

OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN PADA MESIN SEKRAP MODEL L-450 MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Ramadhan¹, Alfian Hamsi²

^{1,2}Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Jln.Almamater Kampus
USU Medan 20155 Medan Indonesia
email: rama_dhan72@yahoo.co.id

ABSTRAK

Algoritma genetika merupakan suatu metode pencarian yang sangat efektif untuk menyelesaikan permasalahan optimasi pada dunia industri atau manufaktur yang memiliki permasalahan-permasalahan kompleks secara lebih mudah dan lebih akurat. Metode pencarian ini didasarkan oleh mekanisme evolusi. Evolusi akan mengakibatkan perubahan yang terus-menerus untuk menuju suatu kesempurnaan atau keseimbangan. Fungsi optimasi pada pengujian ini dibuat dari persamaan waktu permesinan dimana parameter yang digunakan adalah kecepatan potong dengan ambang batas antara 24 m/min sampai dengan 30 m/menit dan gerak makan berkisar antara 0,1 mm sampai dengan 0,5 mm. Proses optimasi dimulai dari membangkitkan populasi awal secara acak kemudian dilakukan seleksi dengan metode roda roulette lalu proses genetika yaitu rekombinasi (crossover) dan mutasi, selanjutnya dievaluasi nilai fitness dari individu baru. Parameter terbaik ditentukan oleh nilai fitness terkecil karena fungsi optimasinya diturunkan dari waktu permesinan sehingga akan diperoleh nilai yang paling optimal dengan kecepatan potong 28,8517 m/menit, gerak makan 0,475 mm dan waktu pemotongan 0,17233 min.

Kata kunci : Algoritma genetika, optimasi, pemesinan

ABSTRACT

Genetic algorithm is a method of search that very effective to solve the problems of optimization in the world of industries or manufactures are possess any complex of problems be more easily and accurate. This method of search based on the mechanism of evolution. Evolution will effected the change continously to aim a perfect or balance. The function of optimization at these trials are made from equality of time of machinery where the parameters be used are velocity of slice with range between 24 m/min up to 30 m/menit and eat moving with range between 0,1 mm up to 0,5 mm. The Process of optimization began from awaken of first population randomly then do selection with method of wheel of roulette then the process of genetic that is recombination (crossover) and mutation, furthermore evaluated the value of fitness from new individual. The best of parameter a given by the value of least fitness because the function of that optimization generate from time of machinery so that will obtainable the best optimal of values with velocity of slice 28,8517 m/menit, eat moving 0,475 mm and time of slicing 0,17233 min.

Keyword : Genetic Algorithm, optimization, machinery

1. Pendahuluan

Seperti yang kita ketahui mesin sekrap (*shaping machine*) banyak digunakan di pabrik-pabrik industri, mesin sekrap adalah suatu mesin perkakas yg digunakan untuk mengubah permukaan benda kerja menjadi

permukaan rata baik bertingkat, menyudut, dan alur. Mesin sekrap memiliki gerakan utama lurus bolak-balik secara vertikal maupun horizontal, proses permesinan ini hanya dapat memotong menurut garis lurus dengan jenis/tipe pemotongan yang sama dan selalu memotong hanya dalam satu

arah, sehingga langkah balik merupakan langkah terbuang/waktu terbuang[13].

Algoritma genetika adalah algoritma pencarian *heuristik* yang didasarkan atas mekanisme dari seleksi alam yang lebih dikenal dengan proses evolusi biologis. Keuntungan dari algoritma genetika adalah sifat metode pencariannya yang optimal. Selain itu teknik ini juga mampu mencari sebuah solusi yang baik dari banyak solusi yang mungkin terjadi, lebih dari pada membatasi pencarian pada domain yang sempit di mana hasil yang diperoleh kurang memuaskan. Algoritma genetika mencoba untuk memberikan pencarian solusi dari pemecahan-pemecahan yang mungkin dan berjumlah hampir tak terbatas[2].

Kebanyakan permasalahan optimasi pada dunia industri manufaktur memiliki kekompleksitasan yang sangat tinggi dan sangat sulit untuk diselesaikan dengan teknik-teknik konvensional. Sejak tahun 1960-an, peningkatan minat para ilmuwan yang memfokuskan kepada bidang-bidang pengimitasian kehidupan telah menghasilkan berbagai teknik atau pendekatan optimasi yang dapat disebut juga sebagai algoritma evolusioner, sehingga memungkinkan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan optimasi yang kompleks secara lebih mudah dan akurat. Ada tiga wilayah utama yang tercakup di dalam algoritma evolusioner: algoritma genetika (GA), pemrograman evolusioner (EP), dan strategi evolusi (ES). Di antara ketiga pendekatan ini, algoritma genetika lah yang lebih populer digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan optimasi[3].

Untuk memaksimalkan kinerja mesin sekrap agar dapat beroperasi dengan lebih baik, maka digunakan algoritma genetika untuk mengoptimalkan setiap parameter – parameter yang ada pada mesin sekrap

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pemotongan Logam

Proses pemotongan logam merupakan suatu proses yang digunakan

untuk mengubah bentuk suatu produk dari logam (komponen mesin) dengan cara memotong. Proses pemotongan dengan menggunakan prinsip pemotongan logam dibagi dalam tiga kelompok dasar, yaitu : proses pemotongan dengan mesin pres, proses pemotongan konvensional dengan mesin perkakas, dan proses pemotongan non konvensional. Proses pemotongan dengan menggunakan mesin pres meliputi pengguntingan (*shearing*), pengepresan (*pressing*) dan penarikan (*drawing, elongating*). Proses pemotongan konvensional dengan mesin perkakas meliputi proses bubut (*turning*), proses frais (*milling*), dan sekrap (*shaping*). Proses pemotongan non konvensional contohnya dengan mesin EDM (*Electrical Discharge Machining*) dan *wire cutting*.

2.2 Pengertian Optimasi

Optimasi adalah suatu proses untuk mencapai hasil ideal atau optimal (nilai efektif yang dapat dicapai), optimasi merujuk pada studi permasalahan yang mencoba untuk mencari nilai minimum dan maksimum yang akan memberikan solusi optimal. (*Wikipedia : Optimasi 2007*)

Metode optimasi modern juga disebut metode optimasi yang ampuh dan populer untuk menyelesaikan masalah teknik optimasi yang kompleks. Metode yang tergolong dalam metode optimasi modern adalah:

- Algoritma genetika (*Genetic Algorithm*)
- Optimasi partikel swarm (*Particle Swarm Optimization*)
- Optimasi koloni semut (*Ant Colony Optimization*)
- Optimasi berbasis jaringan syaraf tiruan
- Optimasi fuzzy (*Fuzzy Optimization*), dan
- Simulasi Penguatan

2.3 Mesin sekrap (*shaping*)

Mesin sekrap (*Shaping*) adalah mesin perkakas yang mempunyai gerak utama bolak-balik horizontal dan

berfungsi untuk merubah bentuk dan ukuran benda kerja sesuai dengan yang dikehendaki. Pahat bekerja pada saat gerakan maju, dengan gerakan ini dihasilkan pekerjaan meratakan bidang, membuat alur, membuat bidang bersudut atau bertingkat dan membentuk bidang-bidang yang tidak beraturan. Prinsip kerja mesin sekrap adalah gerakan berputar dari motor diubah menjadi gerak lurus/gerak bolak-balik melalui blok geser dan lengan penggerak. Posisi langkah dapat diatur dengan spindle posisi dan untuk mengatur panjang langkah dengan bantuan blok geser[13].



Gambar 1. Mesin sekrap (*shaping*)

Mekanisme Kerja Mesin Sekrap

Mekanisme kerja yang mengendalikan Mesin Sekrap ada dua macam yaitu mekanik dan hidrolis. Pada mekanisme mekanik digunakan *crank mechanism*. Pada mekanisme ini roda gigi utama (*bull gear*) digerakkan oleh sebuah pinion yang disambung pada poros motor listrik melalui *gear box* dengan empat, delapan, atau lebih variasi kecepatan. RPM dari roda gigi utama tersebut menjadi langkah per menit (*strokes per minute*, SPM).

Mekanisme dengan sistem kecepatan sayatnya dapat diukur tanpa bertingkat, tetap sama sepanjang langkahnya. Pada tiap saat dari langkah kerja, langkahnya dapat dibalikkan sehingga jika mesin macet lengannya dapat ditarik kembali. Kerugiannya yaitu penyetulan panjang langkah tidak teliti.

Elemen Dasar dan Perencanaan Proses Sekrap

Elemen pemesinan dapat dihitung dengan rumus-rumus yang identik dengan elemen pemesinan proses pemesinan yang lain yaitu:

Kecepatan potong (*Cutting Speed*):

Kecepatan potong (*Cutting Speed*) biasanya dinyatakan dalam isitilah m/menit, yaitu kecepatan dimana pahat melintasi benda kerja untuk mendapatkan hasil yang paling baik pada kecepatan yang sesuai. Kecepatan potong dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu: kekerasan dari bahan yang akan dipotong dan jenis alat potong yang digunakan. Untuk keperluan ini digunakan persamaan sebagai berikut:

$$V = \frac{n_p \times L}{600} \text{ (m/menit) atau } n_p = \frac{V \times 600}{L} \text{ . (1)}$$

Dimana:

- V = Kecepatan Potong (m/menit)
- n_p = Jumlah langkah per menit
- L = Panjang langkah pemesinan (mm)

Berikut ini adalah tabel mengenai kecepatan potong beberapa bahan logam.

Tabel 1 Kecepatan potong beberapa logam

No	Nama Bahan	Kecepatan Potong (m/menit)
1.	Baja Lunak	24-30
2.	Baja perkakas	12-18
3.	Besi Tuang	18-24
4.	Kuningan	20-45
6.	Tembaga	60
7.	Alumunium	300

Kecepatan Pemakanan

Kecepatan pemakanan adalah pergerakan titik sayat alat potong per satu putaran benda kerja. Dalam proses sekrap, kecepatan pemakanan dinyatakan dalam mm/min dan dapat di hitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V_f = f \times n_p \text{ (2)}$$

Dimana:

- V_f = kecepatan makan (m/menit)
- f = gerak makan (mm/langkah)

Waktu Pemotongan (*Cutting Time*):

Cutting time adalah waktu pemotongan dalam pemrosesan mesin sekrup, yang dapat diukur dengan persamaan :

$$t_c = w / v_f \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

- t_c = Kecepatan makan (menit)
- w = lebar pemotongan benda kerja (mm)

2.4 Algoritma Genetika

Algoritma genetik pertama kali diperkenalkan oleh John Holland dari Universitas Michigan pada tahun 1975. John Holland bersama murid-murid serta rekan kerjanya lalu mempublikasikan tulisannya berjudul "*Adapted in Natural and Artificial System*". Dalam tulisan tersebut dijelaskan bahwa algoritma genetik sangat cocok digunakan untuk memecahkan masalah optimasi kompleks dan juga untuk aplikasi yang membutuhkan pemecahan masalah adaptif. Sehingga dengan beberapa keunggulan tersebut, algoritma genetik diterima pada berbagai kalangan dan telah diaplikasikan pada berbagai bidang.

Struktur Umum Algoritma Genetika

Pada algoritma genetika ini, teknik pencarian dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi yang mungkin dikenal dengan istilah populasi. Individu yang terdapat dalam suatu populasi disebut dengan istilah kromosom. Kromosom ini merupakan suatu solusi yang masih berbentuk simbol. Populasi awal dibangun secara acak, sedangkan populasi berikutnya merupakan hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi yang disebut istilah generasi. Pada setiap generasi, kromosom akan melalui proses evaluasi dengan menggunakan alat ukur yg disebut dengan fungsi *fitness*.

Nilai *fitness* dari suatu kromosom akan menunjukkan kualitas kromosom dalam populasi tersebut. Generasi berikutnya dikenal dengan istilah anak (*off-spring*) terbentuk dari gabungan 2 kromosom generasi sekarang bertindak

sebagai induk (*parent*) dengan menggunakan operator penyilangan (*crossover*). Selain operator penyilangan, suatu kromosom dapat juga dimodifikasi dengan menggunakan operator mutasi. Populasi generasi yang baru dibentuk dengan cara menyeleksi nilai *fitness* dari kromosom induk (*parent*) dan nilai *fitness* dari kromosom anak (*off-spring*), serta menolak kromosom-kromosom yang lainnya sehingga ukuran populasi (jumlah kromosom dalam suatu populasi) konstan. Setelah melalui beberapa generasi, maka algoritma genetika ini akan konvergen ke kromosom terbaik.

2.5 Komponen Utama Algoritma Genetika

Ada 6 komponen utama algoritma genetika, yaitu:

- Teknik penyandian
- Proses inialisasi (Membangkitkan populasi awal)
- Fungsi evaluasi
- Seleksi
- Operator genetika
- Penentuan parameter

2.6 Seleksi

Seleksi digunakan untuk memilih individu-individu mana saja yang akan dipilih untuk proses pindah silang dan mutasi. Seleksi digunakan untuk mendapatkan calon induk yang baik. Semakin tinggi nilai *fitness* suatu individu, maka semakin besar kemungkinannya untuk terpilih. Langkah pertama yang dilakukan dalam seleksi ini adalah pencarian nilai *fitness*. Nilai *fitness* ini yang nantinya akan digunakan pada tahap-tahap seleksi berikutnya.

Seleksi dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

- *Rank-Based Fitness Assignment*
- Seleksi Roda *Roulette (Roulette wheel selection)*
- Seleksi dengan Pemotongan (*Truncation selection*)
- Seleksi dengan Turnamen (*Tournamen Selection*)

2.7 Rekombinasi

Rekombinasi itu merupakan operator genetika utama, yang beroperasi pada dua kromosom dalam satu waktu dan menghasilkan *offspring baru* dengan mengkombinasikan kedua sifat kromosom. Cara yang paling sederhana adalah *cut-point* dan menghasilkan *offspring* dengan pengkombinasian segmen dari satu *parent* yang berada di sebelah kiri *bit-bit cut-point*, dengan segmen yang satunya lagi yang berada di sebelah kanan *bit-bit cut-point*.

Rekombinasi dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

- Rekombinasi bernilai real
- Rekombinasi bernilai biner (*crossover*)
 - *Crossover* satu titik (*Single-point Crossover*)
 - *Crossover* banyak titik (*Multi-point Crossover*)
 - *Crossover* Seragam (*uniform Crossover*)
 - *Crossover* dengan permutasi (*Permutation Crossover*)

2.8 Mutasi

Mutasi pada dasarnya akan mengubah secara acak nilai suatu bit pada posisi tertentu. Kemudian kita mengganti bit 1 dengan bit 0, atau sebaliknya mengganti bit 0 dengan bit 1. Pada mutasi ini sangat dimungkinkan munculnya kromosom baru yang semula belum muncul dalam populasi awal.

Misalkan :



terkena mutasi pada gen ke 5, di peroleh:

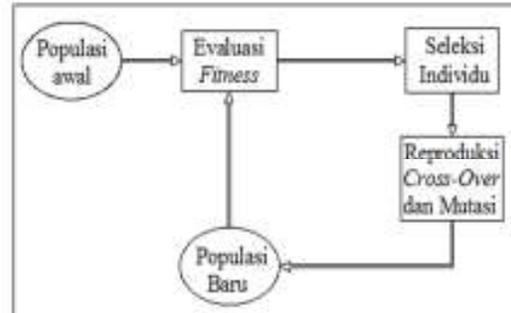


Mutasi dibagi menjadi beberapa jenis, Yaitu

- Mutasi Bilangan *Real*
- Mutasi Bilangan biner
- Mutasi kromosom permutasi

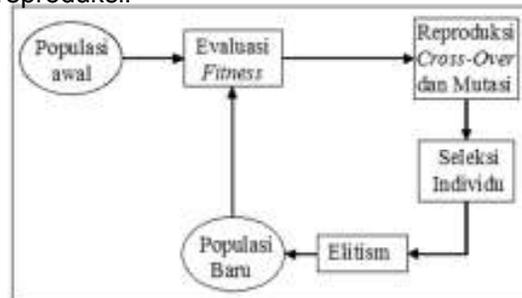
2.9 Siklus Algoritma Genetika

Siklus dari Algoritma genetika pertama kali diperkenalkan oleh David Goldberg, dimana gambaran siklus tersebut dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2 Siklus Algoritma genetika oleh David Goldberg

Siklus ini kemudian diperbaiki oleh beberapa ilmuwan yang mengembangkan Algoritma genetika, yaitu Zbigniew Michalewicz dengan menambahkan operator *elitism* dan membalik proses seleksi setelah proses reproduksi.



Gambar 3. Siklus Algoritma genetika Zbigniew Michalewicz hasil perbaikan dari siklus algoritma genetika yang dikenalkan oleh David Goldberg

2.10 Prosedur Algoritma Genetika

Untuk menggunakan Algoritma genetika, perlu dilakukan prosedur sebagai berikut:

1. Menetapkan parameter optimasi, jumlah parameter optimasi, dan batas dari parameter optimasi
2. Menetapkan fungsi optimasi atau fungsi objektif
3. Menetapkan parameter algoritma genetika.

4. Membangkitkan populasi awal, mengkodekan, nilai *real*.
5. Mendefinisikan nilai *fitness*, yang merupakan ukuran baik tidaknya sebuah individu atau baik tidaknya solusi yang didapatkan.
6. Menentukan proses pembangkitan populasi awal. Hal ini biasanya dilakukandengan menggunakan pembangkitan acak seperti *random-walk*.
7. Menentukan proses seleksi yang akan digunakan.
8. Menentukan proses pindah silang (*crossover*) dan mutasi gen yang akan digunakan.

2.11 Algoritma Genetika Dalam MATLAB

MATLAB menyediakan *toolbox* untuk mengelolah suatu optimasi dengan menggunakan Algoritma Genetika. Penggunaan software dimaksudkan agar data dapat diperluas, sehingga proses optimasi dapat dilakukan lebih kompleks, cepat, dan lebih mudah. Perhitungan pada setiap langkah algoritma genetika seperti membangkitkan populasi, mencari nilai *fitness* dan seterusnya akan dikerjakan otomatis oleh MATLAB. Jadi, kita hanya perlu memasukkan variabel-variabel sesuai dengan masalah yang ingin kita optimasi.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Alat-Alat dan Bahan

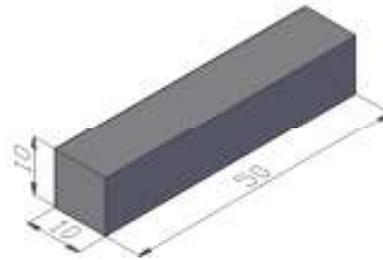
Alat dan bahan yang digunakan adalah:

1. *Notebook*
2. Mesin Sekrap (*Shaping*)
3. *Stopwacth*
4. Jangka Sorong
5. Busur Derajat

3.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah baja lunak St – 60 yang digunakan untuk pengujian penyekrapan pembuatan alur V.

- Baja lunak St-60 (*mild steel*)



Gambar 4. Baja lunak (*mild steel*)

Dengan spesifikasi:

- a. Panjang = 50 mm
- b. Lebar = 10 mm
- c. Tinggi = 10 mm
- d. Tipe baja = persegi panjang
- e. Jumlah = 10 buah

3.3 Model Optimasi

Model optimasi yang digunakan pada pengujian ini adalah SGA (*Simple Genetic Algorithm*) dengan cara :

1. Mendefinisikan individu, dimana individu menyatakan salah satu solusi (penyelesaian) yang mungkin dari permasalahan yang diangkat. Generasi = 0 (generasi awal)
2. Inialisasi populasi awal, P(generasi), secara acak.
3. Kerjakan langkah-langkah berikut hingga generasi mencapai maksimum generasi:
 - Seleksi populasi tersebut untuk mendapatkan kandidat induk, P'(generasi)
 - Lakukan crossover pada P'(generasi)
 - Lakukan mutasi pada P'(generasi)
 - Lakukan evaluasi *fitness* setiap individu pada P'(generasi)
 - Bentuk populasi baru : P(generasi)

3.4 Prosedur Pengujian

1. Melakukan *survey* dan studi literatur terhadap mesin sekrap yang akan di optimasi
2. Mengolah data yang didapat ke dalam *software* MATLAB ver. r2011b.
3. Melakukan optimasi algoritma genetika dengan data yang didapat dengan menggunakan bantuan *software* MATLAB ver. r2011b.
4. Membandingkan hasil optimasi antara perhitungan manual dengan

- perhitungan menggunakan *software* MATLAB ver. r2011b.
5. Melakukan pengujian pada mesin bubut dengan berdasarkan hasil optimasi yang didapat di Laboratorium Teknologi Mekanik dan Laboratorium Ilmu Logam Fisik Universitas Sumatera Utara.
 6. Membandingkan data algoritma genetika dengan data pada pemesinan.
 7. Selesai.



Gambar 5. Diagram alir proses pengerjaan skripsi

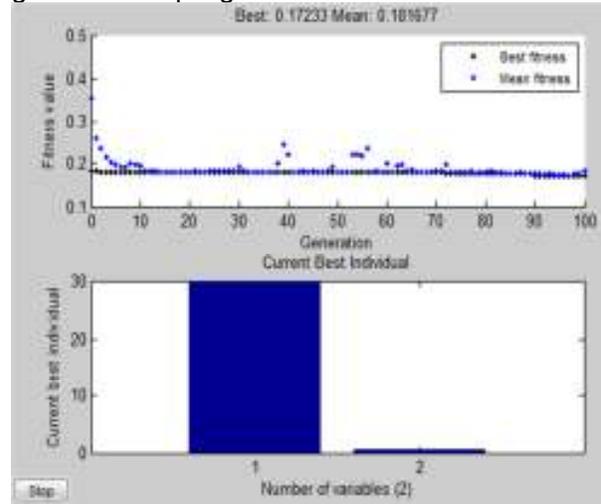
4. Hasil dan Pembahasan

Fungsi fitness:

$$y(x) = (W \times L/600)(1/X_1 \cdot X_2) \dots (4)$$

4.1 Hasil

Berikut ini merupakan hasil algoritma genetika sampai generasi ke-seratus



Keterangan:

Fitness terbaik = 0,17233

Variabel 1 = Kecepatan Potong = 8,8517

Variabel 2 = Gerak makan = 0,475

Jika kita bandingkan hasil dari ketiga generasi perhitungan manual dengan perhitungan menggunakan Matlab maka hasil atau fitness terbaik itu adalah hasil dengan menggunakan Matlab dengan Nilai fitness 0,17233, Kecepatan potong (V) = 28,8517m/menit dan Gerak makan (f) = 0,475mm.

5. Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah :

1. Parameter yang paling optimal untuk pemesinan dari pengujian adalah :

- Kecepatan potong rata – rata = 28,8517 m/min
- Gerak makan rata – rata = 0,475 mm
- Waktu pemesinan rata – rata = 0,17233 menit

2. Perbandingan persen ralat untuk kecepatan potong (V), Gerak makan (f), dan waktu pemesinan (t_c) secara

berturut adalah, 0,0206 %, 6,45 % dan 1,96 %,

3. Metode algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
- Populasi
 - Probabilitas *crossover* (P_c) : 0,25
 - Probabilitas mutasi (P_m) : 0,01
 - *Fitness Scaling* : *rank*
 - *Selection* : *Roulette*
 - Mutasi : *Uniform*
 - *Crossover* : *Single point*

Daftar Pustaka

- [1] Suhada, Khairul. Kajian Koefisien Absorpsi Bunyi dari Material Komposit Serat Gergajian Batang Sawit dan Gypsum Sebagai Material Penyerap Suara Menggunakan Metode *Impedance Tube*. Tesis Master, USU, 2010.
- [2] Nasution, Muhammad Syahreza. Pengaruh Penambahan Kadar Magnesium pada Aluminium terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro. Tugas Skripsi, USU, 2012.
- [3] Harahap, Raja Naposo. Kajian Eksperimental Karakteristik Material Akustik dari Campuran Serat Batang Kelapa Sawit dan *Polyurethane* dengan Metode *Impedance Tube*. Tugas Skripsi, USU, 2010.
- [4] Doelle, Leslie L. *Environment Acoustics*. New York: McGraw-Hill Company, Inc. 1972.
- [5] Suptandar JP. Faktor Akustik dalam Perancangan Disain Interior. Jakarta: Ikrar Mandiriabadi. 2004.
- [6] Rujigrok GJJ. *Element of Aviation Acoustics*. Delft University Press. Young HD, Freedman OA. Fisika Universitas. (Edisi kesepuluh, jilid 2); Alih Bahasa, Pantur Silaban; Editor, Amalia Safitri, Santika. Jakarta: Erlangga. 1993.
- [7] Khuriati A, Komaruddin E dan Nur M. Disain Peredan Suara Berbahan Dasar Serabut Kelapa dan pengukuran Koefisien penyerapan Bunyinya. Berkala Fisika 9(1):15-25. 2006.
- [8] Wirajaya A. Karakteristik Komposit Sandwich Serat Alami sebagai Absorber Suara. Tesis Master, ITB, : 302007.
- [9] <http://Bpanel.wordpress.com/2008/12/01/insulasi-Thermal-dan-Suhu/> (diakses 4 maret 2013).
- [10] ASTM E413. *Classification for Rating Sound Insulation*. American Society for Testing and Materials. 2010.
- [11] ASTM E2611-09. *Standard Test Method for Measurement of Normal Incidence Sound Transmission of Acoustical Materials Based on the Transfer Matrix Method*. American Society for Testing and Materials. 2009.
- [12] http://www.ndted.org/GeneralResources/MaterialProperties/UT/ut_matprop_metals.htm (diakses 17 maret 2013)