan oleh sesebuah firma tertentu	<i>GS1</i>	Tan CO ₂ setara	
GHG Skop 2	Pelepasan gas rumah hijau (GHG) Skop 2 tahunan oleh sesebuah firma tertentu	<i>GS2</i>	Tan CO ₂ setara	
Index harga pengeluar	Indeks harga jualan dalam Industri Semikonduktor	<i>price</i>	\$US	Bank Rizab Persekutuan St. Louis
Pelaburan R&D	Plaburan R&D tahunan oleh sesebuah firma	<i>rdi</i>	\$US	Laporan Tahunan Firma (2014–2023)
Harga saham	Harga saham sesebuah firma	<i>sp</i>	\$US	Laman web bursa saham NASDAQ

Spesifikasi Model dan Penganggaran

Model empirikal asas kajian ini, yang menganggar kesan keseluruhan pemboleh ubah bebas asas (harga dan amalan kelestarian) terhadap pemboleh ubah bersandar (jualan firma), ditunjukkan dalam Persamaan 1. Persamaan 1 digunakan untuk menganggar Hipotesis H1, H2, H3, H4, H5, H6, dan H7.

$$Sales_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 ECon_{it} + \alpha_2 ERen_{it} + \alpha_3 WW_{it} + \alpha_4 Waste_{it} + \alpha_5 GS1_{it} + \alpha_6 GS2_{it} + \alpha_7 price_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Bagi menganggar kesan interaksi antara pelaburan R&D firma dan harga saham, Persamaan 2 dan Persamaan 3 ditentukan serta digunakan untuk menguji hipotesis H8a, H8b, H8c, H8d, H8e, H8f, H8g, H9a, H9b, H9c, H9d, H9e, H9f, dan H9g.

$$Sales_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 ECon_{it} + \alpha_2 ERen_{it} + \alpha_3 WW_{it} + \alpha_4 Waste_{it} + \alpha_5 GS1_{it} + \alpha_6 GS2_{it} + \alpha_7 price_{it} + \theta_1 (ECon * rdi)_{it} + \theta_2 (ERen * rdi)_{it} + \theta_3 (WW * rdi)_{it} + \theta_4 (Waste * rdi)_{it} + \theta_5 (GS1 * rdi)_{it} + \theta_6 (GS2 * rdi)_{it} + \theta_7 (price * rdi)_{it} + e_{it} \quad (2)$$

$$Sales_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 ECon_{it} + \alpha_2 ERen_{it} + \alpha_3 WW_{it} + \alpha_4 Waste_{it} + \alpha_5 GS1_{it} + \alpha_6 GS2_{it} + \alpha_7 price_{it} + \theta_1 (ECon * sp)_{it} + \theta_2 (ERen * sp)_{it} + \theta_3 (WW * sp)_{it} + \theta_4 (Waste * sp)_{it} + \theta_5 (GS1 * sp)_{it} + \theta_6 (GS2 * sp)_{it} + \theta_7 (price * sp)_{it} \quad (3)$$

Subskrip tersebut mewakili elemen keratan rentas (i) dan masa (t) bagi pemboleh ubah, manakala *e_{it}* bertujuan menangkap faktor tidak diperhatikan atau gangguan rawak yang mempengaruhi bahagian pasaran firma tetapi tidak dimasukkan dalam model.

Bagi meningkatkan kebolehinterpretasian model, mematuhi andaian regresi, serta mengurangkan masalah heteroskedastisiti, semua pemboleh ubah ditukarkan ke dalam bentuk log semula jadi. Model ekonometrik log-linear bagi kajian ini adalah seperti berikut:

$$\begin{aligned} \ln Sales_{it} &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln Econ_{it} + \alpha_2 \ln ERen_{it} + \alpha_3 \ln WW_{it} + \alpha_4 \ln Waste_{it} + \alpha_5 \ln GS1_{it} + \alpha_6 \ln GS2_{it} \\ &+ \alpha_7 \ln price_{it} + \theta_1 (\ln Econ * \ln rdi)_{it} + \theta_2 (\ln ERen * \ln rdi)_{it} + \theta_3 (\ln WW * \ln rdi)_{it} \\ &+ \theta_4 (\ln Waste * \ln rdi)_{it} + \theta_5 (\ln GS1 * \ln rdi)_{it} + \theta_6 (\ln GS2 * \ln rdi)_{it} + \theta_7 (\ln price * \ln rdi)_{it} \\ &+ e_{it} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \ln Sales_{it} &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln Econ_{it} + \alpha_2 \ln ERen_{it} + \alpha_3 \ln WW_{it} + \alpha_4 \ln Waste_{it} + \alpha_5 \ln GS1_{it} + \alpha_6 \ln GS2_{it} \\ &+ \alpha_7 \ln price_{it} + \theta_1 (\ln Econ * \ln sp)_{it} + \theta_2 (\ln ERen * \ln sp)_{it} + \theta_3 (\ln WW * \ln sp)_{it} \\ &+ \theta_4 (\ln Waste * \ln sp)_{it} + \theta_5 (\ln GS1 * \ln sp)_{it} + \theta_6 (\ln GS2 * \ln sp)_{it} + \theta_7 (\ln price * \ln sp)_{it} \\ &+ e_{it} \end{aligned} \quad (5)$$

Jadual 2 membentangkan statistik deskriptif bagi pemboleh ubah utama, dengan *lnsales* menunjukkan min 24.4970 dan variabiliti yang rendah merentasi 100 pemerhatian. Variabiliti adalah tinggi bagi pemboleh ubah kelestarian (*lnECon*, *lnERen*, *lnWW*, *lnWaste*, *lnGS1*, dan *lnGS2*), menunjukkan tahap amalan kelestarian yang berbeza di kalangan firma. Variabiliti adalah rendah bagi *lnprice*, manakala *lnrdi* dan *lnsp* menunjukkan variabiliti sederhana, yang mungkin disebabkan oleh keutamaan strategik yang serupa.

Jadual 2. Statistik Ringkas Pemboleh Ubah

Pemboleh ubah	Observasi	Min	Sisihan piawai	Minimum	Masimum
<i>lnsales</i>	100	24.4970	0.8081	23.1415	26.0930
<i>lnECon</i>	100	27.7182	4.4896	1.0000	31.0829
<i>lnERen</i>	100	25.2034	4.9465	1.0000	31.8403
<i>lnWW</i>	100	22.8345	4.0641	1.0000	26.4560
<i>lnWaste</i>	100	15.3381	3.8906	1.0000	21.6718
<i>lnGS1</i>	100	13.9080	2.2178	1.0000	16.0621
<i>lnGS2</i>	100	14.4684	2.4151	1.0000	17.1366
<i>lnprice</i>	100	5.0348	0.0241	4.9908	5.0724
<i>lnrdi</i>	100	22.4687	0.9674	20.7241	24.5871
<i>lnsp</i>	100	4.3062	1.2637	0.3069	6.2389

Jadual 3 membentangkan Faktor Inflasi Varians (VIF) bagi kajian ini. Purata VIF sebanyak 6.79 menunjukkan hubungan kolinieriti yang rendah di kalangan pemboleh ubah bebas utama. Walaupun dua pemboleh ubah, iaitu *lnECon* (Penggunaan Tenaga) dan *lnWW* (Pengambilan Air), melebihi ambang yang biasanya diterima iaitu 10, purata VIF keseluruhan sebanyak 6.79 menunjukkan bahawa multikolineariti bukanlah isu utama dalam model ini, kerana firma dengan operasi yang intensif sumber sering menunjukkan penggunaan tinggi bagi pelbagai input alam sekitar. Pemboleh ubah ini dikekalkan kerana kepentingan teori dan keperluan untuk menangkap sepenuhnya dimensi alam sekitar dalam kelestarian firma.

Jadual 3. Faktor Inflasi Varians (VIF)

Variable	VIF	1/VIF
<i>lnECon</i>	12.54	0.079739
<i>lnERen</i>	3.47	0.288017
<i>lnWW</i>	15.9	0.062874
<i>lnWaste</i>	1.67	0.599273

<i>InGS1</i>	7.16	0.139606
<i>InGS2</i>	5.74	0.174254
<i>Inprice</i>	1.07	0.937779
Mean VIF	6.79	

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Keputusan

Jadual 4 menunjukkan keputusan penganggaran bagi tiga model penganggaran. Model 1 ialah Pooled OLS. Pooled OLS menganggap semua pemerhatian dalam data panel sebagai homogen dengan andaian bahawa semua firma mempunyai ciri yang sama. Pendekatan ini mengabaikan heterogeniti antara entiti, seperti perbezaan dalam amalan kelestarian tertentu, tahap pelaburan penyelidikan dan pembangunan, atau kedudukan pasaran, sekali gus menyebabkan ketidakupayaan model untuk mencerminkan kesan berbeza yang berpunca daripada perbezaan khusus firma. Keadaan ini membawa kepada anggaran yang berat sebelah dan menjadikan keputusan penganggaran kurang tepat (Breitung dan Salish, 2021). Model yang mempunyai ciri heterogen yang berpotensi adalah lebih sesuai dianggarkan menggunakan model kesan tetap atau kesan rawak (De et al., 2023).

Model 2 dianggarkan menggunakan pendekatan Kesan Rawak GLS. Model keseluruhan adalah signifikan, dan pemboleh ubah penjelas menunjukkan keupayaan yang kukuh dalam menerangkan variasi jualan firma. Berbanding dengan Pooled OLS, model ini lebih sesuai untuk menangani isu kesan rawak dan heteroskedastisiti. Walau bagaimanapun, sekiranya kesan khusus firma berkorelasi dengan pemboleh ubah bebas, anggaran yang diperoleh akan menjadi berat sebelah.

Model 3 menggunakan model Kesan Tetap, yang mengawal heterogeniti tidak teramati dan tidak berubah mengikut masa dengan menumpukan kepada variasi dalaman pemboleh ubah. Model keseluruhan adalah signifikan, dan pendekatan kesan tetap berkesan dalam mengawal variasi antara individu ($\text{Prob} > F = 0.0009$). Pemboleh ubah *InECon* dan *InWaste* adalah signifikan, menunjukkan bahawa penggunaan tenaga dan penjana sisa oleh firma cenderung memberi kesan terhadap jualan dengan magnitud yang sedikit lebih besar berbanding Model 2 serta memberikan gambaran yang lebih tepat tentang hubungan antara amalan kelestarian, pelaburan penyelidikan dan pembangunan, dan prestasi jualan dalam industri semikonduktor.

Jadual 4. Keputusan Penganggaran

	Model 1		Model 2		Model 3	
Pemboleh ubah	OLS terkumpul		Regresi GLS Kesan Rawak		Regresi Kesan Tetap	
	Koefisien	Ralat piawai	Koefisien	Ralat piawai	Koefisien	Ralat piawai
<i>InECon</i>	0.0619	0.0905	0.0619	0.0905	0.2189*	0.1146
<i>InERen</i>	0.0428*	0.0256	0.0428*	0.0256	0.0380	0.0268
<i>InWW</i>	-0.0071	0.1184	-0.0071	0.1184	-0.0847	0.1470
<i>InWaste</i>	-0.0166	0.0555	-0.0166	0.0555	-0.1538*	0.0819
<i>InGS1</i>	0.0942	0.0881	0.0942	0.0881	0.0933	0.0945
<i>InGS2</i>	-0.2173***	0.0821	-0.2173***	0.0821	-0.2312**	0.0934
<i>Inprice</i>	-2.5744*	1.4930	-2.5744*	1.4930	-3.0497**	1.4897

Constant	36.9167***	7.5895	36.9167***	7.5895	39.1665***	7.5609
Obs	100	100	100	100	100	100
Wald chi2(7)	24.86		24.86			
Prob > chi2	0.0008		0.0008			
F(7,83)					3.93	
Prob > F					0.0009	

Bagi memperoleh penganggaran yang cekap, ujian Hausman dijalankan untuk menentukan spesifikasi yang sesuai antara model Kesan Tetap dan model Kesan Rawak. Hipotesis nol mengandaikan bahawa model Kesan Rawak adalah konsisten dan cekap, manakala hipotesis alternatif mencadangkan bahawa model Kesan Tetap adalah lebih sesuai kerana ia mengambil kira kemungkinan kewujudan korelasi antara heterogeniti tidak diperhatikan dan pemboleh ubah penjelas. Keputusan ujian menunjukkan statistik khi kuasa dua sebanyak 18.21 dengan tujuh darjah kebebasan dan nilai p sebanyak 0.0110. Oleh kerana hipotesis nol ditolak, penganggar Kesan Rawak dianggap tidak konsisten. Oleh itu, model Kesan Tetap (Model 3) adalah lebih sesuai berbanding model Kesan Rawak (Model 2) dan menyediakan rangka kerja yang lebih boleh dipercayai untuk kajian ini.

Selepas pemilihan model dibuat, ujian diagnostik pasca penganggaran dijalankan untuk menilai kewujudan heteroskedastisiti dan korelasi bersiri bagi memastikan kecekapan dan ketaksamaan anggaran yang tidak berat sebelah. Ujian Wald Terubahsuaikan bagi heteroskedastisiti berkumpulan dan ujian Wooldridge bagi autokorelasi dalam data panel kedua-duanya menunjukkan kewujudan heteroskedastisiti dan autokorelasi dalam model. Selain itu, satu siri ujian Durbin Watson mengesahkan bahawa $\ln price$ adalah pemboleh ubah endogen. Bagi menangani isu endogeniti ini, pendekatan penganggaran Dua Peringkat Kuasa Terkecil (*Two-Stage Least Squares*, 2SLS) digunakan dengan menggunakan pemboleh ubah tertangguh sebagai pemboleh ubah instrumen.

Pemboleh ubah tertangguh tersebut memenuhi dua syarat utama bagi instrumen yang sah. Pertama, syarat kerelevanan dipenuhi kerana nilai tertangguh mempunyai korelasi yang kuat dengan pemboleh ubah penjelas endogen $\ln price$. Kedua, syarat keeksogenan dipenuhi kerana nilai tertangguh tidak berkorelasi dengan terma ralat semasa. Pada peringkat pertama, instrumen tertangguh digunakan untuk meramalkan $\ln price$, sekali gus mengasingkan variasi eksogennya dan membolehkan penganggaran kesan kausal yang lebih boleh dipercayai pada peringkat kedua. Dalam kalangan semua pemboleh ubah penjelas, hanya $\ln price$ dikenal pasti sebagai endogen. Pemboleh ubah tertangguh $L1price1$ dikenal pasti sebagai instrumen yang kukuh, seperti yang dibuktikan oleh statistik F peringkat pertama sebanyak 58.14 dengan nilai Prob lebih besar daripada F bersamaan 0.0000, yang memenuhi kriteria Stock Yogo bagi kekuatan instrumen.

Bagi menganggar kesan interaksi pelaburan penyelidikan dan pembangunan serta harga saham, kajian ini menggunakan pendekatan regresi pemboleh ubah instrumen Dua Peringkat Kuasa Terkecil. Keputusan penganggaran bagi kedua-dua pemboleh ubah interaksi ditunjukkan dalam Jadual 5. Statistik Wald khi kuasa dua yang signifikan dalam kedua-dua model menunjukkan bahawa instrumen $L1price1$ mempunyai kesan kolektif yang signifikan secara statistik terhadap $\ln sale$ pada peringkat kedua, sekali gus menyokong keteguhan penganggaran menggunakan pemboleh ubah instrumen.

Jadual 5. Penganggaran Dua Peringkat Kuasa Terkecil dengan Pemboleh Ubah Instrumen

Variable	Model 1	Model 2
----------	---------	---------

	R&D Investment		Share Price	
	Koefisien	Ralat piawai	Koefisien	Ralat piawai
<i>Inprice</i>	-5.0771**	2.5441	-3.3273	3.4354
<i>InECon</i>	1.0876	0.9273	0.4327	0.2661
<i>InERen</i>	-0.3473	0.2375	-0.0476	0.1167
<i>InWW</i>	-0.6303	0.9980	-0.5859**	0.2995
<i>InWaste</i>	-0.4686	0.2933	0.3326***	0.0856
<i>InGS1</i>	1.5107	1.2811	1.0883***	0.3519
<i>InGS2</i>	-2.3255***	0.7265	-0.7628**	0.3271
<i>inter_L1price</i>	0.0224	0.0516	0.0778***	0.0240
<i>int_InECon</i>	-0.0521	0.0406	-0.0581	0.0549
<i>int_InERen</i>	0.0158	0.0105	0.0300	0.0233
<i>int_InWW</i>	0.0334	0.0439	0.0946	0.0633
<i>int_InWaste</i>	0.0216	0.0131	-0.0683***	0.0194
<i>int_InGS1</i>	-0.0596	0.0576	-0.1915**	0.0764
<i>int_InGS2</i>	0.0979***	0.0322	0.1524**	0.0668
Constant	46.0584***	8.8686	33.8988**	16.9995
Obs	90	90	90	90
Wald chi2(14)	1327.81		239.83	
Prob > chi2	0.0000		0.0000	
R-Squared	0.9350		0.7261	
Root MSE	0.2003		0.4112	

Model 1 Pelaburan R&D

Dalam Model 1, koefisien bagi Indeks Harga Pengeluar (*Inprice*) adalah -5.0771 dan signifikan secara statistik pada tahap 5 peratus ($p = 0.046$), menguatkan hukum permintaan di mana harga yang lebih tinggi membawa kepada permintaan yang lebih rendah. Ceteris paribus, peningkatan 1 peratus dalam harga dikaitkan dengan penurunan 5.1 peratus dalam jualan firma, menunjukkan keanjalan harga permintaan yang agak tinggi. Penemuan ini selaras dengan Keçeci (2024), yang mendapati permintaan bagi produk semikonduktor adalah elastik dan pengguna sangat sensitif terhadap perubahan harga.

Dalam kalangan pemboleh ubah kelestarian, pelepasan gas rumah hijau Skop 2 (*InGS2*) menunjukkan kesan negatif yang signifikan secara statistik terhadap jualan, dengan koefisien -2.3255 ($p = 0.001$). Keputusan ini mencadangkan bahawa pelepasan tidak langsung yang lebih tinggi daripada tenaga yang dibeli memberi kesan buruk kepada prestasi jualan, mencerminkan penalti pasaran terhadap ketidakcekapan alam sekitar. Dengan faktor lain dipegang tetap, peningkatan 1 peratus dalam pelepasan Skop 2 menyebabkan pengurangan jualan sebanyak 2.3 peratus. Penemuan ini konsisten dengan kajian terdahulu oleh Le dan Phung (2024) serta Radu dan Maram (2021). Sebaliknya, pelepasan Skop 1 (*InGS1*) menunjukkan koefisien positif tetapi tidak signifikan secara statistik, menandakan hubungan yang kurang jelas antara pelepasan langsung dan prestasi jualan.

Penggunaan tenaga (*InECon*) menunjukkan koefisien positif tetapi tidak signifikan secara statistik sebanyak 1.0876 ($p = 0.241$), menunjukkan bahawa penggunaan tenaga yang lebih tinggi sahaja tidak semestinya diterjemahkan kepada peningkatan jualan. Penggunaan tenaga boleh diperbaharui (*InERen*) mempunyai kesan negatif tetapi tidak signifikan terhadap jualan (koefisien = -0.3473 , $p = 0.144$), yang bermaksud inisiatif

tenaga boleh diperbaharui mungkin tidak memberikan manfaat jualan segera tanpa strategi pelengkap seperti penjenamaan atau pengurangan kos. Begitu juga, pengambilan air (lnWW) dan penjanaan sisa (lnWaste) menunjukkan hubungan negatif tetapi tidak signifikan secara statistik dengan jualan, menunjukkan bahawa dimensi kelestarian ini mungkin menimbulkan kos operasi tanpa menghasilkan keuntungan jualan jangka pendek.

Bagi kesan interaksi, interaksi antara pelepasan Skop 2 dan pelaburan R&D (int_InGS2) adalah positif dan signifikan secara statistik, dengan koefisien 0.0979 ($p = 0.002$). Penemuan ini menunjukkan bahawa pelaburan R&D yang lebih tinggi dapat mengurangkan kesan buruk pelepasan tidak langsung terhadap jualan, berkemungkinan melalui inovasi yang lebih baik, teknologi pengeluaran yang lebih bersih, atau sistem pengurusan alam sekitar yang dipertingkatkan. Selaras dengan Lilien dan Srinivasan (2010), pelaburan R&D memainkan peranan penting dalam mengukuhkan prestasi firma di bawah tekanan alam sekitar yang mencabar.

Sebaliknya, terma interaksi yang melibatkan pelaburan R&D dengan penggunaan tenaga, penggunaan tenaga boleh diperbaharui, pengambilan air, dan penjanaan sisa tidak signifikan secara statistik, menunjukkan bahawa R&D memoderasi hubungan kelestarian-jualan terutamanya melalui saluran pelepasan, bukannya melalui penggunaan sumber secara umum. Secara keseluruhan, keputusan ini menekankan kepentingan strategik pelaburan R&D dalam membolehkan firma mengekalkan pertumbuhan jualan sambil menangani cabaran prestasi alam sekitar, khususnya dalam mengurangkan kesan pasaran negatif yang berkaitan dengan pelepasan gas rumah hijau.

Model 2 Harga Saham

Dalam Model 2, beberapa pemboleh ubah kelestarian menunjukkan tahap keupayaan penjelasan yang berbeza terhadap prestasi jualan firma. Penggunaan tenaga (lnECon) dan penggunaan tenaga boleh diperbaharui (lnERen) masing-masing mempunyai nilai p melebihi 0.10, menunjukkan bahawa kedua-dua pemboleh ubah tersebut bukan peramal yang signifikan terhadap jualan dalam model ini. Sebaliknya, pengambilan air (lnWW) mencatatkan pekali negatif sebanyak -0.586 dan signifikan pada aras 5 peratus ($p = 0.050$), menunjukkan bahawa penggunaan air yang lebih tinggi dikaitkan dengan penurunan jualan. Keputusan ini mencadangkan bahawa pengurusan air yang tidak cekap boleh membawa kepada ketidakcekapan operasi atau cabaran reputasi yang menjejaskan prestasi pasaran. Dapatan ini selaras dengan kajian Ramírez et al. (2020) yang menyatakan bahawa pengurusan air yang berkesan meningkatkan daya saing firma dan seterusnya mendorong pertumbuhan jualan.

Penjanaan sisa (lnWaste) menunjukkan pekali positif sebanyak 0.333 dan signifikan pada aras 1 peratus ($p = 0.000$), yang menunjukkan bahawa peningkatan penjanaan sisa dikaitkan dengan peningkatan jualan. Dapatan ini bertentangan dengan kajian terdahulu oleh Dey (2020) dan Pietzsch et al. (2017) yang mendapati kesan negatif penjanaan sisa terhadap prestasi firma. Namun begitu, satu penjelasan yang munasabah ialah tahap sisa yang lebih tinggi mencerminkan jumlah pengeluaran yang meningkat, yang dalam jangka pendek boleh dikaitkan dengan jualan yang lebih tinggi.

Kedua-dua pelepasan gas rumah hijau Skop 1 (lnGS1) dan Skop 2 (lnGS2) menunjukkan hubungan yang signifikan dengan jualan, masing-masing dengan nilai p sebanyak 0.002 dan 0.020. Kesan negatif pelepasan Skop 2 adalah selaras dengan kajian Le dan Phung (2024) serta Radu dan Maram (2021), yang menunjukkan bahawa pelepasan tidak langsung daripada tenaga yang dibeli boleh menjejaskan jualan akibat kos alam sekitar dan kesan reputasi. Sebaliknya, pelepasan Skop 1 menunjukkan hubungan positif

dengan jualan, yang berkemungkinan mencerminkan peningkatan output pengeluaran kerana pelepasan ini berkait secara langsung dengan aktiviti pembuatan.

Pemboleh ubah interaksi harga saham tertanggung (inter L1price) mempunyai pekali positif sebanyak 0.0778 dan signifikan pada aras 1 peratus ($p = 0.001$). Keputusan ini menunjukkan bahawa peningkatan indeks harga pengeluar dikaitkan dengan peningkatan harga saham semasa, yang mungkin ditafsir oleh pelabur sebagai isyarat inflasi, pertumbuhan ekonomi, atau keadaan perniagaan yang menggalakkan. Dapatan ini menyokong kajian Bhatti dan Sulaiman (2021) serta Chebbi (2024), yang mendapati bahawa amalan kelestarian, tadbir urus korporat, dan pelaporan kelestarian yang berkesan mampu meningkatkan prestasi dan kestabilan harga saham.

Bagi kesan interaksi, interaksi antara penjana sisa dan harga saham (int InWaste) adalah negatif dan signifikan pada aras 1 peratus, dengan pekali -0.0683 ($p = 0.000$). Ini menunjukkan bahawa peningkatan penjana sisa menurunkan harga saham, mencerminkan penurunan keyakinan pelabur akibat kebimbangan terhadap tanggungjawab alam sekitar, kecekapan operasi, dan risiko reputasi. Keputusan ini selaras dengan hujah Keskin et al. (2020) bahawa prestasi kelestarian mempengaruhi penilaian kewangan firma.

Interaksi antara pelepasan gas rumah hijau Skop 1 dan harga saham (int InGS1) turut menunjukkan pekali negatif dan signifikan sebanyak -0.1915 ($p = 0.012$). Ini menunjukkan bahawa peningkatan pelepasan langsung mengurangkan harga saham, kerana firma dengan pendedahan alam sekitar yang tinggi dianggap berisiko menghadapi tekanan peraturan, kos pematuhan yang lebih tinggi, dan reputasi negatif. Dapatan ini menyokong pandangan bahawa amalan kelestarian yang kukuh mengukuhkan prestasi kewangan firma dengan menarik minat pelabur.

Sebaliknya, interaksi antara pelepasan gas rumah hijau Skop 2 dan harga saham (int InGS2) menunjukkan pekali positif dan signifikan sebanyak 0.1524 ($p = 0.023$). Ini menunjukkan bahawa pelepasan Skop 2 yang lebih tinggi dikaitkan dengan peningkatan harga saham, yang mungkin ditafsir oleh pelabur sebagai isyarat pertumbuhan atau peningkatan kapasiti pengeluaran. Berbanding pelepasan langsung, pelepasan tidak langsung mungkin dianggap kurang berada di bawah kawalan langsung firma atau sebagai kos peralihan dalam fasa pengembangan.

Interaksi antara penggunaan tenaga dan harga saham (int InECon) menunjukkan pekali negatif tetapi tidak signifikan sebanyak -0.0581 ($p = 0.290$), menunjukkan bahawa harga saham tidak memoderatkan hubungan antara penggunaan tenaga dan jualan secara signifikan. Tafsiran yang sama juga terpakai bagi interaksi antara penggunaan tenaga boleh diperbaharui dan harga saham (int InERen) serta antara pengambilan air dan harga saham (int InWW), yang kesemuanya tidak signifikan.

Secara keseluruhan, dapatan ini menunjukkan bahawa amalan kelestarian firma berinteraksi dengan isyarat pasaran kewangan dalam cara yang kompleks. Harga saham berfungsi sebagai penunjuk penting terhadap jangkaan dan keyakinan pelabur, yang sama ada menguatkan atau melemahkan kesan prestasi alam sekitar terhadap hasil firma. Ini menekankan peranan penilaian pasaran dalam menentukan bagaimana inisiatif kelestarian diterjemahkan kepada prestasi jualan dalam industri semikonduktor.

Perbincangan

Kajian ini memberikan implikasi penting kepada firma semikonduktor dalam mengurus cabaran alam sekitar dan ekonomi. Hubungan positif antara penggunaan tenaga dan jualan menunjukkan bahawa penggunaan tenaga yang lebih tinggi mencerminkan tahap

pengeluaran yang lebih besar. Namun, ketidakcekan tenaga boleh meningkatkan kos dan menjejaskan keuntungan, justeru firma perlu menumpukan kepada pengoptimuman tenaga melalui strategi operasi yang mampan.

Hubungan negatif antara penjaan sisa dan jualan menekankan kepentingan pengurusan sumber yang cekap. Tahap sisa yang tinggi mencerminkan ketidakcekan operasi dan boleh menjejaskan reputasi firma. Amalan pengurangan sisa dan ekonomi kitaran bukan sahaja mengurangkan kesan alam sekitar, malah berpotensi meningkatkan prestasi pasaran. Begitu juga, pelepasan gas rumah hijau Skop 2 yang lebih tinggi dikaitkan dengan penurunan jualan, mencadangkan bahawa kebergantungan kepada tenaga berintensiti karbon boleh menjejaskan imej firma dan daya saing. Pengurangan pelepasan melalui tenaga bersih dan kecekapan tenaga adalah penting dari sudut strategik dan peraturan.

Walaupun pembolehubah lain seperti penggunaan tenaga boleh baharu, pengambilan air dan pelepasan Skop 1 tidak menunjukkan kesan signifikan terhadap jualan, kepentingannya dijangka meningkat pada masa hadapan selari dengan peningkatan tekanan pihak berkepentingan. Indeks harga pengeluar memberi kesan negatif terhadap jualan, menunjukkan bahawa kenaikan harga mengurangkan daya saing dalam industri semikonduktor.

Akhirnya, kesan interaksi menunjukkan bahawa pelaburan penyelidikan dan pembangunan dapat mengukuhkan hubungan antara prestasi kelestarian dan jualan, khususnya bagi pelepasan Skop 2, manakala harga saham mempengaruhi persepsi pasaran terhadap prestasi alam sekitar firma. Ini menekankan keperluan penyelarasan strategik antara inovasi, kelestarian dan penilaian pasaran bagi menyokong prestasi jualan jangka panjang.

KESIMPULAN

Dapatan kajian menunjukkan bahawa penggunaan tenaga dan pelepasan GHG Skop 1 mempunyai hubungan positif dengan jualan, manakala penjaan sisa menunjukkan kesan negatif yang signifikan terhadap jualan, dan GHG Skop 2 mempunyai hubungan negatif apabila berinteraksi dengan usaha R&D. Walau bagaimanapun, penggunaan tenaga boleh diperbaharui dan pengambilan air tidak menunjukkan kesan signifikan terhadap jualan. Tambahan pula, peranan pemoderasi harga saham menekankan kepentingan usaha inovasi dalaman dan jangkaan pasaran. Firma dengan harga saham yang lebih tinggi menghadapi tekanan lebih besar daripada pihak berkepentingan untuk melaksanakan amalan lestari, yang memperkukuh kesan amalan kelestarian mereka terhadap prestasi jualan. Hasil kajian menekankan sifat hubungan antara amalan kelestarian dan prestasi perniagaan yang kompleks dan bergantung pada konteks, menunjukkan bahawa faktor luaran dan dalaman mempengaruhi keberkesanan inisiatif kelestarian firma.

Walaupun memberikan pandangan yang bernilai, kajian ini mempunyai beberapa kekangan. Pertama, disebabkan data yang terhad, saiz sampel adalah agak kecil, merangkumi hanya sepuluh firma semikonduktor terkemuka dengan 90 observasi, yang berpotensi menghasilkan generalisasi dapatan merentas industri. Kedua, kajian ini menumpukan terutamanya kepada prestasi jualan jangka pendek tanpa mengambil kira kesan jangka panjang amalan kelestarian, yang biasanya memerlukan beberapa tahun untuk sepenuhnya terzahir. Kajian masa hadapan boleh menangani kekangan ini dengan mengembangkan set data untuk merangkumi pelbagai syarikat yang lebih besar dan pelbagai dalam industri serta negara yang berbeza. Kajian menjejak (*longitudinal*)

yang dijalankan dalam tempoh lebih panjang akan memberikan pandangan yang lebih mendalam mengenai kesan jangka panjang amalan kelestarian terhadap jualan dan prestasi firma. Selain itu, kajian masa hadapan boleh memasukkan pemboleh ubah pemoderasi tambahan seperti ciri industri, kualiti tadbir urus korporat, atau persepsi pengguna untuk lebih memahami sama ada amalan kelestarian meningkatkan prestasi jualan firma.

Rujukan

- Ahmed, O. and Khalaf, B.A., (2025). The impact of ESG on firm value: The moderating role of cash holdings. *Heliyon*, 11(2), p.e41868. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e41868>
- Arteaga, S.A., Galvis, N., Mesa, F., Zapata, S. and Cardona, A.J.A., (2025). Sustainability assessment and impact of integrating perovskite solar cells in the market by 2050. *Management of Environmental Quality*. Ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/MEQ-12-2024-0543/full/xml>
- Attaran, M., (2021). The impact of 5G on the evolution of intelligent automation and industry digitization. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(5), pp.5977–5993. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02521-x>
- Atuonwu, J. and Tassou, S., (2021). Decarbonisation of food manufacturing by the electrification of heat: A review of developments, technology options and future directions. *Trends in Food Science and Technology*, 107, pp.168–182. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.011>
- Baye, M.R. and Prince, J.T., (2022). *Managerial economics and business strategy*. 10th ed. New York: McGraw Hill.
- Bernoville, T., (2022). What are Scopes 1, 2 and 3 of Carbon Emissions? Plan A Earth, 12 June. Available at: <https://plana.earth/academy/what-are-scope-1-2-3-emissions> [Accessed 6 Dec. 2024].
- Bhatti, U. and Sulaiman, N., (2021). The relationship of sustainability reporting and share prices with a mediation of green invention: A conceptual review paper. *Studies of Applied Economics*, 39(10). <https://doi.org/10.25115/eea.v39i10.5977>
- Breitung, J. and Salish, N., (2021). Estimation of heterogeneous panels with systematic slope variations. *Journal of Econometrics*, 220(2), pp.399–415. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.04.007>
- Cetrulo, T.B., Marques, R.C. and Malheiros, T.F., (2019). An analytical review of the efficiency of water and sanitation utilities in developing countries. *Water Research*, 15 September. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.05.044>
- Chakroun, S., Salhi, B., Amar, A.B. and Jarbou, A., (2020). The impact of ISO 26000 social responsibility standard adoption on firm financial performance: Evidence from France. *Management Research Review*, 43(5), pp.545–571. <https://doi.org/10.1108/MRR-02-2019-0054>
- Chebba, K., (2024). Examining the interplay of sustainable development, corporate governance, and stock price crash risk: Insights from ESG practices. *Sustainable Development*, 32(1), pp.1291–1309. <https://doi.org/10.1002/sd.2733>
- Connelly, B.L., Certo, S.T., Ireland, R.D. and Reutzel, C.R., (2011). Signaling theory: A review and assessment. *Journal of Management*, 37(1), pp.39–67. <https://doi.org/10.1177/0149206310388419>
- Das, S., Lee, S.H., Kumar, P., Kim, K.H., Lee, S.S. and Bhattacharya, S.S., (2019). Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 228, pp.658–678. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.323>

- Dey, S.S., (2020). Solid waste management. In: Concise handbook of waste treatment technologies. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.
<https://doi.org/10.4135/9781412974592.n135>
- Dulesov, A.S., Dulesova, N.V. and Gimanova, I.A., (2024). Impact of disequilibrium price on sales volume in a logistics system. E3S Web of Conferences, 471, p.06007.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447106007>
- Dzogbewu, T.C. and de Beer, D.J., (2023). Additive manufacturing of selected ecofriendly energy devices. Virtual and Physical Prototyping, 18(1), p.e2276245.
<https://doi.org/10.1080/17452759.2023.2276245>
- Gallagher, E., Ragnarsson, L.-Å. and Rolin, C., (2024). Sustainable semiconductor manufacturing: The role of lithography. IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, 37(4), pp.440–444. <https://doi.org/10.1109/TSM.2024.3416830>
- Gaur, T.S., Yadav, V., Mittal, S. and Sharma, M.K., (2024). A systematic review on sustainable E-waste management: Challenges, circular economy practices, and a conceptual framework. Management of Environmental Quality, 35(4), pp.858–884. <https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2023-0139/full/pdf>
- Ghobakhloo, M. and Fathi, M., (2021). Industry 4.0 and opportunities for energy sustainability. Journal of Cleaner Production, 295, p.126427.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126427>
- Ghulam, S.T. and Abushammala, H., (2023). Challenges and opportunities in the management of electronic waste and its impact on human health and environment. Sustainability (Switzerland), 15(3), p.1837.
<https://doi.org/10.3390/su15031837>
- Giampieri, A., Chin, J.L., Ma, Z., Smallbone, A. and Roskilly, A.P., (2020). A review of the current automotive manufacturing practice from an energy perspective. Applied Energy, 261, p.114074.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114074>
- Habib, M.A., Balasubramanian, S., Shukla, V., Chitakunye, D. and Chanchaichujit, J., (2022). Practices and performance outcomes of green supply chain management initiatives in the garment industry. Management of Environmental Quality: An International Journal, 33(4), pp.882–912.
<https://doi.org/10.1108/MEQ-08-2021-0189/full/pdf>
- Hermundsdottir, F. and Aspelund, A., (2022). Competitive sustainable manufacturing – Sustainability strategies, environmental and social innovations, and their effects on firm performance. Journal of Cleaner Production, 370.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133474>
- Hernández, M.S., (2023). Beliefs and attitudes of Canarians towards the Chilean linguistic variety. Linguas Modernas, 62, pp.183–209.
<https://doi.org/10.13039/501100011033>
- Hong, Z., Wang, H. and Yu, Y., (2018). Green product pricing with non-green product reference. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 115, pp.1–15. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.03.013>
- Hui, Z., Zhang, L., Ren, G., Sun, G., Yu, H.D. and Huang, W., (2023). Green flexible electronics: Natural materials, fabrication, and applications. Advanced Materials, 35(28), pp.2211202. <https://doi.org/10.1002/adma.202211202>
- Ismail, S., Dawoud, D.W., Ismail, N., Marsh, R. and Alshami, A.S., (2022). IoT-based water management systems: Survey and future research direction. IEEE Access, 10, pp.35942–35952. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3163742>
- ISO, (2018). ISO 14064-1:(2018) - Greenhouse gases. Available at: <https://www.iso.org/standard/66453.html> [Accessed 15 May 2025].
- Karuppiah, K., Sankaranarayanan, B. and Lo, H.W., (2024). A systematic literature review on the evolution of sustainable manufacturing practices: Key findings and implications. Cleaner Engineering and Technology, 1 October.
<https://doi.org/10.1016/j.clet.2024.100798>

- Keçeci, M.Ö., (2024). Analyzing brand-level chips demand in the United States using the multinomial logit model. *Journal of Economics and Administrative Sciences*, 19(1), pp.155–180. <https://doi.org/10.17153/oguiibf.1347020>
- Keskin, A.I., Dincer, B. and Dincer, C., (2020). Exploring the impact of sustainability on corporate financial performance using discriminant analysis. *Sustainability (Switzerland)*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/su12062346>
- Kong, D., Xiang, G. and Zhu, L., (2024). Innovation-driven development and corporate green innovation. *Finance Research Letters*, 68, p.106008. [https://doi.org/10.1016/j.frl.\(2024\).106008](https://doi.org/10.1016/j.frl.(2024).106008)
- Le, H. and Phung, H.T.N., (2024). Assessing the impact of environmental performance on corporate financial performance: A firm-level study of GHG emissions in Africa. *Sustainable Production and Consumption*, 47, pp.644–654. [https://doi.org/10.1016/j.spc.\(2024\).04.024](https://doi.org/10.1016/j.spc.(2024).04.024)
- Li, Z., Zhu, H., Meng, Q., Wu, C. and Du, J., (2019). Manufacturers' green decision evolution based on multi-agent modeling. *Complexity*, 2019(1), pp.3512142. [https://doi.org/10.1155/\(2019\)/3512142](https://doi.org/10.1155/(2019)/3512142)
- Lilien, G.L. and Srinivasan, R., (2010). Marketing spending strategy in recessions. *Australasian Marketing Journal*, 18(3), pp.181–182. <https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2010.06.002>
- Lin, Y., (2024). Research on the impact of corporate ESG performance on long-term sustainable competitive advantage. *Journal of Modern Business and Economics*, 1(2). <https://doi.org/10.70767/jmbe.v1i2.230>
- Link, A.N., (1982). An analysis of the composition of R&D spending. *Southern Economic Journal*, 49(2), pp.342–349. <https://doi.org/10.2307/1058486>
- Liu, J.C., (2017). Aerobic treatment of effluents from the electronics industry. In: *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Biological Treatment of Industrial Effluents*. Elsevier Inc., pp.145–160. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63665-2.00006-0>
- Ma, P., Zhang, C., Hong, X. and Xu, H. (2018). Pricing decisions for substitutable products with green manufacturing in a competitive supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 183, pp.618–640. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.152>
- Majaski, C. (2025). Producer Price Index (PPI): What it is and how it's calculated. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/p/ppi.asp> [Accessed 15 May 2025].
- Maxim, K., Olga, K. and Hanna, V. (2024). Pricing as a marketing planning tool. *Economic Scope*, pp.275–279. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/190-50>
- Madyan, M., Alamsyah, F., Setiawan, W.R. and Trisyulianti, E. (2024). Analysis of carbon emission disclosures of Indonesian companies and their market performance with board characteristics as a moderator. *International Journal of Sustainable Economy*, 16(2), pp.184–202. <https://doi.org/10.1504/IJSE.2024.137614>
- Mi, L. et al., (2021). Playing Ant Forest to promote online green behavior: A new perspective on uses and gratifications. *Journal of Environmental Management*, 278. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111544>
- Murphy, A. and Fu, L., (2019). An empirical analysis of investor confidence incorporated in market prices. *Journal of Behavioral Finance*, 20(3), pp.267–293. <https://doi.org/10.1080/15427560.2018.1511564>
- Nandipati, M., Fatoki, O. and Desai, S. (2024). Bridging nanomanufacturing and artificial intelligence—A comprehensive review. *Materials*, 17(7), pp.1621. <https://doi.org/10.3390/ma17071621>
- Nascimento, D.L.M. (2019). Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context: A business model proposal. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(3), pp.607–627. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2018-0071>

- Ng, A.C. and Rezaee, Z. (2020). Business sustainability factors and stock price informativeness. *Journal of Corporate Finance*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2020.101688>
- Padhan, L. and Bhat, S. (2025). The relevance of renewable energy and green innovation in environmental sustainability: Evidence from BRICS countries. *International Journal of Sustainable Economy*, 17(1), pp.52–74. <https://doi.org/10.1504/IJSE.2025.142926>
- Parast, M.M. (2020). The impact of R&D investment on mitigating supply chain disruptions: Empirical evidence from U.S. firms. *International Journal of Production Economics*, 227. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107671>
- Pietzsch, N., Ribeiro, J.L.D. and Medeiros, J.F. de., (2017). Benefits, challenges and critical factors of success for Zero Waste: A systematic literature review. *Waste Management*, 67, pp.324–353. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.004>
- Radu, C. and Maram, S. (2021). The value relevance of reported carbon emissions. *Journal of Management and Governance*, 25(2), pp.347–377. <https://doi.org/10.1007/s10997-020-09547-5>
- Rahi, A.F., Johansson, J., Blomkvist, M. and Hartwig, F., (2024). Corporate sustainability and financial performance: A hybrid literature review. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 31(2), pp.801–815. <https://doi.org/10.1002/csr.2600>
- Rahman, D., Kabir, M. & Oliver, B. (2021). Does exposure to product market competition influence insider trading profitability? *Journal of Corporate Finance*, 66, doi:10.1016/j.jcorpfin.2020.101792.
- Ramirez, E., Moreno, G. & Hadjimarcou, J., (2024). Greening the bottom line: a new scale to discern consumer perceptions of a firm's green orientation. *Journal of Consumer Marketing*, 41(1), pp.49–60. doi:10.1108/JCM-04-2022-5295.
- Ramírez, V.N. et al., (2020). Methodological frameworks to assess sustainable water resources management in industry: A review. *Ecological Indicators*, 119, p.106819. doi:10.1016/j.ecolind.2020.106819.
- Rathi, A. et al., (2022). Post-fabrication structural changes and enhanced photodegradation activity of semiconductors@zeolite composites towards noxious contaminants. *Chemosphere*, 288(3), p.132609. doi:10.1016/j.chemosphere.2021.132609.
- Rivera, F., López, K. & Zamorano, J., (2025). Effects on firm decisions considering the temporality of environmental policy. *International Journal of Sustainable Economy*, 17(2), pp.147–169. doi:10.1504/IJSE.2025.145301.
- Ruberti, M., (2024). Environmental performance and trends of the world's semiconductor foundry industry. *Journal of Industrial Ecology*, pp.1–15. doi:10.1111/jiec.13529.
- Rüdele, K., Wolf, M. & Ramsauer, C., (2024). Synergies and trade-offs between ecological and productivity-enhancing measures in industrial production – a systematic review. *Management of Environmental Quality*, 35(6), pp.1315–1353. doi:10.1108/MEQ-07-2023-0195/FULL/PDF.
- Sadiq, M. et al., (2024). Bridging green supply chain practices and environmental performance in Chinese semiconductor sector: With the role of energy efficiency and green HRM. *International Journal of Production Economics*, 277, doi:10.1016/j.ijpe.2024.109381.
- Santarius, T. & Soland, M., (2018). How Technological Efficiency Improvements Change Consumer Preferences: Towards a Psychological Theory of Rebound Effects. *Ecological Economics*, 146, pp.414–424. doi:10.1016/j.ecolecon.2017.12.009.
- Sarpong, D. et al., (2023). The three pointers of research and development (R&D) for growth-boosting sustainable innovation system. *Technovation*, 122, p.102581. doi:10.1016/j.technovation.2022.102581.
- Senthil Kumar, P. & Yaashikaa, P.R., (2019). Introduction: Water. In *Water in Textiles and Fashion*. Elsevier, pp.1–20. doi:10.1016/B978-0-08-102633-5.00001-4.

- Shehawy, Y.M. & Ali Khan, S.M.F., (2024). Consumer readiness for green consumption: The role of green awareness as a moderator of the relationship between green attitudes and purchase intentions. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 78, p.103739. doi:10.1016/j.jretconser.2024.103739.
- Shi, Y., Wang, X. & Zhu, X., (2019). Lean manufacturing and productivity changes: the moderating role of R&D. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(1), pp.169–191. doi:10.1108/IJPPM-03-2018-0117.
- Shin, N., Kraemer, K.L. & Dedrick, J., (2017). R&D and firm performance in the semiconductor industry. *Industry and Innovation*, 24(3), pp.280–297. doi:10.1080/13662716.2016.1224708.
- Sivanathan, A. et al., (2023). Advances in phase change building materials: An overview. *Nanotechnology Reviews*, 12(1), p.20220554. doi:10.1515/ntrev-2022-0554.
- Song, S., Rahaman, M. & Jariwala, D. (2024). Can 2D Semiconductors Be Game-Changers for Nanoelectronics and Photonics? *ACS Nano*, 18(17), pp.10955–10978. doi:10.1021/acsnano.3c12938.
- Teece, D.J., (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, 51(1), pp.40–49. doi:10.1016/J.LRP.2017.06.007.
- Tenpas, A. et al., (2023). Financial reimbursement and productivity metrics for pharmacist-led chronic care management services in rural practice settings. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 19(5), pp.778–782. doi:10.1016/J.SAPHARM.2023.01.004.
- Tsetse, E.K.K. et al., (2024). Environmental sustainability and customer experience in emerging markets. *Business Strategy and the Environment*, 33(6), pp.5647–5660. doi:10.1002/BSE.3757.
- Ullah, S. et al., (2024). Leveraging technological readiness and green dynamic capability to enhance sustainability performance in manufacturing firms. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 36(3), pp.714–730. doi:10.1108/JMTM-05-2024-0268/FULL/XML.
- U.S. Bureau of Labor Statistics, n.d. Producer Price Index by Industry: Semiconductor and Other Electronic Component Manufacturing. [online] Available at: <https://fred.stlouisfed.org/series/PCU3344133441> [Accessed 21 Jul. 2025].
- Vo Van, H. & Abu Afifa, M., (2024). Environmental commitment for green finance and sustainable performance in commercial banks of ASEAN countries – whether stakeholder pressure has a moderating role. *International Journal of Sustainable Economy*, 16(3), pp.304–331. doi:10.1504/IJSE.2024.139502.
- Wang, J. et al., (2020). The optimal sales format for green products considering downstream investment. *International Journal of Production Research*, 58(4), pp.1107–1126. doi:10.1080/00207543.2019.1612963.
- Wei, J., Wang, Y. & Lu, J., (2021). Information sharing and sales patterns choice in a supply chain with product's greening improvement. *Journal of Cleaner Production*, 278, doi:10.1016/j.jclepro.2020.123704.
- Werner, M., Monch, L. & Wu, J.Z., (2022). A Planning Model for Incorporating Renewable Energy Sources into Semiconductor Supply Chains. *Proceedings - Winter Simulation Conference*, (2022)-December, pp.3465–3476. doi:10.1109/WSC57314.2022.10015505.
- Yan, G. & Bian, W., (2023). The impact of relative energy prices on industrial energy consumption in China: a consideration of inflation costs. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 36(3). doi:10.1080/1331677X.2022.2154238.
- Zhang, H., (2025). Analysis of Business Factors Influencing Film Revenue. doi:10.54254/2754-1169/166/2025.20876.
- Zhang, X. et al., (2021). A critical review on challenges and trend of ultrapure water production process. *Science of the Total Environment*, 785, p.147254. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.147254.

Zhao, Y. et al., (2021). A comparative study on energy performance assessment for HVAC systems in high-tech fabs. *Journal of Building Engineering*, 39, p.102188. doi:10.1016/J.JOBE.2021.102188.

Zhou, G., Liu, L. & Luo, S., (2022). Sustainable development, ESG performance and company market value: Mediating effect of financial performance. *Business Strategy and the Environment*, 31(7), pp.3371–3387. doi:10.1002/BSE.3089.

PENGISYTIHARAN KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis mengisytiharkan bahawa tiada sebarang konflik kepentingan yang wujud, sama ada dari sudut kewangan, peribadi, mahupun profesional, yang boleh dilihat sebagai berat sebelah atau mempengaruhi objektiviti dan dapatan kajian ini. Penulisan ini adalah hasil usaha penyelidikan penulis sendiri tanpa melibatkan sebarang bentuk pembiayaan atau tajaan daripada pihak berkepentingan luar.

PENULIS

Sock-Hwa Lim adalah pelajar sarjana pengurusan perniagaan di di Pusat Pengajian Siswazah Perniagaan, Universiti Sains Malaysia. Beliau juga bekerja di sebuah syarikat pengeluaran semikonduktor antarabangsa di Pulau Pinang, Malaysia.

Dr. Hong Meen Chee merupakan pensyarah dalam bidang Ekonomi di Pusat Pengajian Siswazah Perniagaan, Universiti Sains Malaysia. Bidang kepakaran dan tumpuan kajian beliau adalah berkaitan perdagangan antarabangsa, dan penggunaan dan pengeluaran Lestari. ORCID: 0000-0003-1776-4237