

RANCANG BANGUN PERANGKAT LUNAK PERENCANAAN PRODUKSI KRISAN POTONG (STUDI KASUS PT. ALAM INDAH BUNGA NUSANTARA, CIPANAS – JAWA BARAT)

SOFTWARE DESIGN FOR PRODUCTION PLANNING OF CHRYSANTHEMUM FRESH FLOWER (CASE STUDY AT PT. ALAM INDAH BUNGA NUSANTARA, CIPANAS – WEST JAVA)

Ratna Sari¹ dan Kudang Boro Seminar^{1,2}

¹Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor - Bogor

²Asian Federation for Information Technology in Agriculture (AFITA)

E-mail : kseminar@ipb.ac.id

ABSTRACT

This paper describes the development and implementation of software production planning of chrysanthemum fresh flower. The software utilizes quantitative method time series (moving average and exponential smoothing) for predicting the demand of fresh flowers. The software is also equipped with a simulation utility (using Monte Carlo method) for computing total cost activity in one greenhouse tunnel during one period plant. Based on the case test observation carried out at PT. Alam Indah Bunga Nusantara Cipanas, it is obtained that the error introduced by qualitative forecasting is 15.12%. The errors of quantitative forecasting using moving average and exponential smoothing are 8.32 %, and 18.72 % respectively. The mean value of total cost simulation (Rp 28.291/m²) does not differ significantly from while the mean value of the real cost production (Rp 28.554/m²). This introduces error equal to 0.92%.

Keywords: *Chrysanthemum, Monte Carlo, planning, production, simulation*

PENDAHULUAN

Krisan merupakan salah satu komoditas bunga potong andalan yang penting pada perdagangan internasional tanaman hias. Pada tahun 2003, perdagangan komoditas ini di Indonesia mengalami *surplus* sekitar US \$ satu juta sedangkan untuk proyeksi ekspor pada tahun 2007 diperkirakan mencapai sekitar US \$ 15 juta (BPS, 2005).

Disamping potensi pengembangannya, komoditi bunga krisan potong ternyata masih menyimpan masalah dan hambatan dalam hal pengembangannya. Pengendalian hama dan penyakit tanaman masih banyak tergantung pada pestisida dengan penggunaan yang berlebihan sehingga menimbulkan dampak negatif pada lingkungan serta mengakibatkan tingginya biaya produksi.

Masalah dan hambatan yang dikemukakan terkait erat dengan manajemen produksi yang masih tradisional. Perbaikan dan pengembangan produksi sangat diperlukan untuk membantu mengatasi masalah tersebut (Yenradee *et al.*, 2001).

Dalam rangka meningkatkan efisiensi dan efektifitas produksi bunga krisan potong, diperlukan suatu perencanaan produksi yang bertujuan untuk memudahkan bagian produksi agar dapat bekerja sesuai pola yang digariskan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara membandingkan antara rencana dan kenyataan, sehingga apabila terjadi penyimpangan maka dapat segera dilakukan tindakan perbaikan.

Sistem produksi merupakan sistem yang terpenting dari segi operasional. Berhubung kuantitas data bagian ini demikian besarnya, sedangkan ketepatan waktu dari informasi sangat penting, maka sistem produksi ini perlu diotomatisasikan, agar dapat menghasilkan informasi yang akurat dengan biaya rendah. Peran simulasi menjadi kritis pada kondisi perencanaan yang kompleks seperti ini (Bucklew *et al.*, 2004).

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat sebuah perangkat lunak (*software*) perencanaan produksi bunga krisan potong (*Chrysanthemum, sp*). Metode *time series* untuk teknik peramalan permintaan dan simulasi *Monte Carlo* digunakan untuk mengetahui perkiraan biaya total untuk aktivitas produksi per *tunnels* dalam satu periode tanam. Selain itu terdapat *form* yang digunakan untuk mengetahui besarnya kebutuhan sarana produksi dan biaya total produksi yang dikeluarkan.

Analisa dilakukan pada sistem perencanaan produksi krisan potong untuk satu periode musim tanam dan dilakukan pada *greenhouse tunnels*.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *hardware* (seperangkat *Personal Computer*), dan *software* (*Microsoft Windows XP, CorelDraw 12, Visual Basic 6.0, Microsoft Access 2000, XLSim 2.20*).

Metode

Data penelitian yang dipakai dalam membuat *software* perencanaan produksi krisan meliputi data jumlah penjualan beberapa jenis varietas selama dua tahun, data lokasi, data sarana produksi dan biaya aktivitas produksi.

Parameter yang diamati meliputi jumlah peramalan permintaan setiap varietas dalam satu minggu, biaya total produksi, dan kebutuhan sarana produksi dalam satu periode tanam.

Metode yang digunakan dalam membangun sistem ini adalah dengan menggunakan pendekatan SDLC (*System Development Life Cycle*) (O'Brien, 1999), yang terdiri dari berbagai tahapan sebagai berikut:

Investigasi Sistem

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi permasalahan, alternatif solusi yang ada, menentukan tujuan dan kendala sistem, serta analisa kelayakan, sampai ditemukan sistem yang layak digunakan.

Analisis Sistem

Pada tahapan analisis yaitu menganalisa pengembangan. Tujuan dari tahapan ini yaitu untuk mengetahui kebutuhan fungsional dari pengguna yang akan digunakan sebagai basis desain dari sistem yang akan dikembangkan.

Desain Sistem

Pada tahap ini menjelaskan kerja sistem yang dapat memenuhi kebutuhan informasi bagi pengguna. Pada tahap ini dilakukan perancangan secara rinci terhadap spesifikasi sistem, *desain user interface* dan desain proses dari sistem. Tahapan desain sistem dibagi menjadi 3 yaitu :

Desain User Interface, tahapan perancangan antarmuka antara pengguna dan sistem.

Desain Data, aktivitas berfokus pada desain struktur *database* dengan memperhatikan manajemen basis data relasional. Dengan model ini maka informasi terdapat dalam beberapa tabel yang saling berhubungan. Dalam desain data diketahui aliran data yang terjadi dalam sistem. Aliran data digambarkan dalam bentuk data *flow diagram* (DFD). Selanjutnya, dibuat model konseptual basis data dalam bentuk diagram *entity-relationship* (E-R). Diagram E-R digunakan untuk menunjukkan hubungan *entity* satu dengan yang lainnya melalui suatu hubungan yang bermakna. Model konseptual dijabarkan dalam sistem manajemen basis data (*Database Management System*) melalui model fisikal (Stair dan Reynolds, 1998).

Desain Proses, aktivitas berfokus pada desain *software* berupa program dan prosedur yang diusulkan.

Implementasi & Pengujian Sistem. Tahapan implementasi yaitu pengujian sistem, baik perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*) yang mendukung jalannya sistem ini. Tahapan implementasi merupakan tahap perancangan perangkat lunak, tahap transformasi perancangan menjadi instruksi-instruksi yang dimengerti oleh mesin. Selain itu, tahap ini juga mencakup akuisisi perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Investigasi Sistem

Tahapan pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi permasalahan yang riil antara lain di bagian produksi. Dari hasil pengamatan, permasalahan yang terjadi dalam perencanaan produksi antara lain ketidakpastian

jumlah permintaan yang dibutuhkan oleh konsumen, keterbatasan sumberdaya yang dimiliki, produk florikultura yang mudah rusak dan sistem produksi yang banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Permasalahan tersebut disebabkan oleh data permintaan penjualan yang belum tersusun dengan baik sehingga sulit untuk meramalkan perencanaan produksi dimasa mendatang, tidak adanya peramalan produksi yang didasarkan data kuantitatif dimasa lalu. Padahal proses produksi berjalan terus menerus tanpa memperhatikan jumlah permintaan penjualan.

Oleh karena itu diperlukan suatu perangkat lunak (*software*) untuk perencanaan produksi. Sistem ini ditujukan untuk mengatasi masalah perencanaan produksi dalam meramalkan permintaan konsumen, mengetahui kebutuhan sarana produksi yang diperlukan dalam produksi dan dapat meramalkan biaya total aktivitas produksi dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo* yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam satu *greenhouse tunnels*.

Menurut McLeod (1995), diperlukan studi untuk menentukan apakah terdapat solusi yang layak untuk permasalahan yang dihadapi, untuk itu ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan yaitu aspek teknis, nilai ekonomis, dan operasional.

Studi Kelayakan Teknik

Dalam studi kelayakan teknis ditentukan apakah teknologi yaitu perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*) dan komponen lainnya dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Secara teknis sistem ini layak untuk dikembangkan karena tersedianya teknologi agar sistem tersebut dapat bekerja. Sistem ini dirancang untuk *PC stand alone* dikarenakan perusahaan belum memiliki infrastruktur yang mendukung seperti jaringan.

Studi Kelayakan Ekonomis

Peralatan-peralatan yang dibutuhkan meliputi perangkat keras (*hardware*), dan perangkat lunak (*software*) dengan harga yang tidak mahal dan mudah didapatkan. Dari segi ekonomis sistem ini layak dikembangkan, karena sistem ini akan memberikan manfaat yang lebih walaupun sistem ini tidak dapat memberikan keuntungan riil secara langsung. Biaya operasional dari sistem ini hanya biaya pemeliharaan sistem.

Studi Kelayakan Operasional

Sistem informasi perencanaan produksi ini layak secara operasional karena sistem yang dikembangkan memiliki kemudahan dalam hal cara instalasi dan *set up* aplikasi serta cara pengoperasiannya. Sistem yang dikembangkan ini mudah untuk diperbaharui dan mudah dalam melakukan pemeliharaannya.

Analisis Sistem

Produk dari tahapan ini meliputi identifikasi kebutuhan dan kebutuhan fungsional agar dapat dibangun sebuah sistem yang mampu mengatasi kebutuhan-kebutuhan tersebut.

Identifikasi kebutuhan sistem merupakan suatu mata rantai antara pernyataan dari kebutuhan-kebutuhan dengan pernyataan khusus dari masalah yang harus dipecahkan untuk mencukupi kebutuhan tersebut. Informasi yang dibutuhkan oleh manager produksi meliputi peramalan permintaan krisan potong per varietas dalam satu minggu, penjadwalan, biaya total dalam melakukan aktivitas produksi, kebutuhan sarana produksi yang diperlukan dalam memenuhi jumlah permintaan konsumen.

Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan yang berkaitan dengan proses pengolahan atau transformasi data. Analisis kebutuhan fungsional pada sistem SIMPro meliputi bagian *marketing* (permintaan pasar terpenuhi, kontinuitas suplai), bagian produksi (fluktuasi produksi minimum, kebutuhan faktor produksi terpenuhi dengan baik dan kontinuitas produksi) dan untuk bagian keuangan (kepastian jumlah kebutuhan faktor produksi dan biaya produksi relatif rendah).

Desain Sistem

Deskripsi Sistem

Sistem aplikasi perencanaan produksi terdiri dari peramalan permintaan yang akan digunakan sebagai acuan perhitungan rencana produksi. Peramalan permintaan dilakukan untuk meramalkan permintaan pasar bunga krisan potong dalam satu minggunya. Nilai peramalan permintaan per varietas dihitung berdasarkan data historis dalam satu ikat. Jumlah satu ikat bunga krisan potong sebanyak 10 batang. Peramalan yang digunakan ada dua macam yaitu metode kualitatif dan kuantitatif (*moving average* dan *exponential smoothing*). Peramalan permintaan yang akan menjadi acuan perhitungan rencana produksi menggunakan metode kualitatif. Dalam *software* ini terdapat simulasi besarnya biaya total aktivitas dengan *Monte Carlo* dalam satu *greenhouse tunnels*.

Domain Sistem

Domain atau batasan sistem aplikasi ini meliputi: perangkat lunak (*software*) perencanaan produksi krisan potong diberi nama SIMPro dibangun untuk memenuhi kebutuhan pengguna

yaitu perusahaan yang bergerak dalam bisnis florikultura ini.

Informasi yang diberikan dalam sistem ini adalah jumlah permintaan per varietas dalam minggu, kebutuhan sarana produksi dalam satu periode tanam, besarnya biaya produksi berdasarkan hasil simulasi *Monte Carlo* dengan perhitungan berdasarkan kebutuhan sarana produksi. Sistem ini terdiri dari aplikasi utama dan *database* untuk penyimpanan informasi.

Analisa Aliran Data

Aliran data dari perangkat lunak perencanaan produksi (SIMPro) dianalisa dengan menggunakan *Data Flow Diagram* (DFD). DFD dari sistem ini ditunjukkan pada Gambar 1.

Desain Aplikasi

Input dari sistem berupa *form* yang telah ditentukan yang berguna untuk proses-proses sistem perencanaan produksi. *Input* yang diperlukan oleh sistem antara lain *input user id* pengguna dan *input* proses perencanaan produksi.

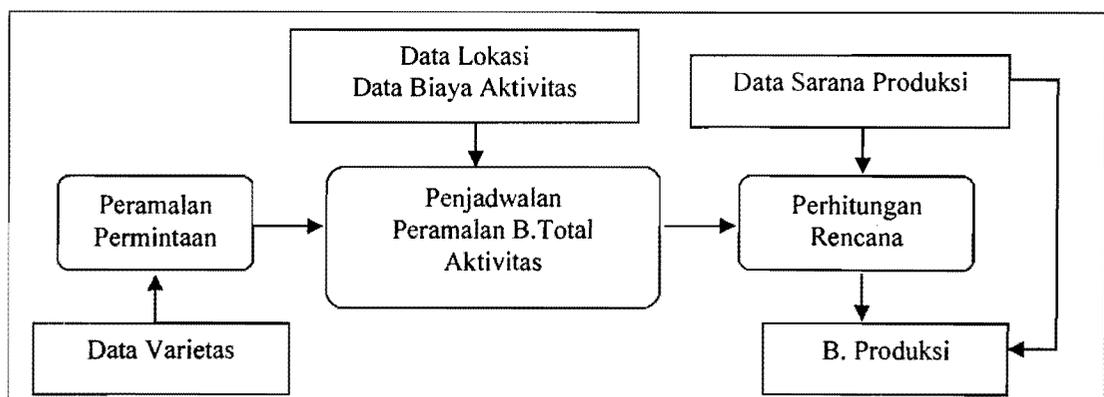
Desain Database

Database yang digunakan dalam sistem ini menggunakan model data relasional (*Relational Database Management System*) yang dibangun menggunakan *software Microsoft Access*. Desain model konseptual merupakan perancangan ditingkat konsep misalnya kebutuhan aplikasi, sasaran pengguna, dan tujuan pemanfaatan. Hasil dari konseptual basis data ini berupa *Entity Relationship Diagram* (ERD), dapat dilihat pada Gambar 1.

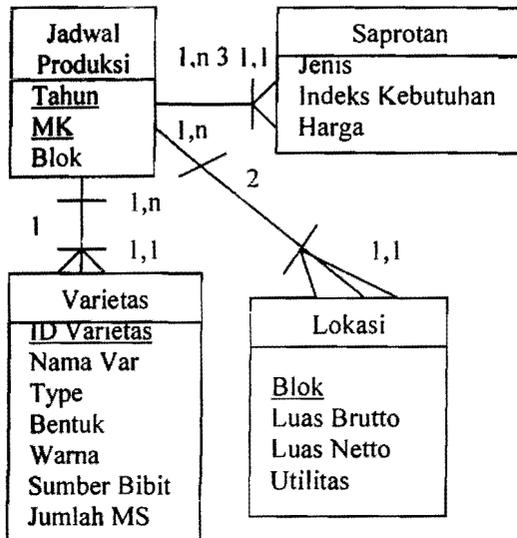
Setelah diketahui aliran data dan proses yang terjadi pada sistem, selanjutnya dibuat model konseptual *database* dalam bentuk diagram *entity-relationship* (E-R). Diagram E-R menunjukkan hubungan *entity* yang satu dengan yang lainnya melalui hubungan yang mempunyai makna. Hubungan antar *entity-relationship* (E-R) beserta atributnya dapat dilihat pada Gambar 2.

Desain Output

Output untuk sistem perencanaan produksi krisan potong meliputi:



Gambar 1. Diagram aliran data yang terjadi pada sistem



Gambar 2. Diagram Entity Relationship SIMPro

1. Output form kesalahan password
2. Output form pelayanan informasi
3. Output form hasil peramalan dan standar error
4. Output form visualisasi simulasi biaya total aktivitas
5. Output form luas lahan
6. Desain eksternal

Desain eksternal terdiri dari beberapa bagian

yaitu:

1. Desain form login
2. Desain form menu utama
3. Desain form data varietas
4. Desain form data lokasi
5. Desain form data sarana produksi
6. Desain form peramalan permintaan
7. Desain form penjadwalan
8. Desain form simulasi biaya total aktivitas
9. Desain form kebutuhan lahan
10. Desain form kebutuhan sarana produksi berdasarkan peramalan permintaan
11. Desain form biaya total produksi menggunakan hasil form kebutuhan sarana produksi
12. Desain form cetak laporan

Implementasi Sistem

Pada tahapan ini dilakukan pengujian pada sistem untuk mengetahui unjuk kinerja sistem, agar dapat dilakukan pengembangan lebih lanjut.

Peramalan permintaan (*demand forecasting*) adalah suatu usaha untuk menduga sesuatu yang akan terjadi pada masa yang akan datang dengan menggunakan metode ilmiah (Makridakis *et al.*, 1995; Yenradee *et al.*, 2001).

Berdasarkan metode kualitatif untuk tahun 2007 minggu pertama untuk seluruh varietas peramalannya sebesar 5.040 ikat sedangkan jika menggunakan metode kuantitatif *moving average* peramalan pada waktu tersebut sebesar 3.922 ikat dan untuk *exponential smoothing* sebesar 3.477 ikat. Sedangkan realisasi penjualan tahun 2007 minggu pertama sebanyak 4.278 ikat. Error peramalan kualitatif terhadap realisasi sebesar 15,12%.

Untuk error peramalan kuantitatif *moving average* terhadap realisasi sebesar 8,32%, sedangkan untuk error peramalan kuantitatif *exponential smoothing* sebesar 18,72%. Dalam penelitian ini, proses simulasi memerlukan data biaya per aktivitas. Banyaknya aktivitas produksi ada 20 aktivitas dimulai dari persiapan lahan sampai pemeliharaan minggu ke 15. Adapun data biaya per aktivitas ditunjukkan pada Tabel 1.

Distribusi seragam (*uniform distribution*) adalah distribusi peluang diskret yang paling sederhana. Dalam distribusi ini, setiap variabel acak mempunyai peluang yang sama (Bucklew, 2004). Besarnya distribusi seragam adalah satu per jumlah penarikan contoh. Jumlah penarikan contoh yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 50. Nilai distribusi seragam dalam penelitian ini sebesar 2%.

Tabel 1. Data biaya per aktivitas

Aktivitas	Biaya (Rp)	
	Minimum	Maksimum
PL	1.335.329,-	2.002.993,-
SL 1	752.628,-	1.128.942,-
SL 2	1.332.802,-	1.999.204,-
PLL	239.362,-	359.044,-
P	578.062,-	867.092,-
PMK 1	192.182,-	288.272,-
PMK 2	276.452,-	414.678,-
PMK 3	223.548,-	335.322,-
PMK 4	332.058,-	498.088,-
PMK 5	218.673,-	328.009,-
PMK 6	260.133,-	390.199,-
PMK 7	236.763,-	355.145,-
PMK 8	271.801,-	407.701,-
PMK 9	223.103,-	334.655,-
PMK 10	282.907,-	424.360,-
PMK 11	219.504,-	329.256,-
PMK 12	208.051,-	312.077,-
PMK 13	301.846,-	452.770,-
PMK 14	98.959,-	148.439,-
PMK 15	39.632,-	59.448,-
Total	7.623.796,-	11.435.694,-

Sumber : Departemen Keuangan PT. ABN

Keterangan :

- PL : Persiapan lahan
- SL 1 : Sterilisasi lahan dengan nuvam
- SL 2 : Sterilisasi lahan dengan basamid
- PLL : Persiapan lahan lanjutan
- P : Penanaman
- PMK1-15 : Pemeliharaan minggu ke-1 sampai 15

Hasil standar deviasi (σ) dari variabel acak dalam penelitian ini sebesar 1.556.201. Perkiraan kasar dari variabel acak (biaya total aktivitas) rata-rata biaya maksimum aktivitas dan biaya minimum aktivitas. Untuk menghitung error kasar dari distribusi seragam yaitu rata-rata biaya total maksimum aktivitas dan biaya total minimum aktivitas dibagi dengan jumlah penarikan contoh acak. Error kasar dari distribusi seragam sebesar 190.595.

Metode *Monte Carlo* dapat menyediakan perkiraan nilai standar deviasi dari variabel acak dan dapat memprediksi nilai errornya sampai mencapai nilai jumlah iterasi yang optimum (Riano, 2001). Jumlah iterasi yang diharuskan agar mencapai

optimum yaitu tiga kali standar deviasi dari variabel acak per *error* absolut dari distribusi seragam dikuadratkan. Jumlah iterasi yang diharuskan atau optimum dalam penelitian ini dengan *error* kurang dari 2% sebanyak 600 kali.

Nilai perkiraan dari variabel acak (biaya total aktivitas) adalah rata-rata dari banyaknya baris biaya total aktivitas. Nilai perkiraan biaya total aktivitas sebesar Rp 9.502.082,-. Sedangkan nilai rata-rata biaya total aktivitas dengan distribusi normal sebesar Rp 9.498.900,-. Perbedaan antara nilai perkiraan biaya total aktivitas dengan distribusi seragam dengan nilai rata-rata biaya total aktivitas dengan distribusi normal sebesar 0,27%.

Nilai Standar deviasi (σ) dari seluruh populasi biaya total aktivitas sebesar 294,820. Perkiraan *error* (ϵ) yang sebenarnya dihitung dari tiga kali standar deviasi dari seluruh populasi biaya total aktivitas dibagi dengan akar kuadrat dari jumlah iterasi optimum (N). Perkiraan *error* (ϵ) yang sebenarnya sebesar 36,108. Hasil simulasi dari biaya total aktivitas dalam satu *greenhousetunnels* dapat dilihat pada Gambar 3.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Peramalan yang digunakan dalam sistem ini ada dua metode yaitu metode kualitatif dan kuantitatif (*moving average* dan *exponential smoothing*).

Pada peramalan metode *exponential smoothing* menggunakan nilai *damping factor* atau $\alpha = 0,2$ sehingga menghasilkan nilai persamaan sebesar $S_i = 0,2 * X_i + 0,8 * (S_i - 1)$.

Untuk *error* peramalan kuantitatif menggunakan *moving average* terhadap realisasi sebesar 8,32%, yang masih lebih baik dari

peramalan kualitatif dengan *error* 15,12% yang biasa dilakukan oleh perusahaan selama ini.

Sedangkan untuk *error* peramalan kuantitatif *exponential smoothing* sebesar 18,72% yang justru lebih besar dari *error* peramalan kualitatif. Dengan demikian penggunaan peramalan kuantitatif dengan menggunakan *software* yang dibuat memberikan penurunan kesalahan peramalan sebesar 50%.

Nilai *error* antara biaya total produksi dengan hasil nilai simulasi biaya total aktivitas produksi sebesar 0,92% setelah dikonversikan terlebih dahulu.

Saran

Walaupun metoda *moving average* telah terbukti memberikan nilai *error* yang relative lebih kecil dari peramalan kualitatif yang digunakan perusahaan selama ini, namun *error* sebesar 8,32% masih perlu diperkecil lagi dengan melakukan perbaikan metoda peramalan. Selanjutnya *software* yang dibuat dalam penelitian ini masih untuk komputer *stand alone*, jika perusahaan semakin berkembang maka diharapkan sistem ini dapat dikembangkan untuk komputer yang berbasis LAN atau WAN atau berbasis Web sehingga bisa digunakan untuk unit-unit yang lebih tersebar di beberapa wilayah geografis yang berbeda dan berjauhan.

Untuk menjaga keberlangsungan data (*up to date*), maka perawatan sistem mutlak diperlukan. Seperti halnya penambahan animasi, pembuatan laporan setiap bulannya, modifikasi dan penambahan fitur baru untuk kemudahan akses dan kemudahan operasional program, modifikasi sesuai dengan kebutuhan pengguna dan penyesuaian terhadap perubahan yang terjadi di perusahaan tersebut.

	B	C	D	E
48	Rp 1.539.582	Rp 928.670	Rp 1.972.300	Rp 312.616
49	Rp 1.594.719	Rp 853.053	Rp 1.531.948	Rp 320.503
50	Rp 1.623.653	Rp 841.671	Rp 1.414.851	Rp 320.641
51				
52				
53	Standar Deviasi	Error Kasar Dari Distribusi Seragam	Jumlah Iterasi (N)	
54	1.596.201	190.595	600	
55				
56	Perkiraan Biaya Total	Rata-Rata Dengan Distribusi Normal	Standar Deviasi Populasi	Perkiraan Error
57	Rp 9.504.693	Rp 9.518.400	252.858	30.969
58				
59				
60				
61				
62				
63				

Gambar 3. Tampilan hasil simulasi biaya total aktivitas dalam *greenhouse tunnels*

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2005. Perdagangan internasional tanaman hias. [on line]. www.bps.com.
- Bucklew J.A., S. Nitinawarat dan J. Wierer. 2004. Universal simulation distributions. *IEEE Transactions on Information Theory* 50: 2674-2685.
- McLeod R. 2001. Sistem informasi manajemen: Studi sistem informasi berbasis komputer. Terjemahan. PT. Prenhallindo, Jakarta.
- Makridakis S., S.C. Wheelwright dan V.E. Gee. 1995. Forecasting methods and applications. 2nd ed. John Wiley & Sons Inc., New York.
- O'Brien J.A. 1999. Management information system. Mc Graw Hill Arizona, USA.
- Riano G. 2001. Benchmarking of a stochastic production planning model in a simulation testbed. Di dalam *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference* pp. 1183-1191.
- Stair dan Reynolds, 1998. Database management system. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Yenradee P., A. Pinnoi dan A. Charoenthavornying. 2001. Demand forecasting and production planning for highly seasonal demand situations: Case study of a pressure container factory. *Science Asia* 27:271-279.