



**NOOR
ZURAIDIN
MOHD SAFAR**

BANJIR merupakan bencana alam melanda Malaysia, menyebabkan kerugian besar dari segi ekonomi, sosial dan alam sekitar.

Kedudukan geografi dan iklim tropika negara ini menjadikannya sangat terdedah kepada kejadian banjir, tertamanya semasa musim monsun tahunan dari November hingga Mac.

Data sejarah menunjukkan kawasan seperti Kelantan, Terengganu, Pahang, Johor dan sebahagian Lembah Klang sebagai kawasan yang sering dilanda banjir akibat limpahan sungai, hujan lebat dan sistem saliran yang tidak mencukupi.

Malapuntun langkah pengurusan banjir tradisional seperti pembinaan benteng dan sistem amaran awal telah membantu, ia sering dilihat agak sukar untuk menangani peningkatan kekerapan dan intensiti banjir.

Dengan perkembangan teknologi, kecerdasan buatan (AI), analitik data dan data raya telah muncul sebagai alat berpotensi membantu dalam pengurusan dan mitigasi risiko banjir.

Data raya memungkinkan pengumpulan data cuaca, paras air dan pola hujan secara meluas, manakala analitik data dan AI menganalisisnya secara masa nyata (*real time*) untuk ramalan banjir yang lebih tepat. Teknologi ini juga digunakan dalam model simulasi dan perancangan langkah pencegahan.

Dengan memanfaatkan AI, analitik data data raya, Malaysia dapat memperkuh strategi respons dan pengurusan banjir serta mengurangkan impak bencana secara menyeluruh. Pengurusan banjir telah lama bergantung kepada model hidrologi dan data meteorologi untuk meramal dan merancang.

Sebagai contoh, Jabatan Pengairan dan Saliran di Malaysia menggunakan peta bahaya banjir dan sistem ramalan untuk memantau kawasan berisiko tinggi.

Namun, model ini sering kurang fleksibel untuk menyesuaikan diri dengan perubahan masa nyata dan kurang mampu memproses set data yang besar dan dinamik.

Di peringkat global, penggunaan teknologi AI dan data raya telah meningkatkan

Perlu labur dalam teknologi lebih canggih tangani banjir



PENGURUSAN risiko banjir di Malaysia memerlukan peralihan paradigma dari langkah reaktif kepada strategi proaktif yang didorong oleh teknologi.

ramalan dan pengurusan banjir, tertamanya di negara-negara seperti Belanda dan Jepun.

Keayaan ini menunjukkan potensi teknologi sedemikian boleh dilaksanakan di Malaysia untuk memperbaiki proses membuat keputusan dan mengurangkan risiko banjir.

Satu kerangka pengurusan risiko banjir yang dicadangkan di Malaysia adalah dengan mengintegrasikan AI, menganalitik data dan data raya untuk penyelesaian yang menyeluruh.

Langkah pertama melibatkan pengumpulan dan integrasi data dari pelbagai sumber. Rekod sejarah banjir, data meteorologi masa nyata dan maklumat geospasial daripada satelit dan sensor berasaskan *Internet of Things* (IoT) menjadi teras kepada set data.

Data yang dikumpul daripada media sosial dan laporan masyarakat boleh melengkapkan sumber-sumber ini dan berpotensi memberikan persepsi yang lebih terperinci mengenai keadaan setempat.

Platform data raya membolehkan penyimpanan dan pemrosesan set data yang besar dengan cekap,

manakala peranti IoT seperti sensor aras air dan stesen cuaca membolehkan pemantauan berterusan.

Langkah seterusnya melibatkan penggunaan AI untuk meramalkan kejadian banjir dengan ketepatan tinggi.

Model pembelajaran mesin (*machine learning*) boleh menganalisis pola sejarah bersama input masa nyata untuk meramalkan hujan dan kejadian banjir.

Teknik pembelajaran mendalam (*deep learning*) sangat berkesan untuk memproses data spatial dan *temporal*, membolehkan ramalan aliran dan tahap limpahan yang tepat dapat dijanakan sejajar dengan lokasi dan anggaran waktu kejadian banjir.

Pemetaan risiko dan visualisasi adalah komponen penting dalam kerangka ini. Alat analitik data dapat memproses set data yang kompleks untuk menghasilkan peta risiko banjir dinamik yang mengintegrasikan maklumat seperti topografi, guna tanah dan kepadatan penduduk.

Sistem Maklumat Geografi (GIS) menyediakan platform untuk memvisualisasikan

zon risiko ini, menjadikannya mudah diakses kepada pihak berkuasa dan masyarakat.

Papan penunjuk interaktif dengan kemas kini masa nyata memastikan pihak berkuasa dan masyarakat bersedia untuk bertindak balas terhadap ancaman yang akan datang.

Sistem Sokongan Keputusan (DSS) yang dikuasasakan oleh AI boleh meningkatkan proses membuat keputusan semasa kejadian banjir.

Sistem ini menggunakan model simulasi untuk menilai pelbagai strategi mitigasi, seperti pelepasan terkawal dari empangan atau pelan pemindahan terarah.

Selain itu, algoritma pengoptimuman sumber membantu memprioritaskan sumber kecemasan secara cekap, mengarahkan bantuan ke kawasan yang paling terjejas berdasarkan keperluan masa nyata.

Penglibatan masyarakat juga penting dalam pengurusan banjir yang berkesan.

Aplikasi mudah alih dan platform web boleh menyebarkan amaran banjir, laluan pemindahan dan tip keselamatan kepada

masyarakat.

Chatbot yang dikuasakan AI dapat memberikan bantuan masa nyata, menjawab pertanyaan dan membimbing individu semasa kecemasan.

Teknologi sedemikian memupuk komuniti yang proaktif dan berinformasi, mengurangkan panik dan memunculkan respons bencana yang lebih lancar.

Kajian kes di kawasan yang sering dilanda banjir seperti Kelantan dan Lembah Klang menunjukkan potensi teknologi ini.

Kelantan, yang menghadapi banjir monsun yang teruk hampir setiap tahun, boleh mendapat manfaat daripada model ramalan berasaskan AI yang menganalisis data hujan dan aliran sungai.

Di kawasan Lembah Klang yang semakin membangun, integrasi AI dengan infrastruktur bandar pintar seperti sistem saliran yang dilengkapi sensor dapat mengelakkan banjir kilat dengan melaraskan aliran air secara dinamik.

Aplikasi ini menunjukkan keupayaan AI dan data raya dalam menangani cebaran banjir di kawasan luar bandar dan bandar.

Pengurusan risiko banjir di Malaysia memerlukan peralihan paradigma dari langkah reaktif kepada strategi proaktif yang didorong oleh teknologi. AI, analitik data dan data raya menawarkan ketepatan dan skalabiliti dalam ramalan dan mitigasi banjir.

Penggunaan teknologi ini bukan sahaja dapat mengurangkan kerugian ekonomi dan sosial, tetapi juga menyelamatkan nyawa serta melindungi infrastruktur.

Dengan melabur dalam teknologi ini dan menggalakkan kerjasama dalam kalangan pihak berkepentingan, Malaysia dapat mengurangkan kesan sosioekonomi banjir dengan ketara, lebih bersedia dan berdaya tahan dalam menghadapi ancaman banjir pada masa hadapan.

DR. Noor Zuraidin Mohd Safar ialah Pengerusi, Jabatan Keselamatan Maklumat dan Teknologi Web, Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat di Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM).