

MODEL INTERAKSI MANGSA DAN PEMANGSA BAGI PERSAINGAN DAN SIMBIOSIS EKONOMI MULTIORGANISASI

Noor Ashikin Othman, Mohammad Khatim Hasan, Bahari Idrus

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat,
Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Persaingan dalam ekonomi adalah untuk mendapatkan keuntungan dan untuk menarik pelanggan. Namun begitu, keadaan ekonomi global yang tidak menentu sudah pastinya memberi impak yang signifikan kepada ekonomi negara. Kemampuan untuk meramal dengan lebih baik akan membolehkan negara sentiasa bersedia dan mengambil langkah berjaga-jaga serta dapat merancang kewangan dan strategi yang lebih baik. Terdapat tiga model pemangsa-mangsa yang sering digunakan dalam meramalkan persaingan antara spesies iaitu model Lotka-Volterra, model Rosenweig-MacArthur dan model Beddington-DeAngelis. Fokus kajian adalah untuk membangunkan satu model interaksi mangsa pemangsa baru yang mengukur interaksi antara organisasi yang bersaing dalam bidang ekonomi berdasarkan model yang sedia ada. Model persaingan ekonomi adalah serupa dengan model pemangsa-mangsa yang sedia ada. Antara yang menarik perhatian untuk dikaji adalah hubungan antara keluaran dalam negara kasar (KDNK) dengan pelaburan langsung asing (FDI), hubungan kuasa membeli dengan harga kenderaan, hubungan antara pertumbuhan ekonomi dengan pelaburan langsung asing (FDI) serta hubungan perkhidmatan antara sektor swasta dan sektor awam. Kajian ini akan menggunakan kaedah Integrasi Berangka Tidak Piawai dengan Trimean bagi setiap model dan algoritma baru yang dibangunkan. Perisian Scilab digunakan untuk menguji kesahan kecekapan model dan algoritma baru yang dibangunkan. Dijangka model interaksi dinamik dan algoritma yang akan dibangunkan adalah lebih baik dan cekap dari model dan algoritma sedia ada. Jika model ini dapat di hasilkan, penganggaran interaksi akan dapat dilakukan dengan lebih jitu.

Kata kunci: *integrasi berangka tidak piawai, trimean, interaksi antara spesies, model Lotka-Volterra, model Rosenweig-MacArthur, model Beddington-DeAngelis.*

PENDAHULUAN

Peranan matematik telah memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kemajuan pengetahuan dan teknologi dari tahun ke tahun. Model matematik termasuk salah satu bahagian daripada perkembangan tersebut di mana, hampir semua permasalahan di dunia nyata dapat dirumuskan ke dalam model matematik. Salah satunya adalah tentang makhluk hidup yang ada di bumi. Makhluk hidup selalu bergantung kepada makhluk hidup yang lain yang terdiri daripada bermacam-macam spesies yang membentuk populasi. Setiap individu akan sentiasa berhubungan dengan individu lain yang sejenis atau berlainan jenis, baik individu dalam satu populasi atau individu-individu dari populasi lain.

Pergerakan daripada populasi tersebut, terdapat beberapa jenis hubungan yang boleh terjadi di antara spesies. Salah satu interaksi tersebut adalah hubungan antara mangsa dan pemangsa. Dalam perbahasan ilmu ekologi, khususnya interaksi kedua-dua populasi pemangsa ini menjadi sangat penting kerana kelangsungan hidup manusia bergantung pada keseimbangan lingkungan sekitarnya. Dan keseimbangan tersebut dapat dicapai jika jumlah spesies daripada dua populasi iaitu populasi pemangsa dan mangsa yang sedang berinteraksi sesuai dengan saiz atau berkadarannya.

Pada tahun 1926, seorang juru matematik terkenal dari Itali iaitu Vito Volterra dan seorang ahli biologi Amerika, Alfred James Lotka telah mencadangkan model persamaan perbezaan yang dipanggil model pemangsa-mangsa. Model ini juga dikenali sebagai model Lotka-Volterra yang merupakan model yang paling mudah dan banyak digunakan dalam sistem ini. Model matematik ini mencari hubungkait di antara dua pembolehubah yang bersandar iaitu pemangsa dan mangsa. Mangsa ialah satu populasi yang mempunyai sumber makanan yang cukup untuk membiak manakala pemangsa ialah spesies yang memakan mangsa.

Selain itu, terdapat beberapa model pemangsa-mangsa yang dihasilkan daripada penambahbaikan model yang sebelumnya. Antaranya ialah model Rosenzweig-MacArthur. Model ini telah dibina oleh Rosenzweig dan MacArthur pada tahun 1963. Model ini mempunyai sedikit perbezaan berbanding dengan model yang sebelumnya yang kadar perkembangan dan kematian tidak bergantung sepenuhnya terhadap populasi pemangsa dan mangsa. Model ini telah mengambil kira persekitaran sekeliling pada sesuatu kawasan tertentu. Sebagai contoh, sekiranya mangsa berkurangan, maka pemangsa akan mencari sumber makanan yang lain begitu juga dari segi kematian mangsa yang bukan disebabkan oleh pemangsa mungkin juga mangsa mati disebabkan oleh penyakit atau mati disebabkan oleh pergaduhan sesama sendiri.

Model pemangsa-mangsa yang ketiga ialah model Beddington DeAngelis yang diperkenalkan oleh Beddington dan DeAngelis pada tahun 1975. Walaupun fungsi model ini adalah sama dengan model Rosenzweig-MacArthur. Tetapi Beddington dan DeAngelis telah meletakkan gangguan bersama di antara populasi pemangsa. Dan dengan ini tindak balas bagi kedua-dua populasi pemangsa dan mangsa dipengaruhi oleh pemangsa. Sebagai contoh, kematian pemangsa juga boleh disebabkan oleh pemangsa yang lain di dalam populasi yang sama. Kesemua model ini diformulasikan dalam bentuk persamaan pembezaan.

Persamaan pembezaan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah model pemangsa-mangsa ini tidak semestinya boleh diselesaikan secara langsung, yakni kaedah ini tidak memiliki penyelesaian yang tepat. Ramai penyelidik telah mengkaji pelbagai kaedah bagi persamaan perbezaan yang boleh digunakan untuk model pemangsa-mangsa. Moady et al. (2011) menggunakan Kaedah Penguraian Adomian (KPA) bagi menyelesaikan persamaan tak linear bagi model Lotka-Volterra. KPA ini diadaptasi untuk menyelesaikan persamaan tak linear yang terhasil daripada pendiskretan persamaan terbitan. Manakala (Venu & Lakshmi, 2012) telah menggunakan kaedah Lelaran Variasi (KLV). Kaedah ini terhasil daripada pengubahsuaian kaedah pengganda umum Lagrange untuk mendapat penyelesaian secara berkesan, mudah dan tepat bagi masalah tidak linear yang besar.

Terdapat juga penyelidik menyelesaikan masalah model pemangsa-mangsa dengan menggunakan persamaan perbezaan biasa (PPB) seperti yang telah dilakukan oleh Obaid (2013). PBB ini telah diprogramkan di dalam perisian berdaftar yang digunakan oleh penyelidik, pendidik, dan pelajar dalam bidang pendidikan bagi memudahkan lagi proses penyelidikan. Perisian yang di maksudkan adalah Scilab (Wenjiang et al. 2009) dan MATLAB (Obaid, 2013).

Kaedah Integrasi Berangka Tidak Piawai (IBTP) telah diperkenalkan oleh Mickens (1994) sebagai alat yang praktikal yang memberikan penyelesaian penghampiran persamaan pembezaan dan mengekalkan sifat-sifat kualitatif persamaan. Teori asas bagi kaedah IBTP telah dibangunkan dengan baik oleh Mickens (1994, 2003, 2005, 2007) dalam dekad yang lalu. Teori ni dibangunkan untuk menyelesaikan tahap ketidakstabilan berangka bagi kaedah integrasi berangka tepat (IBT). Sumber rujukan yang penting berkenaan dengan teori ini adalah buku Mickens (2000) di mana beliau menjelaskan dengan lebih terperinci tentang kaedah IBTP ini.

Dalam bidang ekonomi, Goodwin (1967) telah membina satu model yang mudah mengenai upah dan pekerjaan. Model tersebut adalah sama seperti model pemangsa-mangsa Lotka-Volterra, di mana upah adalah pemangsa manakala pekerjaan adalah mangsa. Pada tahap pekerjaan yang lebih tinggi, kuasa tawar-menawar pekerja yang bekerja akan meningkatkan upah manakala keuntungan akan menjadi rendah. Apabila keuntungan berkurang, pekerja akan kekurangan untuk bekerja dan kemudian akan membawa kepada peningkatan keuntungan. Dan selepas itu, pada tahap keuntungan yang lebih tinggi, lebih ramai pekerja akan bekerja akan menjadikan tahap pekerjaan meningkat dan seterusnya akan membentuk satu kitaran.

Dalam kajian ini, penyelidik mencadangkan satu model dan algoritma berangka baru bagi interaksi mangsa pemangsa bagi persaingan dan simbiosis dalam bidang ekonomi multiorganisasi. Kajian ini akan dijalankan berdasarkan kajian lepas mengenai pembangunan kaedah yang telah dibuat dan diaplikasikan ke dalam bidang ekonomi.

SOROTAN LITERATUR

Model Pemangsa-Mangsa

Menurut Kamus Dewan Bahasa dan Pustaka, ekologi ialah kajian tentang hubungan antara organisma hidup dengan persekitarannya. Bidang ekologi ini bukan sahaja terhad kepada populasi manusia sahaja malah bidang ini meliputi semua organisma hidup seperti haiwan, tumbuh-tumbuhan, bakteria dan sebagainya. Bidang ekologi ini juga membantu dalam mengkaji dan memahami proses general yang dikongsikan dengan populasi yang berbeza.

Oleh hal yang demikian, menurut Solomon (2002), ahli ekologis telah membina satu model matematik bagi menerangkan dinamika sesuatu populasi. Melalui modul inilah, ahli ekologis membuat penilaian terhadap perubahan yang berlaku pada setiap populasi. Hal ini sangat penting kerana hasil daripada dapatan tersebut, ahli ekologis dapat membuat ramalan tentang pertumbuhan sesuatu populasi dan memikirkan jalan penyelesaian sekiranya timbul masalah seperti kepupusan berlaku di dalam populasi tersebut. Terdapat banyak model pertumbuhan sesuatu spesies yang telah dijumpai oleh pakar matematik. Namun, model pemangsa-mangsa merupakan model yang paling terkenal.

Model pemangsa-mangsa ialah satu model matematik yang mencari hubungkait interaksi antara pemangsa dan mangsa iaitu persamaan pembezaan telah digunakan dalam model matematik ini. Selain itu, model ini juga menggunakan dua pemboleh ubah yang bersandar iaitu pemangsa dan mangsa. Mangsa ialah satu populasi yang mempunyai sumber makanan yang cukup untuk membiak manakala pemangsa ialah spesies yang memakan mangsa sebagai sumber makanan. Beberapa model yang sangat terkenal dalam bidang matematik yang mempunyai keunikan sendiri dan diaplikasikan dalam pelbagai masalah. Antara model tersebut adalah model Lotka-Volterra, model Rosenweig-MacArthur dan model Beddington-DeAngelis.

Model Lotka-Volterra

Model pemangsa-mangsa merupakan interaksi dua populasi yaitu populasi mangsa dan pemangsa. Model interaksi antara dua populasi ini diperkenalkan oleh seorang ahli biofizik Amerika yaitu Alferd James Lotka (1880-1949) dan ahli matematik terkemuka dari Itali yaitu Vito Volterra (1860-1940). Keduanya-duanya mengembangkan kajian matematik ini secara berasingan. Lotka membinanya pada tahun 1925 sedangkan Volterra membinanya pada tahun 1926.

Model sederhana pemangsa-mangsa ini ditakrifkan sebagai penggunaan pemangsa terhadap mangsa. Model Lotka-Volterra tersusun dari pasangan persamaan pembezaan yang menggambarkan pemangsa dan mangsa berada dalam kes yang paling sederhana. Berdasarkan model tersebut, dapat diketahui bahawa kedua-dua spesies saling mempengaruhi secara ketara. Khususnya apabila terdapat spesies mangsa yang banyak, maka populasi pemangsa juga terus meningkat. Namun sebaliknya, apabila pertumbuhan spesies mangsa sedikit maka akan terjadi penurunan pada populasi pemangsa.

Pelbagai bidang kajian telah menggunakan model Lotka-Volterra untuk menggambarkan hubungan antara pemangsa dan mangsa. Contohnya seperti dalam bidang ekonomi yang menggambarkan hubungan dinamik antara permintaan dan bekalan, perkerjaan dan upah dan sebagainya.

Dalam bidang keselamatan, Yang dan X. Chen (2015) telah membangunkan satu sistem kabur kesedaran keselamatan dinamik di universiti dengan menggunakan konsep model Lotka-Volterra. Sistem keselamatan kebakaran ini membahagikan ideologi keselamatan kebakaran pelajar kepada tiga jenis iaitu lemah (W), sederhana (M) dan kuat (H). Kemudian ketiga-tiga jenis ideologi keselamatan kebakaran pelajar ini dibina dengan menggunakan konsep sistem Lotka-Volterra dan mencari hubung kait antara ketiga-tiga ideologi tersebut.

Dalam bidang perniagaan pula, Bojan et al. (2015) telah menganalisis jenis perkhidmatan ekspres menggunakan model Lotka-Volterra. Kajian ini dilakukan di Serbia memberikan gambaran bahawa terdapat hubungan persaingan yang dinamik dengan menunjukkan kewujudan titik keseimbangan di antara sektor awam dan swasta, dan syarat-syarat kestabilan. Nilai-nilai yang diperolehi menunjukkan bahawa sektor swasta memberi kesan kepada sektor awam. Hubungan pemangsa-mangsa yang sedia ada memberikan keutamaan kepada sektor swasta dan boleh digambarkan dengan model Lotka-Volterra.

Bagi bidang telekomunikasi pula, Webster dan Munasinghe (2015) telah membangunkan satu model Lotka-Volterra bagi menangani masalah pengagihan sumber berdasarkan algoritma dan penjadualan untuk aplikasi grid pintar dalam rangkaian tanpa wayar. Keputusan membuktikan bahawa dengan menggunakan model Lotka-Volterra, algoritma dan penjadualan disediakan pada tahap yang tinggi pada aplikasi grid pintar.

Model Rosenweig-MacArthur

Model ini telah dibina oleh Rosenzweig dan MacArthur (1963) berdasarkan model sebelumnya. Terdapat sedikit perbezaan di antara model yang sebelumnya di mana kadar perkembangan dan kematian tidak bergantung sepenuhnya terhadap populasi pemangsa dan mangsa. Model ini telah mengambil kira persekitaran sekeliling pada sesuatu kawasan tertentu. Sebagai contoh sekiranya mangsa berkurangan, maka pemangsa akan mencari sumber makanan yang lain begitu juga begitu juga dari segi kematian mangsa yang bukan disebabkan oleh pemangsa mungkin juga mangsa mati disebabkan oleh penyakit atau mati disebabkan oleh pergaduhan sesama sendiri.

Satu kelebihan model Rosenweig-MacArthur ialah model ini boleh mencapai tahap keseimbangan di akhir tindak balas bagi kedua-dua populasi ini. Tidak banyak kajian yang dilakukan pada model ini berbanding dengan model Lotka-Volterra. Salah satunya ialah Salomon & Stolte (2010) menggunakan model Rosenweig-MacArthur untuk meramalkan populasi dinamik bagi parasit *Amoebophrya* dan tuan rumahnya dinoflagellate. Model ini berguna untuk meramalkan keadaan di mana populasi parasit *Amoebophrya* boleh mengawal populasi tuan rumah dinoflagellate itu.

Model Beddington-DeAngelis

Beddington dan DeAngelis pada tahun 1975 telah memperkenalkan model pemangsa-mangsa yang dipanggil Model Beddington-DeAngelis. Walaupun fungsi model ini adalah serupa dengan Holling Jenis II berfungsi, ia boleh digambarkan terdapat gangguan bersama di antara pemangsa (Walid et al. 2014). Tindak balas ini berfungsi dipengaruhi oleh kedua-dua pemangsa dan mangsa.

Kebanyakan model ini digunakan untuk mengawal sesuatu populasi untuk memastikan setiap populasi itu kekal dengan jumlah yang ditetapkan (Hengguo, & Min, 2009, 2011). Pada awal tindak balas antara populasi tersebut saling bergantung di antara satu sama lain dan lama-kelamaan tindak balas itu semakin berkurangan menyebabkan populasi tersebut boleh mencapai tahap keseimbangan yang mana tiada tindak balas berlaku di antara populasi tersebut.

Kajian yang dilakukan oleh Lisha dan Yongmei (2014) telah menggunakan model ini untuk mengurangkan jangkitan HIV dan tindak balas imun CTL dengan cara mengawal kelewatan virus tersebut. Ini merupakan satu penemuan yang sangat berguna bagi menambah jangka hayat pesakit tersebut untuk meneruskan kehidupan, kerana sebelum ini masih belum mempunyai ubat untuk merawat pesakit HIV ini.

Kaedah Integrasi Berangka Tidak Piawai

Analisis telah menjadi bahagian yang paling dominan dalam matematik dan persamaan pembezaan merupakan nadi bagi analisis. Persamaan pembezaan menjadi matlamat semula jadi kalkulus asas dan merupakan bahagian yang paling penting dalam matematik bagi memahami sains fizikal. Walau bagaimanapun, terdapat banyak persamaan pembezaan dalam model, keadaan kehidupan fizikal/sebenar tidak mempunyai penyelesaian analitik atau tidak boleh diselesaikan dengan menggunakan formula mudah. Ini memerlukan anggaran berangka. Kaedah berangka telah menunjukkan prestasi yang baik sejak kemunculan komputer. Pelbagai perisian telah dibangunkan untuk mensimulasikan uji kaji berangka dengan menjangkakan keadaan kehidupan yang sebenar.

Kaedah Integrasi Berangka Tidak Piawai (IBTP) telah diperkenalkan oleh Mickens (1994) sebagai alat yang praktikal yang memberikan penyelesaian penghampiran persamaan pembezaan dan mengekalkan sifat-sifat kualitatif persamaan. Teori asas bagi kaedah IBTP telah dibangunkan dengan baik oleh Mickens (1994, 2003, 2005, 2007) dalam dekad yang lalu. Teori ni dibangunkan untuk menyelesaikan tahap ketidakstabilan berangka bagi kaedah Integrasi Berangka Tepat (IBT). Sumber rujukan yang penting berkenaan dengan teori ini adalah buku (Mickens, 2000) di mana beliau menjelaskan dengan lebih terperinci tentang kaedah IBTP ini.

Kaedah IBT merupakan satu kaedah penyelesaian tepat daripada persamaan pembezaan biasa. Kaedah IBT ini mempunyai tahap ketidakstabilan berangka (Mickens, 1994) Kaedah IBT ini hanya memberikan keputusan yang hampir tepat apabila menggunakan

saiz langkah yang kecil sahaja. Mickens (1994, 2000), membangunkan satu kaedah baru iaitu kaedah Integrasi Berangka Tidak Piawai (IBTP) bagi pembinaan model diskret yang mempunyai ciri-ciri penyelesaian kualitatif yang sama dengan kaedah IBT untuk semua saiz langkah. Kaedah ini dapat menghapuskan tahap ketidakstabilan berangka yang boleh wujud dalam model tersebut.

Mickens (1999, 2000, 2005) telah memperkenalkan syarat-syarat tertentu bagi membina kaedah Integrasi Berangka Tidak Piawai (IBTP). Ramai penyelidik termasuk Anguelov dan Lubuma (2000, 2003) telah menyumbang kepada teknik baru ini. Salah satu syarat tersebut ialah fungsi penyebut yang sesuai bagi terbitan diskret. Fungsi penyebut h mesti digantikan dengan fungsi saiz langkah h yang lebih kompleks. Ini boleh dirujuk sebagai fungsi penyebut renormalization. Mickens (1994) telah menyatakan beberapa kriteria yang perlu diikuti bagi mengelakkan ketidakstabilan berangka berlaku pada fungsi tersebut.

Sejak penemuan kaedah ini, terdapat beberapa penyelidik telah mencadangkan beberapa kaedah IBTP yang baru berdasarkan teori Mickens (1994) dan membuat penambahbaikan terhadap teori tersebut. Antaranya Ibojola dan Obayomi (2012) telah membangunkan satu teknik baru menggunakan kaedah penghampiran bukan tempatan dan fungsi penyebut renormalization. Selain itu, Obayomi (2012) telah membangunkan satu set baru bagi kaedah IBTP untuk menyelesaikan persamaan pembezaan biasa berdasarkan konsep kaedah penghampiran bukan tempatan yang diperkenalkan oleh Anguelov et al. (2000, 2003).

Manakala Adesoji A Obayomi dan Olu (2012) telah memperkenalkan satu ahli baru kaedah IBTP bagi persamaan logistik berdasarkan teori yang diperkenalkan oleh Anguelov et al. (2003). Adesoji A Obayomi dan Olu (2013) pula menggunakan lima syarat yang diperkenalkan oleh Mickens (1999, 2000, 2005) untuk membina kaedah IBTP baru bagi menyelesaikan persamaan Harmonic Oscillator.

Kajian Lepas Mengenai Kaedah Integrasi Berangka Tidak Piawai

Bhowmik (2009) menggunakan kaedah Integrasi Berangka Tidak Piawai (IBTP) bagi menyelesaikan sistem Lotka-Volterra. Sistem tiga dimensi Lotka-Volterra telah dibangunkan dengan menggunakan tiga skema kaedah IBTP dengan mengekalkan semua ciri-ciri penyelesaian yang sebenar dan konsisten. Keputusan eksperimen menunjukkan ketiga-tiga skema kaedah IBTP boleh digunakan dalam menyelesaikan sistem tiga dimensi Lotka-Volterra.

Bagi Zibaei dan Namjoo (2014) membangunkan satu skema kaedah IBTP yang baru berdasarkan model makanan Lotka-Volterra. Skema kaedah IBTP yang dibangunkan menepati syarat-syarat yang ditetapkan oleh Mickens (2005, 1994).

Zhang et al. (2014) membentangkan skema kaedah integrasi berangka tepat (IBT) dan kaedah IBTP untuk persamaan Burger dan Burger-Fisher berdasarkan penyelesaian gelombang sendirian. Kaedah IBTP dibina dalam persamaan Burger dan Burger-Fisher berdasarkan kaedah Mickens dan Roager. Keputusan menunjukkan bahawa penyelesaian berangka bagi kedua-dua kaedah tersebut tepat dan berkesan.

Manakala Obaid (2013) merumuskan dan menganalisis kaedah IBTP tanpa syarat stabil bagi model matematik HIV. Model ini dikaji dengan menggunakan teori kualitatif sistem dinamik yang dibangunkan dengan menggunakan kaedah IBTP. Kaedah ini juga merupakan satu keperluan yang penting dalam menganalisis model wabak penyakit. Perbandingan juga dibuat dengan pendekatan konvensional lain yang secara rutin digunakan untuk masalah tersebut. Hasil keputusan didapati bahawa kaedah IBTP boleh digunakan dalam model tersebut.

Trimean

Trimean pada asalnya ditakrifkan oleh Tukey (1977) yang menjadi $\text{Trimean} = (H_1 + 2M + H_2) / 4$ yang M ialah median dan H_1 dan H_2 adalah sendi bawah dan sendi atas. Carian di internet menunjukkan bahawa H_1 dan H_2 juga ditakrifkan sebagai Q_1 dan Q_2 iaitu kuartil bawah dan kuartil atas telah digunakan secara meluas. Trimean adalah purata wajaran bagi kuartil pertama, Q_1 , kuartil kedua, Q_2 dan kuartil ketiga, Q_3 dalam persamaan berikut (Li et al. 2014):

$$TM = (Q_1 + 2Q_2 + Q_3) / 4$$

Trimean merupakan salah satu alat pengukur yang digunakan dalam statistik (Mazin et al. 2015). Ia nampak menarik, mudah untuk difahami dan boleh membuat pengiraan data dengan cekap.

Kajian mendapati penggunaan Trimean masih lagi terhad kepada beberapa bidang tertentu sahaja. Li et al. (2010) menggunakan Trimean dalam bidang pencarian multimedia manakala Shaobing et al. (2013) menggunakan Trimean dalam bidang model warna berterusan. Bagi Li et al. (2013; 2014) dan Cheng et al., & Mazin (2015) pula telah menggunakan Trimean sebagai alat analisis data dalam bidang anggaran pencercaan. Hanlin et al. (2015) pula menggunakan Trimean dalam bidang anggaran penilaian prestasi.

Dalam kajian ini, Trimean akan digabungkan dengan kaedah Integrasi Berangka Tidak Piawai (IBTP) dengan memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh Mickens (1999, 2000, 2005). Kaedah ini dipanggil kaedah Integrasi Berangka Tidak Piawai dengan Trimean (IBTP-Trimean). Fokus utama kajian ini ialah pembinaan kaedah IBTP-Trimean bagi setiap model pemangsa-mangsa. Perisian Scilab digunakan untuk mensimulasi kaedah IBTP-Trimean boleh digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut.

Perisian Scilab

Scilab adalah bahasa pengaturcaraan yang berkaitan dengan algoritma berangka yang meliputi banyak aspek dalam masalah pengkomputeran saintifik. Scilab memiliki beratus-ratus fungsi matematik. Ia mempunyai bahasa pengaturcaraan peringkat tinggi yang boleh akses ke struktur data yang canggih serta fungsi grafik dua dimensi dan tiga dimensi.

Scilab merupakan freeware yang boleh digunakan secara percuma untuk keperluan peribadi dan komersial. Scilab tersedia dalam berbagai jenis sistem operasi utama, seperti Windows (XP, Vista, 7, 8), Linux, serta MacOS X. Antara sebahagian besar fungsi termasuk dalam Scilab ialah :

- a. Matematik dan Simulasi – Kegunaan dalam bidang kejuruteraan dan sains termasuk operasi matematik dan analisis data
- b. Visual 2-D dan 3D – Untuk menggambarkan graf fungsi, penjelasan dan eksport data serta pelbagai cara untuk mencipta pelbagai jenis plot dan carta
- c. Optimization – Algoritma untuk menyelesaikan masalah pengoptimuman yang berterusan dan diskret
- d. Statistik – Alat untuk melakukan analisis data dan pemodelan
- e. Sistem Kawalan Bentuk & Analisis – Algoritma standard dan alat untuk kajian sistem kawalan
- f. Pemprosesan Isyarat – Untuk menggambarkan, menganalisis dan menapis isyarat dalam masa dan frekuensi yang domain

- g. Pembangunan Aplikasi – Meningkatkan fungsi asal Scilab dan mengendalikan pertukaran data dengan alat luaran
- h. Xcos – Sistem hybrid yang dinamik bagi pemodelan dan simulasi – Untuk pemodelan sistem mekanikal, litar hidraulik, system kawalan dan lain-lain

Beberapa kajian lepas menggunakan perisian Scilab sebagai alat untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan model matematik. Mevel et al. (2005) telah menggunakan Scilab untuk menguji fenomena kibasan bagi pesawat dengan membina simulator dengan parameter yang dikenal pasti dan mensimulasikan model tersebut dengan menggunakan perisian Scilab. Dastidar (2006) menggunakan Scilab untuk menganalisis statistik bagi anggaran parameter dalam keluk Gompertz dengan menggunakan kaedah kuasa dua terkecil Gauss-Newton.

Yan et al. (2011) menggunakan perisian Scilab untuk menganalisis simulasi Kod Turbo iaitu kod pembetulan ralat yang mencapai had Shannon. Dalam kajian ini, penulis menggunakan salah satu pakej percuma Scilab yang dipanggil Xcos untuk pemodelan dan simulasi Kod Turbo. Bagi (Liu et al. 2011) pula membentangkan diagnosis berasaskan UIO untuk sistem kawalan enjin pesawat yang dibangunkan dalam perisian Scilab yang standard.

Terdapat beberapa pengkaji yang menggunakan perisian Scilab sebagai alat untuk menyelesaikan masalah bagi kaedah berangka seperti Wenjiang et al. (2009) membincangkan tentang penggunaan perisian Scilab bagi mata pelajaran pengiraan berangka kejuruteraan supaya pelajaran tersebut menjadi lebih mudah dan pratikal. Salleh (2013), Yusop dan Ismail (2012) pula menggunakan perisian Scilab dalam asas pengiraan berangka seperti matriks, kaedah integrasi berangka, kaedah persamaan pembezaan biasa dan kaedah Euler.

Namun begitu, Scilab mempunyai kelemahan. Salah satu kelemahan Scilab ialah ia tidak mempunyai capaian untuk mengakses ke pangkalan data. Kajian yang dibuat oleh Fangxing dan Yang (2008) menerangkan tentang dua kaedah boleh digunakan dalam menyelesaikan masalah tersebut iaitu dengan:

- i. Menggunakan perisian Excel sebagai pengantara untuk mengakses ke pangkalan data;
- ii. Menggunakan ciri-ciri antara muka perisian Scilab dengan bahasa komputer C yang boleh mengakses ke pangkalan data.

PERNYATAAN MASALAH

Model sederhana pemangsa-mangsa ditakrifkan sebagai penggunaan pemangsa terhadap mangsa. Model pemangsa-mangsa yang paling sederhana adalah berdasarkan pada model Lotka-Volterra. Model Lotka-Volterra tersusun dari pasangan persamaan pembezaan yang menggambarkan pemangsa-mangsa berada dalam kes yang paling sederhana. Berdasarkan model tersebut, dapat diketahui bahawa kedua spesies saling mempengaruhi secara ketara. Khususnya apabila terdapat spesies mangsa yang banyak, maka populasi pemangsa juga terus meningkat. Namun sebaliknya, apabila pertumbuhan spesies mangsa sedikit maka akan terjadi penurunan pada populasi pemangsa.

Bagi model pemangsa-mangsa ini, terdapat beberapa kaedah yang dapat menyelesaikan masalah ini. Antaranya ialah kaedah KPA Moaddy et al. (2011), kaedah Lelaran Variasi, KLV (Venu, & Lakshmi 2012) dan kaedah Integrasi Berangka Tidak Piawai (Obaid 2013). Memandangkan kebanyakan model matematik ini tidak mempunyai nilai

penyelesaian yang tetap maka pelbagai kaedah dapat dihasilkan untuk mencari nilai-nilai anggaran yang terbaik bagi memastikan keberkesanan model ini dapat dicapai.

Dalam kajian ini, penyelidik akan membangunkan satu model dan algoritma ekonomi yang lebih realistik berdasarkan model pemangsa-mangsa bagi peramalan data ekonomi di Malaysia yang melibatkan interaksi lebih daripada satu faktor.

Berdasarkan daripada penerangan di atas, penyelidik menyimpulkan beberapa permasalahan yang perlu diberi perhatian. Di antara isu-isu tersebut adalah seperti berikut:

- (P1) Apakah model dan algoritma berangka baru bagi interaksi mangsa dan pemangsa bagi persaingan dan simbiosis ekonomi multiorganisasi;
- (P2) Bagaimana menguji keberkesanan model dan algoritma berangka baru tersebut. Hasil keluaran yang diperolehi pula tidak menjamin kesahan kaedah yang dibangunkan.

TUJUAN KAJIAN / OBJEKTIF KAJIAN

Dalam kajian ini, terdapat dua (2) objektif yang perlu dicapai. Antara objektif-objektif tersebut ialah:

- a. Membangunkan satu model baru bagi interaksi mangsa dan pemangsa bagi persaingan dan simbiosis ekonomi multiorganisasi;
- b. Mensimulasikan model pemangsa-mangsa tersebut dengan menggunakan perisian Scilab.

KEPENTINGAN KAJIAN

Kepentingan kajian ini adalah untuk menghasilkan model dan algoritma baru yang dapat memberikan gambaran yang sebenar dengan kehadiran faktor luaran yang mempengaruhi interaksi antara pemangsa-mangsa dalam bidang ekonomi. Nilai parameter yang tepat dapat menghasilkan model dan algoritma yang jitu yang dapat diuji dengan data ekonomi Malaysia.

PERSOALAN KAJIAN

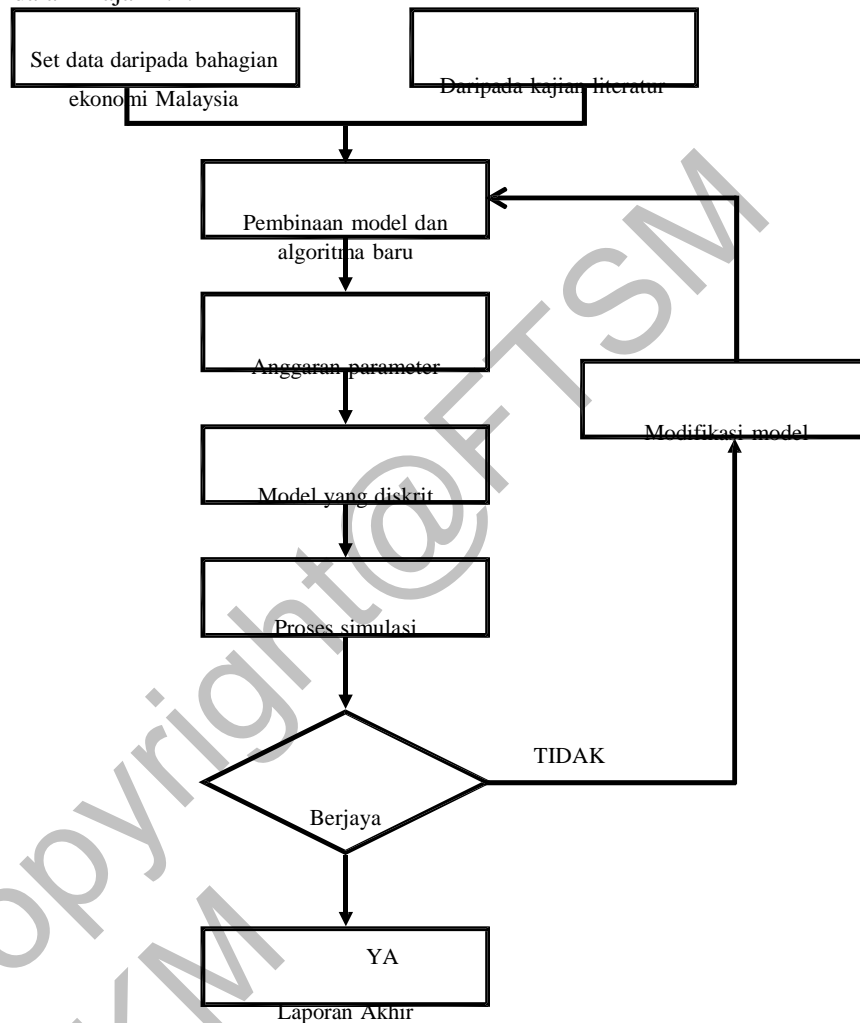
Berdasarkan objektif yang telah digariskan, kajian ini akan menjawab dua (2) persoalan utama iaitu:

- a. Adakah dengan menerapkan konsep pemangsa-mangsa dapat menyelesaikan masalah bagi persaingan dan simbiosis ekonomi multiorganisasi?
- b. Adakah simulasi kaedah baru tersebut dapat digunakan bagi setiap model pemangsa-mangsa?

METODOLOGI

Metodologi kajian ini mengandungi penerangan mengenai model dan algoritma baru yang akan dibangunkan. Model dan algoritma baru akan dibangunkan berdasarkan daripada kajian literatur dan set data daripada bahagian ekonomi Malaysia. Anggaran parameter akan dikenalpasti untuk menghasilkan model dan algoritma baru yang diskrit. Proses simulasi

dijalankan dengan menggunakan perisian Scilab untuk mengesahkan kecekapan model dan algoritma baru yang dihasilkan. Langkah-langkah metodologi kajian ini adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.1:



Rajah 1.1 Metodologi Kajian

DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Jangkaan yang akan dapat daripada model dan algoritma yang dibangunkan merupakan satu penyelesaian bagi peramalan ekonomi di Malaysia yang melibatkan interaksi lebih daripada satu faktor. Model dan algoritma yang dibangunkan akan diterap teori dan konsep yang baru dibangunkan sebagai asas pembangunannya. Ini adalah untuk memperbaiki kejituan anggaran

interaksi terutamanya dalam interaksi antara organisasi yang semakin kompleks dan keadaan ekonomi yang sentiasa berubah.

Copyright@FTSM
UKM

Dalam menganalisis model sedia ada dan teori baru yang boleh diguna bagi membangun model baru, kajian kesusasteraan akan dibuat secara menyeluruh ke atas model yang sedia ada dan mencari teori baru yang dapat digunakan bagi membangun model baru. Kajian akan dilakukan secara terperinci bagi mencari kemungkinan untuk memperbaiki model yang sedia ada dan kelemahan yang boleh diatasi dan bagaimana teori baru boleh diguna untuk mengatasi masalah ini.

Perancangan yang rapi dan pelaksanaan pembangunan model yang sistematik digunakan bagi pembinaan model ini. Kestabilan dan penumpuan hasil secara teori akan dikaji. Nilai pekali utuh juga akan dikenalpasti. Kaedah optimunan dan punca kuasa dua terkecil akan digunakan terhadap data sebenar bagi tujuan ini. Data sebenar akan dimuat turun dari laman web yang berautoriti. Model yang dibangunkan lebih ampuh dari sedia ada.

Bagi membangunkan algoritma yang berkesan, algoritma yang sedia ada akan dikaji keberkesannya dan diterapkan elemen-elemen baru yang bersesuaian dengan sebutan baru dalam model yang baru dibangunkan. Pembangunan prototaip akan mengimplementasikan algoritma baru yang dihasilkan dengan menggunakan bahasa pengaturcaraan Scilab.

Pada tahap pengesahan kecekapan model dan algoritma, beberapa masalah kes yang terpilih dalam masalah ekonomi dan tularan penyakit. Kajian makmal ini adalah bagi mengkaji kecekapan model dan algoritma baru yang dibangunkan.

KESIMPULAN

Model interaksi dinamik dan algoritma yang dibangunkan adalah lebih baik jitu serta cekap dari model dan algoritma yang sedia ada. Model dan algoritma ini akan membolehkan penganggaran interaksi akan dapat dilakukan dengan lebih jitu. Justeru, perancangan yang lebih baik boleh dilakukan oleh pihak berkepentingan bagi menyumbang kepada percambahan ekonomi di Malaysia.

RUJUKAN

- Anguelov, R., & Lubuma, J. M. (2000). Nonstandard finite difference method, by Non-local Approximation, Keynote address at South Africa. *Mathematical Society, Pretoria, South Africa*, 143-543.
- Anguelov, R., & Lubuma, J. M. (2003). Nonstandard finite difference method by nonlocal approximation. *Mathematics and Computers in Simulation*, 465-475.
- Bhowmik, S. K. (2009). Nonstandard Numerical Integrations of A Lotka-Volterra System 2(2).
- Bojan, J., Katarina, M., Sarac, D. & Estera, R. (2015). Lotka-Volterra Model – Case Study Serbia 27(2), 173–180.
- Dastidar, S. G. (2006). A Scilab Program for Estimating Gompertz curve Using Gauss-Newton of Least Squares. *Journal of Statical Software*, 1-12.
- Fangxing, L. & Yang, X. (2008). Study of the Solution to SCILAB Accessing Database. *Anti-counterfeiting, Security and Identification, 2008. ASID 2008. 2nd International Conference on*, 207 – 211.

- Hanlin, Y., Rong Li, X., & Jian, L. (2015). Iterative Mid-Range with Application to Estimation Performance Evaluation. *IEEE Signal Processing Lettera*, 2044-2048.
- Hengguo, Y., & Min, Z. (2009). Dynamic Behavior of a Three-Species Ecological System with The Beddington-DeAngelis Functional Response. *Chaos-Fractals Theories and Applications, International Workshop*, 346-350.
- Hengguo, Y., & Min, Z. (2011). The Dynamic Complexity of an Apparent Competition Community Ecological Model with the Beddington-DeAngelis Function Response. *Chaos-Fractals Theories and Applications (IWCFTA), Fourth International Workshop*, 130-134.
- Ibojola, E. A. & Obayomi, A. A. (2012). Derivation of New Non-Standard Finite Difference Schemes for Non-autonomous Ordinary Differential equation 122–127
- Lisha, L., & Yongmei, S. (2014). Global Analysis of a Delay Virus Dynamics Model with Beddington-DeAngelis Incidence Rate and CTL Immune response. *System Biology (ISB), 8th International Conference*, 18-22.
- Liu, Y., Tan, D., He, A. & Wang, X. (2011). UIO-based Diagnosis of Aircraft Engine Control Systems Using Scilab (8).
- Micken, R. E. (2003). A Nonstandard Finite Difference Scheme for the Diffusionless Burgers equation with Logistic Reaction. *Mathematics and Computers in Simulation*, 117-124.
- Mickens, R. E. (1994). Nonstandard Finite Difference Model of Differential Equations. *World Scientific*, 144-162.
- Mickens, R. E. (2000). *Application on Nonstandard Finite Difference Schemes*. Singapore: World Scientific Publishing.
- Mickens, R. E. (2000). *Application on Nonstandard Methods for Initial Value Problem*. Singapore: World Scientific.
- Mickens, R. E. (2002). Nonstandard Difference Schemes for Differential Equations. *Journal of Difference Equation and Applications*, 823-847.
- Mickens, R. E. (2005). A Numerical Integration technique for Conservative Oscillators Combining Nonstandard Finite Difference Method with a Hamilton's Principle. *Journal of Sound and Vibration*, 477-482.
- Mickens, R. E. (2005). Dynamic Consistency: A Fundamental Principle for Constructing Nonstandard Finite Difference Schemes for Differential Equations. *Journal of Differential Equations Applications*, 645-653.
- Mickens, R. E. (2007). Calculation of Denominator Functions for Nonstandard Finite Difference Schemes of Differential Equations Satisfying a Positivity Condition. *Numerical Method for Partial Differential Equations*, 672-691.

- Mevel, L., Goursat, M., Benveniste, A. & Basseville, M. (2005). Aircraft Flutter Test Design Using Identification and Simulation : a SCILAB Toolbox (4) *IEEE Conference on Control Application*, 1115–1120.
- Moaddy, K., Hashim, I., Alomari, A. . & Momani, S. (2011). A New Hybrid Non-standard Finite Difference-Adomian Scheme for Solution of Nonlinear Equations. *Sains Malaysian*40(5), 515–519.
- Obaid, T. A. S. (2013). The Predator-Prey Model Simulation. *Basrah Journal of Science* 31(2), 103–109.
- Obayomi, A. A. (2012). A New Set of Non-Standard Finite Difference Schemes for the Solution of an Equation of the Type $y' = y(1-y^n)$. *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology* 12(2), 34–42.
- Obayomi, A. A. & Olu, A. (2013). Construction of new Non-standard Finite Difference Schemes for the Solution of a free un-damped Harmonic Oscillator Equation. *Mathematical Theory and Modeling* 3(2), 91–97.
- Salleh, Z. (2013). Ordinary Differential Equations (ODE) using Euler ' s Technique and SCILAB Programming. *Mathematical Model and Methods in Modern Science*, 264–269.
- Salleh, Z., Yusop, M. Y. . & Ismail, S. (2012). Basic Of Numerical Computational Using Scilab Programming Basic Of Numerical Computational Using Scilab. *Proceedings of 2nd International Conference on Mathematical Applications in Engineering (ICMAE2012)*, (January), 1–9.
- Salomon, P. S., & Stolte, W. (2002). *Biology*. United States: Thomson Learning, Inc.
- Salomon, P. S., & Stotle, W. (2010). Predicting The Population Dynamics in Amoebophrya Parasitoids and Their Dinoflagellate Host using a Mathematical Model. *Marine Ecology Progress Series*, 1-10.
- Shaobing, G., Kaifu, Y., Chaoyi, L., & Yongjie, L. (2013). A Color Constancy Model with Double-Opnpanency Mechanisms. *IEEE International Conference on Computer Vision*, 929-936.
- Venu, G. D., & Lakshmi, G. D. (2012). A Study of The Variational Iteration Method for Solving Three Species Food Web Model. *International Journal of Mathematical Analysis*, 6, 753-759.
- Walid, A., Radauane, Y., Ahmed, A. A., & Habib, B. (2014). Turing Instability of a Predator-Prey Model with Beddington-DeAngelis functional Response on a Circular Domain. *Complex Systems (WCCS), 2014 Second World Conference*, 498-503.
- Webster, R., & Munasinghe, K. (2015). Eco-Inspired Low Latency Performance for Smart Grid Applications in Wireless Network. *Mobile and Wireless Networking Symposium*, 3782-3787.

- Wenjiang, L., Nanping, D., & Tongshun, F. (2009). Application of Scilab in Teaching of Engineering Numerical Computations. *OSSC*, 88-90.
- Wenjiang, L., Dong, N. & Fan, T. (2009). Applicatin of Scilab in teaching of Engineering Numerical Computations. *Open-source Software for Scientific Computation (OSSC), 2009 IEEE International Workshop on*, 80–90.
- Yan, C., Xiaotong, Z. & Ma, J. (2011). Simulation Analysis of Turbo Code Using SCILAB. *Open-source Software for Scientific Computation (OSSC), 2011 IEEE International Workshop*, 32-36.
- Yang, C., & Chen, X. (2015). Fire Safety Awareness Dynamic Propagation Model on Campus with Fuzzy Information under Lotka Volterra System. *26th Chinese Control and Decision Conference (CCDC)*, 343-347.
- Zhang, L., Wang, L. & Ding, X. (2014). Exact Finite Difference Scheme and Nonstandard Finite Difference Scheme for Burgers and Burgers-Fisher Equations *Journal of Applied Mathematics 2014*, 1-13.
- Zibaei, S. & Namjoo, M. (2014). A NSFD scheme for Lotka – Volterra food web model. *Iranian Journal of Science & Technology*, 399–414

Copyright@FTSM
UKM