

Skenario Kebijakan Pengelolaan Hutan Berkelanjutan Ekonomi di Wilayah Madiun dan Dampaknya Terhadap Peningkatan Keuntungan dengan Pendekatan Sistem Dinamik

Aisha Sakina Salsabiila dan Budisantoso Wirjodirdjo

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: budisantoso.wirjodirdjo@gmail.com

Abstrak— Berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan tentang Penunjukan Kawasan Hutan dan Perairan, luas kawasan hutan Indonesia sampai dengan 2013 adalah 129.425.443,29 hektar. Luas kawasan hutan Indonesia mencapai 67,32% dari total luas wilayah daratan Indonesia, yakni 1.922.570 km². Perum Perhutani merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang diberikan kewenangan dan tanggung jawab oleh Departemen Kehutanan untuk mengelola hutan Indonesia yang berada di pulau Jawa. Perum Perhutani membagi wilayah kerjanya ke dalam lingkup terkecil yakni Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH), salah satunya adalah KPH Madiun. Dalam melakukan aktivitas pengelolaan hutan, terdapat beberapa jenis pohon yang ditanam. Setiap jenis pohon memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lain, seperti perbedaan lama masa tanam dan area tanam yang dibutuhkan. Setelah melalui masa tanam hingga siap ditebang, jenis pohon yang berbeda akan menghasilkan volume kayu yang berbeda dari setiap batang pohonnya. Kayu, sebagai hasil dari pengelolaan hutan dan juga sebagai sumber pendapatan bagi Perum Perhutani KPH Madiun tersebut, bersumber dari jenis pohon yang beragam sehingga memiliki harga jual yang beragam pula. Penelitian tugas akhir ini akan melihat pola perilaku perolehan keuntungan Perum Perhutani KPH Madiun yang diperoleh dari aktivitas pengelolaan hutan yang berkelanjutan ekonomi, dengan menggunakan pendekatan sistem dinamik. Perum Perhutani KPH Madiun dapat memperoleh masukan mengenai kebijakan terbaik dalam pengelolaan hutan untuk memperoleh keuntungan maksimal. Dari dua skenario kebijakan yang ditawarkan, skenario terpilih yakni skenario dua (pengurangan utilisasi lahan penanaman) yang dapat menghasilkan keuntungan terbesar bagi Perum Perhutani KPH Madiun.

Kata Kunci—Berkelanjutan, hutan, kayu, keuntungan, sistem dinamik.

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan tentang Penunjukan Kawasan Hutan dan Perairan, luas kawasan hutan Indonesia sampai dengan 2013 adalah 129.425.443,29 hektar. Luas kawasan hutan Indonesia mencapai 67,32% dari total luas wilayah daratan Indonesia, yakni 1.922.570 km². Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), sekitar tahun 1990, subsektor kehutanan mampu menyumbang hingga 1,5% terhadap PDB. Tetapi selama kurun waktu 2009-2011 sumbangan sektor kehutanan tidak lebih dari 1%. Kontribusi sektor kehutanan tersebut tidak sebanding dengan luas kawasan hutan Indonesia, (Nurrochmat et al, 2008).

Perum Perhutani merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang diberikan kewenangan dan tanggung jawab oleh Departemen Kehutanan untuk mengelola hutan Indonesia yang berada di pulau Jawa. Perum Perhutani membagi wilayah kerjanya ke dalam lingkup terkecil yakni Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH). Salah satunya adalah KPH Madiun yang mengelola hutan seluas 24.118 Ha.

1.1 Rumusan Masalah

1. Tidak diketahuinya pola perilaku kedepan terkait keuntungan yang diperoleh Perum Perhutani KPH Madiun sebagai hasil dari aktivitas pengelolaan hutan yang berkelanjutan ekonomi di wilayah Madiun.
2. Perlu adanya skenario kebijakan yang efektif terkait aktivitas pengelolaan hutan yang berkelanjutan ekonomi di wilayah Madiun sebagai upaya memprakirakan peningkatan keuntungan Perum Perhutani KPH Madiun.

1.2 Batasan Masalah

Objek pemodelan pengelolaan hutan yang berkelanjutan ekonomi berfokus pada upaya peningkatan perolehan keuntungan Perum Perhutani KPH Madiun. Terdapat empat jenis pohon yang mampu menghasilkan kayu produksi yang ditanam pada wilayah hutan Perum Perhutani KPH Madiun, yakni jati, mahoni, accasia dan sonobrit.

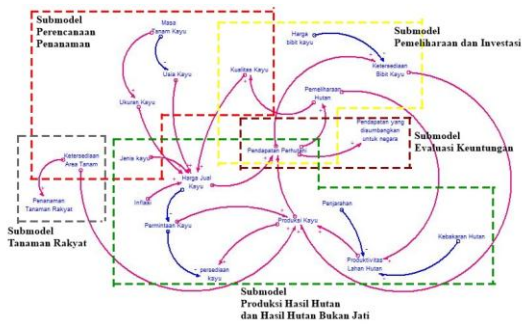
1.3 Tujuan

1. Menganalisis variabel-variabel yang berpengaruh terhadap aktivitas pengelolaan hutan yang berkelanjutan ekonomi di wilayah Madiun oleh Perum Perhutani KPH Madiun.
2. Memperoleh pola perilaku keuntungan yang diperoleh Perum Perhutani KPH Madiun sebagai hasil dari aktivitas pengelolaan hutan yang berkelanjutan ekonomi di wilayah Madiun.
3. Merekomendasikan kebijakan terbaik terkait aktivitas pengelolaan hutan yang berkelanjutan ekonomi di wilayah Madiun sebagai upaya peningkatan keuntungan yang diperoleh Perum Perhutani KPH Madiun

II. PEMODELAN SISTEM

A. Causal Loop Diagram

Causal loop diagram menunjukkan hubungan sebab akibat yang dihubungkan melalui anak panah. Selain itu, *causal loop* diagram berguna untuk menggambarkan keterkaitan antar variabel yang terlibat dalam sistem amatan serta pengaruhnya satu sama lain.

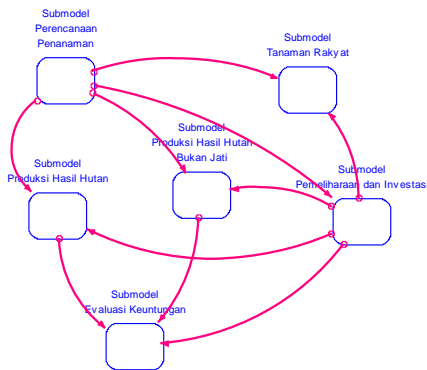


Gambar 1 Causal Loop Diagram

B. Identifikasi Variabel

Pada penelitian ini terdapat enam submodel yang diterapkan, yaitu sub model perencanaan penanaman, pemeliharaan dan investasi, produksi hasil hutan, produksi hasil hutan bukan jati, tanaman rakyat dan evaluasi keuntungan.

C. Model Utama Sistem

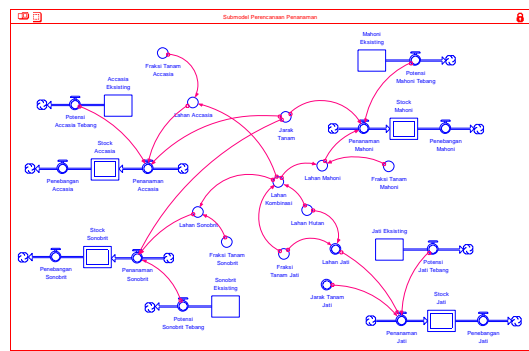


Gambar 2 Model Utama Sistem

Gambar 2 menggambarkan *framework* penentuan skenario kebijakan pengelolaan hutan berkelanjutan di wilayah Madiun sebagai upaya meningkatkan keuntungan yang diperoleh Perum Perhutani KPH Madiun, untuk memudahkan perancangan *stock flow*.

Submodel Perencanaan Penanaman

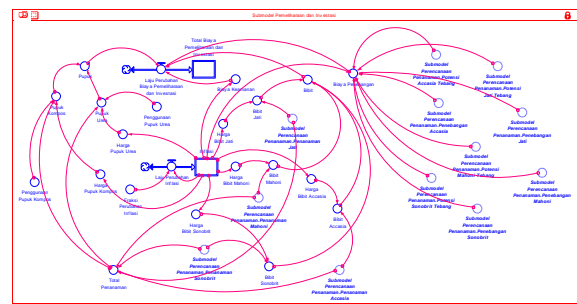
Submodel perencanaan penanaman berkaitan dengan variabel-variabel yang terlibat dalam rencana penanaman pohon di wilayah hutan hingga siap tebang. Terdapat empat *stock* yang menunjukkan jumlah pohon pada kondisi hutan eksisting. Potensi pohon yang mampu ditebang dinyatakan melalui variabel potensi tebang (sebagai *rate*). Setelah dilakukan penebangan maka lahan hutan akan ditanami kembali (ditunjukkan melalui *rate* penanaman untuk setiap jenis pohon). Penanaman dipengaruhi oleh jarak tanam dan alokasi lahan penanaman untuk setiap jenis pohon. Sejumlah pohon yang baru ditanam dinyatakan dalam variabel *stock* berjenis *batch*. Pohon baru ditanam yang telah siap untuk ditebang ditunjukkan oleh variabel penebangan (dalam bentuk *rate*).



Gambar 3 Stock Flow Diagram Submodel Perencanaan Penanaman

Submodel Pemeliharaan dan Investasi

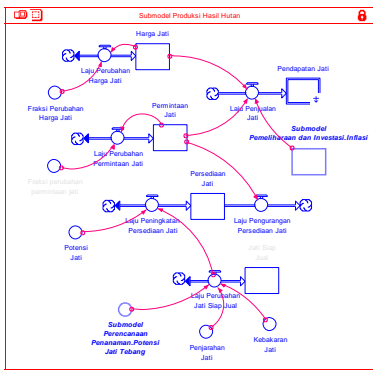
Bertujuan untuk mengetahui besarnya biaya yang dikeluarkan oleh Perum Perhutani KPH Madiun dalam melakukan pemeliharaan hutan beserta biaya yang dikeluarkan untuk investasi. Laju pemeliharaan dan investasi dipengaruhi oleh biaya pemberian pupuk pada pohon yang ditanam, biaya yang diperlukan untuk pengadaan bibit pohon yang akan ditanam, biaya keamanan serta biaya penebangan.



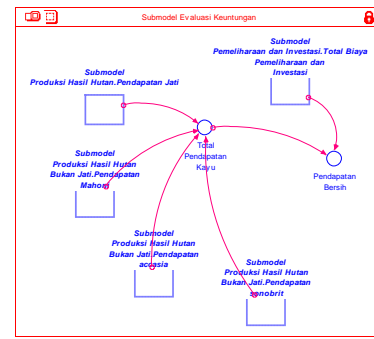
Gambar 4 Stock Flow Diagram Submodel Pemeliharaan dan Investasi

Submodel Produksi Hasil Hutan dan Hasil Hutan Bukan Jati

Kedua submodel memiliki fungsi dan tujuan yang sama, hanya saja menunjukkan jenis pohon yang berbeda. *Stock* menyatakan perolehan pendapatan dari penjualan kayu. Pendapatan kayu tersebut dipengaruhi oleh harga dan jumlah permintaan. Harga dan jumlah permintaan itu sendiri nilainya berubah seiring perubahan waktu dengan dipengaruhi suatu tingkat pertumbuhan. Jumlah permintaan mempengaruhi jumlah persediaan kayu jati. Jumlah permintaan dapat mengurangi persediaan (sebagai *stock*), sedangkan peningkatan persediaan dipengaruhi oleh jumlah tebang kayu yang dihasilkan. Jumlah tebang kayu yang dihasilkan dipengaruhi oleh jumlah penjarahan kayu dan kebakaran.



Gambar 5 Stock Flow Diagram Submodel Produksi Hasil Hutan

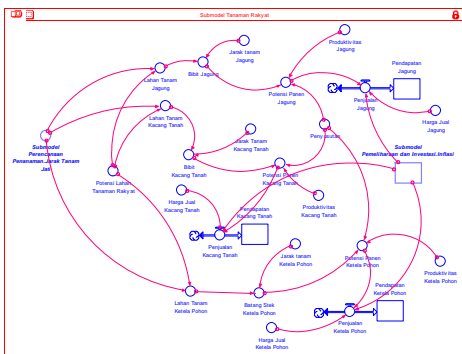


Gambar 7 Stock Flow Diagram Submodel Evaluasi Keuntungan

Submodel Tanaman Rakyat

Submodel tanaman rakyat bertujuan untuk mengetahui hasil yang diperoleh warga sekitar wilayah hutan Perum Perhutani KPH Madiun melalui pemanfaatan lahan hutan bagi warga. Warga diizinkan untuk menanam tanaman di wilayah hutan, tepatnya pada area penanaman jati, dalam kurun waktu 10 tahun sejak bibit pohon jati ditanam. Seluruh keuntungan yang diperoleh dari hasil panen tanaman tersebut dapat dimanfaatkan untuk kepentingan warga.

Terdapat tiga *stock* untuk tiga jenis tanaman rakyat, yakni jagung, kacang tanah dan ketela pohon yang menampilkan pendapatan yang dapat dihasilkan dari penjualan hasil panen tanaman rakyat. Besarnya pendapatan tersebut dipengaruhi oleh banyaknya hasil panen serta harga jualnya. Hasil panen dipengaruhi oleh produktivitas tanaman serta penyusutan tanaman yang berpotensi menghasilkan hasil panen.



Gambar 6 Stock Flow Diagram Submodel Tanaman Rakyat

Submodel Evaluasi Keuntungan

Submodel evaluasi keuntungan bertujuan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh Perum Perhutani KPH Madiun sebagai perbandingan antara hasil dari aktivitas pengelolaan hutan berkelanjutan di wilayah Madiun serta biaya yang dikeluarkan untuk pemeliharaan dan investasi. Melalui variabel pendapatan bersih dapat diketahui total pendapatan dari penjualan kayu jenis jati, mahoni, sonobrit dan accasia yang telah dikurangi dengan besarnya biaya untuk pemeliharaan hutan.

D. Verifikasi dan Validasi

Verifikasi model dilakukan untuk mencocokkan apakah model yang dibuat sudah sesuai dengan koseptualisasi model. Langkah verifikasi dilakukan dengan memeriksa formulasi (*equation*) dan memeriksa unit (satuan) variabel dari model

Validasi dilakukan dengan uji perilaku model/replikasi, bertujuan untuk mengetahui apakah perilaku model sudah sesuai dengan perilaku sistem yang sebenarnya. Pengujian dilakukan pada output simulasi yang dibandingkan dengan data aktual.

Uji perilaku model dilakukan dengan melakukan uji statistik terhadap data aktual dan data output simulasi. Uji statistik yang digunakan adalah uji hipotesa dengan *paired t-test*, dengan penggunaan hipotesa sebagai berikut:

H_0 = Tidak ada perbedaan antara output hasil simulasi dengan data aktual

H_a = Terdapat perbedaan antara output hasil simulasi dengan data aktual

Berdasarkan hipotesa yang telah dinyatakan di atas, selanjutnya dibandingkan nilai p-value hasil paired t-test masing-masing variabel simulasi dengan level signifikan yang digunakan yaitu alpha (α) sebesar 0,05.

Tabel 1 Perhitungan P-Value terhadap Masing-masing variabel

No	Variabel Simulasi	P-value	Pernyataan Hipotesa
1	Pendapatan Jati	0,947	Terima H_0
2	Pendapatan Mahoni	0,213	Terima H_0
3	Pendapatan Accasia	0,311	Terima H_0
4	Pendapatan Sonobrit	0,427	Terima H_0

Berdasarkan perhitungan p-value dari masing-masing variabel dapat diketahui bahwa nilai p-value melebihi nilai alpha (α) yang digunakan, sehingga hasil uji hipotesa adalah terima H_0 . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa berdasarkan uji statistik yang telah dilakukan dengan perhitungan p-value, tidak ada perbedaan yang signifikan antara output simulasi dengan data aktual, sehingga model dapat dikatakan valid.

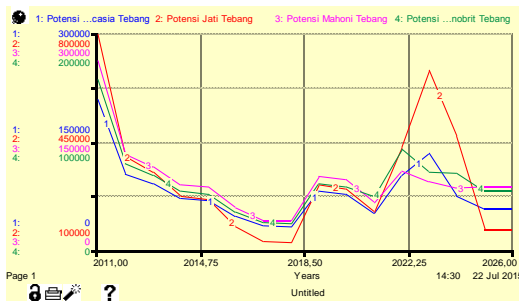
III. SIMULASI MODEL

Running model simulasi ini dilakukan dengan menggunakan *software* Stella. Model simulasi dijalankan

dalam waktu 15 tahun, dimulai dari tahun 2011 hingga tahun 2026. Siklus masa tanam pohon sangat panjang, siklus tersingkat yakni 15 tahun penanaman untuk pohon accasia dan sonobrit.

A. Simulasi Submodel Perencanaan Penanaman

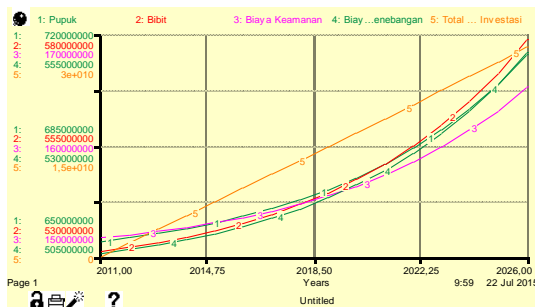
Dilakukan untuk mengetahui jumlah pohon tebangan yang mampu dihasilkan dari lahan yang dialokasikan untuk penanaman suatu jenis pohon tertentu. Tebangan pohon tersebut nantinya akan dijual dan hasil penjualannya menjadi sumber perolehan pendapatan Perum Perhutani KPH Madiun. Diketahui jumlah pohon yang cukup umur dan mampu ditebang di setiap tahunnya, mulai tahun 2011 hingga 2025. Setelah dilakukan penebangan akan dilakukan penanaman kembali pada lahan yang kosong. Masing-masing jenis pohon memiliki masa tanam dan jarak tanam yang berbeda. Penanaman dilakukan dengan sistem *batch*, yakni sejumlah pohon ditanam pada waktu yang bersamaan dan akan dapat ditebang pada saat bersamaan.



Gambar 8 Hasil Simulasi Submodel Perencanaan Penanaman

B. Simulasi Submodel Pemeliharaan dan Investasi

Bertujuan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan oleh Perum Perhutani KPH Madiun dalam aktivitas pengelolaan hutan berkelanjutan. Biaya pemeliharaan dan investasi terdiri dari biaya penggunaan pupuk, pembelian bibit pohon, biaya keamanan dan penebangan.

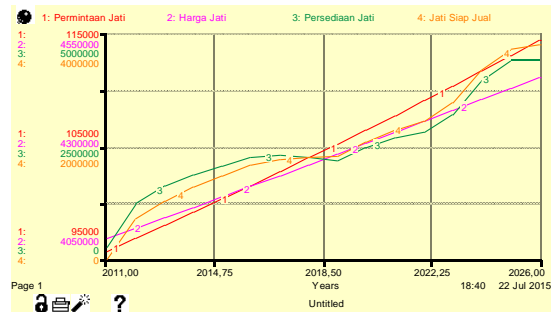


Gambar 9 Hasil Simulasi Submodel Pemeliharaan dan Investasi

C. Simulasi Submodel Produksi Hasil Hutan

Melalui simulasi submodel produksi hasil hutan ini dapat diketahui pola perilaku perolehan pendapatan Perum Perhutani KPH Madiun dari penebangan pohon jati tahun 2011 hingga 2025. Dari sejumlah pohon jati pada hutan eksisting, diketahui jumlah pohon yang telah mencapai umur tebang pada tahun 2011 hingga 2025. Jumlah potensi tebangan jati tersebut

dipengaruhi oleh penjarahan hasil hutan dan kebakaran hutan (baik yang disengaja oleh oknum tertentu maupun tidak sengaja). Selanjutnya, jumlah tebangan jati yang siap dijual (satuan pohon) dinyatakan dalam jumlah volume (m³). Penjualan tebangan jati tersebut dipengaruhi oleh jumlah permintaan dan harga. Jumlah permintaan mengalami perubahan dari waktu ke waktu dipengaruhi oleh fraksi perubahan jumlah permintaan, begitu pula dengan harga jual kayu. Selain itu harga jual kayu juga dipengaruhi oleh inflasi. Apabila permintaan kayu jati lebih sedikit dibandingkan dengan tebangan yang mampu dihasilkan, maka menjadi persediaan kayu. Pada simulasi submodel produksi hasil hutan ini diketahui jumlah persediaan kayu jati, sebagai hasil dari penanaman kayu jati pada masa tanam sebelumnya.



Gambar 10 Hasil Simulasi Submodel Produksi Hasil Hutan

D. Simulasi Submodel Produksi Hasil Hutan Bukan Jati

Selain memproduksi kayu jati sebagai produk utama, Perum Perhutani KPH Madiun juga menanam kayu produksi lainnya, yakni mahoni, accasia dan sonobrit. Simulasi submodel ini sama seperti submodel produksi hasil hutan.

E. Simulasi Submodel Tanaman Rakyat

Simulasi submodel tanaman rakyat menggambarkan pemanfaatan lahan hutan bagi masyarakat sekitar. Melalui simulasi maka dapat diketahui besarnya hasil panen yang dapat diperoleh masyarakat sekitar melalui penanaman tanaman rakyat pada wilayah hutan Perum Perhutani KPH Madiun.

Pada kondisi eksisting terdapat 3 jenis tanaman rakyat, yakni jagung, ketela pohon dan kacang tanah. Setiap jenis tanaman telah ditetapkan alokasi lahan penanamannya, diantara penanaman pohon jati. Setiap jenis tanaman memiliki masa panen berbeda, untuk jagung setiap tahunnya dapat dipanen sebanyak dua kali, sedangkan kacang tanah empat kali dan ketela pohon dua kali.

F. Simulasi Submodel Evaluasi Keuntungan

Simulasi submodel evaluasi keuntungan bertujuan untuk mengetahui keuntungan atau selisih antara pendapatan yang diperoleh Perum Perhutani KPH Madiun dengan besarnya biaya pemeliharaan dan investasi yang harus dikeluarkan perusahaan. Pendapatan yang diperoleh Perum Perhutani KPH Madiun merupakan total hasil penjualan semua jenis kayu, yakni jati, mahoni, accasia dan sonobrit. Sedangkan biaya pemeliharaan dan investasi yang harus dikeluarkan oleh Perum Perhutani KPH Madiun mencakup biaya bibit, pupuk, keamanan dan penebangan.

Tabel 2 *Cash Flow* Hasil *Running* Kondisi Eksisting

Cash Flow			
Keterangan	2011	2012	2013
Operational Cash Flow			
penerimaan dari hasil penjualan	431.892.316.645	441.103.730.366	450.652.780.349
pembayaran kebutuhan pupuk	654.715.044	655.864.401	657.196.735
pembayaran budidaya bibit	531.101.178	532.033.530	533.114.311
biaya keamanan hutan	151.672.500	151.938.762	152.247.413
biaya penebangan pohon	505.575.000	506.462.540	507.491.376
Total Operational Cash Flow	430.049.252.923	439.257.431.133	448.802.730.514
Increasing/Decreasing Cash Flow	430.049.252.923	439.257.431.133	448.802.730.514
Cash Beginning Balance	320.880.100.250	750.929.353.173	1.190.186.784.306
Cash Ending Balance	750.929.353.173	1.190.186.784.306	1.638.989.514.819

IV. SKENARIO KEBIJAKAN

Pada bab ini akan dijelaskan alternatif skenario yang akan diterapkan terhadap penentuan kebijakan pengelolaan hutan berkelanjutan di wilayah Madiun sebagai upaya peningkatan perolehan keuntungan Perum Perhutani KPH Madiun. Alternatif skenario yang akan diterapkan dibuat dengan merubah variabel yang memungkinkan untuk dikontrol oleh *stakeholder*.

Variabel yang akan diubah nilainya adalah fraksi luas lahan penanaman. Variabel tersebut akan berpengaruh terhadap jumlah pohon tebangan yang mampu dihasilkan serta produksi kayu yang dihasilkan. Variabel tersebut juga akan mempengaruhi biaya pemeliharaan dan investasi yang dikeluarkan Perum Perhutani KPH Madiun. Alternatif skenario kebijakan dengan perubahan nilai variabel fraksi luas lahan penanaman, mengacu pada *output* yang diperoleh dari *running* simulasi eksisting.

Skenario 1: Penanaman kembali lahan hutan sejumlah tebangan pohon sebelumnya

Pada skenario pertama, akan dilakukan perubahan jumlah penanaman pohon pada saat aktivitas penanaman kembali setelah penebangan. Pada kondisi eksisting, perencanaan penanaman mulai tahun 2011 hingga 60 tahun kedepan, telah ditetapkan alokasi lahan penanaman untuk setiap jenis pohon. Dengan ditetapkannya alokasi lahan penanaman, maka dapat diketahui kebutuhan bibit untuk penanaman pohon jati, mahoni, *accasia* dan *sonobrit* setiap tahunnya selama 60 tahun kedepan. Pada skenario 1 kali ini, jumlah bibit pohon baru yang akan ditanam menyesuaikan dengan jumlah pohon yang telah ditebang. Sehingga lahan yang telah kosong akan dapat terisi kembali melalui penanaman bibit pohon dengan jumlah yang sama. Rekap hasil simulasi skenario 1 ditampilkan melalui *cash flow* berikut ini:

Tabel 3 *Cash Flow* Hasil *Running* Skenario 1 (2011-2013)

Cash Flow			
Keterangan	2011	2012	2013
Operational Cash Flow			
penerimaan dari hasil penjualan	431.892.316.645	441.103.730.366	450.652.780.349
pembayaran kebutuhan pupuk	1.282.021.119	647.128.834	564.864.190
pembayaran budidaya bibit	1.057.238.217	533.664.542	465.824.304
biaya keamanan hutan	151.672.500	151.938.762	152.247.413
biaya penebangan pohon	505.575.000	506.462.540	507.491.376
Total Operational Cash Flow	428.895.809.809	439.264.535.688	448.962.353.065
Increasing/Decreasing Cash Flow	428.895.809.809	439.264.535.688	448.962.353.065
Cash Beginning Balance	320.880.100.250	749.775.910.059	1.189.040.445.748
Cash Ending Balance	749.775.910.059	1.189.040.445.748	1.638.002.798.813

Skenario 2: Mengurangi utilisasi lahan hutan Perum Perhutani KPH Madiun

Pada skenario kedua, akan dilakukan pengurangan utilisasi lahan hutan. Pada kondisi eksisting, untuk rencana penanaman tahun 2011 hingga 60 tahun ke depan, telah ditetapkan alokasi penanaman untuk setiap jenis pohon (*jati*, *mahoni*, *accasia* dan *sonobrit*). Penanaman dilakukan pada seluruh wilayah hutan atau penggunaan utilisasi lahan secara maksimal. Berdasarkan hasil *running* simulasi kondisi eksisting, diperkirakan bahwa akan terjadi penumpukan jumlah persediaan kayu akibat besarnya selisih antara jumlah permintaan kayu dengan jumlah produksi kayu. Sehingga pada skenario kedua ini, utilisasi lahan hutan akan dikurangi menjadi 90%, dengan tidak merubah alokasi atau persentasi lahan tanam untuk setiap jenis kayu. Rekap hasil simulasi skenario 2 ditampilkan melalui *cash flow* berikut ini:

Tabel 4 *Cash Flow* Hasil *Running* Skenario 2 (2011-2013)

Cash Flow			
Keterangan	2011	2012	2013
Operational Cash Flow			
penerimaan dari hasil penjualan	431.892.316.645	441.103.730.366	450.652.780.349
pembayaran kebutuhan pupuk	589.244.710	590.279.133	591.478.235
pembayaran budidaya bibit	477.991.940	478.831.058	479.803.763
biaya keamanan hutan	151.672.500	151.938.762	152.247.413
biaya penebangan pohon	505.575.000	506.462.540	507.491.376
Total Operational Cash Flow	430.167.832.495	439.376.218.873	448.921.759.561
Increasing/Decreasing Cash Flow	430.167.832.495	439.376.218.873	448.921.759.561
Cash Beginning Balance	320.880.100.250	751.047.932.745	1.190.424.151.618
Cash Ending Balance	751.047.932.745	1.190.424.151.618	1.639.345.911.179

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah

1. Pada *stock flow* diagram dibuat enam submodel sebagai representasi model konseptual, antara lain submodel perencanaan penanaman, submodel pemeliharaan dan investasi, submodel produksi hasil hutan, submodel produksi hasil hutan bukan jati, submodel tanaman rakyat dan submodel evaluasi keuntungan.
2. Variabel pendapatan dipengaruhi oleh jumlah permintaan dan harga jual kayu. Fraksi lahan penanaman untuk setiap jenis kayu akan mempengaruhi jumlah bibit kayu yang akan ditanam, serta mempengaruhi biaya pemeliharaan dan investasi. Sedangkan jumlah kayu yang dapat dihasilkan dari penanaman dipengaruhi oleh aktivitas penjarahan dan kebakaran hutan. Besarnya keuntungan bergantung pada pendapatan yang diperoleh serta biaya pemeliharaan dan investasi yang dikeluarkan perusahaan. Biaya pemeliharaan dan investasi mencakup biaya pupuk, bibit, keamanan dan penebangan.
3. Dengan dilakukannya simulasi, maka dapat diketahui pola perilaku perolehan keuntungan yang diperoleh Perum Perhutani KPH Madiun pada tahun 2011 hingga 2025. Melalui pola perilaku tersebut maka perusahaan dapat memperoleh prakiraan tentang besarnya keuntungan yang diperoleh.
4. Skenario 1 yakni perubahan jumlah bibit pohon saat penanaman kembali (menyesuaikan dengan jumlah pohon ditebang) dan skenario 2, yakni pengurangan utilisasi lahan hutan. Melalui hasil *running* simulasi untuk kedua skenario, diketahui bahwa kedua skenario memberikan

peningkatan pada perolehan keuntungan Perum Perhutani KPH Madiun, dengan nilai keuntungan terbesar diperoleh dari skenario 2.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asyiwati, Y., 2002. *Pendekatan Sistem Dinamik Dalam Penataan Ruang Wilayah Pesisir*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [2] Bagian Data dan Informasi, B. P. S. J., 2014. *Statistik Kementerian Kehutanan Tahun 2013*. Jakarta: Kementerian Kehutanan.
- [3] Barlas, Y., 1994. *Model validation in System Dynamics*. Istanbul, International System Dynamics Conference.
- [4] Coyle, R., 1979. *Management System Dynamics*, New York: John Wiley and Sons.
- [5] Forrester, J., 1999. *System Dynamics: the Foundation Under Systems Thinking*. s.l.:Sloan School of Management, Massachusetts Institut of Technology .
- [6] Indriatmoko, R. H., 2009. *Membangun "Sistem Dinamis untuk Menghitung Debit Puncak" (SDPP) dengan Menggunakan Stella Versi 9.0.2 (Uji Aplikasi untuk Wilayah Banjir di Kecamatan Makasar Jakarta Timur)*. Jakarta, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPP Teknologi.
- [7] Nurrochmat, D. R., 2008. *Kontribusi Kehutanan Terhadap Produk Domestik Bruto*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- [8] Rahmawaty, S. M., 2004. *Hutan: Fungsi dan Peranannya Bagi Masyarakat*. Medan: Fakultas Pertanian, Program Ilmu Kehutanan, Universitas Sumatera Utara.
- [9] Richardson, G. & Pugh, A., 1986. *Introduction to System Dynamics Modelling with Dynamo*. Cambridge, Massachusette, London: The MIT Press.
- [10] Soeriaatmadja S.H, P. D. A., 2010. *Laporan Akhir Kompendium Bidang Hukum Keuangan Negara*, Jakarta: Badan Pembinaan Hukum Nasional Kementerian Hukum dan HAM-Republik Indonesia.
- [11] Sterman, J. D., 2000. *Business Dynamics Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. s.l.:The McGraw-Hill Companies, Inc..
- [12] Tarida, F. H., 2015. *Analisis Kebijakan Pengembangan Ekowisata Berbasis Sektor Pertanian dan Dampaknya Terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD) dan Produk Domestik Bruto (PDRB) di Kabupaten Malang (Pendekatan Sistem Dinamik)*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [13] Wandani, O. E., 2015. *Analisis Kebijakan Pengembangan Ekowisata di Pulau Lumpur dan Pengaruhnya Terhadap Perekonomian Daerah Sidoarjo: Sebuah Pendekatan Sistem Dinamik*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [14] Wolstenholme, E., 1989. An Overview of Systems Dynamics. *Transactions of the Institute of Management and Control*, 11(4), pp. 171-179.