



## OPTIMASI PARAMETER MARSHALL STABILITY PADA ASPAL BETON MENGGUNAKAN PENDEKATAN *HYBRID NEURAL NETWORK – GENETIC ALGORITHM*

**Achmad Baroqah Pohan<sup>1</sup>, Jimmi<sup>2</sup>**

Jurusan Bahasa Inggris, Akademi Bahasa Asing BSI (ABA BSI)  
Email: [achmad.abq@bsi.ac.id](mailto:achmad.abq@bsi.ac.id) , [jimmi.jmm@bsi.ac.id](mailto:jimmi.jmm@bsi.ac.id)

### ABSTRACT

*The design of the street should be applied the knowledge of the engineer principles for the density of traffic flow and rapidity in order to reduce the accident. A dilapidated mix-aggregate estimation will cause the reducing the street's quality. Marshall test is technique to test and discover out the level aggregate in mix-construction of asphalt. Both Marshall Stability and Marshall Flow are resulting of the tested to discover how maximum of load will be used by the asphalt. However, it needs a guarantee by the accuracy of the values test of marshall with computing method such as Neural Network. This means to solve the issue of accuracy toward some various data's and it is not linear. An optimization Artificial Neural Network tested to produce the exact values, to apply the Genetic Algorithm. It purposes to rise the exact being generated by Artificial Neural Network. This experiment has been done to get the optimization of the architecture and to produce the exact more high. The best model can be standardized as initialization stages of design software application based mobile application system.*

**Keywords:** *Marshall Stability, Artificial Neural Network, Genetic Algorithm*

### ABSTRAK

Desain jalan harus menerapkan pengetahuan prinsip-prinsip rekayasa untuk kepadatan arus lalu lintas dan kecepatan dalam meminimalkan probabilitas kecelakaan. Buruknya estimasi agregat campuran aspal beton menyebabkan berkurangnya kualitas desain jalan. Marshall test merupakan teknik pengujian untuk mengetahui tingkat kelayakan agregat campuran aspal beton dalam konstruksi desain jalan. Stabilitas Marshall dan Marshall Flow merupakan hasil pengujian marshall untuk mengetahui beban maksimum yang akan diterima oleh aspal beton. Namun untuk menjamin akurasi nilai uji coba marshall dibutuhkan metode komputasi seperti neural network untuk memecahkan masalah akurasi dengan data yang beragam dan tidak linear. Optimasi artificial neural network diuji untuk menghasilkan nilai akurasi yang terbaik, menerapkan Algoritma Genetika bertujuan untuk menaikkan akurasi yang dihasilkan oleh artificial neural network. Eksperimen dilakukan untuk mendapatkan arsitektur yang optimal dan menghasilkan akurasi yang meningkat. Model terbaik yang telah diperoleh dijadikan standard dalam tahapan inisialisasi perancangan aplikasi perangkat lunak berbasis mobile application.

**Kata kunci:** Stabilitas Marshall, Jaringan Saraf Tiruan, Algoritma Genetika

### PENDAHULUAN

Meningkatnya angka kecelakaan lalu lintas diberbagai negara dewasa ini elah menjadi keprihatinan bersama dunia international. Data yang dikeluarkan PBB menyebutkan bahwa setiap tahun sekitar 1.3 juta orang atau setiap harinya sektar 3000 orang meninggal dunia akibat kecelakaan di jalan.

Sekitar 90% kematian akibat kecelakaan dijalan terjadi di negara negara berkembang dengan usia antara 5 - 44 tahun. Jika tidak ada upaya efektif untuk menekan angka kecelakaan tersebut, maka kematian akibat kecelakaan akan menempati urutan kelima penyebab kematian di dunia dengan estimasi angka sektar 2.4 juta kematian setiap tahunnya (WHO,2011).

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang juga memiliki permasalahan dengan tingginya kematian akibat kecelakaan lalu lintas. Berdasarkan data korlantas pada tahun 2011 jumlah korban meninggal dunia sebanyak 31.185 jiwa dengan kerugian materil sekitar 286 miliar. Selama tahun 2012 terjadi 109.038 kasus kecelakaan dengan jumlah korban meninggal dunia sebanyak 27.441 orang dengan potensi kerugian sosial ekonomi sekitar Rp 203 triliun – Rp 217 triliun per tahun. Sedangkan selama 2013 terjadi 93.578 kasus kecelaakaan dengan jumlah korban meninggal dunia sebanyak 23.385 jiwa dengan kerugian materil sekitar Rp. 234 miliar (Hartanto, 2012).



**Gambar 1**

#### **Data Kecelakaan lalu lintas tahun 2000-2013**

(Sumber : Sutarman,2013)

Secara umum penyebab kecelakaan lalu lintas yang terjadi disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kelalaian manusia, kelalaian kendaraan, belum optimalnya penegakan hukum lalu lintas serta kondisi jalan yang buruk dikarenakan perencanaan pembangunan jalan yang tidak akurat. Kondisi jalan yang baik akan dapat mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas di Indonesia. Sehingga perlu adanya pengukuran yang cermat agar akurasi kekuatan dan umur jalan diperoleh dengan cepat dan tepat, dalam rangka meningkatkan kenyamanan pengguna lalu lintas.

Tujuan dari desain jalan adalah untuk menerapkan pengetahuan prinsip prinsip rekayasa untuk kepadatan arus lalu lintas dan kecepatan dalam meminimalkan probabilitas kecelakaan dalam konteks keamanan, biaya, kenyamanan pengendara dan parameter ekonomi dan lingkungan (QDTMR ,2005). Kerusakan jalan berbeda dengan kerusakan

bangunan sipil lainnya, seperti jembatan. Jalan yang rusak karena beban berulang, artinya jika beban kendaraan yang cukup berat dalam sekali melintas mungkin tidak akan menyebabkan kerusakan jalan. Tetapi jika terus menerus dilintasi dengan beban yang sama maka jalan akan mengalami kelelahan. Kelelahan jalan berupa retakan diakibatkan oleh lalu lintas berulang yang merupakan salah satu modus yang paling umum dari kegagalan perkerasan aspal dilapangan (Reza & Mansour, 2012). Ini disebabkan kurangnya kualitas jalan yang disebabkan buruknya agregat campuran aspal. Dalam pembuatan jalan baru, peningkatan maupun pemeliharaan jalan di Indonesia sebagian besar menggunakan campuran aspal beton (Sukirman, 2003). Akan tetapi sebagian besar jalan di Indonesia selalu mengalami kerusakan sebelum mencapai umur yang direncanakan. Kondisi ini dapat diakibatkan oleh berbagai faktor, antara lain : proses pengerjaan, mutu material, beban lalu lintas dan kondisi lingkungan (AASHTO, 1993).

Menurut ozgan (2009) metode marshall untuk detail campuran aspal panas beton adalah pendekatan rasional untuk memilih dan proporsi dua bahan, semen aspal dan mineral agregat untuk mendapatkan properti yang ditentukan dari bentuk struktur permukaan aspal beton yang diinginkan. Pengujian Marshall dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (Stabilitas) terhadap kelelahan plastisitas (*flow*) dari campuran aspal. Prosedur desain Marshall bertujuan untuk mendapatkan kadar aspal yang optimum. Untuk menjamin tingkat akurasi dalam memprediksi hasil uji coba marshall sampai saat ini telah banyak penelitian yang dilakukan dengan berbagai macam metode komputasi dengan berbagai jenis dataset agregat campuran aspal beton. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa metode individual yang paling baik adalah *Artificial Neural Network (ANN)* dalam memprediksi estimasi Marshall yaitu *Marshall Stability, Marshall Flow dan Marshall Quotient* kurang optimal (Tapkin et al, 2010). prediksi



yang dihasilkan *Artificial Neural Network* akan lebih akurat jika parameter seperti jumlah unit lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan *learning rate* dapat dioptimalkan secara benar dan tepat. Untuk mencari efisiensi parameter tersebut diperlukan algoritma genetika (*Genetic Algorithm*). Tujuan utamanya adalah harus mampu menemukan nilai akurasi terbaik model ANN dengan cara mengoptimalkan parameternya (Whitcombe et al, 2006). Atas dasar tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menemukan model terbaik dari ANN-GA untuk mendapatkan algoritma baru dalam pengujian Marshall pada aspal beton sehingga dapat diimplementasikan kedalam aplikasi berbasis mobile melalui tahapan tahapan pengembangan perangkat lunak. Hal ini dilakukan demi menghasilkan aplikasi yang berkualitas serta tepat guna sesuai dengan fungsinya.

## METODE & MATERIAL

### A. Aspal Beton

Aspal Beton (AC) adalah campuran untuk perkerasan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahasa pengisi (*filler*) dan aspal dengan proporsi tertentu. Lapisan ini harus bersifat kedap air, memiliki nilai struktural dan awet. Lapisan Aspal Beton (*Asphalt Concrete*) dapat dibagi kedalam 3 macam campuran sesuai dengan fungsinya, yaitu (Sukirman, 2003) :

- a Laston Lapis Aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course*, AC-WC)
- b Laston Lapis Permukaan Antara (*Asphalt Concrete-Binder Course*, AC-BC)
- c Laston Lapis Fondasi (*Asphalt Concrete-base*, AC-Base)

Laston (*Asphalt Concrete-Wearing Course*, AC-WC) merupakan lapis yang mengalami kontak langsung dengan beban dan lingkungan sekitar, maka diperlukan perencanaan dari beton aspal AC-WC yang sesuai dengan spesifikasi sehingga lapis ini

bersifat kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai stabilitas yang tinggi

### B. Marshall Test

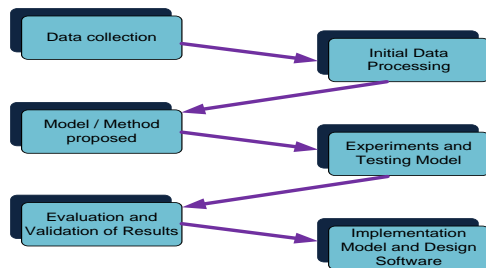
Metode pengujian Marshall merupakan metode yang paling umum dipergunakan dan distandarisasikan dalam American Society for Testing and Material 1997 (ASTM, 1997). Dalam metode tersebut terdapat 3 parameter penting dalam pengujian tersebut, yaitu beban maksimum yang dapat dipikul benda uji sebelum hancur yang disebut dengan *Marshall Stability* dan deformasi permanen dari benda uji sebelum hancur yang disebut dengan *Marshall flow* serta turunan yang merupakan perbandingan antara keduanya (*Marshall Stability* dengan *Marshall Flow*) yang disebut dengan *Marshall Quotient* (MQ). MQ merupakan nilai kekakuan berkembang (*Speedo Stiffness*), yang menunjukkan ketahanan campuran beton aspal terhadap deformasi tetap (*permanent*).

### C. Algoritma Neural Network

Menurut Heaton (2008) *Neural Network* adalah jaringan saraf yang mensimulasikan jaringan saraf biologis manusia kedalam arsitektur komputer dan arsitektur algoritma baru terhadap komputer konvensional. Hal ini memungkinkan penggunaan operasi komputasi (penambahan, pengurangan, dan elemen logika fundamental) yang sangat sederhana untuk memecahkan masalah yang kompleks, matematis yang tidak jelas, masalah nonlinear atau masalah stokastik

### D. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen, yaitu penelitian yang melibatkan penyelidikan perlakuan pada parameter atau variabel tergantung dari penelitiannya dan menggunakan tes yang dikendalikan oleh si peneliti itu sendiri, dengan langkah yang dilakkan dalam metode penelitian seperti pada gambar 2



**Gambar 2. Tahapan Perancangan Penelitian**

#### E. Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini merupakan dataset dari Uji Marshall campuran Aspal Beton dengan model input

Jenis data yang akan dikumpulkan pada penelitian ini adalah:

##### 1) Data Primer

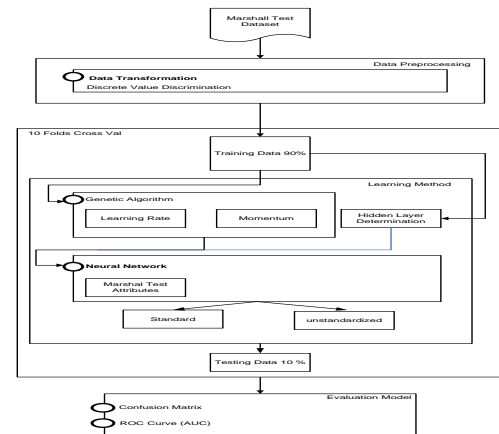
Data Primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumber, misalnya dataset dari Uji Marshall campuran Aspal Beton dengan model input. Data yang didapat akan menampilkan hasil olahan seperti unit, minimal, maximal, mean, varians dan standard deviation dari variabel input terhadap variabel target (class).

##### 2) Data Sekunder

Merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung, misalnya dari dokumentasi, literatur, buku, jurnal, dan informasi lainnya yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti.

#### F. Metode yang diusulkan

Metode yang diusulkan yaitu penerapan Algoritma Genetika mengoptimasi parameter pada *Neural Network* untuk estimasi Hasil Marshall Aspal Beton. Dimulai dari pembagian dataset dengan metode *10 cross validation* yaitu data testing dan data training, kemudian data training diproses dengan Algoritma Genetika dan *Neural Network*, sehingga menghasilkan *Model Evaluation* yang diukur dengan *10 folds x-validations* dan *ROC Curve*. dapat dilihat pada gambar 3



**Gambar 3 Metode yang diusulkan**

#### G. Evaluasi dan Pengujian Model/Metode

Evaluasi terhadap model yang terbentuk akan dilakukan dengan pengukuran akurasi dan *area under curve*. Akurasi diukur dengan menggunakan *confusion matrix*, dan nilai AUC akan diukur dengan menggunakan *ROC Curve*. *Confusion matrix* akan menggambarkan hasil akurasi mulai dari prediksi positif yang benar, prediksi positif yang salah, prediksi negatif yang benar, dan prediksi negatif yang salah. Sehingga model yang terbentuk dapat langsung diuji dengan data yang secara acak dipisahkan dengan *10 folds cross validation*. Dengan *confusion matrix*, nilai akurasi dari model akan dibandingkan antara model yang terbentuk dengan algoritma *neural network* dan algoritma *neural network* yang sudah dioptimasi. Untuk melihat kualitas model yang dihasilkan, *ROC curve* akan dibuat dan nilai AUC dapat dijadikan ukuran untuk melihat model yang terbentuk

## HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengolahan dan Normalisasi Data

Adapun jumlah dataset pada penelitian lebih banyak dan kompleks dari penelitian sebelumnya yang diambil dari dataset pengujian Marshall Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia sebanyak 225 record. Data input dan output yang digunakan dalam penelitian ini adalah data klasifikasi. Yakni untuk perhitungan Uji coba Marshall dalam



memperoleh output berupa *Marshall Stability* (MS) Berikut tabel rinciannya.

Explanation	Variabel	Code
Input	AC by Weight of Aggregate	X1
	AC by Weight of Mix	X2
	Weight of Specimen In Air	X3
	Weight of Specimen SSD in Air	X4
	Weight of Specimen in Water	X5
	Bulk Volume	X6
	Bulk Density Mix	X7
	Max Sp. Gr of Paving Mix	X8
	Bitumen	X9
	Aggregate	X10
	Voids	X11
	VMA	X12
	VFB	X13
	VIM	X14
	VOW	X15
	VOI	X16
Output	MS	Output MS

Gambar 4 Marshall Test Parameters

Sebelum dilakukan pelatihan pada dataset, data primer harus dinormalisasikan dahulu dengan tujuan agar proses pelatihan berjalan dengan cepat dan mampu digunakan untuk melakukan pelatihan. Persamaannya sebagai berikut :

$$x^1 = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1$$

Keterangan :  $X^1$  = Nilai Transform  
 $X$  = Nilai Asli  
 $a$  = Nilai Minimal  
 $b$  = Nilai Maximal

Berdasarkan sampel acak nilai output (class) Marshall Stability (VSS) sebagai berikut :

Diketahui :

Nilai Minimum ( $a$ ) = 405.500

Nilai Maximum ( $b$ ) = 1254.770

Data yang akan ditransform ( $x$ ) = 823.67

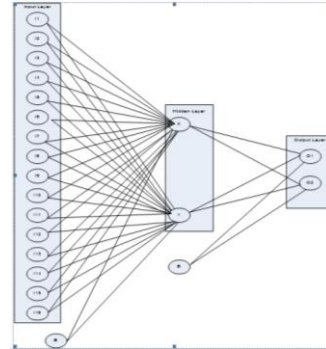
% AC by Weight of aggregate	% AC by Weight of Mix	In Air	SSD in Air	In Water	Bulk Vol (cc)	Bulk Density Mix	Max Sp. Gr of paving Mix	Bitumen	Aggregate	Voids	% V.M.A	% V.F.B	% V.L.M	V.O.W	V.O.I	V.S.
0.10	0.10	0.67	0.64	0.81	0.20	0.81	0.59	0.50	0.77	0.33	0.23	0.59	0.09	0.44	0.17	1
0.10	0.10	0.70	0.67	0.80	0.22	0.77	0.59	0.48	0.62	0.46	0.38	0.48	0.09	0.30	0.15	0
0.10	0.10	0.70	0.67	0.82	0.21	0.81	0.59	0.50	0.76	0.34	0.24	0.58	0.09	0.48	0.18	1
0.30	0.30	0.70	0.67	0.82	0.20	0.82	0.52	0.59	0.78	0.26	0.22	0.68	0.09	0.52	0.18	1
0.30	0.30	0.69	0.67	0.82	0.21	0.80	0.52	0.58	0.72	0.31	0.28	0.63	0.09	0.44	0.17	0
0.30	0.30	0.67	0.65	0.81	0.20	0.81	0.52	0.58	0.73	0.30	0.27	0.64	0.09	0.32	0.16	0
0.49	0.50	0.75	0.70	0.84	0.20	0.85	0.44	0.69	0.87	0.12	0.13	0.87	0.10	0.47	0.18	1
0.49	0.50	0.74	0.71	0.83	0.21	0.82	0.44	0.67	0.74	0.23	0.26	0.73	0.09	0.49	0.18	1
0.49	0.50	0.73	0.70	0.83	0.21	0.82	0.44	0.67	0.75	0.22	0.25	0.74	0.09	0.46	0.18	1

Gambar 5 Transform Value

### B. Perhitungan Algoritma Neural Network

Pembuatan model *neural network* akan dilakukan pada dataset Uji coba Marshall. Terdapat 16 atribut dari *Marshall Stability* dengan kelas 1 atau 0 (Standar atau Tidak Standar). mengambil salah satu eksperimen untuk *Marshall Stability* dengan menggunakan *Learning rate* 0.3 dan *Momentum* 0.2 yang terdiri dari 16 simpul yaitu

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15, dan 16 yang merupakan *atribut predictor*. Langkah – langkah dalam perhitungan *training neural network* (*Backpropagation*):



Gambar 6 Neural Network Architecture

#### 1. Inisialisasi Bobot awal secara acak

$W_{1x}$	$W_{2x}$	$W_{3x}$	$W_{4x}$	$W_{5x}$	$W_{6x}$	$W_{7x}$	$W_{8x}$	$W_{9x}$	$W_{10x}$
-	-	-9.893	1.806	1.124	-0.451	-1.631	-2.056	0.751	-0.802
0.698	1.047								
$W_{11x}$	$W_{12x}$	$W_{13x}$	$W_{14x}$	$W_{15x}$	$W_{16x}$	$W_{1y}$	$W_{2y}$	$W_{3y}$	$W_{4y}$
0.115	0.794	5.118	5.133	18.790	0.852	-	-	-	0.866
						1.950	2.094	5.061	
$W_{5y}$	$W_{6y}$	$W_{7y}$	$W_{8y}$	$W_{9y}$	$W_{10y}$	$W_{11y}$	$W_{12y}$	$W_{13y}$	$W_{14y}$
-	0.849	-	-	-	1.348	1.019	-1.391	3.953	4.016
0.831		3.733	1.415	2.643					
$W_{15y}$	$W_{16y}$	$W_{x01}$	$W_{x02}$	$W_{y01}$	$W_{y02}$				
16.591	0.152	10.602	-10.602	7.679	-7.679				

Gambar 7 Initial Weight Value

Tabel 1 Tabel Nilai Bias awal

$B_x$	$B_y$	$B_{o1}$	$B_{o2}$
1.212	2.236	-5.459	5.459

#### 2. Menghitung Input, Output dan Error

$$\begin{aligned}
 \text{Input}_x &= (I_1 * W_{1x}) + (I_2 * W_{2x}) + (I_3 * W_{3x}) + (I_4 * W_{4x}) + (I_5 * W_{5x}) + (I_6 * W_{6x}) \\
 &+ (I_7 * W_{7x}) + (I_8 * W_{8x}) + (I_9 * W_{9x}) + (I_{10} * W_{10x}) + (I_{11} * W_{11x}) + (I_{12} * W_{12x}) \\
 &+ (I_{13} * W_{13x}) + (I_{14} * W_{14x}) + (I_{15} * W_{15x}) + (I_{16} * W_{16x}) + B_x \\
 &= (-0.0698) + (-0.1047) + (-6.62831) + 1.15584 + 0.91044 + (-0.0902) \\
 &+ (-1.3211) + (-1.21304) + 0.3755 + (-0.61754) + 0.03795 + 0.18262 + 3.01962 + 0.46197 + 8.2676 + 0.14484 + (1.212)
 \end{aligned}$$



**=5.72369**

**Output<sub>x</sub>** =  $1/(1 + e^{5.72369}) =$   
**0.003257**

**Input<sub>y</sub>** = **4.38547**

**Output<sub>y</sub>** =  $1/(1 + e^{4.38547}) =$   
**0.012304**

**Input<sub>o1</sub>** =  $(Output_x * W_{xo1})$   
 $+ (Output_y * W_{yo1}) + B_{o1}$   
 $= (0.003257 * 10.602)$   
 $+ (0.012304 * 7.679) + (-5.459)$   
**= - 5.33002**

**Output<sub>o1</sub>** =  $1/(1 + e^{-5.33002}) =$   
**0.995179**

**Input<sub>o2</sub>** = **5.32999**

**Output<sub>o2</sub>** =  $1/(1 + e^{-5.32999}) =$   
**0.004821**

**Error<sub>o1</sub>** =  $Output_{o1} * (1 -$   
 $Output_{o1}) * (Output_{target} -$   
 $Output_{o1})$   
 $= 0.995179 * (1 -$   
 $0.995179) * (1 - 0.995179)$   
**= 0.00002313**

**Error<sub>o2</sub>** = **0.00477463**

**Error<sub>x</sub>** =  $Output_x * (1 -$   
 $Output_x) * Error_{o1} * W_{xo1}$   
**= 0.0000079**

C. Perhitungan Optimasi Model dengan Algoritma Genetika

Dalam Penelitian ini akan dilakukan perhitungan manual dalam pemilihan variabel menggunakan dataset yang ada. Perhitungan dilakukan dengan mengambil 5 record dari dataset Marshall Stability.

1. Menentukan Populasi Awal

C1:  
 [0.10\_0.10\_0.67\_0.64\_0.81\_0.20\_0.81\_0.59\_0.50\_0.77\_0.33\_0.23\_0.59\_0.09\_0.44\_0.17]

C2:  
 [0.10\_0.10\_0.70\_0.67\_0.80\_0.22\_0.77\_0.59\_0.48\_0.62\_0.46\_0.38\_0.48\_0.09\_0.30\_0.15]

C3:  
 [0.10\_0.10\_0.70\_0.67\_0.82\_0.21\_0.81\_0.59\_0.50\_0.76\_0.34\_0.24\_0.58\_0.09\_0.48\_0.18]

C4:  
 [0.30\_0.30\_0.70\_0.67\_0.82\_0.20\_0.82\_0.52\_0.59\_0.78\_0.26\_0.22\_0.68\_0.09\_0.52\_0.18]

C5:  
 [0.30\_0.30\_0.69\_0.67\_0.82\_0.21\_0.80\_0.52\_0.58\_0.72\_0.31\_0.28\_0.63\_0.09\_0.44\_0.17]

2. Evaluasi Nilai Fitness

Fitness C1 =  
 $1/1+(0.1+0.1+0.67+0.64+0.81+0.20+0.81+0.59+0.50+0.77+0.33+0.23+0.59+0.09+0.44+0.17)-1 = 0.15625$

Fitness C2 = 0.144717

Fitness C3 = 0.1404494

Fitness C4 = 0.1307189

Fitness C5 = 0.1328021

Dari nilai Fitness diatas, diketahui total fitness adalah 0.7049374

$P[C1] = 0.15625 / 0.7049374 = 0.22165$

$P[C2] = 0.20529$

$P[C3] = 0.19923$

$P[C4] = 0.18543$

$P[C5] = 0.18838$

3. Seleksi Kromosom induk

Untuk proses seleksi menggunakan *Roulette Wheel* :

C1 = 0.22165

C2 = 0.22165+0.20529

C3 = 0.22165+0.20529+0.19923

C4 =

0.22165+0.20529+0.19923+0.18543

C5 =

0.22165+0.20529+0.19923+0.18543+

0.18838

Langkah selanjutnya, dengan

menggunakan bilangan acak R antara 0 sampai 1. Bilangan acak yang

digunakan sebanyak jumlah

kromosom :

R1 = 0.227

R2 = 0.431

R3 = 0.857

R4 = 0.619

R5 = 0.799

Selanjutnya memilih kromosom ke x sebagai parent dengan syarat  $C[x-1] < R < C[x]$ . Angka acak  $R[1] > \text{Nilai}$

Kumulatif dari C1, akan tetapi  $R[1] < \text{dari nilai kumulatif C2}$ . sehingga C1

nanti akan dilakukan crossover menjadi :

C1 menjadi C2:

[0.10\_0.10\_0.70\_0.67\_0.80\_0.22\_0.77\_0.59\_0.48\_0.62\_0.46\_0.38\_0.48\_0.09\_0.30\_0.15]

C2 tetap menjadi C3 :

[0.10\_0.10\_0.70\_0.67\_0.82\_0.21\_0.81\_0.59\_0.50\_0.76\_0.34\_0.24\_0.58\_0.09\_0.48\_0.18]



[0.10\_0.10\_0.70\_0.67\_0.82\_0.21\_0.81\_0.59\_0.50\_0.76\_0.34\_0.24\_0.58\_0.09\_0.48\_0.18]

C3 menjadi C5 :

[0.30\_0.30\_0.69\_0.67\_0.82\_0.21\_0.80\_0.52\_0.58\_0.72\_0.31\_0.28\_0.63\_0.09\_0.44\_0.17]

C4 menjadi C3 :

[0.10\_0.10\_0.70\_0.67\_0.82\_0.21\_0.81\_0.59\_0.50\_0.76\_0.34\_0.24\_0.58\_0.09\_0.48\_0.18]

C5 menjadi C4 :

[0.30\_0.30\_0.70\_0.67\_0.82\_0.20\_0.82\_0.52\_0.59\_0.78\_0.26\_0.22\_0.68\_0.09\_0.52\_0.18]

4. **Crossover (Perkawinan Silang)**

Populasi baru yang terbentuk dengan hasil crossover yang telah terjadi menjadi :

C1:

[0.10\_0.10\_0.70\_0.67\_0.80\_0.22\_0.81\_0.59\_0.48\_0.62\_0.46\_0.38\_0.48\_0.09\_0.30\_0.15]

C2:

[0.10\_0.10\_0.70\_0.67\_0.82\_0.21\_0.81\_0.59\_0.50\_0.62\_0.34\_0.24\_0.58\_0.09\_0.48\_0.18]

C3:

[0.30\_0.30\_0.69\_0.67\_0.82\_0.21\_0.80\_0.52\_0.58\_0.72\_0.31\_0.28\_0.63\_0.09\_0.44\_0.17]

C4:

[0.10\_0.10\_0.70\_0.67\_0.82\_0.21\_0.81\_0.59\_0.50\_0.76\_0.34\_0.24\_0.58\_0.09\_0.48\_0.18]

C5:

[0.30\_0.30\_0.70\_0.67\_0.82\_0.20\_0.82\_0.52\_0.59\_0.78\_0.26\_0.22\_0.68\_0.09\_0.52\_0.18]

5. **Mutasi Kromosom**

posisi gen yang mengalami mutasi dengan cara menggunakan bilangan acak antara 1 sampai 80 (sesuai total gen). Lalu menentukan presentase *mutation*, misalnya sebesar 10%. Maka jumlah gen yang mengalami mutasi 10% dari 80 adalah 8 gen. Dengan demikian kromosom ke 2 pada gen ke 5 sampai kromosom ke 2 pada gen ke 15. maka hasil yang didapat adalah :

C1:

[0.10\_0.10\_0.70\_0.67\_0.80\_0.22\_0.81\_0.59\_0.48\_0.62\_0.46\_0.38\_0.48\_0.09\_0.30\_0.15]

C2:

[0.10\_0.10\_0.70\_0.67\_0.22\_0.25\_0.45\_0.76\_0.13\_0.75\_0.29\_0.55\_0.58\_0.09\_0.48\_0.18]

C3:

[0.30\_0.30\_0.69\_0.67\_0.82\_0.21\_0.80\_0.52\_0.58\_0.72\_0.31\_0.28\_0.63\_0.09\_0.44\_0.17]

C4:

[0.10\_0.10\_0.70\_0.67\_0.82\_0.21\_0.81\_0.59\_0.50\_0.76\_0.34\_0.24\_0.58\_0.09\_0.48\_0.18]

C5:

[0.30\_0.30\_0.70\_0.67\_0.82\_0.20\_0.82\_0.52\_0.59\_0.78\_0.26\_0.22\_0.68\_0.09\_0.52\_0.18]

- D. Hasil Pengujian dengan Confusion Matrix  
 Confusion matrix membentuk matriks yang terdiri dari true positif atau tupel positif dan true negatif atau tupel negatif. Pada tabel 2 , akurasi NN sebesar 93.83 % . dimana Jumlah True Positive (TP) adalah 64 , Untuk False Negative (FN) adalah 147 , untuk False Positive (FP) adalah 8 dan Untuk True Negative (TN) adalah 6.

**Tabel 2 Hasil Confusion Matrix NN**

	<i>True Standar</i>	<i>True Tidak Standar</i>	<i>Class Precision</i>
<b>Pred Standar</b>	147	8	94.84%
<b>Pred Tidak Standar</b>	6	64	91.43%
<b>Class recall</b>	96.08%	88.89%	-
<b>Accuracy</b>	93.83%		

Selanjutnya dioptimasi menggunakan Algoritma Genetika, terlihat peningkatan akurasi sebesar 97.37% yang disajikan dalam tabel 3 dengan Jumlah TP sebanyak 70, FN sebesar 149, FP adalah 2 dan TN sebesar 4, dengan jumlah *hidden layer* sebanyak 8 *hidden layer*.

**Tabel 3 Hasil Confusion Matrix NN+GA**

	<i>True Standar</i>	<i>True Tidak Standar</i>	<i>Class Precision</i>
<b>Pred Standar</b>	149	2	98.68%
<b>Pred Tidak Standar</b>	4	70	94.59%
<b>Class recall</b>	97.39%	97.22%	-
<b>Accuracy</b>	97.37%		

- E. Evaluasi dengan *ROC Curve*  
 Pada Gambar 9 menunjukkan grafik ROC dengan nilai AUC (*Area Under Curve*) sebesar 0.975 dengan tingkat diagnosa *Excellent Classification*



**Gambar 8** *The Value of AUC Neural Network in ROC Curve*

Setelah dioptimasi terjadi peningkatan seperti terlihat pada Gambar 4.16 menunjukkan grafik ROC dengan nilai AUC (Area Under Curve) sebesar 0.992 dengan tingkat Diagnosa *Excellent Classification*.



**Gambar 9** *The Value of AUC Neural Network after had been Optimizezed in ROC Curve*

## SIMPULAN

Penelitian ini telah melakukan pengujian model menggunakan neural network yang dioptimasi dengan algoritma genetika untuk prediksi hasil uji marshall pada stabilitas agregat aspal beton. Beberapa eksperimen dilakukan untuk melihat hasil terbaik. Hasil penelitian ini membuktikan penggunaan individual *method neural network* menghasilkan akurasi sebesar 93.83 %. Sedangkan penggunaan hybrid method Neural Network dan Algoritma Genetika terbukti meningkatkan akurasi menjadi 97.37 %. Begitu juga nilai AUC NN sebesar 0.975 meningkat menjadi 0.992 ketika neural network dioptimasi menggunakan algoritma genetika. Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah

1. Manfaat Praktis dari hasil penelitian ini adalah dapat digunakan oleh pihak Dirjen Bina Marga sebagai alternatif baru peningkatan kondisi jalan dalam pembuatan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN).
2. Manfaat kebijakan dari hasil penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai bahan

pertimbangan dalam pengambilan keputusan penentuan Kekuatan Jalan.

3. Manfaat teoritis dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran untuk pengembangan teori yang berkaitan dengan kombinasi metode *Genetic algorithm* dengan *Artificial Neural Network*.
4. Manfaat penelitian bagi masyarakat adalah kemudahan Staff Bina Marga dalam memprediksi kekuatan jalan melalui aplikasi MARSMELO tanpa batasan ruang dan waktu

## DAFTAR RUJUKAN

WHO, Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020. Geneva, 2011

Pudji.Hartanto, "Jadilah Pelopor Keselamatan Berjalan lintas dan Budayakan Keselamatan sebagai Kebutuhan ",Korlantas Mabes Polri, 2012.

QDTMR "Road planning and design manual, design philosophy" Queensland Department of Transport and Main Roads,(QDTMR), Chapter 2. DOI=<http://www.tmr.qld.gov.au/Business-and-industry/Technical-standards-and-publications/Road-planning-and-design-manual.aspx>. Retrieved November 1,2010

Reza and Mansour.Fakhri "Prediction of frequency for simulation of asphalt mix fatigue test Using MARS and ANN" Department of civil Engineering, Toosi Universitas Of Technology, Iran, 2014.

S.Sukirman, "Beton Aspal Campuran Panas", Granit, Bandung, 2003.

AASHTO,"Guide for design of pavement structure", Washington DC, USA,1993.

Ozgan.Ercan, "Fuzzy logic and statistical-based modeling of the Marshall Stability of asphalt concrete under varying temperatures and exposure times", Duzce University, Turkey, 2009.

Tapkin, Sercan, Abdulkadir.Cevik and Un.Usa, "Prediction of Marshall test results for polypropylene modified dense bituminous mixtures using neural networks", Expert System with application 37, Elsevier , Turkey, 2010.

Whitcombe, J.M., Cropp, R.A., Braddock, R.D., Agranovski, I.E., "The use of sensitivity analysis and genetic algorithms for the management of catalysemmissions from oil refi neries" Math. Comput. Model. 4 4, 430 e 438, 2006.

ASTM, "Road and paving materials vehicle – pavement systems", published by the American society of testing material officials, Washington DC, 1997.

Heaton, "Introduction to Neural Network With java" Second Edition, Heaton Research.Inc, USA, 2008.