

III.2.2 STUDI KASUS 2 : SIMULASI PERKEMBANGAN TEGAKAN SETELAH PEMANENAN DENGAN MODEL SYMFOR oleh AYI SUYANA DAN SUKARYA

III.2.2 CASE STUDY 2 : SIMULATING THE DEVELOPMENT OF LOGGED OVER STANDING STOCK USING SYMFOR MODEL by AYI SUYANA AND SUKARYA

Abstrak

Paper ini memberikan penjelasan mengenai struktur tegakan sebelum dan sesudah pemanenan menggunakan sistem *Reduce Impact Logging* (RIL), yang diperoleh dari hasil simulasi model SYMFOR. (Silviculture and Yield Management for Tropical Forests)

Simulasi ini menggunakan data dari pengukuran Petak Ukur Permanen proyek STREK-BPKS di Labanan Berau., Kalimantan Timur Lokasi plot berada dalam areal Rencana Karya Tahunan (RKL) I. PT Inhutani Unit Labanan, Berau, yang merupakan areal bekas tebangan tahun 1981.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa produksi kayu pada penebangan ke dua relatif masih tinggi, sedangkan pada penebangan ke tiga lebih rendah, dan selanjutnya cenderung stabil. Pada studi kasus dengan menggunakan sistem pemanenan RIL, dan batas diameter pohon yang ditebang 50 cm, maka penambahan jangka waktu penebangan dari 35 tahun menjadi 45 tahun akan meningkatkan produksi kayu sebesar 28 – 38%.

Pendahuluan

Prinsip kelestarian dalam pengelolaan hutan produksi mengandung makna terjaminnya kelangsungan produksi hutan. Hal ini berarti pemanenan hutan harus sesuai dengan kemampuan produktivitas hutan yang dapat diukur dengan berapa besar kemampuan hutan menghasilkan riap.

Untuk mempelajari riap dan hasil tegakan hutan tropika alam, dan pengaruh dari intervensi silvikultur, DFID dan Universitas Edinburgh telah mengembangkan suatu model simulasi komputer yaitu SYMFOR (*Silviculture and Yield Management for Tropical Forests*).

Abstract

This paper gives discusses standing stock structure before and after harvesting under a Reduced Impact Logging (RIL) system, using results obtained from forest growth and yield simulations with the SYMFOR (Silviculture and Yield Management for Tropical Forests) model.

This simulations were performed using data from STREK-BFMP Permanent Sample Plots (PSP) within the Labanan Concession, Berau, East Kalimantan. The surveyed plots are located in RKL I (the first five year planning area) of PT Inhutani I Labanan Unit. This area was logged in 1981.

The simulation results indicate that log production obtained from the second harvesting cycle is still relatively high, while log production from the third cutting cycle is lower but stabilizes in the fourth and subsequent harvests. In the case study performed using RIL harvesting system with cutting diameter limit of 50 cm, it was found that increasing the length of the cutting cycle from 35 years to 45 years will improve log production by 28 – 38%.

Introduction

The principle of sustainability in production forest management requires that the forest is able to produce a steady quantity of timber at every harvest (within a set cycle length) from now into the future. This means that the amount of timber harvested must be set according to the production capability of the forest, which is normally measured by its annual standing stock increment.

In order to study the growth and production potential of natural tropical forests, and the impacts of silvicultural interventions, the DFID and University of Edinburgh has developed a

Paper ini memberikan penjelasan mengenai struktur tegakan sebelum dan sesudah pemanenan menggunakan sistem *Reduce Impact Logging* (RIL), yang diperoleh dari hasil simulasi model SYMFOR.

Simulasi ini menggunakan data dari pengukuran Petak Ukur Permanen proyek STREK-BPKS di Labanan Berau. Hasil simulasi dapat digunakan untuk memberikan saran-saran perbaikan sistem silvikultur pengelolaan hutan produksi, baik hutan primer maupun bekas tebangan, seperti:

- Prediksi penutupan kembali (recovery) hutan bekas pembalakan
- Menentukan siklus tebangan optimal, dan
- Mencoba berbagai sistem manajemen hutan untuk beberapa siklus tebangan dalam rangka evaluasi kelestarian hutan.

Metode

Data

Simulasi menggunakan data dari 6 plot STREK-BPKS terdiri dari 4 plot masing-masing seluas 1 ha (24 plot @ 1 ha), dari hasil pengamatan pertama yaitu tahun 1991. Plot ini merupakan plot percobaan pemanenan dengan sistem RIL di mana jalan sarad direncanakan sebelum penebangan, kemudian arah rebah ditentukan sedapat mungkin mengikuti arah jalan sarad.

Lokasi plot berada dalam areal Rencana Karya Tahunan (RKL) I. PT Inhutani Unit Labanan, Berau, yang merupakan areal bekas tebangan tahun 1981. Data tegakan yang digunakan dalam simulasi ini terdiri dari : nomor pohon, jenis, diameter pohon di atas 10 cm, posisi pohon dengan sistem koordinat X – Y, kelas tajuk, dan kelas kualitas pohon.

Skenario Silvikultur

Simulasi menggunakan skenario silvikultur sebagai berikut :

Simulasi 1: **Tanpa intervensi.** Perkiraan pertumbuhan tegakan (tanpa pemanenan) untuk 140 tahun. Hasil simulasi ini akan dipergunakan untuk simulasi selanjutnya.

forest growth and yield computer simulation model called SYMFOR (Silviculture and Yield Management for Tropical Forests).

This paper presents and discusses results from SYMFOR simulations using data obtained from the STREK Plots in the Labanan Concession, Berau.

The simulation results can be used to give suggestions on improving silvicultural and management systems for production forest, both primary and logged over. Information can be produced to allow the following

- *Observation of forest recovery following logging*
- *Determination of an optimal cutting cycle, and;*
- *Testing of several forest management options and alternative cutting cycles to create a sustainable system*

Methodology

Data

Simulations were performed using data from 6 STREK plots, which are each sub-divided into 4 sub-plots of 1 ha each. This data was obtained during the first data collection campaign in 1991. This plot as harvesting trial plot using RIL system whereas the skidding road have been planed before cutting, and then direction of tree's falling down will be determined appropriate with direction of skidding road.

The plots are located in RKL I (Rencana Karya Lima Tahunan – Five Year Planning) area within PT Inhutani I Concession at Labanan, Berau. This area was logged in 1981. The standing stock data required as input for a SYMFOR simulation consists of : tree species, DBH (diameter at breast height), and position (X-Y coordinates) for each individual tree in the stand with a DBH >10cm

Silvicultural Scenarios

Using the same input data sets, simulations were performed under three silvicultural scenarios, namely:

*Simulation 1: **No Intervention.** Prediction of standing stock growth (without*

- Simulasi 2 : **Simulasi dengan pemanenan** menggunakan RIL dimana penebangan didahului dengan penentuan arah rebah dan siklus tebangan ditentukan 35 tahun.
- Simulasi 3 : **Sama dengan simulasi 2** tapi dengan siklus tebangan 45 tahun.

Sebelum simulasi dijalankan, terlebih dulu ditentukan kondisi-kondisi seperti berikut:

- Jenis pohon dikelompokkan kedalam dua kelompok jenis (species groups), yaitu kelompok jenis komersial dan non-komersial.
- Jangka waktu simulasi 140 tahun, siklus tebangan 35 dan 45 tahun. Karena pemanenan pertama dilakukan pada tahun 1979 sedangkan data dikumpulkan mulai tahun 1991, maka untuk siklus tebangan 35 tahun pemanenan ke dua akan dilakukan pada tahun 2014 dan untuk siklus tebangan 45 tahun pada tahun 2024.
- Produksi ditentukan 70 persen dari seluruh pohon yang layak ditebang, atau dengan kata lain 30 persen pohon-pohon tersebut kualitasnya rendah. Gambaran tersebut diperoleh dari analisa pemanenan yang dilakukan oleh BFMP

Analisis

Modul SYMFOR memerlukan pengolahan statistik terhadap estimasi yang dihasilkan, untuk itu diperlukan adanya ulangan (replikasi). Ulangan dibuat 5 kali sehingga untuk 24 PUP akan diperoleh 120 hasil simulasi. Berdasarkan hasil simulasi tersebut selanjutnya dihitung :

- a. Estimasi potensi dan produksi kayu tiap plot, dan
- b. Rata-rata potensi dan produksi serta galat baku untuk setiap perlakuan silvikultur.

Untuk mengetahui perbedaan pengaruh perlakuan dilakukan uji statistik t (t-student) antara dua sampel, dengan asumsi varians tidak sama (unequal varians). Cara pengujian ini dilakukan dengan menggunakan fasilitas dalam program EXCEL.

harvesting) for 140 years. The result of this simulation is used for subsequent simulation.

*Simulation 2: **RIL harvesting on a 35 year cycle.** The selected crop trees were felled using RIL techniques (pre-planned skid trails and directional felling), with a 35 year cutting cycle.*

*Simulation 3: **RIL harvesting on a 45 year cycle.** As above, but with a 45 year cutting cycle.*

Prior to performing the simulations, the following conditions were set:

- *All trees in the forest were classified into one of two groups : Commercial species and Non-Commercial species.*
- *The simulation period was set at 140 years (that is 140 years into the future from the date the input data was collected).*
- *A commercial timber 'Quality Limit' was set at 70 %. This means that only 70 % of the trees which are of suitable species and size for harvesting are harvested – the other 30% are considered to be of poor quality. This figure comes from harvesting analysis done by BFMP.*

Analysis

The SYMFOR model has several random features (stochastic processes) within it, and therefore it is necessary to make several replications of the same simulation, before analysing the output data statistically. Five replications have been made for each PUP, therefore for this analysis there were a total of 120 simulations for 24 PUPs. Based on the simulation results, the following factors were then calculated:

- a. Commercial timber production potential;*
- b. Average commercial timber production potential and standard error for each silvicultural treatment.*

To determine the difference between silvicultural treatments, a t test statistical analysis was performed for two samples, with variants assumed to be unequal. This type of statistical analysis was carried out using the existing facility in EXCEL computer programme.

Hasil

Siklus Tebang 35 Tahun Perlakuan Penebangan RIL

Simulasi dilakukan untuk mendapatkan estimasi Jumlah pohon, volume perhektar diameter rata-rata pohon yang dipanen apabila digunakan siklus tebang 35 tahun. Hasil simulasi seperti disajikan pada Tabel 1.

Results

35 year cutting cycle with RIL harvesting

According to the simulation results, the commercial timber production for each cutting cycle is as shown in Table 1.

Tabel. 1. Estimasi Produksi Kayu Jenis Komersil (Siklus tebang 35 tahun).

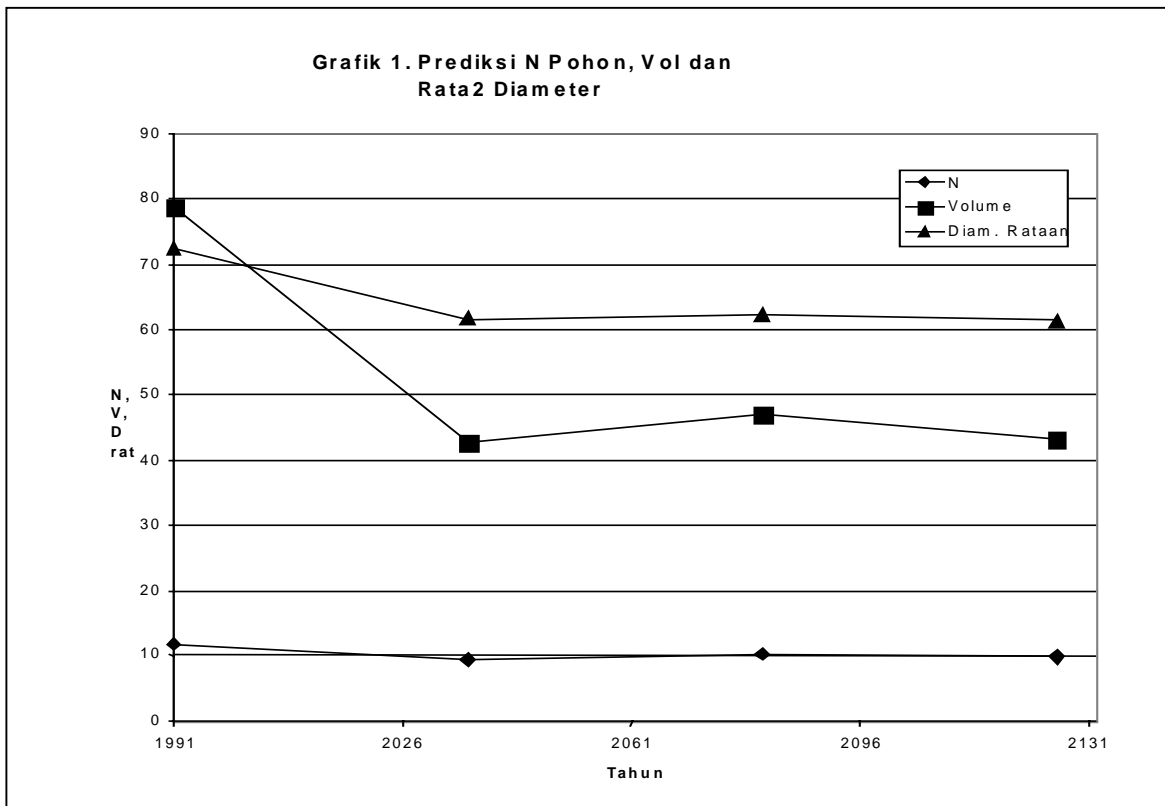
Table. 1. Estimated Commercial Log Production

Tahap Pemanenan <i>Harvest umber</i>	Tahun <i>Year of Simulation</i>	Jumlah Pohon <i>Average Number of Stems arvested</i>	Volume (m3) <i>Average Total Volume Harvested</i>	Diameter rata-rata (Cm) <i>Average Stem Diameter</i>
2	2014	11.9 ± 3.42	78.69 ± 23.41	72.47 ± 4.66
3	2049	9.30 ± 2,37	42.61 ± 14,21	61,62 ± 2,31
4	2084	10,20 ± 1,61	46,87 ± 8,24	62,27 ± 1,70
5	2119	9,80 ± 1,32	43,09 ± 6,60	61,33 ± 1,12

All data are reported ± one standard error

Hasil simulasi dapat juga disajikan dalam bentuk grafik seperti diperlihatkan pada Grafik I.

The simulation results can also be presented graphically, as shown in Graphic 1.



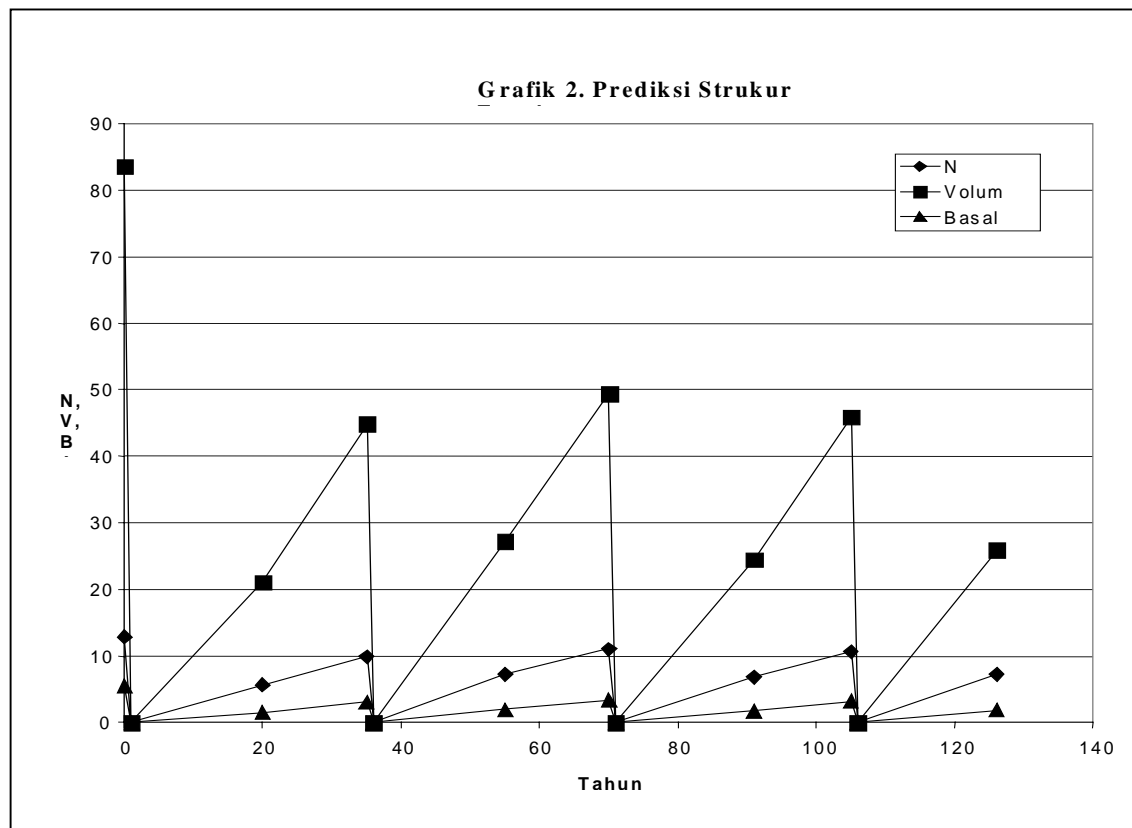
Sedangkan Tabel 2 dan 3 menunjukkan estimasi potensi tegakan jenis komersil dan non komersil sebelum, setelah dan pada waktu penebangan selama waktu simulasi.

Meanwhile, the commercial and non commercial standing stock during the simulation period is presented in Table 2 and 3.

Tabel 2. Estimasi Potensi Tegakan Jenis Komersil

Table 2. Commercial Standing Stock over the simulation period

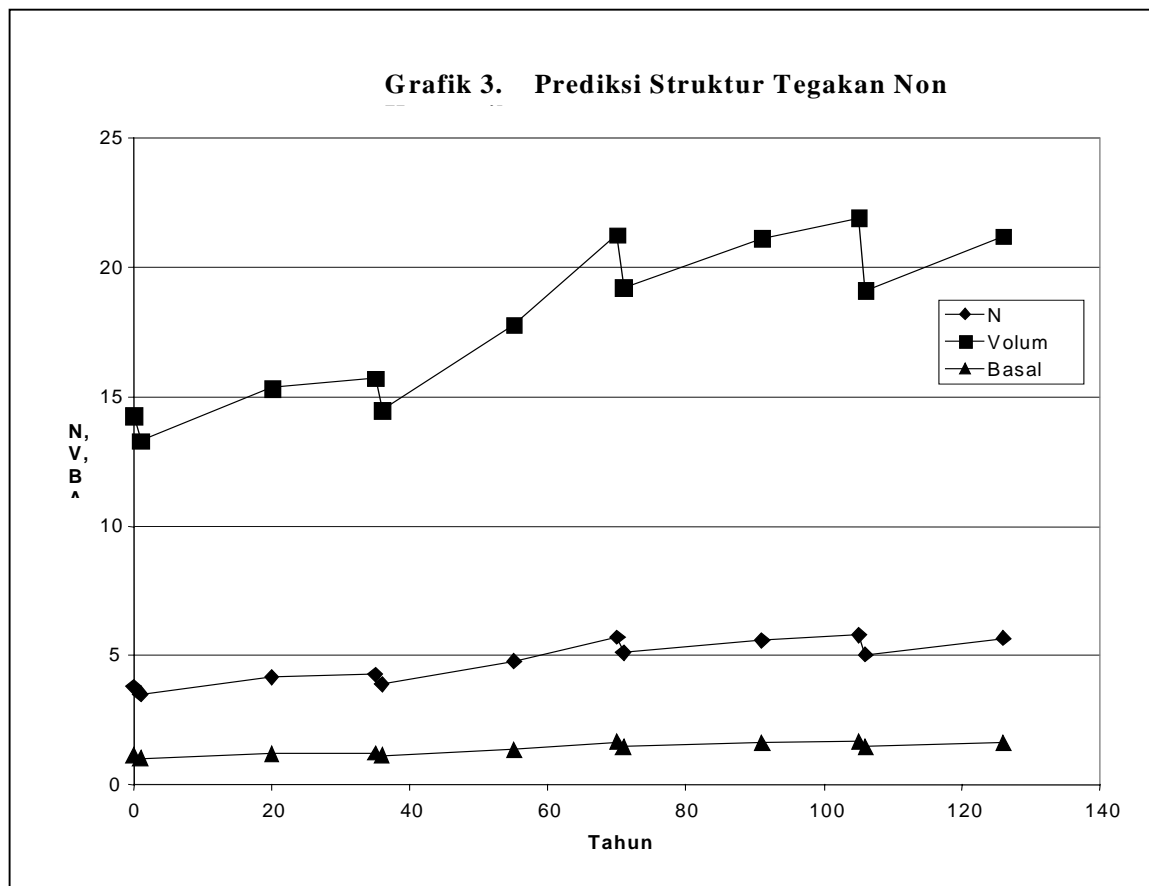
Tahun <i>Year</i>	Jumlah Pohon <i>Number of Commercial Stems</i>	Volume (m3/ha) <i>Commercial Volume</i>	Keterangan <i>Remark</i>
2014	12,8 ± 4,15	83,59 ± 26.91	Tebangan 1
2015	0	0	Setelah tebangan 1
2034	5,7 ± 2,5	21,12 ± 10,41	20 tahun setelah tebangan 1
2049	9,9 ± 2,8	44,82 ± 16,07	Tebangan 2
2050	0	0	Setelah Tebangan 2
2069	7,2 ± 1,2	27,17 ± 5,15	20 tahun setelah tebangan 2
2084	11,0 ± 1,8	49,39 ± 8,83	Tebangan 3
2085	0	0	Setelah Tebangan 3
2104	6,8 ± 1,1	24,54 ± 3,91	20 tahun setelah tebangan 3
2119	10,7 ± 1,5	45,93 ± 7,21	Tebangan 4
2120	0	0	Setelah Tebangan 4
2139	7,3 ± 1,3	25,88 ± 5,26	20 tahun setelah tebangan 4



Tabel 3. Estimasi Potensi Tegakan Jenis Non-Komersil

Table 3. Non-Commercial stems in the residual stand over the simulation period

Tahun <i>Year of Simulation</i>	Jumlah Pohon <i>Average Number of Stems</i>	Volume (m3/ha) <i>Average Volume (m3/ha)</i>	Keterangan <i>Remark</i>
2014	3,8 ± 1,81	14,29 ± 6,67	Tebangan 1
2015	3,50 ± 1,7	13,29 ± 6,30	Setelah tebangan 1
2034	4,1 ± 2,0	15,33 ± 7,50	20 tahun setelah tebangan 1
2049	4,2 ± 2,0	15,73 ± 7,58	Tebangan 2
2050	3,9 ± 2,0	14,50 ± 7,27	Setelah Tebangan 2
2069	4,8 ± 1,9	17,79 ± 8,54	20 tahun setelah tebangan 2
2084	5,7 ± 1,7	21,25 ± 7,70	Tebangan 3
2085	5,1 ± 1,7	19,23 ± 7,61	Setelah Tebangan 3
2105	5,6 ± 1,8	21,14 ± 8,29	20 tahun setelah tebangan 3
2119	5,8 ± 1,3	21,91 ± 6,50	Tebangan 4
2120	5,0 ± 1,3	19,11 ± 6,06	Setelah Tebangan 4
2140	5,6 ± 1,4	21,21 ± 6,44	20 tahun setelah tebangan 4



Siklus Tebang 45 Perlakuan Penebangan RIL

45 Years Cutting Cycle with RIL Treatment

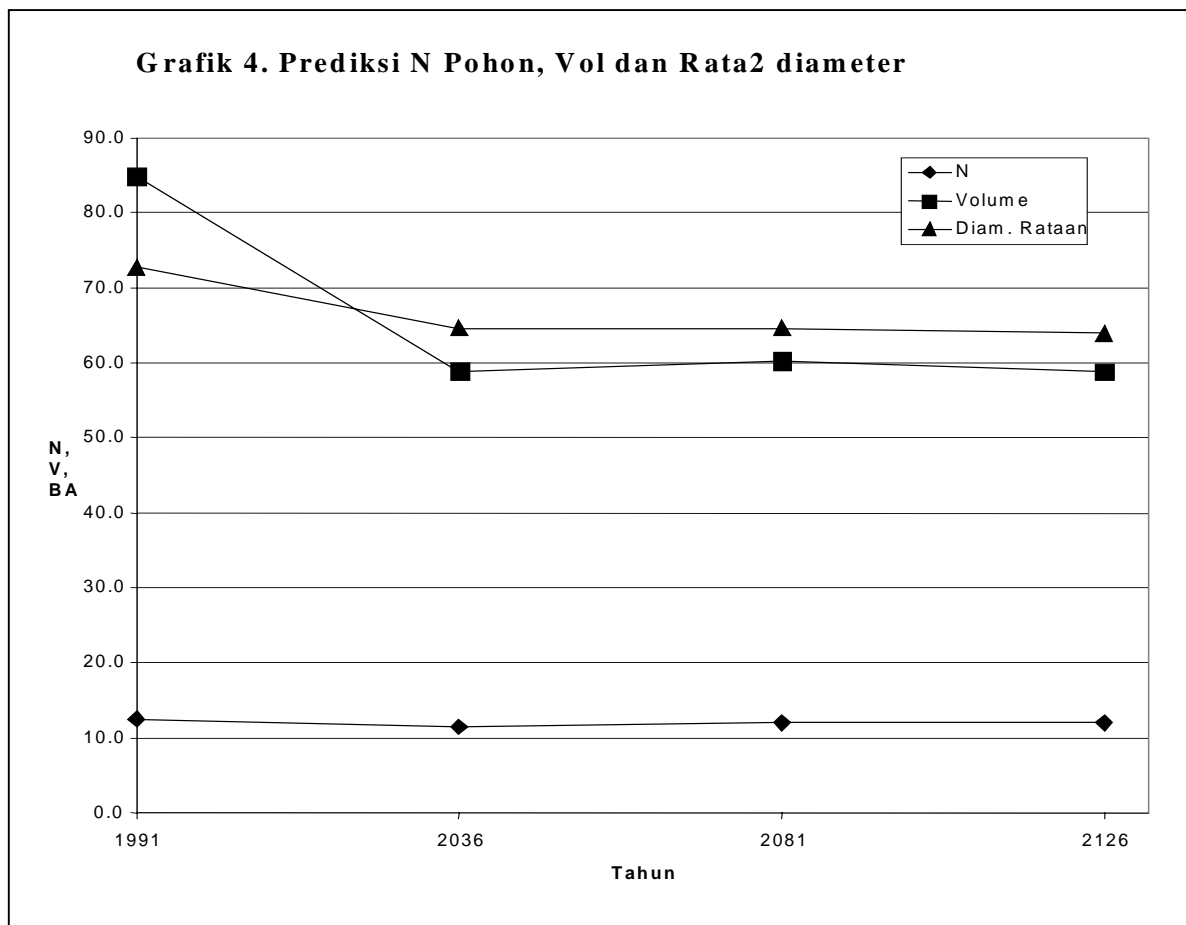
Simulasi dilakukan untuk mendapatkan estimasi jumlah pohon, volume perhektar diameter rata-rata pohon yang dipanen apabila digunakan siklus tebangan 45 tahun. Hasil simulasi seperti disajikan pada Tabel 4.

The results from the 45 year cutting cycle with RIL treatment are presented in Table 4 and Graphic 4.

Tabel 4. Estimasi Produksi Kayu Kelompok Jenis Komersil Siklus Tebangan 45 tahun.

Table 4. Simulated Commercial Log Production

Tahap Pemanenan <i>Harvest Number</i>	Tahun <i>Year of Simulation</i>	Jumlah Pohon <i>Average number of stems harvested</i>	Volume (m3) <i>Average total volume harvested</i>	Diameter rata-rata (Cm) <i>Average stem Diameter</i>
2	2014	12.5 ± 3.5	84.81 ± 23.05	72.8 ± 3,9
3	2059	11,5 ± 2,2	58,87 ± 15,05	64,7 ± 2,2
4	2104	12,1 ± 1,8	60,27 ± 8,85	64,6 ± 1,6
5	2149	12,1 ± 1,7	58,84 ± 9,14	64,0 ± 1,5



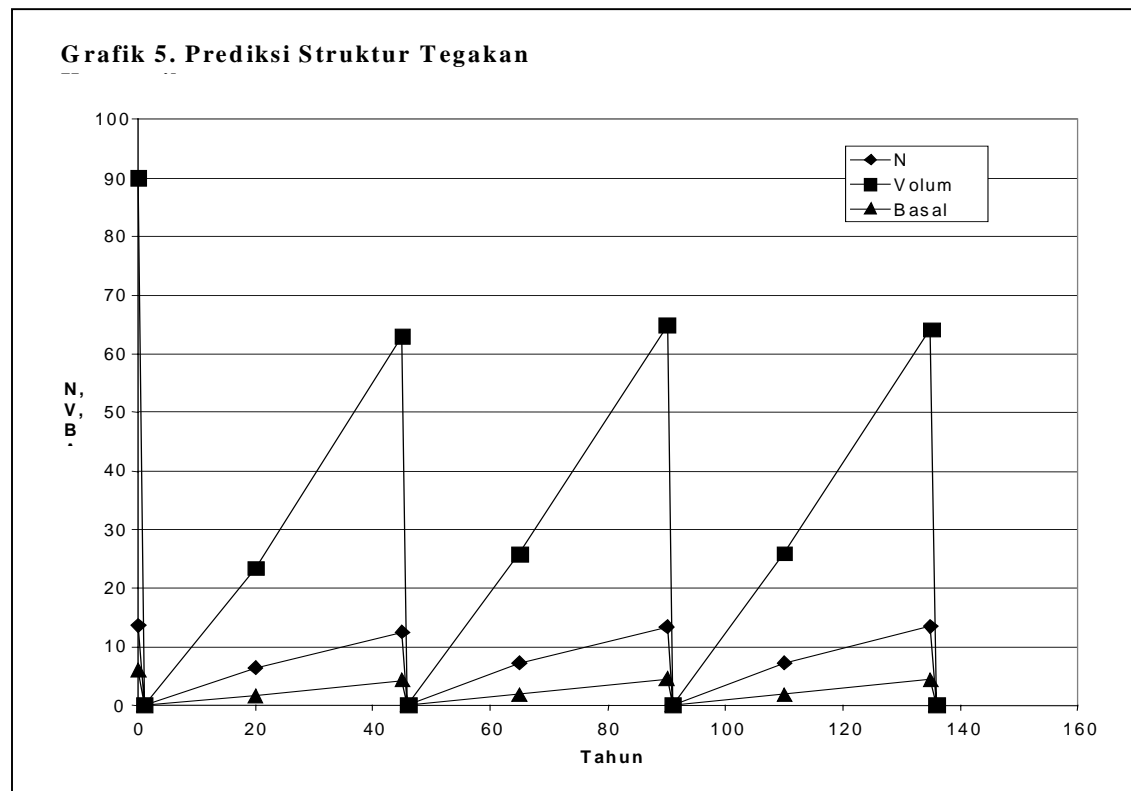
Sedangkan Tabel 5 dan 6 menunjukkan estimasi potensi tegakan jenis komersil dan non komersil sebelum, setelah dan pada waktu penebangan selama waktu simulasi.

Table 5 and 6 show estimation of commercial and non-commercial standing stock before, after and during cutting process when simulation is running.

Tabel 5. Estimasi Potensi Tegakan Jenis Komersil Siklus Tebangan 45 tahun

Table 5. Simulated Commercial Standing Stock

Tahun <i>Year of Simulation</i>	Jumlah Pohon <i>Average Number of Stems</i>	Volume (m3/ha) <i>Average Volume (m3/ha)</i>	Keterangan <i>Remark</i>
2014	13,6 ± 4,4	90,0 ± 27,0	Tebangan 1
2015	0	0	Setelah tebangan 1
2034	6,4 ± 5,0	23,37 ± 7,8	20 tahun setelah tebangan 1
2059	12,5 ± 2,4	62,97 ± 16,20	Tebangan 2
2060	0	0	Setelah Tebangan 2
2079	7,2 ± 1,4	25,85 ± 5,31	20 tahun setelah tebangan 2
2104	13,3 ± 1,8	64,92 ± 9,28	Tebangan 3
2105	0	0	Setelah Tebangan 3
2124	7,2 ± 1,4	25,95 ± 5,17	20 tahun setelah tebangan 3
2149	13,4 ± 2,0	64,13 ± 10,01	Tebangan 4
2150	0	0	Setelah Tebangan 4

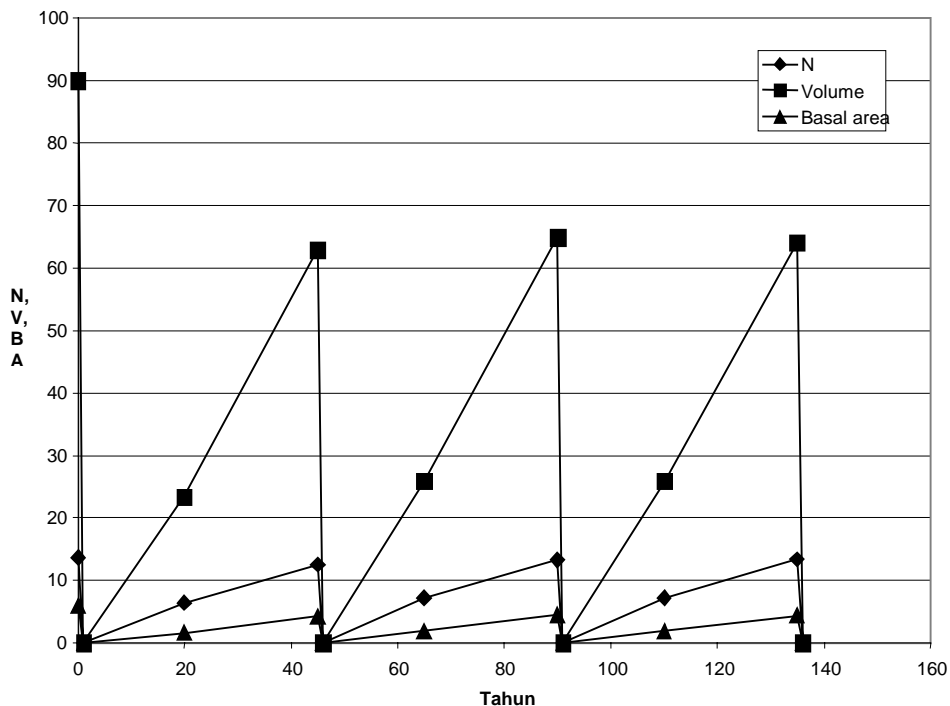


Tabel 6. Estimasi Potensi Tegakan Jenis Non-Komersil Siklus Tebangan 45 tahun

Table 6. Simulated Non-Commercial Standing Stock

Tahun <i>Year of Simulation</i>	Jumlah Pohon <i>Average Number of Stems</i>	Volume (m ³ /ha) <i>Average Volume (m³/ha)</i>	Keterangan <i>Remark</i>
2014	3,8 ± 1,8	14,14 ± 7,11	Tebangan 1
2015	3,4 ± 1,7	12,32 ± 6,44	Setelah tebangan 1
2034	3,9 ± 2,1	14,01 ± 7,52	20 tahun setelah tebangan 1
2059	5,3 ± 2,4	18,91 ± 9,19	Tebangan 2
2060	4,6 ± 2,2	16,72 ± 8,86	Setelah Tebangan 2
2079	4,8 ± 1,9	19,19 ± 9,09	20 tahun setelah tebangan 2
2104	5,7 ± 1,5	22,09 ± 7,78	Tebangan 3
2105	4,8 ± 1,5	19,09 ± 7,58	Setelah Tebangan 3
2124	5,3 ± 1,8	20,70 ± 7,91	20 tahun setelah tebangan 3
2149	5,3 ± 1,4	20,70 ± 6,98	Tebangan 4
2150	4,4 ± 1,1	17,32 ± 6,33	Setelah Tebangan 4

Grafik 6. Prediksi Struktur Tegakan



Pembahasan

Estimasi Produksi

Estimasi produksi kayu dalam simulasi digunakan proteksi pemanenan sebesar 0.3. Angka ini diperoleh dari hasil pengamatan di dalam plot-plot BPK-STREK, bahwa 30 persen dari pohon-pohon komersil di dalam hutan tidak layak untuk ditebang (Non-Harvestable Commercial Species) Pohon-pohon ini terdiri dari pohon gerowong/rusak karena hama atau penyakit, pohon dengan batang bebas dahan rendah, dan yang berada di tepi jurang. Faktor utilisasi sebesar 0,7 (Dirjen PHP) tidak diperhitungkan. Apabila diperhitungkan, maka estimasi produksi kayu menjadi hanya 49% dari potensi kotor pohon tegakan (Gross Standing Stock).

Sementara itu dari Tabel 1 dan Tabel 3 diperoleh informasi mengenai estimasi produksi kayu dengan menggunakan metode RIL dengan siklus tebangan 35 dan 45. Estimasi produksi kayu jenis komersil dengan menggunakan siklus tebangan 45 tahun lebih besar daripada siklus 35 tahun. Pada tahap pemanenan pertama produksi kayu dengan siklus 45 tahun adalah 84,81 m³/ha dengan jumlah pohon yang ditebang rata-rata 12,5 batang/ha. Sedangkan dengan siklus 35 tahun 78,69 m³/ha dengan jumlah pohon yang ditebang 11,9 batang/ha. Perpanjangan siklus tebangan selama 10 tahun mampu meningkatkan produksi sebesar 7,78%. Demikian pula halnya pada tahap pemanenan ke 2,3 dan 4. dengan siklus 45 tahun diperoleh peningkatan produksi kayu masing-masing sebesar 38,16%, 28,59% dan 36,55% bila dibandingkan dengan siklus tebangan 35 tahun. Informasi ini menunjukkan bahwa dengan memperpanjang siklus tebangan produksi kayu dapat ditingkatkan. Namun demikian perlu dilakukan analisis biaya, apakah peningkatan produksi tersebut dapat meningkatkan keuntungan ekonomi.

Kondisi tegakan hutan sebelum dan sesudah penebangan.

Simulasi SYMFOR memungkinkan untuk memberikan informasi mengenai keadaan tegakan di masa yang akan datang dalam kurun waktu tertentu seperti di sajikan dalam Tabel 2. Berdasarkan Tabel tersebut dapat diketahui bahwa untuk siklus tebangan 35 tahun penebangan ke dua akan dilakukan pada tahun 2014 dengan rata-rata jumlah pohon yang bisa ditebang 12,8

Discussion

Production Estimation

The estimation of commercial timber harvest in the simulation uses a 30% reduction factor from the total number of commercial trees in the forest to the number actually harvested. This figure was obtained from the STREK research, which found that 30 % of the potentially commercial trees in the forest are in fact not harvestable. This can be due to defect, bad bole form, hollow bole, pest/disease or locational problems making harvesting impossible. Utilization factor 0,7 (DG PHP) is not considered. If that factor will be considered so that estimation of log production become 49% from gross standing stock.

Tables 1 and 3 show the estimated commercial timber production using RIL with a cutting cycle of 35 years and 45 years respectively. Commercial log production under the 45 years cutting cycle method is higher than log production under the 35 years cutting cycle method. In the first harvest, commercial timber production from the 45 year cycle method is 84,81 m³/ha with an average of 12,5 stems cut /ha. Under the 35 year cycle, the first harvest yields 78,69 m³/ha with an average of 11,9 stems felled /ha. Increasing the cutting cycle by 10 years therefore increases production by 7,78%. The same condition is also valid for the second, third and fourth harvests; the 45 year cycle enhances log production by 38,16%, 28,59% and 36,55% respectively when compared with the 35 year cycle. This information indicates that increasing the cutting cycle period will increase log production. However, it is necessary to carry out financial analyses, in order to determine if the longer period between harvests (and therefore income from timber sales) is economically viable.

Standing Stock Status Before and After Harvesting

SYMFOR can give information on the structure and composition of the standing stock before and after logging and at any pre-specified point in time during the simulation (as shown in Table 2). It is shown in the table that the second 35 years cutting cycle will be performed in the year 2014 with average number of harvestable stems of

batang/ha dan volume 83,59 m³/ha. Penebangan ke tiga tahun 2049 sebanyak 9,9 batang/ha dan volumenya 44,8 m³/ha, ke empat tahun 2084 sebanyak 10,9 batang/ha dan volumenya 49,39 m³/ha. Penebangan ke lima tahun 2119 sebanyak 10,6 batang/ha dengan volume 45,93 m³/ha. Produksi pada penebangan ke dua jauh lebih besar daripada penebangan berikutnya, hal ini disebabkan karena pada saat tersebut masih banyak pohon-pohon komersil yang berdiameter di atas 50 cm sisa penebangan sebelumnya. Seperti diketahui bahwa PT. Inhutani I Labanan hanya menebang pohon-pohon komersil yang berdiameter di atas 60 cm. Selain itu pada penebangan pertama jenis-jenis *Dipterocarpus* sp (keruing) tidak ditebang. Siklus penebangan ke tiga dan selanjutnya produksi kayu cenderung stabil yaitu antara 44 – 46 m³/ha.

Dari Tabel 5 diperoleh informasi bahwa untuk siklus tebangan 45 tahun, penebangan ke dua akan dilakukan pada tahun 2024 dengan rata-rata jumlah pohon yang dapat ditebang sebanyak 13,6 batang/ha dan volumenya 90,0 m³/ha. Penebangan ke tiga tahun 2069 sebanyak 12,5 batang/ha dan volumenya 62,97 m³/ha. Penebangan ke empat tahun 2114 sebanyak 13,3 batang/ha dan volumenya 64,92 m³/ha. Penebangan ke lima tahun 2159 sebanyak 13,4 batang/ha dengan volume 64,13 m³/ha. Seperti pada siklus penebangan 35 tahun, dengan siklus tebangan 45 tahun produksi kayu stabil mulai siklus penebangan ke tiga dan seterusnya, yaitu antara 63 – 64 m³/ha.

Berdasarkan informasi tersebut di atas maka diperoleh gambaran bahwa dengan menambah jangka waktu penebangan dari 35 tahun menjadi 45 tahun, terjadi peningkatan produksi kayu untuk setiap siklus penebangan rata-rata antara 28 – 38%.

Tabel 3 dan 6 menunjukkan potensi tegakan jenis non komersial sebelum, setelah dan pada saat penebangan. Berdasarkan tabel tersebut ternyata bahwa selama waktu simulasi, potensi pohon-pohon jenis non-komersial cenderung terus meningkat. Keadaan ini menunjukkan bahwa sistem silvikultur RIL memberikan dampak positif terhadap potensi jenis di areal tersebut

*12.8 /ha and average commercial volume of 83,59 m³/ha. The third harvest takes place in the year 2049 with average number of harvestable stems of 9.9/ha and average commercial volume of 44,8 m³/ha. The fourth harvest is performed in the year 2084 with the average number of harvestable stems at 10.9 /ha and the average commercial volume of 49,39 m³/ha. The fifth harvest takes place in the year 2119, yielding an average commercial volume of 45,93 m³ /ha, with an average number of harvestable stems 10.6 /ha. Commercial timber production in the second harvest is much greater than in the subsequent harvests, since at that time there were still many trees with diameter of 50 cm and above left from the previous harvest. This is because PT. Inhutani I harvested only trees with diameter of 60 cm and above in the first harvest. In addition, during the first cycle, the *Dipterocarp* species (keruing) were not harvested. From the third harvest onward, log production is relatively stable between 44 – 46 m³/ha.*

Table 5 shows that the second harvest under the 45 year cycle will be performed in the year 2024, yielding an average number of harvestable stems of 13.6 /ha and an average volume of 90.0 m³/ha. The third harvest will be conducted in 2069 yielding an average of 12.5 harvestable stems /ha and an average commercial volume of 62.97 m³/ha. In the fourth harvest, conducted in the year 2114, an average of 13.3 harvestable stems /ha and an average commercial volume of 64.92 m³/ha is yielded. The fifth harvest will be performed in the year 2159 and yields an average of 13.4 stems/ha, with an average commercial volume of 64.13 m³/ha. As with the 35 year cycle, commercial timber production under the 45 year cycle will also relatively stable after the third harvest, with average yield between 63 – 64 m³/ha.

According to the above information, it has been shown that increasing the cutting cycle from 35 to 45 years will improve commercial timber production by 28 – 38 %.

Tables 3 and 6 show the standing stock of non-commercial trees before, after and during harvesting. From the table it can be seen that throughout the simulation period, the non-commercial standing stock potential tends

Kesimpulan

Berdasarkan percobaan simulasi yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Produksi kayu pada penebangan ke dua relatif masih tinggi, sedangkan pada penebangan ke tiga lebih rendah, dan selanjutnya cenderung stabil.
- Pada studi kasus dengan menggunakan sistem pemanenan RIL, dan batas diameter pohon yang ditebang 50 cm, maka penambahan jangka waktu penebangan dari 35 tahun menjadi 45 tahun akan meningkatkan produksi kayu sebesar 28 – 38%.
- Studi kasus dalam simulasi ini perlu diikuti dengan analisis finansial agar diperoleh gambaran yang lebih nyata mengenai perbedaan produksi yang diperoleh dari perbedaan siklus tebangan.

increase. This indicates that the RIL harvesting system has a positive effect in reducing damage and mortality to (what are currently considered as) non-commercial species in the residual stand.

Conclusions

Based on the results and discussion presented above, the following conclusions have been made:

- *Commercial timber production obtained from the second harvesting cycle is relatively high, while log production from the third cutting cycle is lower. Production is stable thereafter.*
- *In the case study using RIL system and diameter limit of 50 cm, it was found that increasing the cutting cycle from 35 to 45 years would increase commercial timber production by 28 – 38%.*
- *The case studies performed in this simulation need to be followed up by financial analysis which assesses the impact of a longer cutting cycle upon the planning and profitability of a HPH.*

