

INTERAKSI PENDUDUK DAN ALAM SEKITAR DI NEGERI PERLIS: CABARAN DAN STRATEGI PENGURUSAN SUMBER ASLI SECARA LESTARI

Nor Syafawati Mohd Zuki*, Muhammad Bazli Mahmood

*Jabatan Bahasa & Pengajian Umum, Fakulti Perniagaan & Komunikasi
Universiti Malaysia Perlis
Kampus UniCITI Alam, 02100 Padang Besar, Perlis, Malaysia*

*syafawati.zuki@unimap.edu.my

ABSTRAK

Interaksi antara pertumbuhan penduduk dan alam sekitar merupakan salah satu isu utama dalam wacana kelestarian global, khususnya dalam konteks keseimbangan antara pembangunan sosioekonomi dan pemeliharaan sumber asli. Di negeri Perlis, perubahan demografi yang disertai proses urbanisasi, perubahan guna tanah dan peningkatan permintaan sumber telah mula memberi tekanan kepada ekosistem tempatan yang bersifat terhad dan rapuh. Walaupun isu hubungan antara pertumbuhan penduduk dan alam sekitar telah banyak dibincangkan dalam konteks nasional dan bandar-bandar besar, kajian yang membangunkan kerangka konseptual bagi menjelaskan hubungan tersebut dalam konteks negeri berskala kecil seperti Perlis masih terhad. Sehubungan itu, kertas kerja ini bertujuan untuk membangunkan satu kerangka konseptual bagi menjelaskan hubungan antara dinamik kependudukan dan tekanan alam sekitar serta implikasinya terhadap kelestarian pengurusan sumber asli di negeri Perlis. Kajian ini menggunakan pendekatan analisis literatur secara kualitatif dengan mengintegrasikan teori seperti IPAT ($\text{Impak} = \text{Populasi} \times \text{Kekayaan} \times \text{Teknologi}$) dan konsep pembangunan mampan bagi menerangkan hubungan antara populasi, aktiviti ekonomi, teknologi dan impak alam sekitar. Perbincangan mendapati bahawa ketidakseimbangan antara pertumbuhan penduduk dan kapasiti daya tampung alam sekitar berpotensi meningkatkan risiko degradasi sumber air, kemerosotan tanah pertanian, serta peningkatan tekanan sisa bandar. Namun demikian, pengukuhan tadbir urus alam sekitar, perancangan guna tanah bersepadu dan pelaksanaan dasar pembangunan rendah karbon dilihat berupaya mengurangkan impak negatif tersebut. Kertas kerja ini menyumbang kepada pemahaman yang lebih kritikal terhadap hubungan penduduk dan alam sekitar serta menyediakan asas konseptual bagi perumusan dasar pembangunan mampan di negeri Perlis.

Kata Kunci: Interaksi Penduduk dan Alam Sekitar, Pembangunan Mampan, Perubahan Guna Tanah, Tekanan Alam Sekitar.

PENGENALAN

Negeri Perlis merupakan negeri terkecil di Malaysia dengan keluasan kira-kira 821 km² namun mempunyai kepentingan tersendiri dalam landskap pembangunan sosioekonomi negara, khususnya melalui sektor pertanian yang mendominasi guna tanah negeri. Struktur ekonomi Perlis banyak bergantung kepada aktiviti pertanian seperti padi, buah-buahan dan tanaman komoditi lain yang secara langsung bergantung kepada kestabilan sumber tanah dan air. Berdasarkan data semasa, jumlah penduduk Perlis dianggarkan sekitar 297,800 orang pada tahun 2025, menunjukkan peningkatan yang perlahan tetapi stabil dalam struktur demografi negeri tersebut (Department of Statistics Malaysia [DOSM], 2025).

Dalam konteks ini, hubungan antara pertumbuhan penduduk dan alam sekitar di Perlis menjadi semakin relevan kerana walaupun saiz populasi adalah kecil berbanding negeri lain, tekanan terhadap sumber semula jadi tetap wujud melalui perubahan guna tanah, pembangunan infrastruktur serta peningkatan keperluan perumahan dan kemudahan asas. Corak pembangunan yang berlaku secara berperingkat ini berpotensi memberi kesan terhadap keseimbangan ekosistem tempatan, khususnya kawasan pertanian dan sumber air yang menjadi tunjang utama kepada kelangsungan ekonomi negeri.

Selain itu, Perlis turut berhadapan dengan cabaran kelestarian alam sekitar yang berkait rapat dengan intensifikasi penggunaan tanah pertanian serta perubahan struktur guna tanah akibat pembangunan fizikal. Kajian terdahulu menunjukkan bahawa sebahagian besar kawasan Perlis masih didominasi oleh aktiviti pertanian, menjadikan negeri ini sangat bergantung kepada pengurusan sumber semula jadi yang efisien dan lestari bagi memastikan kesinambungan pengeluaran makanan serta kestabilan ekonomi luar bandar (Fikri *et al.*, 2020).

Namun begitu, walaupun terdapat kajian yang membincangkan isu alam sekitar dan pertanian di Perlis, kebanyakan kajian tersebut lebih tertumpu kepada aspek sektoral seperti pertanian, ekopelancongan atau pengurusan sumber secara terpisah. Kajian yang menghubungkan secara langsung antara dinamik kependudukan, tekanan alam sekitar dan pembangunan mampan melalui kerangka konseptual yang menyeluruh masih agak terhad. Kekangan ini menyebabkan kurangnya pemahaman bersepadu tentang bagaimana perubahan demografi memberi kesan kumulatif terhadap sumber asli di peringkat negeri.

Dari perspektif teori, hubungan antara penduduk dan alam sekitar boleh dijelaskan melalui model IPAT yang diperkenalkan oleh Ehrlich dan Holdren (1971), yang menyatakan bahawa impak alam sekitar (*Impact*) merupakan hasil interaksi antara populasi (*Population*), kekayaan atau penggunaan (*Affluence*) dan teknologi (*Technology*). Model ini sesuai digunakan untuk memahami bagaimana perubahan demografi dan aktiviti ekonomi di Perlis boleh mempengaruhi tekanan terhadap sumber semula jadi serta keseimbangan ekosistem tempatan.

Sehubungan itu, kertas kerja ini bertujuan untuk membangunkan satu kerangka konseptual bagi menjelaskan hubungan antara dinamik kependudukan dan tekanan alam sekitar serta implikasinya terhadap kelestarian pengurusan sumber asli di Negeri Perlis. Dengan mengintegrasikan model IPAT dan konsep pembangunan mampan, kajian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai interaksi penduduk–alam sekitar serta menyokong perancangan dasar pembangunan mampan di peringkat negeri.

SOROTAN LITERATUR

Kerangka Teori Interaksi Penduduk dan Alam Sekitar

Kajian hubungan antara penduduk dan alam sekitar telah lama menjadi asas dalam penyelidikan kelestarian, khususnya melalui model IPAT yang menjelaskan bahawa impak alam sekitar adalah hasil interaksi antara populasi, tahap penggunaan sumber dan teknologi (Ehrlich & Holdren, 1971). Model ini memberi gambaran bahawa peningkatan populasi berpotensi meningkatkan tekanan terhadap alam sekitar sekiranya tidak diimbangi dengan kemajuan teknologi, kecekapan penggunaan sumber dan amalan pembangunan yang lestari.

Kerangka IPAT telah digunakan secara meluas dalam kajian alam sekitar bagi menerangkan bagaimana aktiviti manusia mempengaruhi penggunaan sumber semula jadi, perubahan guna tanah dan penghasilan sisa. Dalam konteks pembangunan wilayah, model ini membantu menjelaskan hubungan antara pertumbuhan penduduk, peningkatan aktiviti

ekonomi dan kesannya terhadap kapasiti daya tampung alam sekitar. Oleh itu, kerangka IPAT dilihat sesuai sebagai asas konseptual dalam memahami interaksi antara penduduk dan alam sekitar di negeri Perlis yang mempunyai keluasan tanah dan sumber semula jadi yang terhad.

Tekanan Global: Populasi, Urbanisasi dan Alam Sekitar

Dalam konteks global, tekanan terhadap alam sekitar semakin meningkat akibat gabungan pertumbuhan populasi, urbanisasi dan aktiviti ekonomi. Laporan IPCC (2022) menegaskan bahawa perubahan guna tanah dan pembangunan bandar merupakan antara pemacu utama kepada perubahan iklim serta degradasi ekosistem global.

Selain itu, United Nations DESA (2022) melaporkan bahawa trend urbanisasi kini tidak hanya tertumpu kepada bandar besar, tetapi turut melibatkan bandar kecil dan wilayah semi-urban. Perkembangan ini memberi tekanan kepada kawasan yang mempunyai kapasiti infrastruktur dan sumber yang terhad. Dalam banyak kes, kawasan kecil lebih mudah terkesan kerana kurangnya daya tampung ekologi dan sistem pengurusan sumber yang bersepadu.

Perubahan Guna Tanah dan Degradasi Alam Sekitar

Kajian lepas menunjukkan bahawa perubahan guna tanah merupakan antara faktor utama yang menghubungkan aktiviti manusia dengan perubahan alam sekitar. Perubahan guna tanah akibat urbanisasi telah dikenal pasti sebagai antara faktor utama yang mempengaruhi perkhidmatan ekosistem, termasuk sumber air, habitat semula jadi dan kapasiti penyerapan karbon (Feng *et al.*, 2023; Lin *et al.*, 2021).

Selain itu, kajian menunjukkan bahawa urbanisasi dan perubahan taburan penduduk meningkatkan tekanan terhadap ekosistem melalui perubahan guna tanah, peningkatan penggunaan sumber dan kehilangan fungsi ekosistem (Mao *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2023). Ini menunjukkan bahawa bukan sahaja jumlah penduduk penting, tetapi juga taburan spatial dan corak penggunaan tanah memainkan peranan kritikal dalam menentukan tahap impak alam sekitar.

Konteks Malaysia: Urbanisasi, Guna Tanah dan Alam Sekitar

Dalam konteks Malaysia, pembangunan pesat telah menyebabkan perubahan ketara dalam struktur guna tanah, khususnya di kawasan bandar dan semi-bandar. Kajian oleh Samat *et al.* (2020) menunjukkan bahawa perubahan guna tanah di Malaysia sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan populasi dan pembangunan ekonomi, yang seterusnya memberi tekanan kepada sistem alam sekitar.

Selain itu, urbanisasi yang pesat dan pembangunan bandar yang tidak dirancang dengan baik berpotensi meningkatkan tekanan terhadap ekosistem melalui kehilangan kawasan hijau, peningkatan penggunaan sumber dan kemerosotan kualiti alam sekitar (Rajoo *et al.*, 2021). Walaupun kebanyakan kajian tertumpu kepada bandar besar, kawasan negeri kecil seperti Perlis masih kurang diberi perhatian, walaupun turut mengalami perubahan struktur guna tanah secara beransur-ansur.

Jurang Kajian

Berdasarkan sorotan literatur, jelas bahawa kajian mengenai interaksi penduduk dan alam sekitar banyak tertumpu kepada konteks global dan kawasan metropolitan besar (contohnya, Chin *et al.*, 2019; Jabbar *et al.*, 2021; Yaacob *et al.*, 2022). Sebaliknya, kajian berskala negeri kecil yang mempunyai dinamika sosioekonomi unik seperti Perlis masih lagi terhad, di mana sebahagian besar literatur sedia ada di wilayah tersebut hanya menyentuh aspek pengurusan sisa domestik atau amalan kitar semula secara mikro (Md Nujid, 2011). Kebanyakan

penyelidikan terdahulu memberi tumpuan kepada isu urbanisasi, perubahan guna tanah dan tekanan terhadap sumber semula jadi dalam kawasan metropolitan yang mengalami pertumbuhan pesat (Khairulannuar *et al.*, 2026; Leeonis *et al.*, 2025). Sebaliknya, negeri yang mempunyai saiz wilayah yang kecil dan struktur pembangunan yang berbeza kurang diberi perhatian dalam perbincangan akademik mahupun dasar perancangan spatial wilayah (Abdullah *et al.*, 2022)

Selain itu, walaupun hubungan antara pertumbuhan penduduk dan tekanan alam sekitar telah dibincangkan secara meluas dalam literatur, masih terdapat kekurangan kajian yang meneliti bagaimana perubahan demografi, penggunaan sumber dan pembangunan ekonomi berinteraksi dalam konteks negeri berskala kecil seperti Perlis. Situasi ini mewujudkan keperluan untuk membangunkan satu kerangka konseptual yang lebih sesuai bagi menjelaskan hubungan tersebut berdasarkan ciri-ciri setempat.

Dalam konteks Perlis, kajian terdahulu lebih banyak menumpukan kepada aspek landskap budaya, pertanian dan pembangunan setempat (Fikri *et al.*, 2020). Walau bagaimanapun, kajian yang mengintegrasikan faktor kependudukan, perubahan guna tanah dan tekanan alam sekitar dalam satu kerangka konseptual yang komprehensif masih terhad. Kekurangan ini mewujudkan keperluan untuk membangunkan pendekatan yang lebih holistik bagi memahami interaksi antara penduduk dan alam sekitar di peringkat negeri.

Oleh itu, kajian ini berusaha mengisi jurang pengetahuan tersebut dengan mengaplikasikan kerangka IPAT dan konsep pembangunan mampan bagi menerangkan hubungan antara dinamik kependudukan, aktiviti ekonomi dan tekanan alam sekitar dalam konteks pembangunan sosioekonomi negeri Perlis.

KERANGKA KONSEPTUAL KAJIAN

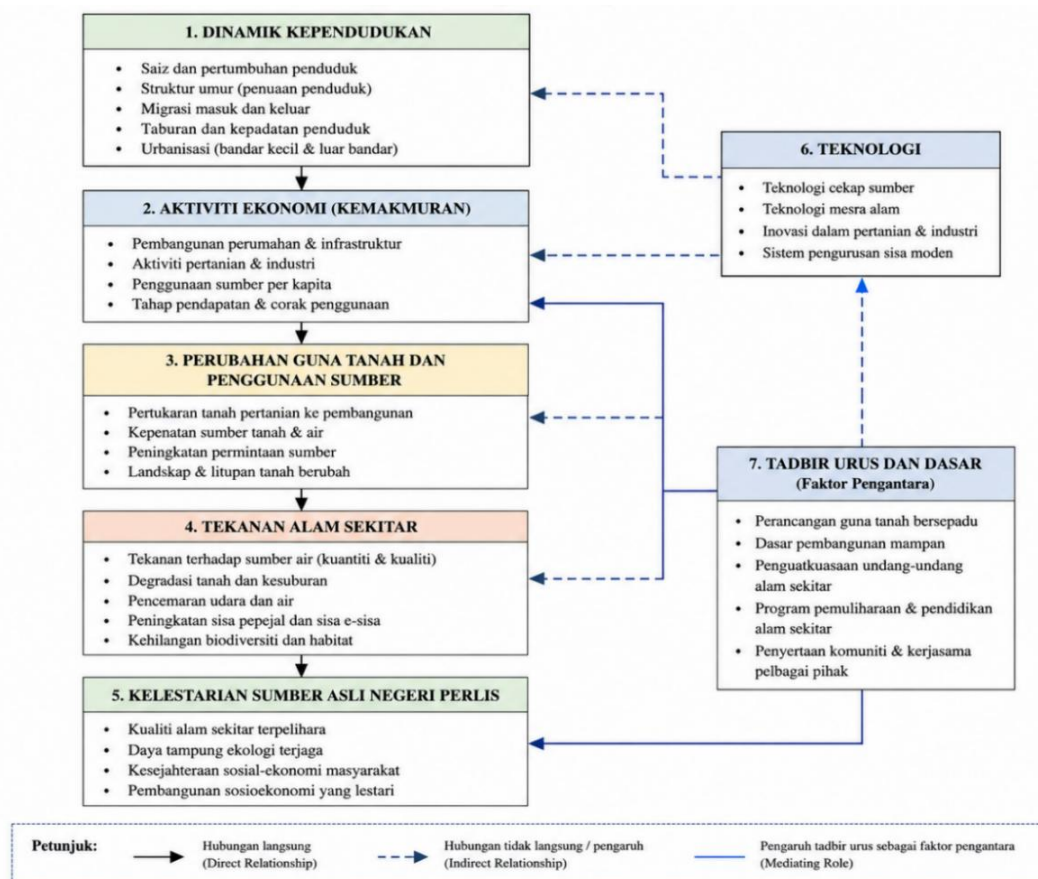
Kajian ini membangunkan satu kerangka konseptual yang bertujuan untuk menjelaskan hubungan antara dinamik kependudukan dan tekanan alam sekitar di negeri Perlis dengan mengadaptasi pendekatan IPAT ($Impact = Population \times Affluence \times Technology$) sebagai asas teori utama. Kerangka ini dibangunkan bagi menggambarkan bagaimana perubahan dalam struktur populasi, aktiviti ekonomi dan tahap teknologi memberi kesan langsung dan tidak langsung terhadap kelestarian sumber semula jadi di peringkat negeri. Menurut Ehrlich dan Holdren (1971), kerangka IPAT menjelaskan bahawa impak terhadap alam sekitar merupakan hasil interaksi antara populasi, kemakmuran ekonomi dan teknologi. Dalam konteks pembangunan wilayah, peningkatan bilangan penduduk lazimnya meningkatkan permintaan terhadap sumber semula jadi, perumahan, infrastruktur dan perkhidmatan awam. Pada masa yang sama, perkembangan ekonomi turut mendorong peningkatan penggunaan sumber, manakala teknologi boleh bertindak sama ada mengurangkan atau meningkatkan impak terhadap alam sekitar bergantung kepada tahap kecekapan dan kelestariannya.

Dalam kerangka yang dibangunkan, dinamik kependudukan berfungsi sebagai pemboleh ubah utama yang merangkumi saiz populasi, struktur umur serta migrasi masuk dan keluar. Di negeri Perlis, perubahan struktur demografi seperti perubahan komposisi umur penduduk, pola migrasi dan taburan spatial penduduk berpotensi mempengaruhi corak penggunaan sumber serta pembangunan ruang fizikal. Perubahan ini seterusnya memberi kesan kepada penggunaan tanah, permintaan air dan keseimbangan ekologi setempat. Komponen kedua ialah aktiviti ekonomi yang merujuk kepada tahap pembangunan dan penggunaan sumber oleh masyarakat. Peningkatan aktiviti ekonomi seperti pembangunan perumahan, perluasan infrastruktur dan intensifikasi pertanian boleh meningkatkan tekanan terhadap tanah, air dan sumber semula jadi yang lain. Walaupun pembangunan ekonomi penting bagi meningkatkan kesejahteraan masyarakat, proses tersebut perlu diurus secara berhati-hati agar tidak melebihi kapasiti daya tampung alam sekitar. Komponen ketiga ialah teknologi yang

berperanan sebagai faktor yang mempengaruhi tahap impak terhadap alam sekitar. Penggunaan teknologi yang cekap dan mesra alam berpotensi mengurangkan penggunaan sumber, meningkatkan kecekapan tenaga serta mengurangkan pencemaran. Sebaliknya, penggunaan teknologi yang tidak lestari boleh mempercepatkan eksploitasi sumber dan meningkatkan risiko degradasi alam sekitar.

Interaksi antara ketiga-tiga komponen ini menghasilkan impak alam sekitar yang merangkumi perubahan guna tanah, tekanan terhadap sumber air, kemerosotan kualiti tanah serta gangguan terhadap ekosistem. Dalam konteks Perlis, impak ini perlu diberi perhatian kerana negeri tersebut mempunyai keluasan wilayah yang kecil serta sumber semula jadi yang terhad berbanding negeri-negeri lain di Malaysia. Selain itu, kajian ini turut memasukkan elemen tadbir urus sebagai faktor pengantara yang mempengaruhi hubungan antara pembangunan dan alam sekitar. Tadbir urus melibatkan aspek dasar pembangunan, perancangan guna tanah, penguatkuasaan peraturan serta pelaksanaan strategi pembangunan mampan. Keberkesanan tadbir urus menentukan sejauh mana tekanan yang terhasil daripada pertumbuhan penduduk dan pembangunan ekonomi dapat dikawal secara lestari.

Berdasarkan hubungan tersebut, kajian ini mencadangkan bahawa kelestarian sumber asli di negeri Perlis bergantung kepada keupayaan mengimbangi pertumbuhan penduduk, pembangunan ekonomi dan penggunaan teknologi melalui pelaksanaan dasar serta tadbir urus yang berkesan.



Gambar rajah 8.1. Interaksi penduduk dan alam sekitar dengan pendekatan IPAT di Negeri Perlis.

Sumber: Diadaptasi daripada Ehrlich & Holdren (1971).

Kerangka ini bukan sahaja menjelaskan hubungan sebab-akibat antara pemboleh ubah utama, tetapi juga menyediakan asas untuk memahami bagaimana negeri berskala kecil seperti Perlis menghadapi cabaran kelestarian dalam konteks perubahan demografi dan pembangunan ekonomi semasa. Dengan itu, model ini boleh dijadikan asas kepada kajian empirikal masa hadapan serta membantu dalam perumusan dasar pembangunan yang lebih mampan dan bersepadu.

DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Dinamik Kependudukan sebagai Pemacu Tekanan Alam Sekitar di Perlis

Hasil analisis literatur menunjukkan bahawa pertumbuhan penduduk bukanlah satu-satunya faktor yang menentukan tahap tekanan terhadap alam sekitar. Sebaliknya, impak tersebut bergantung kepada bagaimana perubahan populasi mempengaruhi penggunaan sumber, pembangunan fizikal dan corak ekonomi setempat. Dalam konteks negeri Perlis, walaupun kadar pertumbuhan penduduk adalah lebih rendah berbanding negeri-negeri maju seperti Selangor atau Johor, perubahan struktur demografi tetap berpotensi memberi kesan kepada kelestarian sumber asli.

Menurut Jabatan Perangkaan Malaysia (DOSM, 2025), Perlis merupakan negeri yang mempunyai jumlah penduduk paling kecil di Malaysia dengan anggaran populasi sekitar 297,800 orang. Walaupun jumlah penduduknya relatif kecil berbanding negeri lain, perubahan struktur demografi tetap mewujudkan cabaran terhadap pembangunan sosioekonomi dan pengurusan sumber asli negeri. Walaupun saiz populasinya relatif kecil, perubahan struktur demografi yang melibatkan peningkatan penduduk berusia serta migrasi keluar golongan muda mewujudkan cabaran tersendiri terhadap pembangunan sosioekonomi negeri. Perubahan ini turut mempengaruhi pola penggunaan sumber, permintaan terhadap kemudahan awam serta kapasiti komuniti dalam mengurus sumber alam secara mampan.

Literatur menunjukkan bahawa peningkatan populasi lazimnya membawa kepada pertambahan permintaan terhadap perumahan, infrastruktur, bekalan air dan sistem pengangkutan (United Nations Department of Economic and Social Affairs [UN DESA], 2022). Peningkatan permintaan ini seterusnya mendorong perubahan guna tanah yang sering melibatkan pengurangan kawasan hijau dan pertanian. Dalam konteks Perlis, isu ini perlu diberi perhatian kerana negeri tersebut mempunyai keluasan tanah yang terhad berbanding negeri-negeri lain di Malaysia. Oleh itu, sebarang pertambahan aktiviti pembangunan berpotensi memberi impak yang lebih besar terhadap keseimbangan ekologi berbanding kawasan yang mempunyai kapasiti ruang yang lebih luas.

Selain itu, migrasi keluar golongan muda yang berlaku di Perlis turut mewujudkan cabaran tersendiri. Fenomena ini menyebabkan sebahagian kawasan luar bandar mengalami perubahan struktur penduduk dengan peningkatan bilangan penduduk berusia. Walaupun situasi ini mungkin mengurangkan tekanan pembangunan fizikal dalam jangka pendek, ia boleh menjejaskan keupayaan komuniti untuk mengurus dan memelihara sumber alam secara berkesan dalam jangka panjang. Oleh itu, dapatan kajian menunjukkan bahawa hubungan antara populasi dan alam sekitar tidak hanya bergantung kepada jumlah penduduk, tetapi turut dipengaruhi oleh komposisi umur, pola migrasi dan taburan spatial penduduk.

Perubahan Guna Tanah sebagai Penghubung Utama antara Penduduk dan Alam Sekitar

Analisis literatur mendapati bahawa perubahan guna tanah merupakan mekanisme paling penting yang menghubungkan aktiviti manusia dengan perubahan alam sekitar. Kajian oleh Li *et al.* (2021) menunjukkan bahawa peningkatan pembangunan bandar dan aktiviti ekonomi sering mengakibatkan pengurangan fungsi ekosistem melalui kehilangan kawasan hijau, fragmentasi habitat dan perubahan landskap semula jadi.

Dalam konteks Perlis, perubahan guna tanah berlaku melalui beberapa bentuk pembangunan termasuk perluasan kawasan perumahan, pembangunan infrastruktur awam serta pengembangan aktiviti ekonomi. Walaupun kadar urbanisasi di Perlis lebih perlahan berbanding negeri-negeri lain, perubahan ini tetap mempunyai implikasi yang signifikan kerana keluasan negeri yang kecil menjadikan setiap perubahan ruang lebih ketara terhadap sistem ekologi tempatan.

Faktor ini menjadi lebih penting memandangkan Perlis merupakan negeri terkecil di Malaysia dengan keluasan sekitar 821 kilometer persegi. Sebahagian besar kawasan negeri digunakan bagi tujuan pertanian, khususnya penanaman padi yang menjadi antara aktiviti ekonomi utama negeri. Oleh itu, sebarang perubahan guna tanah yang melibatkan penukaran kawasan pertanian kepada pembangunan fizikal perlu dinilai secara teliti bagi mengelakkan kehilangan tanah produktif dan kemerosotan fungsi ekologi dalam jangka panjang.

Dapatan kajian juga menunjukkan bahawa kawasan pertanian yang menjadi tulang belakang ekonomi negeri berdepan risiko akibat perubahan fungsi tanah. Sekiranya pembangunan fizikal tidak dikawal secara sistematik, kawasan pertanian produktif berpotensi mengalami penyusutan. Situasi ini bukan sahaja memberi kesan kepada keselamatan makanan, malah boleh mengurangkan kapasiti alam sekitar untuk menyokong aktiviti ekonomi pada masa hadapan.

Oleh yang demikian, dapatan ini menyokong pandangan bahawa perubahan guna tanah bertindak sebagai faktor pengantara utama yang menerangkan bagaimana perubahan kependudukan diterjemahkan kepada impak alam sekitar. Dalam kata lain, populasi tidak semestinya menyebabkan degradasi alam sekitar secara langsung, tetapi melalui perubahan dalam penggunaan ruang dan sumber yang didorong oleh keperluan pembangunan.

Tekanan terhadap Sumber Air dan Ekosistem Tempatan

Dapatan literatur turut menunjukkan bahawa sumber air merupakan antara komponen alam sekitar yang paling terdedah kepada tekanan pembangunan. Menurut United Nations Environment Programme, [UNEP] (2024), peningkatan aktiviti ekonomi dan perubahan guna tanah sering dikaitkan dengan peningkatan permintaan air serta kemerosotan kualiti sumber air. Dalam konteks Perlis, sektor pertanian memainkan peranan yang sangat penting dalam ekonomi negeri. Kebergantungan yang tinggi terhadap sistem pengairan menjadikan sumber air sebagai aset strategik yang perlu diurus secara lestari. Sebarang gangguan terhadap kualiti atau kuantiti sumber air boleh memberi kesan langsung kepada produktiviti pertanian dan kesejahteraan masyarakat setempat.

Kepentingan sumber air di Perlis amat berkait rapat dengan aktiviti pertanian, khususnya penanaman padi yang memerlukan bekalan air yang stabil sepanjang musim penanaman. Oleh itu, peningkatan permintaan air akibat pembangunan, perubahan guna tanah dan perubahan iklim berpotensi menjejaskan keupayaan sistem pengairan sedia ada. Sekiranya tidak diurus secara berkesan, keadaan ini boleh memberi implikasi terhadap produktiviti pertanian serta keselamatan makanan di peringkat negeri. Selain itu, perubahan iklim yang semakin ketara turut meningkatkan ketidakpastian terhadap bekalan air. Laporan

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2022) menunjukkan bahawa perubahan pola hujan dan peningkatan suhu global boleh mempengaruhi kestabilan sistem hidrologi, termasuk di kawasan yang bergantung kepada aktiviti pertanian. Oleh itu, dapatan kajian menunjukkan bahawa cabaran pengurusan sumber air di Perlis bukan sahaja berpunca daripada faktor kependudukan, tetapi turut dipengaruhi oleh perubahan iklim dan corak pembangunan semasa.

Peranan Teknologi dalam Mengurangkan Tekanan Alam Sekitar

Berdasarkan kerangka IPAT, teknologi merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi tahap impak aktiviti manusia terhadap alam sekitar. Dalam konteks pembangunan mampan, teknologi berperanan sebagai mekanisme yang mampu meningkatkan kecekapan penggunaan sumber, mengurangkan pembaziran serta meminimumkan kesan negatif pembangunan terhadap ekosistem. Oleh itu, penggunaan teknologi yang sesuai dan mesra alam berpotensi mengurangkan tekanan alam sekitar yang terhasil daripada pertumbuhan penduduk dan peningkatan aktiviti ekonomi.

Dapatan kajian menunjukkan bahawa teknologi memainkan peranan penting dalam menyokong pengurusan sumber asli secara lebih lestari. Dalam sektor pertanian, penggunaan sistem pengairan yang lebih cekap mampu mengoptimumkan penggunaan air dan mengurangkan pembaziran sumber (*Food and Agriculture Organization* [FAO], 2022). Selain itu, aplikasi teknologi pertanian moden dapat meningkatkan produktiviti tanpa memerlukan pembukaan kawasan baharu secara besar-besaran, sekali gus membantu mengekalkan keseimbangan antara pembangunan ekonomi dan pemeliharaan alam sekitar.

Dalam aspek pengurusan sisa pula, penggunaan teknologi kitar semula, sistem rawatan sisa yang lebih efisien dan pendekatan ekonomi kitaran berupaya mengurangkan jumlah sisa yang dihantar ke tapak pelupusan (Kirchherr *et al.*, 2017). Pendekatan ini bukan sahaja membantu mengurangkan pencemaran alam sekitar, malah menyokong penggunaan sumber secara lebih cekap dan bertanggungjawab.

Walau bagaimanapun, keberkesanan teknologi bergantung kepada beberapa faktor termasuk tahap penerimaan masyarakat, keupayaan institusi, kos pelaksanaan dan sokongan dasar kerajaan. Teknologi yang baik tidak akan memberikan impak yang optimum sekiranya tidak disertai dengan perancangan yang sistematik serta kesedaran masyarakat terhadap kepentingan kelestarian alam sekitar. Oleh itu, penggunaan teknologi perlu digabungkan dengan pendekatan tadbir urus yang berkesan bagi memastikan manfaatnya dapat dimaksimumkan dalam usaha mengurangkan tekanan terhadap sumber asli.

Dalam konteks negeri Perlis, penerapan teknologi hijau dalam sektor pertanian, pengurusan air dan pengurusan sisa berpotensi menjadi antara strategi utama bagi menyokong agenda pembangunan mampan. Langkah ini penting bagi memastikan pembangunan sosioekonomi dapat diteruskan tanpa menjejaskan kapasiti sumber semula jadi untuk memenuhi keperluan generasi akan datang.

Kepentingan Tadbir Urus dalam Menjamin Kelestarian Pembangunan

Satu dapatan penting daripada sorotan literatur ialah peranan tadbir urus sebagai faktor yang menentukan sama ada tekanan kependudukan akan menghasilkan impak negatif atau positif terhadap alam sekitar. Kajian terdahulu menunjukkan bahawa wilayah yang mempunyai sistem perancangan spatial yang baik dan dasar alam sekitar yang kukuh lebih berupaya mengimbangi pembangunan dengan pemeliharaan sumber semula jadi (Samat *et al.*, 2020). Dalam konteks Perlis, tadbir urus yang berkesan perlu melibatkan kerjasama antara kerajaan negeri, pihak berkuasa tempatan, institusi pendidikan tinggi dan komuniti setempat. Pendekatan ini penting kerana isu alam sekitar tidak boleh ditangani secara sektoral atau

berasingan. Sebaliknya, ia memerlukan koordinasi pelbagai pihak bagi memastikan setiap keputusan pembangunan mengambil kira aspek sosial, ekonomi dan alam sekitar secara serentak.

Dapatan kajian juga menunjukkan bahawa dasar pembangunan yang berasaskan data dan bukti empirikal mempunyai potensi yang lebih tinggi untuk mencapai matlamat kelestarian. Oleh itu, pengukuhan sistem data kependudukan dan alam sekitar di negeri Perlis perlu diberi perhatian bagi menyokong proses perancangan yang lebih berkesan pada masa hadapan.

IMPLIKASI DASAR DAN CADANGAN STRATEGIK

Pengukuhan Perancangan Guna Tanah Bersepadu

Perancangan guna tanah merupakan antara instrumen dasar yang paling penting dalam memastikan keseimbangan antara pembangunan sosioekonomi dan pemeliharaan alam sekitar. Dalam konteks negeri Perlis yang mempunyai keluasan wilayah yang terhad berbanding negeri-negeri lain di Malaysia, setiap perubahan guna tanah berpotensi memberi impak yang signifikan terhadap kapasiti daya tampung alam sekitar. Dengan keluasan sekitar 821 kilometer persegi, ruang pembangunan di Perlis adalah lebih terhad berbanding kebanyakan negeri lain. Justeru, sebarang keputusan berkaitan pembangunan perumahan, infrastruktur atau kawasan komersial perlu mengambil kira implikasi jangka panjang terhadap tanah pertanian, kawasan hijau dan ekosistem semula jadi yang masih wujud. Oleh itu, pengurusan pembangunan perlu dilaksanakan secara bersepadu bagi mengelakkan konflik antara keperluan pembangunan fizikal dengan kepentingan pemuliharaan sumber asli.

Dapatan kajian menunjukkan bahawa perubahan guna tanah merupakan mekanisme utama yang menghubungkan pertumbuhan penduduk dengan tekanan terhadap alam sekitar. Peningkatan permintaan terhadap perumahan, kemudahan awam, kawasan komersial dan infrastruktur lazimnya memerlukan pembukaan kawasan baharu yang sering melibatkan pengurangan kawasan pertanian, kawasan hijau atau habitat semula jadi. Sekiranya proses ini tidak dirancang secara sistematik, ia boleh menyebabkan kehilangan fungsi ekosistem yang penting seperti kawalan banjir, pemuliharaan biodiversiti dan perlindungan sumber air (Li *et al.*, 2021).

Dalam konteks Perlis, isu ini menjadi lebih kritikal kerana sektor pertanian masih memainkan peranan penting dalam menyokong ekonomi negeri dan keselamatan makanan. Kawasan pertanian yang produktif bukan sahaja menyumbang kepada pengeluaran makanan, malah berfungsi sebagai komponen penting dalam mengekalkan keseimbangan landskap dan kestabilan ekologi. Oleh itu, sebarang cadangan pembangunan perlu mengambil kira kepentingan jangka panjang kawasan pertanian strategik serta mengelakkan penukaran guna tanah yang tidak terkawal.

Sehubungan itu, kerajaan negeri perlu memperkukuhkan pendekatan perancangan guna tanah bersepadu yang menggabungkan dimensi ekonomi, sosial dan alam sekitar dalam setiap proses pembangunan. Pendekatan ini boleh dilaksanakan melalui penyelarasan yang lebih erat antara agensi perancang, pihak berkuasa tempatan, jabatan teknikal serta komuniti setempat. Perancangan yang berasaskan data geospasial dan penilaian impak alam sekitar juga perlu diperkasakan bagi memastikan setiap keputusan pembangunan mengambil kira kapasiti sebenar sumber semula jadi dan sensitiviti ekologi sesuatu kawasan.

Selain itu, pelaksanaan konsep pembangunan mampan memerlukan pengenalpastian kawasan yang perlu diberikan perlindungan khusus seperti kawasan tadahan air, kawasan pertanian utama dan kawasan yang mempunyai nilai biodiversiti yang tinggi. Perlindungan terhadap kawasan-kawasan ini penting bagi memastikan fungsi ekologi dapat dikekalkan

walaupun negeri terus mengalami proses pembangunan dan perubahan demografi. Pendekatan ini selaras dengan prinsip pembangunan mampan yang menekankan keperluan memenuhi keperluan semasa tanpa menjejaskan keupayaan generasi akan datang untuk memenuhi keperluan mereka sendiri (United Nations, 2015).

Oleh yang demikian, pengukuhan perancangan guna tanah bersepadu perlu dijadikan salah satu strategi utama dalam pengurusan sumber asli di negeri Perlis. Melalui pendekatan yang lebih holistik dan berasaskan bukti, pembangunan dapat dilaksanakan secara lebih teratur tanpa mengorbankan fungsi alam sekitar yang menjadi asas kepada kesejahteraan masyarakat dan kelangsungan pembangunan negeri pada masa hadapan.

Pengurusan Sumber Air Secara Lestari

Sumber air merupakan komponen asas yang menyokong kelangsungan kehidupan manusia, pembangunan ekonomi dan kestabilan ekosistem. Dalam konteks negeri Perlis, kepentingan sumber air adalah lebih signifikan kerana negeri ini mempunyai kebergantungan yang tinggi terhadap sektor pertanian, khususnya aktiviti penanaman padi yang memerlukan bekalan air yang mencukupi dan konsisten sepanjang musim penanaman. Justeru, sebarang gangguan terhadap kuantiti atau kualiti sumber air berpotensi memberi kesan langsung kepada produktiviti pertanian, kesejahteraan masyarakat serta pembangunan sosioekonomi negeri secara keseluruhan.

Dapatan kajian menunjukkan bahawa tekanan terhadap sumber air semakin meningkat akibat perubahan guna tanah, pertumbuhan aktiviti ekonomi dan kesan perubahan iklim. Peningkatan pembangunan fizikal lazimnya menyebabkan pertambahan permukaan berturap yang mengurangkan kadar resapan air ke dalam tanah dan meningkatkan aliran permukaan. Keadaan ini bukan sahaja boleh menjejaskan proses pengecasan semula sumber air bawah tanah, malah berpotensi meningkatkan risiko pencemaran sungai dan sumber air lain akibat limpahan sisa domestik serta aktiviti pembangunan yang tidak terkawal (UNEP, 2024).

Selain itu, perubahan iklim global turut mewujudkan cabaran baharu dalam pengurusan sumber air. Laporan IPCC (2022) menunjukkan bahawa perubahan pola hujan, peningkatan suhu dan kejadian cuaca ekstrem boleh mempengaruhi kestabilan sistem hidrologi di pelbagai kawasan dunia. Dalam konteks Perlis, perubahan tersebut berpotensi menjejaskan ketersediaan air untuk kegunaan domestik, pertanian dan industri sekiranya langkah adaptasi yang bersesuaian tidak dilaksanakan lebih awal. Oleh itu, isu pengurusan air tidak boleh lagi dilihat sebagai isu teknikal semata-mata, sebaliknya perlu ditangani sebagai sebahagian daripada agenda pembangunan mampan negeri.

Bagi memastikan kelestarian sumber air, pendekatan Pengurusan Sumber Air Bersepadu (*Integrated Water Resources Management – IWRM*) perlu diperkukuhkan dalam perancangan pembangunan negeri. Pendekatan ini menekankan pengurusan sumber air secara holistik dengan mengambil kira hubungan antara pembangunan ekonomi, keperluan sosial dan perlindungan alam sekitar. Melalui pendekatan tersebut, semua pihak berkepentingan termasuk kerajaan negeri, pihak berkuasa tempatan, agensi teknikal, sektor swasta dan komuniti setempat dapat memainkan peranan secara lebih bersepadu dalam pengurusan sumber air.

Di samping itu, usaha pemeliharaan kawasan tadahan air perlu diberikan perhatian yang lebih serius. Kawasan tadahan air berfungsi sebagai sistem semula jadi yang membantu mengekalkan bekalan air, mengawal aliran permukaan serta mengurangkan risiko pencemaran. Sebarang pembangunan yang melibatkan kawasan sensitif alam sekitar perlu melalui proses penilaian impak yang teliti bagi memastikan fungsi hidrologi kawasan tersebut tidak terjejas. Pada masa yang sama, program pemulihan sungai dan perlindungan zon

penampungan riparian juga perlu diperkasakan bagi meningkatkan kualiti ekosistem akuatik dan menjamin bekalan air yang lebih mampan.

Penggunaan teknologi cekap air turut berpotensi menjadi sebahagian daripada strategi pengurusan sumber air di Perlis. Dalam sektor pertanian, penggunaan sistem pengairan yang lebih efisien mampu mengurangkan pembaziran air dan meningkatkan produktiviti tanaman. Di kawasan bandar pula, amalan penuaian air hujan, penggunaan semula air terawat serta teknologi pemantauan penggunaan air secara digital boleh membantu meningkatkan kecekapan pengurusan sumber air. Pendekatan ini selari dengan aspirasi pembangunan rendah karbon dan penggunaan sumber secara lebih bertanggungjawab.

Secara keseluruhannya, pengurusan sumber air secara lestari perlu menjadi salah satu keutamaan dalam strategi pembangunan negeri Perlis. Melalui gabungan pendekatan perancangan bersepadu, perlindungan kawasan tadahan air, penggunaan teknologi yang cekap serta penglibatan aktif masyarakat, sumber air dapat diurus dengan lebih mampan bagi menyokong kesejahteraan penduduk dan pembangunan sosioekonomi negeri dalam jangka panjang.

Pemeriksaan Teknologi Hijau dan Inovasi Lestari

Teknologi hijau dan inovasi lestari semakin diiktiraf sebagai komponen penting dalam usaha mencapai keseimbangan antara pembangunan sosioekonomi dan pemeliharaan alam sekitar. Dalam kerangka IPAT, teknologi berperanan sebagai faktor yang boleh mengurangkan atau meningkatkan impak aktiviti manusia terhadap alam sekitar bergantung kepada tahap kecekapan, jenis penggunaan dan orientasi pembangunan yang diamalkan (Ehrlich & Holdren, 1971). Oleh itu, pemeriksaan teknologi hijau perlu diberi perhatian sebagai salah satu strategi utama dalam mengurangkan tekanan terhadap sumber asli di negeri Perlis.

Dapatan kajian menunjukkan bahawa pertumbuhan penduduk dan peningkatan aktiviti ekonomi sering dikaitkan dengan peningkatan penggunaan sumber semula jadi serta penghasilan sisa. Walau bagaimanapun, impak tersebut boleh diminimumkan melalui penggunaan teknologi yang lebih cekap, bersih dan mesra alam. Dalam konteks pembangunan mampan, teknologi bukan sekadar alat untuk meningkatkan produktiviti, tetapi juga berfungsi sebagai mekanisme yang membantu mengoptimumkan penggunaan sumber dan mengurangkan kesan negatif terhadap alam sekitar (UNEP, 2024).

Dalam sektor pertanian, penggunaan teknologi pertanian pintar (*smart agriculture*) berpotensi meningkatkan produktiviti tanpa memerlukan pembukaan kawasan pertanian baharu secara besar-besaran. Penggunaan sensor digital, sistem pemantauan berasaskan data, teknologi pengairan cekap serta aplikasi pertanian tepat (*precision agriculture*) dapat membantu petani mengurus penggunaan air, baja dan input pertanian dengan lebih berkesan. Pendekatan ini bukan sahaja meningkatkan hasil pengeluaran, malah dapat mengurangkan pembaziran sumber serta mengurangkan risiko pencemaran tanah dan air akibat penggunaan bahan kimia secara berlebihan (FAO, 2022).

Selain sektor pertanian, teknologi hijau juga mempunyai potensi yang besar dalam pengurusan tenaga dan pembangunan bandar. Penggunaan sistem pencahayaan cekap tenaga, bangunan hijau, tenaga boleh diperbaharui serta teknologi pengangkutan rendah karbon dapat membantu mengurangkan penggunaan tenaga dan pelepasan gas rumah hijau. Walaupun Perlis tidak menghadapi tahap urbanisasi yang setinggi negeri-negeri metropolitan, penerapan elemen pembangunan rendah karbon sejak peringkat awal mampu membantu negeri ini mengelakkan pelbagai masalah alam sekitar yang lazim berlaku di kawasan yang mengalami pembangunan pesat (IPCC, 2022).

Dalam aspek pengurusan sisa, inovasi teknologi boleh menyumbang kepada peningkatan keberkesanan sistem pengumpulan, pengasingan dan pemprosesan sisa pepejal. Pendekatan ekonomi kitaran yang menekankan konsep mengurangkan, mengguna semula dan mengitar semula sumber perlu diperluaskan melalui penggunaan teknologi yang bersesuaian. Langkah ini penting bagi mengurangkan kebergantungan kepada tapak pelupusan sampah serta meminimumkan risiko pencemaran tanah dan sumber air (Kirchherr *et al.*, 2017).

Walau bagaimanapun, kejayaan pelaksanaan teknologi hijau tidak hanya bergantung kepada kewujudan teknologi itu sendiri. Faktor seperti kos pelaksanaan, tahap pengetahuan masyarakat, sokongan institusi, insentif kerajaan dan akses kepada pembiayaan turut memainkan peranan yang penting. Tanpa mekanisme sokongan yang mencukupi, teknologi yang berpotensi tinggi mungkin sukar diterima dan diaplikasikan secara meluas oleh masyarakat dan sektor industri (United Nations, 2015).

Sehubungan itu, kerajaan negeri bersama agensi berkaitan perlu memperkukuhkan usaha menggalakkan penggunaan teknologi hijau melalui penyediaan insentif, latihan, program pembangunan kapasiti dan kerjasama dengan institusi pendidikan tinggi. Penglibatan universiti dan pusat penyelidikan dalam menghasilkan inovasi yang bersesuaian dengan keperluan tempatan juga perlu diperkasakan bagi memastikan teknologi yang dibangunkan dapat diaplikasikan secara praktikal dan memberi manfaat kepada komuniti setempat.

Secara keseluruhannya, pemerkasaan teknologi hijau dan inovasi lestari berpotensi menjadi pemangkin kepada pembangunan yang lebih mampan di negeri Perlis. Dengan memanfaatkan kemajuan teknologi secara strategik, negeri ini bukan sahaja dapat mengurangkan tekanan terhadap sumber asli, malah mampu meningkatkan daya saing ekonomi dan memperkukuhkan ketahanan alam sekitar dalam menghadapi cabaran pembangunan masa hadapan.

Tadbir Urus Berasaskan Data dan Pengukuhan Kerjasama Pelbagai Pihak

Tadbir urus yang berkesan merupakan elemen penting dalam memastikan keseimbangan antara pembangunan sosioekonomi dan pemeliharaan alam sekitar. Dalam konteks pengurusan sumber asli, tadbir urus tidak hanya merujuk kepada kewujudan dasar atau peraturan, tetapi turut melibatkan keupayaan institusi dalam merancang, melaksana, memantau dan menilai keberkesanan sesuatu dasar secara berterusan. Seiring dengan peningkatan cabaran berkaitan pertumbuhan penduduk, perubahan guna tanah dan perubahan iklim, pendekatan tadbir urus yang berasaskan data dan bukti empirikal menjadi semakin penting bagi menyokong proses pembuatan keputusan yang lebih tepat dan mampan (United Nations, 2015).

Dapatan kajian menunjukkan bahawa banyak masalah alam sekitar berpunca daripada kelemahan dalam penyelarasan antara agensi, kekurangan data yang komprehensif serta ketidakselarasan antara perancangan pembangunan dan keperluan pemuliharaan alam sekitar. Dalam situasi tertentu, keputusan pembangunan dibuat berdasarkan keperluan jangka pendek tanpa mengambil kira implikasi jangka panjang terhadap kapasiti daya tampung alam sekitar. Oleh itu, penggunaan data yang sistematik dan bersepadu perlu diperkukuhkan bagi memastikan setiap keputusan pembangunan mengambil kira faktor sosial, ekonomi dan alam sekitar secara seimbang (UN DESA, 2022).

Dalam konteks negeri Perlis, pembangunan sistem maklumat bersepadu yang menggabungkan data kependudukan, guna tanah, sumber air, aktiviti ekonomi dan indikator alam sekitar boleh membantu meningkatkan keberkesanan proses perancangan. Penggunaan teknologi geospasial, Sistem Maklumat Geografi (GIS) dan analisis data spatial membolehkan pihak berkepentingan mengenal pasti kawasan yang berisiko tinggi mengalami

tekanan alam sekitar serta merancang langkah mitigasi yang lebih berkesan. Pendekatan ini juga membantu meningkatkan ketelusan dalam proses pembuatan keputusan dan mengurangkan risiko konflik antara pembangunan dan pemuliharaan sumber asli (European Environment Agency, 2021).

Selain itu, pengurusan alam sekitar yang berkesan memerlukan kerjasama erat antara pelbagai pihak berkepentingan. Kerajaan negeri, pihak berkuasa tempatan, institusi pendidikan tinggi, badan bukan kerajaan, sektor swasta dan komuniti setempat perlu memainkan peranan secara kolektif dalam memastikan matlamat pembangunan mampan dapat dicapai. Pendekatan kolaboratif ini penting kerana isu alam sekitar bersifat multidimensi dan tidak boleh ditangani secara berasingan oleh satu institusi sahaja (Ostrom, 2009).

Institusi pendidikan tinggi seperti Universiti Malaysia Perlis (UniMAP) juga berpotensi memainkan peranan strategik melalui penyelidikan, pembangunan teknologi dan penyediaan data saintifik yang boleh menyokong proses penggubalan dasar. Kerjasama antara penyelidik dan agensi kerajaan dapat membantu menghasilkan penyelesaian yang lebih bersesuaian dengan keperluan tempatan serta meningkatkan keberkesanan pelaksanaan program berkaitan kelestarian alam sekitar.

Secara keseluruhannya, pengukuhan tadbir urus berasaskan data dan kerjasama pelbagai pihak merupakan prasyarat penting bagi memastikan pengurusan sumber asli di negeri Perlis dapat dilaksanakan secara lebih sistematik, telus dan mampan. Pendekatan ini bukan sahaja dapat meningkatkan keberkesanan dasar sedia ada, malah membantu negeri menghadapi cabaran pembangunan dan perubahan alam sekitar yang semakin kompleks pada masa hadapan.

Penglibatan Komuniti dalam Pemuliharaan dan Pengurusan Alam Sekitar

Penglibatan komuniti merupakan salah satu komponen penting dalam memastikan kejayaan pelaksanaan dasar dan strategi pengurusan sumber asli. Walaupun kerajaan dan institusi berkaitan memainkan peranan utama dalam merancang serta melaksanakan program pembangunan, keberkesanan sesuatu dasar amat bergantung kepada tahap kesedaran, penerimaan dan penyertaan masyarakat. Dalam konteks pembangunan mampan, komuniti bukan sekadar penerima manfaat, tetapi juga merupakan rakan strategik dalam usaha memelihara dan mengurus sumber alam secara bertanggungjawab (United Nations, 2015).

Dapatan kajian menunjukkan bahawa tekanan terhadap alam sekitar sering berkait rapat dengan tingkah laku manusia dalam penggunaan sumber, pengurusan sisa dan pematuhan terhadap peraturan alam sekitar. Oleh itu, peningkatan kesedaran masyarakat mengenai kepentingan pemuliharaan sumber asli perlu dijadikan agenda utama dalam pembangunan negeri. Program pendidikan alam sekitar yang berterusan dapat membantu membentuk sikap dan amalan yang lebih lestari dalam kalangan masyarakat serta meningkatkan rasa tanggungjawab terhadap pemeliharaan alam sekitar (UNESCO, 2020).

Dalam konteks negeri Perlis, penglibatan komuniti tempatan amat penting memandangkan sebahagian besar sumber semula jadi negeri berkait rapat dengan kehidupan harian masyarakat, khususnya dalam sektor pertanian dan penggunaan sumber air. Penduduk tempatan mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang unik mengenai perubahan persekitaran setempat yang boleh dimanfaatkan dalam proses perancangan dan pemantauan sumber alam. Pendekatan pengurusan berasaskan komuniti (*community-based natural resource management*) dapat membantu meningkatkan keberkesanan pemuliharaan melalui penglibatan aktif masyarakat dalam proses membuat keputusan dan pelaksanaan program pembangunan (Berkes, 2018).

Selain itu, program sukarelawan alam sekitar, aktiviti pemulihan sungai, kempen pengurangan penggunaan plastik dan program kitar semula boleh menjadi platform yang berkesan untuk meningkatkan penglibatan masyarakat. Aktiviti sedemikian bukan sahaja membantu mengurangkan tekanan terhadap alam sekitar, malah dapat memperkukuhkan semangat kerjasama dan tanggungjawab sosial dalam kalangan penduduk setempat. Penggunaan platform digital dan media sosial juga boleh dimanfaatkan untuk menyebarkan maklumat berkaitan isu alam sekitar dan menggalakkan penyertaan masyarakat secara lebih meluas.

Bagi memastikan keberkesanan penglibatan komuniti, kerajaan negeri dan pihak berkepentingan perlu menyediakan ruang yang lebih inklusif untuk masyarakat menyuarakan pandangan dan terlibat dalam proses pembangunan. Pendekatan ini selaras dengan prinsip tadbir urus yang baik yang menekankan aspek penyertaan, ketelusan dan akauntabiliti dalam pengurusan sumber awam (OECD, 2020).

Secara keseluruhannya, penglibatan komuniti perlu dilihat sebagai salah satu strategi utama dalam pengurusan sumber asli secara lestari di negeri Perlis. Melalui peningkatan kesedaran, penyertaan aktif dan kerjasama yang berterusan antara masyarakat dan institusi berkaitan, usaha pemuliharaan alam sekitar dapat dilaksanakan dengan lebih berkesan dan berdaya tahan dalam jangka panjang.

RUMUSAN DAN KESIMPULAN

Kajian ini membincangkan hubungan antara dinamik kependudukan dan alam sekitar dalam konteks negeri Perlis melalui pendekatan konseptual yang berasaskan kerangka IPAT serta prinsip pembangunan mampan. Sorotan literatur menunjukkan bahawa tekanan terhadap alam sekitar tidak hanya dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk semata-mata, tetapi turut dipengaruhi oleh perubahan guna tanah, aktiviti ekonomi, penggunaan teknologi serta keberkesanan sistem tadbir urus (Ehrlich & Holdren, 1971; United Nations, 2015). Dalam konteks negeri Perlis yang mempunyai keluasan wilayah yang terhad dan kebergantungan yang tinggi terhadap sumber semula jadi, keseimbangan antara pembangunan sosioekonomi dan pemeliharaan alam sekitar perlu diberikan perhatian secara berterusan.

Dapatan kajian menunjukkan bahawa perubahan struktur penduduk, proses urbanisasi dan peningkatan aktiviti pembangunan berpotensi meningkatkan tekanan terhadap sumber air, tanah pertanian dan ekosistem tempatan sekiranya tidak diurus secara sistematik. Pada masa yang sama, perubahan iklim turut menambahkan cabaran terhadap pengurusan sumber asli melalui ketidakstabilan cuaca, perubahan pola hujan dan peningkatan risiko degradasi alam sekitar. Situasi ini menuntut pendekatan pembangunan yang lebih bersepadu, berasaskan bukti dan mengambil kira kapasiti daya tampung alam sekitar dalam setiap perancangan pembangunan (IPCC, 2022; UN DESA, 2022).

Sehubungan itu, kajian ini mencadangkan beberapa strategi utama bagi memperkukuhkan kelestarian pembangunan di negeri Perlis, termasuk pengukuhan perancangan guna tanah bersepadu, pengurusan sumber air secara lestari, pemerikasaan teknologi hijau, penambahbaikan tadbir urus berasaskan data serta peningkatan penglibatan komuniti dalam usaha pemuliharaan alam sekitar. Pelaksanaan strategi-strategi tersebut memerlukan kerjasama yang erat antara kerajaan negeri, pihak berkuasa tempatan, institusi pendidikan tinggi, sektor swasta dan masyarakat setempat bagi memastikan pembangunan yang dilaksanakan mampu memenuhi keperluan semasa tanpa menjejaskan kesejahteraan generasi akan datang (UNESCO, 2020; United Nations, 2015).

Secara keseluruhannya, artikel ini menyumbang kepada pemahaman yang lebih komprehensif mengenai interaksi antara penduduk dan alam sekitar dalam konteks negeri Perlis serta menyediakan asas konseptual yang boleh dijadikan rujukan dalam perancangan dasar dan penyelidikan pada masa hadapan. Kajian lanjutan yang melibatkan data empirikal berkaitan kependudukan, guna tanah dan sumber alam di peringkat negeri dicadangkan bagi mengukuhkan lagi pemahaman terhadap hubungan tersebut serta menyokong penggubalan dasar pembangunan mampan yang lebih berkesan dan berasaskan bukti (Ostrom, 2009; United Nations, 2015).

RUJUKAN

- Abdullah, J., Zanudin, K., & Marzukhi, M. A. (2022). Twelfth Malaysia Plan: Prospective impacts on urban and regional development. *Planning Malaysia*, 20(23). <https://doi.org/10.21837/pm.v20i23.1170>
- Berkes, F. (2018). *Sacred ecology* (4th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315114644>
- Chin, Y. S. J., De Pretto, L., Thuppil, V., & Ashfold, M. J. (2019). Public awareness and support for environmental protection—A focus on air pollution in peninsular Malaysia. *PLOS ONE*, 14(3), e0212206.
- Department of Statistics Malaysia. (2025). OpenDOSM population dashboard: Perlis. <https://open.dosm.gov.my/dashboard/population/pls>
- Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1971). Impact of population growth. *Science*, 171(3977), 1212–1217. <https://doi.org/10.1126/science.171.3977.1212>
- European Environment Agency. (2021). Environmental indicator report 2021: Monitoring progress towards sustainability in Europe. Publications Office of the European Union.
- Feng, X., Li, Y., Wang, X., Yang, J., Yu, E., Wang, S., Wu, N., & Xiao, F. (2023). Impacts of land use transitions on ecosystem services: A research framework coupled with structure, function, and dynamics. *Science of the Total Environment*, 901, 166366. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166366>
- Fikri, M. A., Abd Latif, F. A., & Mohamed Ali, S. (2020). Restoring and resuscitating the cultural landscape of Kg Pulau Ketam, Perlis, Malaysia. *Built Environment Journal*, 17(1), 17–26. <https://ir.uitm.edu.my/id/eprint/30043>
- Food and Agriculture Organization. (2022). The state of food and agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9479en>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
- Jabbar, M., Yusoff, M. M., & Shafie, A. (2021). Assessing the role of urban green spaces for human well-being: a systematic review. *GeoJournal*, 87, 4405–4423.
- Khairulannuar, A. F., Mohtar, M., & Rahman, S. (2026). Readiness assessment of transformational adaptation in urban Klang Valley, Malaysia. *Journal of City Climate Policy and Economy*. Advance online publication. <https://doi.org/10.3138/jccpe-2025-0025>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Leeonis, A. N., Ahmed, M. F., Mokhtar, M. B., Halder, B., Lim, C. K., Majid, N. A., & Scholz, M. (2025). Importance of Geographic Information System (GIS) application to reduce the impact of flood disasters in Malaysia: A meta-analysis. *Water*, 17(2), 181. <https://doi.org/10.3390/w17020181>

- Li, J., Xie, B., Dong, H., Zhou, K., & Zhang, X. (2023). The impact of urbanization on ecosystem services: Both time and space are important to identify driving forces. *Journal of Environmental Management*, 347, 119161. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119161>
- Li, Y., Sun, C., & Li, X. (2021). Urbanization and land use change impacts on ecosystem services. *Science of the Total Environment*, 774, 145156. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.145156>
- Lin, J., Huang, J., Prell, C., & Bryan, B. A. (2021). Changes in supply and demand mediate the effects of land-use change on freshwater ecosystem services flows. *Science of the Total Environment*, 763, 143012. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143012>
- Mao, Y., Hou, L., & Zhang, Z. (2021). Spatial-temporal evolution and relationship between urbanization level and ecosystem service from a dual-scale perspective: A case study of the Pearl River Delta urban agglomeration. *Sustainability*, 13(15), 8537. <https://doi.org/10.3390/su13158537>
- Md Nujid, M. (2011). Kajian penajaan sisa pepejal dan tahap kesedaran penduduk terhadap kitar semula di seluruh negeri Perlis. UiTM Institutional Repository.
- OECD. (2020). Governance for sustainable development: Five OECD principles. OECD Publishing.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Rajoo, K. S., Karam, D. S., Abdu, A., Rosli, Z., & Gerusu, G. J. (2021). Urban forest research in Malaysia: A systematic review. *Forests*, 12(7), 903. <https://doi.org/10.3390/f12070903>
- Samat, N., Mahamud, M. A., Tan, M. L., Tilaki, M. J. M., & Tew, Y. L. (2020). Modelling land cover changes in peri-urban areas: A case study of George Town Conurbation, Malaysia. *Land*, 9(10), 373. <https://doi.org/10.3390/land9100373>
- UNESCO. (2020). Education for sustainable development: A roadmap. UNESCO Publishing.
- United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. United Nations.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2022). World population prospects 2022: Summary of results. United Nations.
- United Nations Environment Programme. (2024). Emissions gap report 2024. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2024>
- United Nations Environment Programme. (2024). Global environment outlook. UNEP.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs. (2022). World urbanization prospects 2022.
- Yaacob, M., So, W. W. M., & Iizuka, N. (2022). Exploring Community Perceptions of Climate Change Issues in Peninsular Malaysia. *Sustainability*, 14(13), 7756.