

Penjadwalan Produksi Cengkeh Dengan Menggunakan Algoritma Genetika di UD Iskandar Pringgohardjo

Edwin Setya Noegroho¹

^{1,3} Jurusan Teknik Informatika, FASILKOM UDINUS
Jln. Nakula 1 No 5-11 Semarang 50131 INDONESIA

¹111201005236@mhs.dinus.ac.id

Intisari — UD. Iskandar Pringgohardjo merupakan perusahaan di Semarang yang bergerak dibidang hasil bumi berupa cengkeh. UD. Iskandar Pringgohardjo sudah menerapkan konsep sistem informasi yang menangani pengelolaan barang. Pengelolaan barang yang dilakukan meliputi pengolahan cengkeh mentah menjadi cengkeh rajangan, proses pengeringan cengkeh, proses pembumbuan cengkeh dan proses packing cengkeh. Kelemahan dari sistem informasi perusahaan ini adalah tidak adanya proses penjadwalan produksi. Sehingga sulit untuk melakukan pembagian produksi terhadap mesin-mesin produksi cengkeh yang ada. Karena itu diperlukan penjadwalan produksi dengan menggunakan algoritma genetika supaya dapat mengoptimasi produksi cengkeh.

Abstract— UD. Pringgohardjo Iskandar is a company engaged in Semarang crops such as cloves. UD. Iskandar Pringgohardjo already implements the concept of management information systems that handle goods. Management includes treatment of goods made of raw cloves into cloves chopped, cloves drying process, the process pembumbuan cloves and clove packing process. The downside of this enterprise information systems is the lack of production scheduling process. So it is hard to make the production division of the clove production machines available. Because it is necessary production scheduling using genetic algorithms in order to optimize the production of cloves.

Keywords— Penjadwalan Produksi Cengkeh, Algoritma Genetika, UD Iskandar Pringgohardjo

I. PENDAHULUAN

UD. Iskandar Pringgohardjo merupakan perusahaan di Semarang yang bergerak dibidang hasil bumi berupa cengkeh. Perusahaan ini memasok cengkeh ke dalam kota, luar kota, hingga luar pulau. Perusahaan ini menjual berbagai macam jenis cengkeh. Cengkeh yang dijual merupakan bahan baku yang selanjutnya dapat diolah dan dimanfaatkan untuk sarana produksi dalam industri.

UD. Iskandar Pringgohardjo sudah menerapkan konsep sistem informasi yang menangani pengelolaan barang. Pengelolaan barang yang dilakukan meliputi pengolahan cengkeh mentah menjadi cengkeh rajangan, proses pengkategorian cengkeh berdasarkan ukuran dan kualitasnya, proses packing barang, dan proses pendistribusian. Kelemahan dari sistem informasi perusahaan ini adalah tidak adanya proses penjadwalan produksi. Sehingga sewaktu proses pengolahan cengkeh, kapasitas dan efisiensi mesin tidak terhitung dengan baik. Hal ini mengakibatkan efisiensi dari setiap mesin tidak termanfaatkan dengan maksimal.

Kelemahan-kelemahan yang ditimbulkan menyebabkan proses produksi barang tidak terjadwal dengan baik. Pengelolaan jadwal yang kurang baik menimbulkan ketidak efisienan pada proses produksi yang nantinya juga berpengaruh pada proses pendistribusian barang.

Proses penjadwalan dapat dilakukan dengan menerapkan teknik Genetic Algorithm (GA). GA merupakan cabang dari Algoritma Evolusi dengan metode adaptive yang biasa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Dalam aplikasi ini, peneliti

menerapkan Algoritma Genetika (AG) sebagai metode optimasi penjadwalan. AG merupakan algoritma pendekatan komputasional untuk menyelesaikan masalah yang dimodelkan dengan proses biologi dari evolusi. Keuntungan penggunaan AG adalah kemudahan implementasi dan kemampuan untuk menemukan solusi yang tepat dan cepat untuk masalah-masalah berdimensi tinggi [3]. Penggunaan AG diharapkan dapat memperoleh jadwal yang optimal yaitu kondisi kombinasi terbaik dalam penjadwalan tersebut[4].

II. STUDI PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Ada beberapa referensi yang diambil penulis sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian yang dilakukan, referensi tersebut diambil dari beberapa penulisan yang dilakukan sebelumnya yang membahas permasalahan yang hampir sama, antara lain :

1. Optimalisasi Penjadwalan Produksi Dengan Metode Algoritma Genetika Dan Metode Campbell, Dudek And Smith Di PT. Progress Diecast
2. Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Algoritma Genetika Di PT. Cakra Compact Aluminium Industries.
3. Aplikasi Algoritma Genetik Untuk Optimasi Penjadwalan Kegiatan Belajar Mengajar

2.2. Tinjauan Pustaka

A. Penjadwalan

Penjadwalan (scheduling) adalah pengurutan pembuatan produk secara menyeluruh yang dikerjakan pada beberapa buah mesin [4]. Penjadwalan didefinisikan sebagai proses

pengalokasian sumber daya untuk memilih sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu [5]. Berdasarkan kedua definisi tersebut, maka pengertian penjadwalan secara umum dapat diartikan sebagai pengalokasian sumber daya terbatas untuk mengerjakan suatu pekerjaan. Unit dasar dari sebuah proses penjadwalan adalah operasi yang harus dikerjakan pada mesin. Sedangkan job (pekerjaan) merupakan suatu susunan yang terdiri dari beberapa operasi. Pengertian job (pekerjaan) sendiri dikembangkan sehingga mempunyai arti sebagai entiti individual yang diketahui waktu prosesnya, mempunyai due date dan memerlukan waktu set-up sebelum diproses pada mesin. Input dari suatu penjadwalan mencakup urutan ketergantungan antar operasi (routing), waktu proses untuk masing-masing operasi serta fasilitas yang dibutuhkan untuk setiap operasi.

Masalah penjadwalan seringkali muncul jika terdapat n job yang akan diproses pada m buah mesin, yang harus ditetapkan mana yang harus dikerjakan lebih dahulu dan bagaimana urutan proses, pengalokasian operasi pada mesin sehingga diperoleh suatu proses produksi yang terjadwal. Masalah penjadwalan dapat diselesaikan dengan bantuan model matematis yang akan memberikan solusi optimal. Model-model penjadwalan akan memberikan rumusan masalah yang sistematis berikut dengan solusi yang diharapkan. Data Mining

B. Prototype

Prototyping adalah salah satu metode siklus hidup sistem yang didasarkan pada konsep model bekerja (working model). Tujuannya adalah mengembangkan model menjadi sistem final. Artinya sistem akan dikembangkan lebih cepat daripada metode tradisional dan biayanya menjadi lebih rendah. Ada banyak cara untuk memprototyping, begitu pula dengan penggunaannya. Ciri khas dari metodologi adalah pengembang sistem (system developer), klien, dan pengguna dapat melihat dan melakukan eksperimen dengan bagian dari sistem komputer dari sejak awal proses pengembangan

Gambar 2.1 Metode Prototype



1. Identifikasi Prototype

Pada tahap ini, analisis sistem akan melakukan studi kelayakan dan studi terhadap kebutuhan pemakai, baik yang meliputi model interface, teknik prosedural maupun dalam teknologi yang akan digunakan.

2. Pengembangan Prototype

Pada tahap kedua ini, analisis sistem bekerja sama dengan pemrogram mengembangkan prototype sistem untuk memperlihatkan kepada pemesan pemodelan sistem yang akan dibangunnya. *reparation*

Dalam tahap ini meliputi semua kegiatan untuk membangun dataset akhir (data yang akan diproses pada tahap permodelan/*modeling*) dari data mentah. Tahap ini dapat diulang beberapa kali. Pada tahap ini juga mencakup pemilihan tabel, *record*, dan atribut-atribut data, termasuk proses pembersihan dan transformasi data untuk kemudian dijadikan masukan dalam tahap permodelan (*modeling*).

3. Menentukan Prototype

apakah dapat diterima oleh pemesan atau pemakai. Analisis sistem pada tahap ini akan mendeteksi dan mengidentifikasi sejauh mana pemodelan yang dibuatnya dapat diterima oleh pemesan. Perbaikan perbaikan apa yang diinginkan pemesan atau bahkan harus merombak secara keseluruhan.

4. Penggunaan Prototype

Pada tahap ini, analisis sistem akan menyerahkan kepada pemrogram untuk mengimplementasikan pemodelan yang dibuatnya menjadi satu sistem

C. Algoritma Genetika

Algoritma genetik adalah algoritma pencarian heuristic yang didasarkan atas mekanisme evaluasi biologis. Keberagaman pada evaluasi biologis adalah variasi dari kromosom antar individu organisme. Individu yang lebih kuat (fit) akan memiliki tingkat survival dan tingkat reproduksi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan individu yang kurang fit. Pada kurun waktu tertentu (sering dikenal dengan istilah generasi), populasi secara keseluruhan akan lebih banyak memuat organism yang fit.

Algoritma genetik pertama kali dikembangkan oleh John Holland dari Universitas Michigan (1975). John Holland mengatakan bahwa setiap masalah yang berbentuk adaptasi (alami maupun buatan) dapat diformulasikan dalam terminology genetika. Algoritma genetik adalah simulasi dari proses evolusi Darwin dan operasi genetika dari kromosom. Inti dari algoritma genetika adalah secara bertahap akan mencari solusi terbaik (survival of the fittest) dari begitu banyak solusi yang ada. Pertama-tama algoritma genetika bekerja dengan membuat beberapa solusi secara acak, tentu saja dari tahapan pertama ini solusinya kemungkinan masih buruk. Solusi tersebut akan mengalami proses evolusi secara terus menerus dan akan menghasilkan

suatu solusi yang lebih baik. Setiap solusi yang terbentuk mewakili satu kromosom dan satu individu terdiri dari satu kromosom. Kumpulan dari individu-individu ini akan membentuk suatu populasi, dari populasi ini akan lahir populasi-populasi baru sampai dengan sejumlah generasi yang ditentukan [6].

1. Seleksi

Dalam penjadwalan, proses seleksi untuk memilih generasi yang lebih baik dilakukan berdasarkan nilai maksimum fungsi tujuan global. Fungsi ini merupakan hasil penjumlahan terhadap fungsi kriteria optimalitas yang telah ditentukan sebelumnya. Misalnya dalam sebuah penjadwalan ditentukan bahwa kriteria optimal adalah meminimasi makespan dan memaksimalkan rata-rata utilitas mesin. Kedua fungsi ini disebut sebagai fungsi parsial dan hasil penjumlahannya disebut fungsi tujuan global [5].

Rumusan untuk kedua fungsi parsial ini adalah sebagai berikut :

$$\text{Makespan} : Ms = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m t_{ik}$$

$$\text{Rata-rata utilitas} : Um = \frac{1}{m} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m t_{ik}}{Ta}$$

Fungsi tujuan global (Ft) dibentuk dengan model matematis yang merupakan penjumlahan dari fungsi-fungsi parsial yang menghasilkan sebuah indeks yang mengidentifikasi solusi terbaik dimana nilai fitness tertinggi merupakan solusi terbaik. Model fungsi tujuan global dirumuskan sebagai berikut

$$\text{Maksimisasi Ft} = \frac{Ta}{Ms} + (1 + um)$$

Dimana :

Ft : Fungsi tujuan global

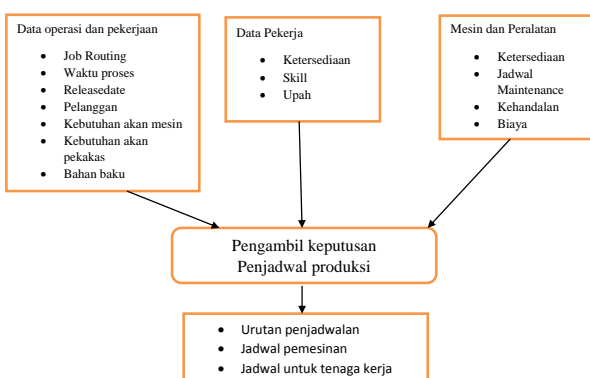
Ta : Waktu tersedia (available time) dalam pemenuhan order

Ms : Makespan

Um : Rata-rata utilitas mesin

2.3. Kerangka Pemikiran

Dalam pelaksanaan penelitian ini diperlukan sebuah tahapan proses penelitian. Tahapan proses penelitian ini interpretasi dari langkah-langkah kegiatan yang akan dilakukan selama mengerjakan penelitian ini. Adapun tahapan proses yang digunakan sebagai berikut :



Gambar 2. 2 Kerangka Pemikiran

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Instrumen Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan permasalahan yang telah di uraikan pada bab sebelumnya. Adapun metode penelitian dalam penelitian ini adalah :

A. Observasi

Melakukan pengamatan secara langsung di UD. Iskandar Pringgohardjo, mengamati 4 mesin perajangan, 2 mesin pengeringan, 1 mesin pembumbu, dan 1 mesin packing yang memiliki kapasitas dan estimasi waktu selesai yang berbeda.

B. Wawancara

Melakukan tanya jawab dengan pihak manajemen dan operator yang bekerja saat kegiatan penelitian berlangsung mengenai hal-hal yang berhubungan dengan objek penelitian dan untuk melengkapi data yang diperoleh dari observasi. Terdapat ketidak optimalan dalam pengolahan cengkeh karena tidak adanya penjadwalan yang akurat untuk memproduksi cengkeh di setiap mesin yg ada.

C. Dokumentasi

Penulis mencatat persentase kerusakan dan mendokumentasi mesin-mesin serta gudang yang ada.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan dan Analisis

A. Perancangan sistem

Teknik pemecahan masalah pada analisis system yang menggabungkan kembali komponen system menjadi system yang utuh. Ada tiga point utama yang akan dibahas pada tahap perancangan :

1.1.1 User Communication

Komunikasi yang terjadi antara pengguna dengan program dengan respon yang diberikan oleh system. Yaitu analisis kebutuhan user, use case diagram, dan diagram aktifitas.

1.1.1.1 Analisis Kebutuhan User

Analisis kebutuhan bertujuan mendefinisikan kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan perangkat lunak. Suatu system yang akan dikembangkan harus memenuhi kebutuhan fungsional sehingga program dapat berjalan dengan optimal sehingga mendukung fungsi utama dalam program agar berjalan sesuai yang diharapkan.

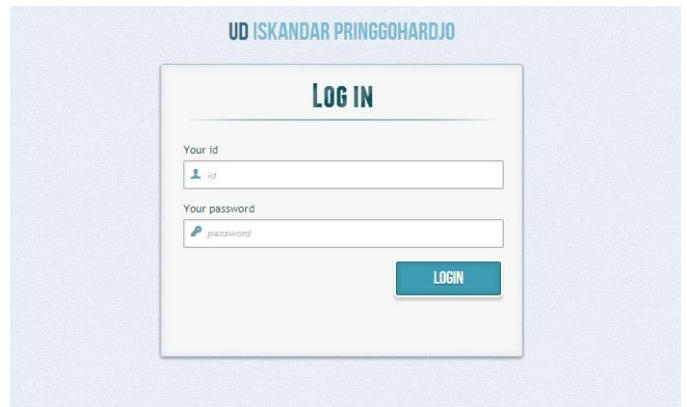
1. Kebutuhan Fungsional

- Sistem harus menyediakan fungsi untuk mengimpor dataset sebagai data training.
- Sistem harus menyediakan fungsi untuk mining sebagai layanan utama dalam program ini.
- Sistem harus menyediakan fungsi untuk menyimpan hasil mining sebagai output dalam bentuk file teks.

2. Kebutuhan Non-Fungsional

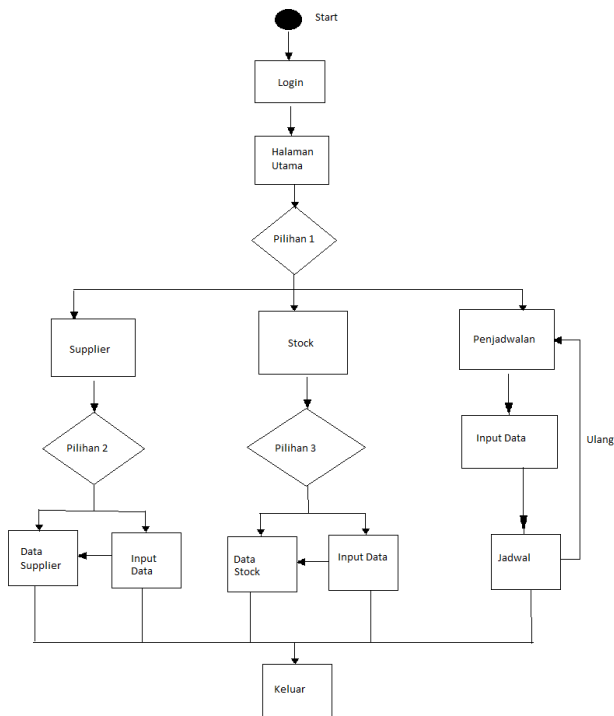
- Sistem menyediakan layanan bantuan agar pengguna lebih mudah dalam mengoperasikan program

Desain antarmuka adalah tahap pembuatan tampilan software agar lebih menarik sehingga pengguna dapat mengoperasikan software dengan mudah.



Gambar 4. 3 Halaman Login

1.1.1.2 Activity Diagram



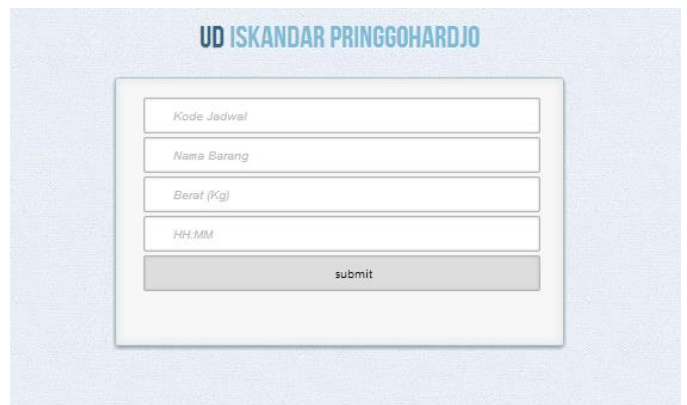
Gambar 4.2 Activity Diagram

Activity diagram menggambarkan berbagai aliran aktivitas dalam system yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing aliran berawal, decision yang mungkin terjadi dan bagaimana mereka berakhir. Activity diagram juga dapat menggambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi.

4.2. Prototype Cycles



Gambar 4. 4 Halaman Utama



Gambar 4. 5 Halaman Input Penjadwalan

UD ISKANDAR PRINGGOHARDJO

Kode Jadwal : A23			
Nama Barang : Cengkeh Sapi			
Waktu Mulai : 19 July 2014 07:10			
Waktu Selesai : 19 July 2014 09:08			
Total Waktu Proses : 118 menit			
Berat : 1230 Kg			
Proses A :	Perajangan	51.83 menit	07:10 08:33
	Mesin perajangan satu :	Efisiensi : 16.67 Kg / menit	200 Kg 720
	Mesin perajangan dua :	Efisiensi : 12.5 Kg / menit	250 Kg 1200
	Mesin perajangan tiga :	Efisiensi : 18.31 Kg / menit	180 Kg 590
	Mesin perajangan empat :	Efisiensi : 74 Kg / menit	370 Kg 300
	Mesin perajangan empat :	Efisiensi : 74 Kg / menit	230 Kg 300
Proses B :	Pengeringan	22.33 menit	08:33 09:06
	Mesin pengeringan satu :	Efisiensi : 71.43 Kg / menit	500 Kg 420
	Mesin pengeringan dua :	Efisiensi : 48 Kg / menit	400 Kg 500
	Mesin pengeringan satu :	Efisiensi : 71.43 Kg / menit	330 Kg 420
Proses C :	Pembumbuan	28.33 menit	09:06 09:39
	Mesin mesin pembumbuan :	Efisiensi : 70.59 Kg / menit	1000 Kg 850
	Mesin mesin pembumbuan :	Efisiensi : 70.59 Kg / menit	230 Kg 850
Proses D :	Packing	15 menit	09:39 09:54
	Mesin mesin packing :	Efisiensi : 120 Kg / menit	600 Kg 300
	Mesin mesin packing :	Efisiensi : 120 Kg / menit	600 Kg 300
	Mesin mesin packing :	Efisiensi : 120 Kg / menit	30 Kg 300

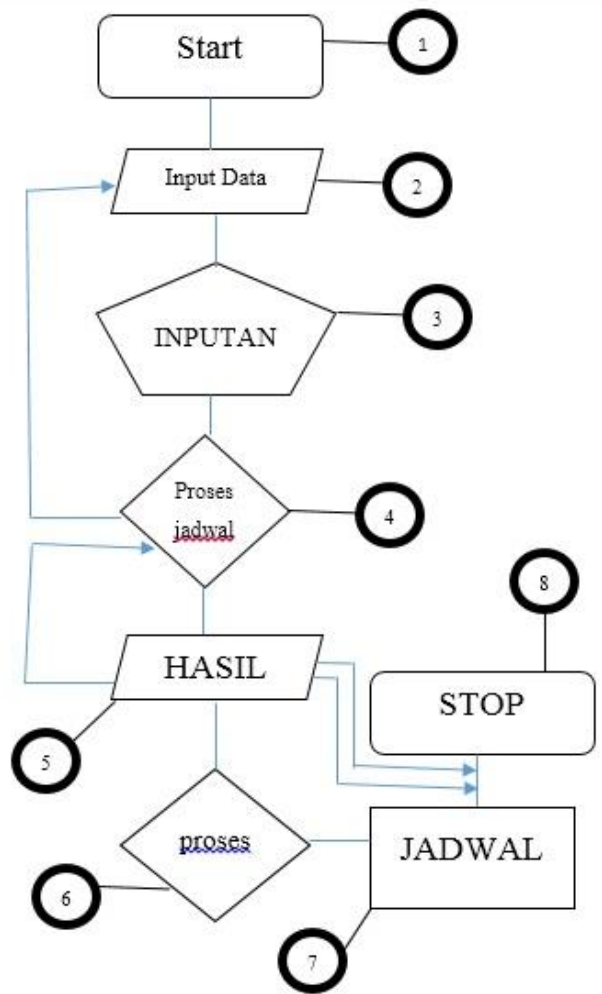
Gambar 4. 6 Halaman Hasil

4.3. Pengujian dan implementasi

Sebelum perangkat lunak dirilis untuk pengguna hal yang perlu dilakukan adalah melakukan pengujian apakah program sudah memenuhi standar kelayakan pakai atau terdapat bug yang menyebabkan program tidak dapat berjalan dengan baik.

1.3.1 Pengujian Perangkat Lunak Dengan Metode White-Box Testing

Pengujian white box bertujuan untuk memastikan struktur semua statemen pada program telah dieksekusi paling tidak satu kali pengujian dan tidak dijumpai error message. Pengujian ini menggunakan basis path yang memungkinkan pengukuran kompleksitas logis dari desain procedural sebagai pedoman penetapan basis set pada tiap eksekusi. Dalam penelitian ini test care dilakukan hanya satu kali untuk memastikan program sudah dapat berjalan dengan prosedur perancangan. Adapun contoh pengujian yang diambil dalam penelitian ini adalah proses output.



Gambar 4.10 Bagan alir evaluasi

Dari gambar 4.10 dapat diketahui :

- Edge (E) = 10
- Region (R) = 3
- Predikat Node = 5
- Node (N) = 7

a. Menghitung Nilai Cyclomatic Complexity (CC)

Cyclomatic Complexity digunakan untuk mencari jumlah path dalam satu flowgraph. Cyclomatic Complexity $V(G)$ untuk grafik alir dihitung dengan rumus:

$$V(G) = E - N + 2$$

Dimana :

E = jumlah edge pada grafik alir

N = jumlah node pada grafik alir

maka

$$V(G) = 12 - 9 + 2 = 5$$

Jadi Cyclomatic Complexity untuk flowgraph evaluasi adalah 5. Berdasarkan tabel hubungan antara Cyclomatic Complexity dan Resiko menurut McCabe, menunjukkan bahwa nilai CC 5 – 10 masuk dalam type of procedure a well structured and stable procedure (strukturnya baik dan procedure stabil) serta risikonya Low (rendah).

1.3.2 Pengujian Perangkat Lunak Dengan Black-Box Testing

Pengujian black box dilakukan untuk memastikan bahwa suatu event atau masukan akan menjalankan proses yang tepat dan menghasilkan output sesuai dengan rancangan. Untuk contoh pengujian terhadap beberapa proses memberikan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Black Box Terhadap Beberapa Proses

Input / Event	Fungsi	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji
Klik Halaman Login	Login Terauntetikasi	Halaman login terauntetikasi	Sesuai
Klik Halaman Utama	Menampilkan menu pilihan	Halaman menu pilihan	Sesuai
Klik Menu supplier	Menampilkan menu supplier	Halaman supplier tampil	Sesuai
Klik input supplier	Input supplier	Data Supplier Terinputkan	Sesuai
Klik Menu Data Supplier	Menampilkan Data Supplier	Data supplier tampil	Sesuai
Klik Menu Stock	Input Stock	Stock terinputkan	Sesuai
Klik Menu Data Stock	Menampilkan Data Stock	Data Stock tampil	Sesuai
Klik Menu Penjadwalan	Menampilkan form penjadwalan	Menampilkan Form jadwal	Sesuai
Klik Menu submit	Mengkalkulasi jadwal	Menghasilkan Jadwal	Sesuai
Klik Tombol Ulangi	Mengulangi dari Menu jadwal	Mengulangi proses penjadwalan	Sesuai
Klik tombol keluar	exit	Keluar dari program	Sesuai

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan untuk uji black box yang meliputi uji input proses dan output dengan acuan rancangan perangkat lunak telah terpenuhi dengan hasil

sesuai dengan rancangan. Uji juga dilakukan pada program utama dan program pendukung lainnya.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dengan berdasarkan uraian yang telah disampaikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan bahwa hasilnya sesuai dengan tujuan penulis. Aplikasi telah berhasil dirancang sesuai dengan kebutuhan - kebutuhan yang menjadi tujuan dari perancangan, yaitu aplikasi dapat bekerja sebagai sistem penjadwalan pada UD ISKANDAR PRINGGOHARDJO dan mengetahui tingkat efisiensi setiap mesin yang bekerja untuk mengolah dari cengkeh mentah menjadi cengkeh yang siap dijual ke pasaran. Melalui pengujian - pengujian yang sudah dilakukan setelah aplikasi dapat diimplementasika, semua pengujian input dan output aplikasi telah sesuai dengan yang diharapkan. Aplikasi telah berhasil memproses semua input yang diberikan dan menghasilkan output yang sesuai dengan kebutuhan, sehingga aplikasi sudah layak untuk digunakan dan diterapkan sesuai dengan kebutuhan.Saran

Saran yang dapat diberikan penulis dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Diharapkan adanya penelitian dan kajian lebih lanjut mengenai penjadwalan dengan menggunakan Algoritma Genetika.
2. Untuk penelitian mengenai aplikasi penjadwalan produksi sejenis diharapkan menggunakan algoritma optimasi lainnya sehingga mengetahui tingkat akurasi.
3. .Diharapkan ada penelitian selanjutnya yang meneliti dan membahas kekurangan - kekurangan yang dimiliki oleh aplikasi penjadwalan produksi ini agar dapat dikembangkan lebih lanjut lagi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan teima kasih kepada Universitas Dian Nuswantoro, Rektor UDINUS, Dekan Fakultas Ilmu Komputer, Kaprodi Teknik Informatika-S1, Dosen pembimbing, Dosen-dosen pengampu kuliah di Fakultas Ilmu Komputer , serta teman-teman dan sahabat yang selama ini telah mendampingi penulis selama kuliah di Universitas Dian Nuswantoro.

REFERENSI

- [1] Suyanto, Bagong. (2005). *Metode Penelitian Sosial: Bergabai Alternatif Pendekatan*. Jakarta : Prenada Media
- [2] Indrajit , Eko. (2000). *Pengantar Konsep Dasar Manajemen Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*
- [3] Mitchell, Melanie. (2007). *An Introduction to Genetic Algorithms*, Massachusetts Institute of Technology.
- [4] Conway, R. W., Maxel, W. L., and Miller, L.W (1967). *Theory Of Scheduling*, Andison Wesley Publishing Company Inc, New York.
- [5] R Baker , Kenneth, 1974. *Introduction to sequencing and Scheduling*, New York: John Wiley & Sons
- [6] Basuki, A. 2003. *Algoritma Genetika, Suatu Alternatif Penyelesaian Permasalahan Searching, Optimasi dan Machine Learning*. Surabaya: PENS-ITS.
- [7] Muhammad Aria. 2006. "*Aplikasi Algoritma Genetik Untuk Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah*". Universitas Komputer Indonesia
- [8] Goldberg, D.E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization And Machine Learning*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company Inc
- [9] Budi Sutedjo Dharma Oetomo, 2002. *Perancangan dan Pembangunan Sistem Informasi*, Andy, Yogyakarta.
- [10] Walker, JR Orville; et al. (2003). *Marketing Strategy: A Decision-Focused Approach*. (4th ed). Mc Graw-Hill, New York
- [11] Agus Mulyanto. 2009. *Sistem Informasi Konsep dan Aplikasi*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta
- [12] O'Brien, James A. (2005). *Introduction to Information Systems*. Twelfth edition. Mc Graw-Hill, Northern Arizona
- [13] Sommerville, Ian, 2001, "*Software Engineering*".6th, Addison Wesley
- [14] Marcut, Ioana. (2005). *Critical thinking-applied to the Methodology of Teaching Mathematics*. Educat,ia Matematicã. Vol. 1 (1): 57–66.
- [15] Janner Simarmata. 2009. *Perancangan Basis Data*. Andi. Yogyakarta.
- [16] Chin, Wynne W., Matthew K.O. Lee, *A Proposed Model And Measurement Instrument For The Formation of IS Satisfaction: The Case Of End User Computing Satisfaction*, MIS Quaterly, 2000