

5. UNJURAN KEMAMPAHAN INDUSTRI KELAPA DI MALAYSIA: PENDEKATAN PERMODELAN DINAMIK SISTEM

Mohd Hafizudin Zakaria¹, Muhammad Faireal Ahmad¹, Dr. Nurul Nazihah Hawari², Dr. Norazura Ahmad² dan Prof. Madya Dr. Norhaslinda Zainal Abidin³

¹Pusat Penyelidikan Sosio Ekonomi, Risikan Pasaran dan Agribisnes

²Pusat Pengajian Sains Kuantitatif, Kolej Sastera dan Sains, Universiti Utara Malaysia

³Institute of Strategic Industrial Decision Modeling, Universiti Utara Malaysia

5.1. PENDAHULUAN

Penanaman kelapa di Malaysia telah pun bermula sejak sebelum Malaysia mencapai kemerdekaan. Pada awal abad ke-19, kelapa merupakan komoditi utama sebagai bahan mentah untuk penghasilan lemak dan minyak sayuran. Perdagangan kelapa dunia berkembang dengan ketara disebabkan permintaan lemak dan minyak sayuran yang tinggi. Kelapa merupakan satu-satunya bahan asas untuk penghasilan lemak dan minyak pada waktu tersebut. Bagaimanapun, Mohd Hafizudin dan Tapsir (2018) melaporkan bahawa keluasan tanaman kelapa merosot dengan ketara sehingga kurang satu pertiga daripada keluasan asal rentetan persaingan komoditi gantian seperti jagung, kacang soya dan kelapa sawit. Jumlah penanam kelapa juga berkurangan separuh daripada penanam asal iaitu 102,000 penanam.

Kebelakangan ini, industri ini telah mula dilihat sebagai industri yang mampu memberikan pulangan yang tinggi kepada pengusaha. Pada awal tahun 1980, harga ladang kelapa hanya mampu mencecah RM0.10 sebiji, namun pada tahun 2021 harganya mencecah sehingga RM1.25 sebiji (FAMA 2021). Beberapa buah syarikat pengusaha kelapa sawit juga telah mula menanam kelapa secara intensif menggambarkan masa depan industri yang lebih cerah pada masa akan datang (Mohd Hafizudin dan Tapsir 2019). Di Malaysia, kelapa merupakan tanaman industri keempat terbesar selepas kelapa sawit, getah dan padi dengan kebanyakan ladang terdapat di Sabah dan Sarawak. Malaysia merupakan antara 10 negara pengeluar kelapa di dunia walaupun pengeluaran kelapa menurun antara tahun 2014 dan 2016 (FAO 2020).

Kepelbagaian produk berasaskan kelapa kini berjaya menembusi pasaran global bakal meningkatkan lagi pertumbuhan industri hiliran kelapa dengan ketara. Walaupun Malaysia menghadapi defisit hampir RM60 bilion perdagangan makanan dan produk pertanian namun perkembangan industri hiliran kelapa di dunia amat pesat dengan perkembangan pelbagai produk yang menyumbang kepada peningkatan ekonomi negara (Mohd Hafizudin dan Tapsir 2019). Sehingga kini, Malaysia masih lagi kekurangan bekalan kelapa yang memaksanya mengimport kelapa tua dari Indonesia untuk memenuhi permintaan produk hiliran kelapa.

Kebanyakan petani kelapa adalah pekebun kecil yang menanam kurang daripada 4 ha di kawasan luar bandar. Keadaan ini menimbulkan pelbagai cabaran seperti (1) skala ekonomi yang sedikit atau tiada, (2) kekurangan pembiayaan atau latihan, dan (3) rantai bekalan yang terputus dan sering bergantung kepada orang tengah. Sebagai sebuah negara yang mempunyai kawasan yang sesuai untuk penanaman kelapa, Malaysia harus mengambil peluang untuk meningkatkan lagi pengeluaran kelapa dan produk kelapa, selaras dengan permintaan pasaran tempatan dan global. Dengan ini secara tidak langsung akan membantu petani kecil meningkatkan taraf hidup mereka melalui sokongan pengeluaran kelapa yang mampan.

5.2. LATAR BELAKANG

Pada masa ini, Malaysia merupakan pengeluar kelapa ke-10 terbesar di seluruh dunia pada tahun 2020. Produktiviti pengeluaran di Malaysia lebih baik (6.98 mt/ha) berbanding dengan Indonesia (6.12 mt/ha), yang berada di kedudukan pertama daripada segi pengeluaran kelapa di peringkat global (FAO 2022). Namun, keluasan tanah untuk penanaman kelapa semakin berkurangan, walaupun produktiviti meningkat sedikit (DOA 2020). Tambahan pula, trend gelagat penggunaan kelapa dan tahap sara diri di Malaysia menunjukkan trend yang semakin meningkat (SUA DOSM 2005 – 2020). Justeru, setiap pihak perlu mengambil tindakan proaktif untuk mengembangkan lagi industri kelapa bagi memenuhi keperluan domestik dan global yang semakin meningkat.

Isu-isu dan masalah-masalah industri kelapa menarik minat dari semua bidang penyelidikan sama ada sosial, ekonomi, pemodelan kuantitatif dan lain-lain lagi. Daripada aspek pemodelan kuantitatif, beberapa model ramalan telah dibangunkan untuk meramalkan trend masa depan industri kelapa (Shil 2013; Borkar 2015; Narsimhaiah et al. 2019). Industri kelapa pastinya membentuk sistem kompleks yang mempunyai perkaitan dinamik antara fasa penanaman (pramatang, penuaan, matang), penglibatan kos (pemotongan, buruh), dan strategi penanaman (penanaman baharu dan penanaman semula). Walau bagaimanapun, pemodelan ramalan yang menggabungkan aspek dinamik telah banyak dibuat kajian namun berdasarkan tinjauan literatur, masih tidak terdapat kajian yang memfokuskan kepada industri kelapa yang melihat daripada perspektif pemodelan dinamik khususnya di Malaysia. Oleh itu, kajian ini memberi tumpuan kepada aspek keperluan untuk memahami bagaimana tingkah laku dinamik pemboleh ubah utama akan mempengaruhi output yang diukur seperti bekalan kelapa tempatan dan antarabangsa, pengeluaran kelapa dan produktiviti. Kemudiannya daripada tingkah laku output yang diukur, beberapa intervensi akan dicuba untuk membantu mencapai kemapanan industri hiliran kelapa di Malaysia. Penyelidikan ini penting kerana dapatan daripada kajian ini akan menyumbang kepada: (1) pemahaman senario semasa dan meramalkan trend masa depan industri kelapa, dan (2) mengenal pasti strategi berkesan untuk mencapai kelestarian industri kelapa di Malaysia.

5.2.1. OBJEKTIF KAJIAN

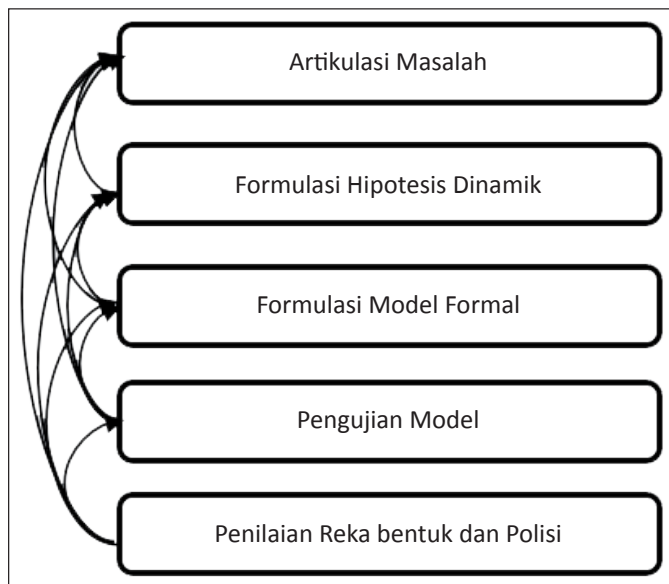
1. Mengetahui faktor utama yang menentukan kemapanan pengeluaran kelapa di Malaysia.
2. Membangunkan model dinamik sistem dalam menganalisis hubungan dan saling ketergantungan antara faktor yang dikenal pasti.
3. Mencadangkan dasar strategik yang berkesan yang mampu memastikan kelestarian industri kelapa untuk pembangunan sosioekonomi di Malaysia berdasarkan analisis yang dijalankan.

5.3. METODOLOGI KAJIAN

Proses penyelidikan dibahagikan kepada lima fasa. Kaedah yang digunakan dalam penyelidikan ini ialah pemodelan sistem dinamik. Fasa reka bentuk penyelidikan ini termasuk pengumpulan data dan pembangunan model sistem dinamik. Untuk menjalankan pemodelan dinamik, masalah perlu dikenal pasti terlebih dahulu. Kemudiannya, dengan penstrukturan model, masalah utama akan dirumuskan dan dibuat simulasi untuk mengkaji tingkah laku sistem. Berdasarkan ujian senario yang berbeza, keputusan dianalisis dan cadangan dasar akan disyorkan.

5.3.1. Proses pemodelan

Penyelidikan ini telah dianalisis menggunakan pendekatan Sistem Dinamik (SD). Secara praktikal, SD mempunyai lima peringkat yang perlu diselesaikan untuk proses pemodelan (*Rajah 5.1*). Proses bermula dengan artikulasi masalah yang mana masalah dikenal pasti dengan jelas melalui beberapa aktiviti pemodelan seperti mentakrifkan tujuan model, mengenal pasti pemboleh ubah utama, membangunkan mod rujukan dan menetapkan skop siri masa (Sapiri et al. 2017). Proses seterusnya diteruskan dengan perumusan hipotesis dinamik. Peringkat ini melibatkan pembangunan teori kerja tentang bagaimana masalah itu timbul dengan menunjukkan hubungan pemboleh ubah utama. Ia merupakan satu proses membangunkan model rangka kerja yang dinamakan diagram subsektor sistem pengeluaran kelapa. Diagram ini terdiri daripada pemboleh ubah utama yang mempengaruhi pengeluaran kelapa dan hubungan antara pemboleh ubah lain. Selepas selesai peringkat ini, proses pemodelan diteruskan dengan penggubalan model SD formal. Rumusan model merujuk kepada pembinaan model. Pada peringkat ini, model rangka kerja yang dibangunkan sebelum diubah menjadi diagram stok dan aliran (SFD) menggunakan perisian SD dengan persamaan model untuk menguji lari model tersebut. Setelah model berjaya dibangunkan, proses ujian akan dijalankan untuk memastikan model yang dihasilkan berjaya mengasimilasikan struktur dan tingkah laku sebenar masalah yang mana dalam kes ini adalah sistem pengeluaran kelapa. Akhir sekali, model yang disahkan akan digunakan untuk tujuan intervensi. Namun begitu, laporan ini hanya memfokuskan pada peringkat 1 (artikulasi masalah) sehingga peringkat 4 (ujian model) kerana proses untuk membangunkan trend ramalan ini hanya memerlukan penyelesaian empat peringkat ini sahaja.



Rajah 5.1: Proses pemodelan kajian

5.3.2. Sumber dan pengumpulan data

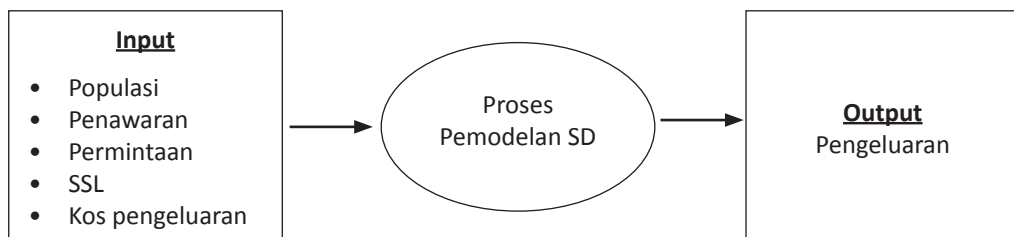
Jenis data yang digunakan untuk menganalisis pemboleh ubah yang terlibat adalah primer dan sekunder. Data primer melibatkan temu bual bersama pemegang taruh industri kelapa untuk mendapatkan gambaran dan pemahaman yang lebih baik mengenai isu semasa dalam industri kelapa di Malaysia. Sementara itu, data sekunder akan diperoleh daripada pangkalan data statistik tempatan dan antarabangsa seperti COMTRADE, FAOSTAT, FAMA dan terbitan Jabatan Perangkaan Malaysia. Data sekunder ini kebanyakannya digunakan untuk mengumpul maklumat tentang pengeluaran dan produktiviti produk kelapa. Justeru, maklumat ini akan digunakan untuk mengukur status dan potensi kelapa tempatan dan global berkenaan dengan aspek pengeluaran dan perdagangan.

5.3.3. Inputs-outputs model SD

Jadual 5.1 menunjukkan input dan output bagi model pengeluaran kelapa SD. Pemboleh ubah tersebut dikategorikan kepada faktor endogen, eksogen dan terkecuali seperti yang dinyatakan dalam *Jadual 5.1*. Contohnya, harga adalah eksogen kerana memanipulasi harga akan mempengaruhi banyak faktor luaran lain yang tidak termasuk dalam sempadan model seperti pencemaran dan kesan ekonomi. Sama seperti iklim dan pengairan yang mempunyai banyak kebergantungan lain, yang bukan tumpuan model. Pemboleh ubah yang dikenal pasti dalam *Jadual 5.1* telah disusun ke dalam input dan output untuk model SD seperti yang ditunjukkan dalam *Rajah 5.2*.

Jadual 5.1: Pemboleh ubah sistem pengeluaran kelapa

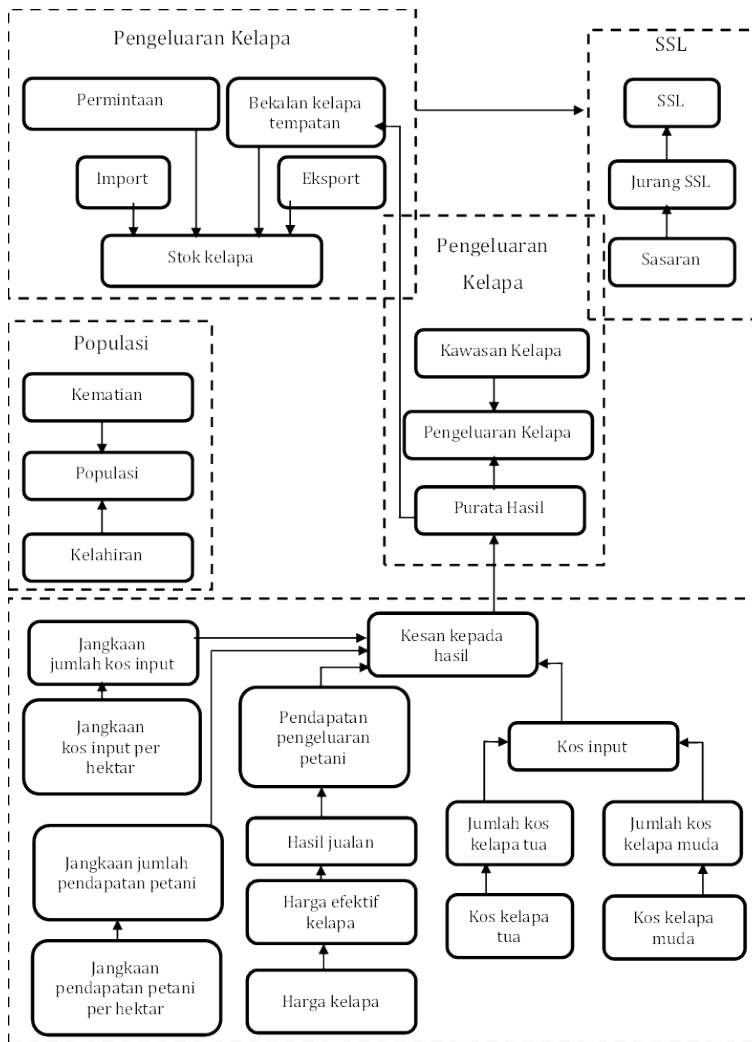
Pemboleh ubah endogen	Pemboleh ubah eksogen	Pemboleh ubah terkecuali
Stok	Import	Perubahan iklim
Permintaan	Eksport	Pengairan
Penawaran	Harga	Jenis tanah
Pengeluaran	Populasi	Teknologi
SSR	Kematian	Kesan ekonomi
Hasil	Kos	Persekitaran
	Benih	Pencemaran
	Tanah	
	Insentif kerajaan	
	Penggunaan	



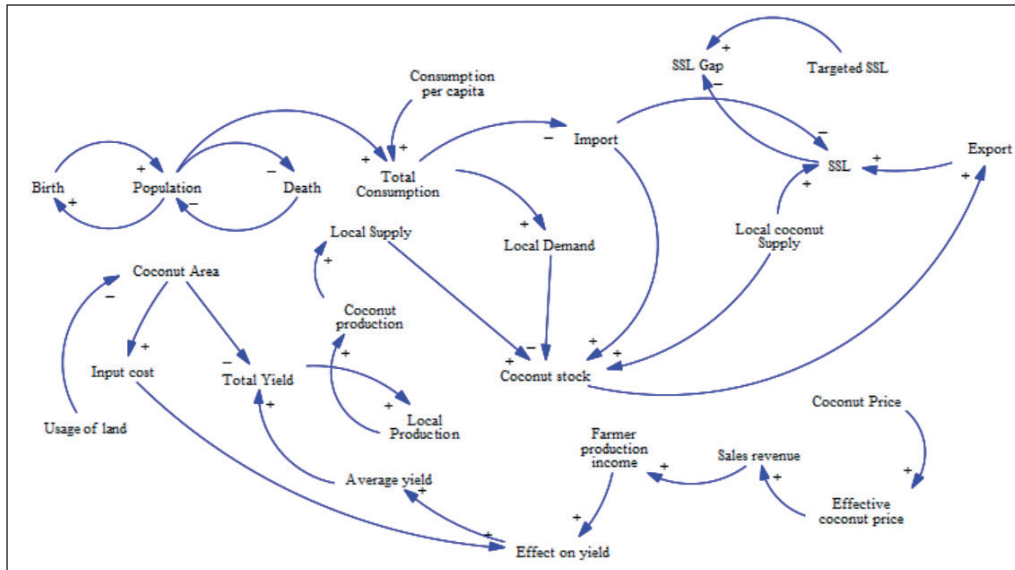
Rajah 5.2: Input-output model SD

5.3.4. Rangka kerja model SD

Kerangka model pengeluaran kelapa ditunjukkan dalam *Rajah 5.3*. Kerangka ini terdiri daripada empat sektor utama yang saling berkaitan iaitu populasi, pengeluaran kelapa, SSL dan kos. Sektor-sektor ini kemudiannya diperluaskan kepada *causal loop diagram* (CLD) seperti yang dibentangkan dalam *Rajah 5.4* untuk menyerlahkan hubungan antara pemboleh ubah yang saling berkaitan secara holistik dalam sistem pengeluaran kelapa. CLD ini menunjukkan bagaimana pemboleh ubah dalam pengeluaran kelapa mempengaruhi antara satu sama lain. Tanda positif (+ve) menunjukkan perubahan pemboleh ubah ke arah yang sama manakala tanda negatif (-ve) menunjukkan pemboleh ubah berubah dengan cara yang bertentangan (Sapiri et al. 2017). Sebagai contoh, populasi dan permintaan mempunyai hubungan tanda positif. Ia menunjukkan bahawa apabila populasi bertambah, permintaan juga meningkat. Manakala hubungan tanda negatif antara pengeluaran kelapa dan import menunjukkan bahawa apabila pengeluaran kelapa meningkat, import berkurangan.



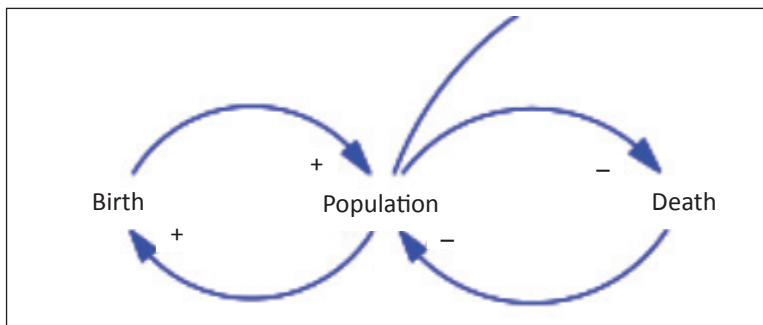
Rajah 5.3: Kerangka model pengeluaran kelapa



Rajah 5.4: CLD model pengeluaran kelapa

5.3.4.1. Sektor populasi penduduk

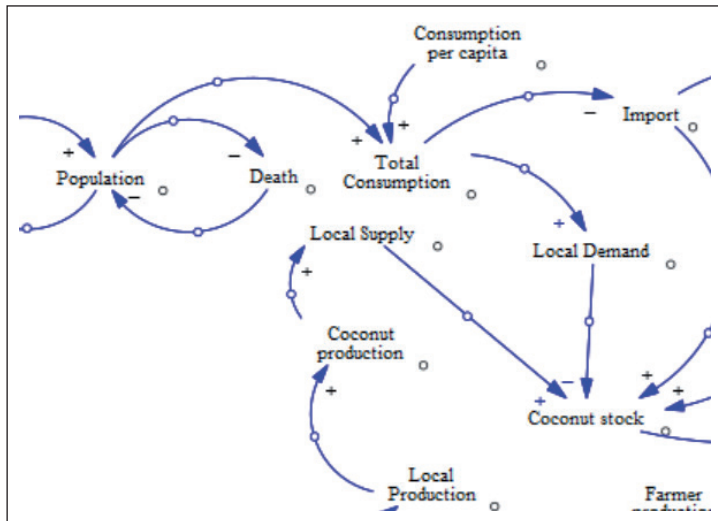
Rajah 5.5 menunjukkan hubungan pemboleh ubah yang menentukan populasi Malaysia. Apabila bilangan kelahiran meningkat, begitu juga populasi diunjurkan meningkat. Apabila kematian meningkat akan memberi kesan kepada penurunan populasi. Angka ini menunjukkan gelung keseimbangan antara populasi dan kematian dan gelung pengukuhan antara kelahiran dan populasi. Selain itu, saiz populasi menentukan jumlah penggunaan kelapa oleh penduduk seperti yang akan dibincangkan dalam bahagian seterusnya.



Rajah 5.5: CLD bagi populasi

5.3.4.2. Sektor pengeluaran kelapa

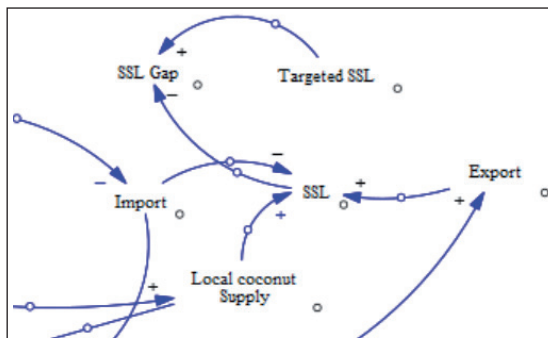
Permintaan terhadap kelapa di Malaysia semakin meningkat seiring dengan bilangan penduduk yang membawa kepada peningkatan pengeluaran kelapa. Subsektor perkaitan pengeluaran kelapa antara pemboleh ubah ditunjukkan dalam *Rajah 5.6*. Penduduk dan penggunaan per kapita digunakan untuk mengira jumlah penggunaan. Permintaan tempatan untuk kelapa meningkat seiring dengan penggunaan keseluruhan.



Rajah 5.6: CLD pengeluaran kelapa

5.3.4.3. Sektor tahap sara diri (SSL)

Akhirnya, CLD bagi tahap sara diri (SSL) ditentukan oleh bekalan kelapa tempatan, import dan eksport. *Rajah 5.7* menunjukkan hubungan pemboleh ubah untuk mengenal pasti SSL dalam kelapa. Peningkatan bekalan kelapa tempatan akan meningkatkan SSL. Begitu juga, apabila eksport meningkat, SSL juga meningkat. Walau bagaimanapun, apabila import meningkat, SSL berkurangan. Sasaran SSL ialah 100% menjelang tahun 2024. Untuk menentukan berapa banyak lagi yang perlu dicapai, jurang SSL ditentukan oleh perbezaan antara sasaran SSL dan SSL semasa. Oleh itu, meningkatkan SSL pastinya akan mengurangkan jurang SSL dengan mencapai sasaran SSL tersebut.



Rajah 5.7: CLD SSL

5.3.5. Formulasi model simulasi

Dalam fasa ini, model simulasi dirumuskan dengan mengubah rajah *causal loop* yang dibangunkan sebelum ini kepada rajah aliran stok. Stok bertindak sebagai takungan untuk mengumpul kuantiti dan menerangkan keadaan sistem. Manakala aliran pula menunjukkan fungsi untuk menambah (*inflow*) dan menurunkan (*outflow*) nilai stok (Sapiri et al. 2017). Gabungan CLD yang dibangunkan akan melengkapikan keseluruhan model simulasi seperti yang ditunjukkan dalam *Rajah 5.8*. Model sistem dinamik boleh ditambah baik dari semasa ke semasa berdasarkan pemboleh ubah yang perlu diuji terlebih dahulu. Model ini dianalisis dengan menggunakan perisian Vensim DSS.

Sehubungan itu, konsep diagram dalam *Rajah 5.8* boleh ditunjukkan melalui persamaan berikut untuk menunjukkan rajah aliran stok:

$$\text{Stok kelapa} = \text{fungsi} (\text{stok kelapa}, \text{import}, \text{penawaran kelapa tempatan}, \text{eksport}, \text{permintaan tempatan})$$

$$d(\text{stok kelapa})/dt = \text{perubahan stok bersih} = \text{import} + \text{penawaran kelapa tempatan} - \text{permintaan tempatan} \quad (3.1)$$

$$\text{SSL} = (\text{penawaran kelapa tempatan} * 100) / (\text{penawaran kelapa tempatan} + \text{import-eksport}) \quad (3.2)$$

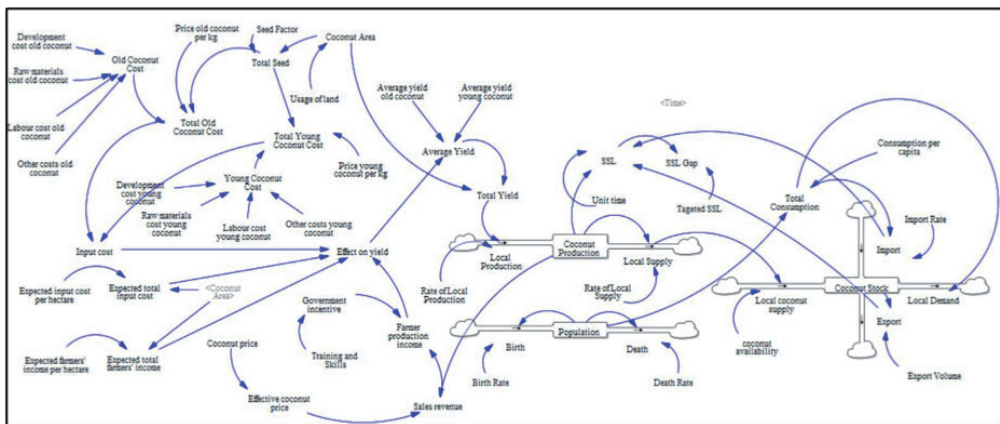
$$\text{Jumlah penggunaan} = \text{populasi} * \text{penggunaan per kapita} \quad (3.3)$$

$$\text{pengeluaran kelapa} = \text{fungsi} (\text{pengeluaran kelapa tempatan}, \text{penawaran tempatan}) \quad (3.4)$$

$$d(\text{pengeluaran kelapa})/dt = \text{perubahan stok bersih} = \text{Kadar pengeluaran kelapa tempatan} - \text{kadar penawaran kelapa tempatan}$$

$$\text{populasi} = \text{fungsi} (\text{populasi}, \text{kadar kelahiran}, \text{kadar kematian}) \quad (3.5)$$

$$d(\text{populasi})/dt = \text{Perubahan populasi bersih}$$

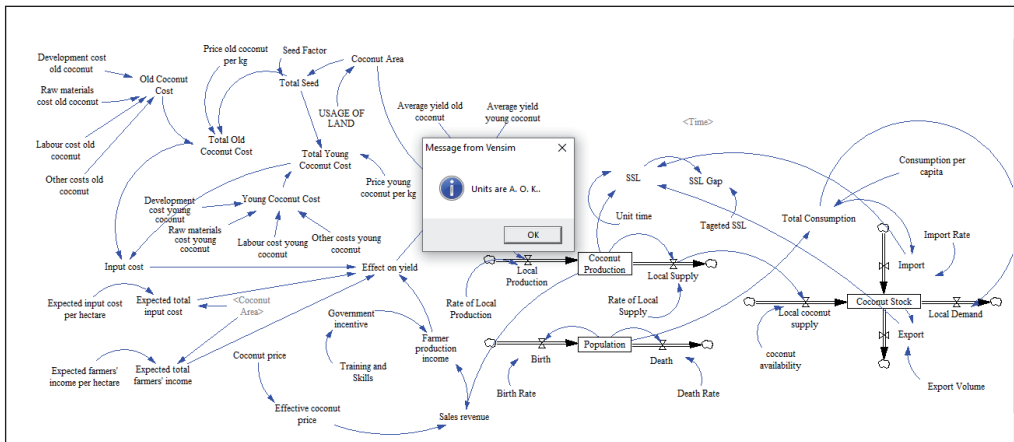


Rajah 5.8: Diagram aliran stok pengeluaran kelapa di Malaysia

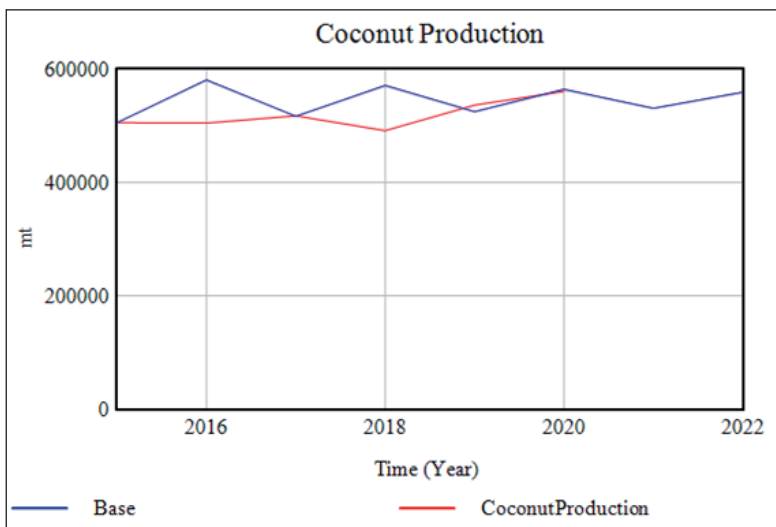
5.3.6. Analisis pengesahan dan penentuan model SD

Setelah model diformalkan untuk membentuk sistem dinamik, model akan melalui proses uji lari data dalam model. Dalam SD, pengesahan merujuk kepada penyalinan struktur sebenar masalah manakala penentuan adalah meniru corak tingkah laku sebenar sistem pengeluaran kelapa (Sterman 2000). Untuk ujian pengesahan struktur, ujian semakan unit dimensi digunakan untuk mengesahkan model. *Rajah 5.9* menunjukkan bahawa model telah lulus ujian semakan unit dengan menunjukkan kotak "Unit OK". Dengan melepasi ujian ini, ia menunjukkan bahawa struktur model simulasi telah berjaya meniru struktur sebenar model.

Untuk ujian penentuan, ujian tingkah laku digunakan untuk mengesahkan model. Formula *Mean Square Error (MSE)* telah digunakan untuk mengira peratusan ralat antara simulasi dan aliran tingkah laku data sebenar. *Rajah 5.10* menggambarkan keputusan ujian pengesahan tingkah laku. Berdasarkan pengiraan, nilai MSE ialah 5%. Dengan nilai ini, ia menunjukkan model telah lulus ujian ini dengan mereplikakan sistem kelapa mengikut trend corak tingkah laku.



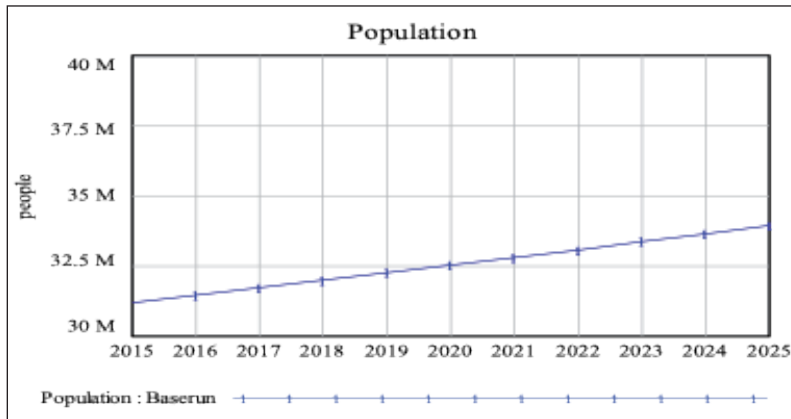
Rajah 5.9: Keputusan ujian unit semakan dimensi



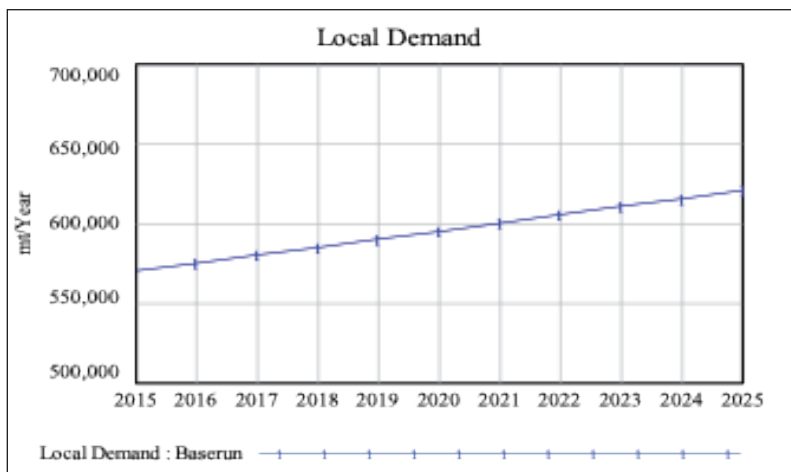
Rajah 5.10: Keputusan trend pengesahan tingkah laku

5.4. HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN

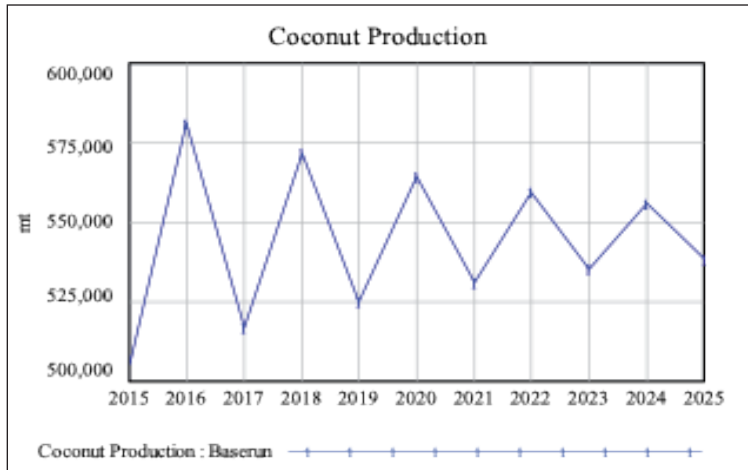
Dapatan daripada model tersebut menunjukkan penduduk Malaysia menunjukkan trend yang semakin meningkat. Seperti yang ditunjukkan dalam *Rajah 5.11*, penduduk telah meningkat daripada 31 juta pada tahun 2015 kepada kira-kira 34 juta pada tahun 2025. Apabila populasi Malaysia bertambah, begitu juga permintaan tempatan untuk kelapa, seperti yang ditunjukkan dalam *Rajah 5.12*. Bagi pengeluaran kelapa, trend menunjukkan aliran naik dan turun, namun dalam jangka panjang aliran itu terus meningkat sepanjang tahun seperti yang disimulasikan dalam *Rajah 5.13*.



Rajah 5.11: Trend tingkah laku penduduk



Rajah 5.12: Trend tingkah laku permintaan kelapa



Rajah 5.13: Trend tingkah laku pengeluaran kelapa

5.5. KESIMPULAN DAN HALA TUJU KAJIAN

Laporan ini meramalkan kemapanan masa depan industri kelapa Malaysia. Keputusan awal pembangunan model menunjukkan bahawa permintaan dan pengeluaran kelapa akan meningkat selari dengan pertumbuhan penduduk dalam tempoh yang sama. Dapatan daripada sokongan kajian ini dilihat menyokong SDG 12 yang berkaitan dengan penggunaan sumber yang baik untuk memastikan pertumbuhan inklusif dalam memajukan peluang saksama untuk pemegang taruh selari dengan pertumbuhan ekonomi dan faedah yang dinikmati bersama oleh setiap lapisan masyarakat.

Hasil kajian ini ialah pembangunan model yang telah melalui proses pengesahan struktur dan penentusahan tingkah laku yang membuktikan model yang dibina ini boleh dilanjutkan sebagai replika satu sistem senario industri kelapa di Malaysia yang kompleks. Keupayaan membina model ini menjadi unjuran yang hampir tepat kepada semua parameter yang dipertimbangkan dalam model sistem dinamik ini. Sepanjang mengaplikasikan model yang dibangunkan ini, segala kelemahan yang berbangkit dan saranan yang timbul pastinya akan dipertimbangkan untuk meningkatkan kecekapan model pada masa hadapan. Sebagai kesinambungan kerja ini, analisis intervensi akan dijalankan untuk mengenal pasti strategi terbaik untuk membantu menangani masalah kemerosotan bekalan kelapa yang dikaitkan dengan pengeluaran kelapa di Malaysia.

5.6. PENGHARGAAN

Penyelidikan ini dijalankan hasil kerjasama Universiti Utara Malaysia (UUM) dengan Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) melalui Geran Kerjasama Industri (Kod S/O: 14930)

5.7. RUJUKAN

- FAOSTAT (2020). Diperoleh pada 18 Mac 2023 dari <https://www.fao.org/faostat/en/>
- Jabatan Perangkaan Malaysia. (2022). Akaun Pembekalan dan Penggunaan Komoditi Pertanian Terpilih, Malaysia, 2016–2020.
- Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan. (2022). Diperoleh pada 1 April 2023 dari www.fama.gov.my
- Mohd Hafizudin, Z. & Tapsir, S. (2018) Malaysian Coconut Industry Outlook, National Coconut Conference.
- Mohd Hafizudin, Z. & Tapsir, S. (2019) Socio-Economic Impacts of Trade Liberalization on Coconut Industry, Technical Paper, Hari Inovasi MARDI 2019, 29–30 Oktober 2019.
- Sapiri, H., Zulkepli, J., Ahmad, N., Zainal Abidin, N., & Hawari, N. N., (2017). Introduction to System Dynamic Modelling and Vensim Software: UUM Press.
- Shil, S. (2013). Trend analysis and forecasting coconut production in Assam. *Journal of Plantation Crops*, 41(2), 238–24.
- Sterman (2000). Business Dynamics: System Thinking and Modelling for a Complex World. McGraw-Hill.