

**PERHITUNGAN PERKIRAAN JUMLAH HASIL KAYU JATI BALOK  
DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA  
DI UD. WAHYU JAYA**

Lutfi Adhi Wijaya<sup>1</sup>, Noor Ageng Setiyanto, M.Kom<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Dian Nuswantoro Semarang  
Jl. Nakula I No. 5-11 Semarang  
Telp. : (024) 3517261, Fax : (024) 3520165  
e-mail : lutfiadhiwijaya@gmail.com

---

## **Abstrak**

Kayu Jati (*Tectona grandis L.f.*) merupakan salah satu sumber daya hutan yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dalam industri perkayuan. Pemanfaatan kayu jati dilakukan dalam bentuk hasil pengolahan kayu yang lebih lanjut dari bahan baku kayu jati log (kayu glondong) yang telah melalui proses penggergajian kayu. Penggergajian kayu ini akan menghasilkan beberapa kayu balok dengan ukuran dimensi tertentu. Sehingga dapat dimanfaatkan secara efektif dan efisien untuk rumah, jembatan, tiang, bantalan rel kereta api, alat angkutan, bangunan air, perkakas rumah tangga, peti kemas, dan lain-lain. Oleh karena itu, diperlukan suatu perhitungan yang dapat mengetahui jumlah kayu jati balok yang bisa dihasilkan secara optimal dari penggergajian kayu jati log. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan pendekatan algoritma genetika. Diharapkan dengan digunakannya algoritma genetika akan diperoleh optimasi jumlah kayu jati balok yaitu kondisi dimana terjadi kombinasi yang memiliki nilai *fitness* terbaik untuk jumlah kayu jati balok yang bisa dihasilkan dari penggergajian kayu jati log, sehingga dapat meminimalkan sisa kayu jati hasil penggergajian yang terbuang.

**Kata kunci :** Kayu Jati Log, Optimasi Jumlah Kayu, Algoritma Genetika

## **1. PENDAHULUAN**

Kayu Jati (*Tectona grandis L.f.*) atau “*teak wood*” telah dikenal masyarakat nasional maupun internasional sebagai bahan baku industri pengolahan kayu yang memiliki banyak keunggulan. Penyebaran jati meliputi Jawa, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Nusa Tenggara Barat (Sumbawa), Maluku, dan Lampung. Jati di Jawa telah dikembangkan sejak jaman Belanda sampai sekarang secara komersial industri oleh PERHUTANI di Jawa dan secara komersial tradisional oleh masyarakat dalam bentuk hutan rakyat.<sup>[1]</sup>

Kayu jati banyak dimanfaatkan untuk bahan bangunan dan perabotan seperti kursi, pintu, jendela dan semacamnya. Secara teknis, kayu jati memiliki kelas kuat II dan kelas awet II. Meskipun keras dan kuat, kayu jati mudah dipotong dan dikerjakan, sehingga disukai untuk membuat furniture dan ukir-ukiran. Kayu yang diampelas halus memiliki permukaan yang licin dan seperti berminyak. Pola-pola lingkaran tahun pada kayu teras nampak jelas, sehingga menghasilkan gambaran yang indah. Karena keindahan dan kekuatannya, kayu jati banyak dimanfaatkan dalam industri perkayuan.<sup>[1]</sup>

Pemanfaatan kayu jati dilakukan dalam bentuk hasil pengolahan kayu yang lebih lanjut dari bahan baku kayu log (kayu glondong) yang telah melalui proses penggergajian kayu jati. Penggergajian kayu jati ini akan menghasilkan beberapa kayu balok dengan ukuran dimensi tertentu. Sehingga dapat dimanfaatkan secara efektif dan efisien untuk rumah, jembatan, tiang, bantalan rel kereta api, alat angkutan, bangunan air, perkakas rumah tangga, peti kemas, dan lain-lain.<sup>[2]</sup>

Namun permasalahan mendasar saat ini adalah bagaimana masyarakat pengguna kayu jati dapat mengetahui jumlah perkiraan hasil penggergajian kayu jati glondongan (log) menjadi kayu balok ukuran dimensi tertentu dan nantinya dapat diketahui nilai rendemen dari penggergajian kayu jati log.

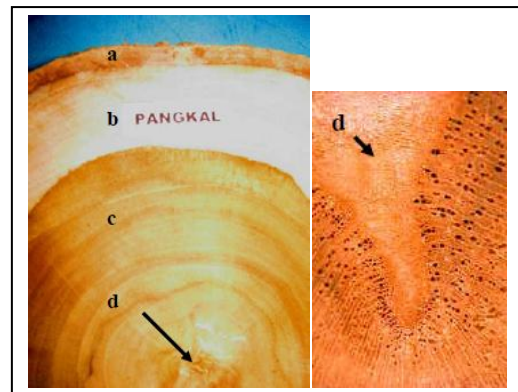
Dengan menggunakan pendekatan algoritma genetika untuk membantu mendapatkan optimasi jumlah kayu jati balok, sehingga diperoleh kombinasi yang memiliki nilai *fitness* terbaik untuk jumlah kayu jati balok yang bisa dihasilkan dari penggergajian kayu jati log sehingga dapat meminimalkan sisa kayu jati hasil penggergajian yang terbuang.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sekilas Kayu jati

Kayu jati merupakan jenis kayu yang paling banyak dipakai untuk berbagai keperluan karena sifat-sifatnya yang baik. Kayu jati termasuk kelas awet II dan kelas kuat II dengan berat jenis rata-rata sekitar 0,67. Kekerasannya sedang dan mempunyai nilai penyusutan arah tangensial sekitar 5% dan arah radial sekitar 2,3%. Kayunya mudah dikerjakan baik dengan tangan maupun dengan bantuan mesin dan mempunyai *finishing* cukup baik.

### Bagian-bagian Kayu Jati



Gambar 1. Bagian-bagian kayu jati

Batang kayu jati yang dipotong melintang akan memperlihatkan bagian-bagian kayu, yang kerap kali berbeda warna. Bagian-bagian tersebut antara lain yaitu :<sup>[2]</sup>

#### a. Kulit

Kulit kayu jati adalah bagian yang terdapat pada bagian terluar yang berfungsi sebagai pelindung bagian-bagian yang terdalam, terhadap kemungkinan pengaruh dari luar yang bersifat merusak, misalnya iklim, serangan serangga, hama, kebakaran serta merusak kayu lainnya.

#### b. Gubal

Bagian kayu yang masih muda terdiri dari sel-sel yang masih hidup yang berfungsi sebagai penyalur cairan dan tempat penimbunan zat-zat makanan. Tebal lapisan kayu gubal bervariasi menurut jenis pohon.

#### c. Teras

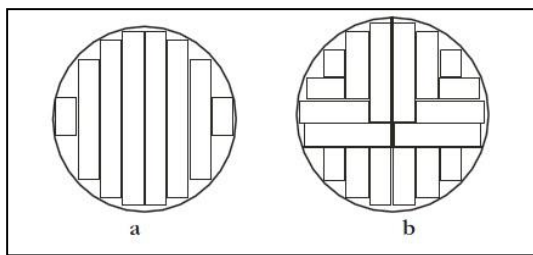
Merupakan bagian dari kayu yang berupa penumpukan sel-sel yang telah mati dan secara fisiologis selnya sudah tidak berfungsi. Kayu teras berwarna lebih tua dari bagian gubalnya, karena kandungan zat ekstraktif dalam kayu teras lebih tinggi. Zat ekstraktif mempunyai fungsi

penting dalam menjaga keawetan alami kayu, sehingga tidak mudah terserang organisme perusak kayu. Dalam hal ini, kayu teras lebih tahan terhadap serangan organisme perusak kayu daripada kayu gubalnya (Butterfield, 1993).

d. Empulur

Empulur merupakan jaringan lunak yang akan mengeras pada saat batang tumbuh dewasa. Empulur semakin membesar diameternya searah tinggi pohon, dengan kata lain semakin tinggi pohon, maka bagian empulurnya semakin membesar (Wilson and White, 1986).

Pola Penggergajian Kayu



Gambar 2. Pola penggergajian - pola satu sisi (a) dan pola perempatan (b)

Teknologi penggergajian yang banyak diterapkan dan dipakai oleh masyarakat untuk mendapatkan ukuran sortimen biasanya menggunakan dua macam pola, pertama pembelahan satu sisi (*live sawing*), yaitu pola dengan irisan gergaji pada permukaan lebar kayu menyinggung lingkaran tahun. Pola ini menghasilkan papan tangensial yang tidak sebanding pada arah radial dan tangensialnya. Pola penggergajian kedua ialah sistem perempatan (*quarter sawing*), yaitu pola dengan irisan gergaji membentuk sudut tegak lurus atau

hampir lurus dengan lingkaran tahun, yang menghasilkan papan radial yang lebih stabil dimensinya. Pola lain yang belum banyak diketahui dan digunakan oleh masyarakat adalah pola semi/setengah perempatan (*semi/half quarter sawing*).<sup>[4]</sup>

2.2 Algoritma Genetika

Algoritma ini didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup, yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam atau “siapa yang kuat, dia yang bertahan (*survive*)”. Dengan meniru teori evolusi ini, algoritma genetika dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata.<sup>[11]</sup>

Algoritma Genetika memiliki 7 komponen (Suyanto,2005). Berikut ini adalah bahasan lebih lanjut tentang komponen-komponen tersebut.

a. Representasi

Pengkodean yang dimaksud meliputi pengkodean gen dan kromosom. Tiga skema yang paling umum digunakan dalam pengkodean adalah *Real number encoding*, *Discrete decimal encoding*, dan *Binary Encoding*.

b. Evaluasi Nilai Fitness

Solusi yang dicari untuk masalah optimasi, jika adalah untuk mengoptimumkan fungsi *h*. nilai fitness yang digunakan adalah nilai dari fungsi *h* tersebut, sehingga

$$f = h \dots\dots\dots(1)$$

dimana *f* = nilai *fitness*, *h* = fungsi obyektif.

- c. Seleksi Orangtua  
Pemilihan dua buah kromosom sebagai orangtua yang akan dipindah silangkan dilakukan sesuai dengan nilai *fitness*nya (Kusumadewi dan Purnomo, 2005). Semakin kecil nilai *fitness*nya, maka semakin besar peluangnya untuk menjadi orangtua. Metode seleksi yang digunakan adalah *roulette wheel*.
- d. Pindah Silang (*Crossover*)  
Sebuah kromosom yang mengarah pada solusi yang bagus dapat diperoleh dari proses memindah-silangkan ini.
- e. Mutasi  
Mutasi dalam AG dimaksudkan untuk menciptakan individu baru dengan melakukan modifikasi satu atau lebih gen dalam individu yang sama. (Kusumadewi dan Purnomo, 2005).
- f. Etilisme  
Etilisme adalah suatu prosedur pengopian individu agar individu yang bernilai *fitness* terbaik tidak hilang selama proses evolusi. Suatu individu yang memiliki nilai *fitness* terbaik belum pasti akan selalu terpilih. Hal ini disebabkan karena proses penyeleksian dilakukan secara random. (Suyanto, 2005).
- g. Penggantian Populasi  
Prosedur penghapusan individu adalah seperti penghapusan individu yang paling tua atau individu yang memiliki nilai *fitness* paling tinggi. Penghapusan individu bisa dilakukan pada orangtua saja atau pada semua individu yang ada dalam populasi tersebut. (Suyanto, 2005).

### 3. METODE PENELITIAN

Berikut ini tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian yang terfokus pada perhitungan perkiraan jumlah kayu jati yang bisa dihasilkan dari penggergajian kayu jati log, antara lain:

#### 3.1 Pengumpulan Data

Data penelitian diperoleh dari UD. Wahyu Jaya yang ada di daerah Tegal Jawa Tengah dengan melakukan metode pengumpulan data berupa observasi (pengamatan langsung) maupun wawancara dengan salah satu pegawai di perusahaan tersebut yaitu Bapak Achmad Supriyanto, SE selaku manager personalia yang ahli di bidang kayu jati dan kegiatan yang ada di UD. Wahyu Jaya.

Data penelitian yang diperoleh berupa jenis-jenis kayu jati, kelas-kelas kayu jati yang dibedakan berdasarkan ukuran diameter kayu jati sesuai ketentuan Perhutani, dan dimensi kayu jati balok yang tersedia di UD. Wahyu Jaya. Adapun data penelitian lainnya seperti rumus perhitungan volume kayu jati log dan balok, serta rumus perhitungan nilai rendemen kayu diperoleh dari studi pustaka dari berbagai literature seperti jurnal, buku, dan sumber lain yang berhubungan dengan objek penelitian.

#### 3.2 Analisa Data

Selanjutnya dilakukan analisa data, dengan melakukan pengelompokan data kelas-kelas kayu, dengan rincian sebagai berikut:

- a. Klasifikasi kelas kayu jati log berdasarkan diameter kayu

Tabel 1. Klasifikasi kelas kayu jati log

Kelas	Golongan
Kelas AI	OPL : 10 cm dan 13 cm
	OP : 16 cm dan 19 cm
Kelas AII	OD : 22 cm, 25 cm, dan 28 cm
Kelas AIII	OGD : 30 cm – 40 cm

- b. Klasifikasi dimensi kayu jati balok yang ada di UD. Wahyu Jaya

Tabel 2. Klasifikasi dimensi kayu jati balok

Dimensi Kayu Balok
4 x 6 cm
4 x 8 cm
4 x 12 cm
4 x 20 cm
6 x 8 cm
8 x 12 cm

- c. Rumus perhitungan volume kayu dan rendemen kayu

1. Rumus perhitungan volume kayu

$$V = \frac{22}{7} \times (R \times R) \times P \dots\dots(2)$$

Dimana :

R :  $\frac{1}{2}$  x diameter kayu log(cm)

P : panjang kayu log (cm)

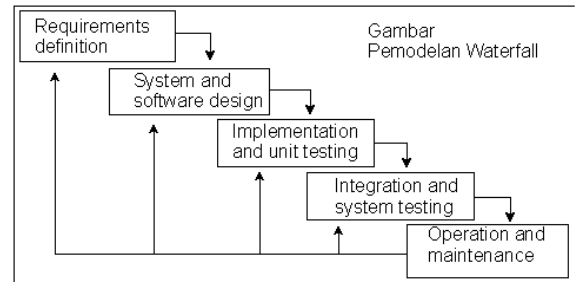
V : volume kayu (cm<sup>3</sup>)

2. Rumus perhitungan rendemen kayu

$$Re = \frac{\text{vol.kayu hasil}}{\text{vol.kayu log}} \times 100\% \dots\dots(3)$$

### 3.3 Perancangan Sistem

Tahap yang selanjutnya dilakukan adalah tahap perancangan dengan memikirkan bagaimana sistem tersebut akan dibentuk dengan mengacu pada metode *Sistem Development Life Cycle (SDLC)* atau dikenal sebagai *water fall method*.



Gambar 3. Model waterfall secara umum

### 3.4 Pengujian Sistem

Tahap ini dilakukan dengan 2 jenis pengujian, yaitu :

- a. *Whitebox testing*

Meliputi pengujian terhadap detail perancangan dengan menggunakan *basis paths*.

- b. *Blackbox testing*

Meliputi pengujian terhadap sisi fungsionalitas sistem dengan beberapa kasus pengujian seperti kondisi *eventclick* menu aplikasi, dan beberapa elemen tombol.

### 3.5 Pemeliharaan Sistem

Meliputi kegiatan pemeliharaan atau perawatan sistem agar system tetap berjalan sesuai dengan tujuan dan dapat bertahan lama.

#### 4. HASIL IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

Dengan pendekatan algoritma genetika, untuk mencari perkiraan jumlah kayu jati balok yang bisa dihasilkan dari kayu jati log yang diasumsikan bulat sempurna, sehingga didapatkan kombinasi yang optimal dari jumlah kayu jati balok.

##### 4.1 Perhitungan dengan Algoritma Genetika

Dengan menggunakan contoh kasus, misalkan akan dicari jumlah kayu jati balok yang bisa dihasilkan dengan ukuran 2x3 cm, 4x6 cm, dan 4x8 cm dari kayu jati log dengan diameter 10 cm, maka :

- luas balok 1 =  $2 \times 3 = 6$
- luas balok 2 =  $4 \times 6 = 24$
- luas balok 3 =  $4 \times 8 = 32$
- luas penampang kayu =  $78.57143 \text{ cm}^2$

sehingga dari data diatas, dapat dibentuk suatu persamaan, yaitu :

$$6a + 24b + 32c \leq 78.57143$$

Sehingga dari perhitungan dengan algoritma genetika, didapatkan :

- Generasi pertama

Kromosom yang diinisialisasi:

- Kromosom[1]=[05;02;01]
- Kromosom[2]=[04;04;04]
- Kromosom[3]=[02;03;05]
- Kromosom[4]=[01;01;01]
- Kromosom[5]=[03;03;01]
- Kromosom[6]=[04;02;02]

Dari kromosom tersebut, akan didapatkan :

a. Fungsi objektif dari :

- Kromosom[1]=31.42857
- Kromosom[2]=169.42857
- Kromosom[3]=165.42857
- Kromosom[4]=16.57143
- Kromosom[5]=43.42857
- Kromosom[6]=57.42857

Rata-rata fungsi\_objektif = 161,23809

b. Nilai fitness :

- Fitness[1]=0.03084
- Fitness[2]=0.00587

- Fitness[3]=0.00601
  - Fitness[4]=0.05691
  - Fitness[5]=0.02251
  - Fitness[6]=0.01711
- Total\_fitness = 0.13925

c. Probabilitas P[i]

$$P[i] = \text{fitness}[i] / \text{total\_fitness}$$

- P[1]=0.22147
- P[2]=0.04215
- P[3]=0.04316
- P[4]=0.40869
- P[5]=0.16165
- P[6]=0.12287

Setelah melalui beberapa tahap seperti seleksi, *crossover* dan mutasi, didapatkan populasi yang baru yaitu :

- Kromosom[1]=[04;04;04]
- Kromosom[2]=[01;03;01]
- Kromosom[3]=[03;01;01]
- Kromosom[4]=[02;03;01]
- Kromosom[5]=[02;02;01]
- Kromosom[6]=[01;01;01]

Dari perhitungan di generasi pertama, didapatkan nilai *fitness* dan nilai probabilitas dari kromosom 4 merupakan nilai yang terbesar, sehingga kromosom tersebut mempunyai probabilitas untuk terpilih pada generasi selanjutnya.

- Generasi kedua

Dari populasi kromosom baru yang telah didapatkan dari perhitungan generasi pertama, akan didapatkan :

a. Fungsi objektif dari :

- Kromosom[1]=169.42857
- Kromosom[2]=31.42857
- Kromosom[3]=4.57143
- Kromosom[4]=37.42857
- Kromosom[5]=13.42857
- Kromosom[6]=16.57143

Rata-rata fungsi\_objektif = 90,95238

- b. Nilai fitness :
- Fitness[1]=0.00587
  - Fitness[2]=0.03084
  - Fitness[3]=0.17949
  - Fitness[4]=0.02602
  - Fitness[5]=0.06931
  - Fitness[6]=0.05691
- Total\_fitness = 0.36844

- c. Probabilitas P[i]
- $$P[i] = \text{fitness}[i] / \text{total\_fitness}$$
- P[1]=0.01593
  - P[2]=0.0837
  - P[3]=0.48716
  - P[4]=0.07062
  - P[5]=0.18812
  - P[6]=0.15446

Setelah melalui beberapa tahap seperti seleksi, *crossover* dan mutasi, didapatkan populasi yang baru yaitu :

- Kromosom[1]=[03;02;01]
- Kromosom[2]=[02;01;01]
- Kromosom[3]=[03;01;01]
- Kromosom[4]=[01;02;01]
- Kromosom[5]=[01;01;02]
- Kromosom[6]=[02;02;01]

Dari perhitungan di generasi kedua, didapatkan nilai *fitness* dan nilai probabilitas dari kromosom 3 merupakan nilai yang terbesar, sehingga kromosom tersebut mempunyai probabilitas untuk terpilih pada generasi selanjutnya.

Setelah beberapa generasi, didapatkan kromosom terbaik, yaitu :

Kromosom = [03;01;01]

Jika didekode maka :

a = 3; b = 1; dan c = 1;

Sehingga, dari kayu jati log dengan diameter 10 cm, dapat diperkirakan kayu jati balok yang bisa dihasilkan yaitu 3 batang balok ukuran 2x3 cm, 1 batang balok ukuran 4x6 cm dan 1 batang balok ukuran 4x8 cm.

## 4.2 Tampilan Sistem

- Halaman Home



Gambar 4. Halaman home

Pada halaman ini memuat beberapa menu pilihan yang dapat digunakan *user* untuk menuju form yang dimaksud. Menu “sekilas kayu jati” yang memuat informasi tentang kayu jati, menu “ukuran-ukuran kayu jati” yang memuat informasi tentang klasifikasi ukuran kayu jati dan menu “perhitungan kayu” yang digunakan untuk perhitungan jumlah kayu hasil penggergajian kayu, serta menu “exit” untuk keluar dari aplikasi.

- Form Perhitungan Kayu

Gambar 5. Form Perhitungan Kayu

Form ini merupakan form untuk melakukan perhitungan perkiraan jumlah hasil kayu, yang perhitungannya sesuai dengan nilai *input* dari pengguna (*user*). Pengguna (*user*) dapat memasukkan nilai diameter kayu Log dan dimensi kayu Balok secara manual dengan menginputkan nilai diameter kayu Log dan dimensi kayu Balok secara langsung di area input atau bisa juga dengan memanfaatkan tombol “L” dan “B” yang terdapat disamping area input yang nilainya sudah ditetapkan. Tombol “L” untuk menampilkan nilai diameter kayu log yang sudah ditetapkan ukurannya serta tombol “B” untuk menampilkan nilai dimensi kayu balok yang nilainya disesuaikan dengan yang tersedia di UD. Wahyu Jaya.

#### 4.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem kali ini dengan melakukan perhitungan hasil kayu jati balok pada form perhitungan kayu, dengan contoh kasus diameter kayu jati log sebesar 16 cm (OP) dan dimensi kayu jati balok 4x6 cm, 4x8 cm dan 4x12 cm, sehingga output yang didapatkan yaitu :



Gambar 6. Perhitungan Kayu

Dari perhitungan tersebut diketahui bahwa dari kayu log berdiameter 16 cm, dapat diperoleh kayu jati balok sebanyak 3 batang ukuran 4x6 cm, 2 batang ukuran 4x8 cm dan 1 batang ukuran 4x12 cm dengan nilai rendemen kayu sebesar 95.83333%.

#### 5. KESIMPULAN

- Dari perhitungan jumlah hasil kayu jati balok dengan menggunakan algoritma genetika, didapatkan kombinasi jumlah kayu jati balok dengan nilai *fitness* yang tertinggi sebagai kombinasi yang optimal dari jumlah kayu jati balok yang bisa dihasilkan dari suatu kayu jati log (glondongan).
- Dengan menggunakan pendekatan algoritma genetika, dapat memberikan perkiraan optimal jumlah kayu jati balok yang bisa dihasilkan dari penggergajian kayu jati log, sehingga dapat meminimalkan sisa kayu jati hasil penggergajian yang terbuang.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tim Fahutan IPB. (1993). “Tinjauan Sifat dan Penggunaan Kayu Jati Jawa Barat” Makalah yang disajikan dalam Seminar “Peningkatan Mutu Kayu Jati Jawa Barat sesuai Permintaan Pasar” Jakarta 2 Nopember 1993.
- [2] Krisdianto dan Ginuk Sumarni. (2004). *Perbandingan Persentase Volume Teras Kayu Jati Cepat Tumbuh dan Konvensional Umur 7 Tahun Asal Panajam, Kalimantan Timur*. Puslitbang Hasil Hutan. Bogor.



- [3] Osly Rachman, Jamaludin Malik.(2011). *Penggergajian dan Pemesinan Kayu Untuk Industri PerKayuan Indonesia*. Jakarta: Balitbang Kehutanan.
- [4] Mohammad Siarudin, Ary Widiyanto.(2012). “Kualitas Papan Kayu Manglid (*Manglieta glauca* Bl.) Pada Dua Pola Penggergajian” *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Volume 30, Nomor 1, 10-16.
- [5] Direktorat Kredit, BPR dan UMKM. 2008. Pola Pembiayaan Usaha Kecil Furniture Kayu. <http://www.bi.go.id/NR/UsahaFurnitureKayu.pdf/> diakses tanggal 24 Mei 2012.
- [6] Supardi, Ir. Yuniar. (2011). *Semua Bisa Menjadi Programmer Android Basic*. Jakarta: Penerbit PT Elex Media Komputindo.
- [7] Wahana Komputer. (2012). *Langkah Praktis Membangun Aplikasi Sederhana Platform Android*. Jakarta: Penerbit PT Elex Media Komputindo.
- [8] Britton, Carol dan Jill Doake. (2001). *Object-Oriented Systems Development*. New York: McGraw-Hill.
- [9] [http://setia.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/6077/Modul\\_UM\\_L.pdf](http://setia.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/6077/Modul_UM_L.pdf), diakses pada tanggal 30 Agustus 2013.
- [10] [http://eprints.undip.ac.id/10528/1/BAB\\_I\\_DAN\\_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/10528/1/BAB_I_DAN_II.pdf), diakses pada tanggal 19 Oktober 2013.
- [11] <http://hendrik.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/23066/algorithm-genetika.pdf>, diakses pada tanggal 19 Oktober 2013.
- [12] Kusumadewi, Sri. (2003). *Artificial Intellegence – Teknik dan Aplikasinya*. Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.
- [13] Suyanto. (2005). *Algoritma Genetika Dalam Matlab*. Yogyakarta : Andi Offset.