

**PENERAPAN METODE BACKPROPAGATION DAN FUNGSI  
STACK UNTUK PENGHITUNGAN MATEMATIKA  
SEDERHANA**

SKRIPSI



Diajukan oleh:

Jody Setiawan Pramono

71110109

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
YOGYAKARTA

2016

**PENERAPAN METODE BACKPROPAGATION DAN FUNGSI  
STACK UNTUK PENGHITUNGAN MATEMATIKA  
SEDERHANA**

SKRIPSI



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar  
Sarjana Komputer

Diajukan oleh:  
Jody Setiawan Pramono  
71110109

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
YOGYAKARTA

2016

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **PENERAPAN METODE BACKPROPAGATION DAN FUNGSI STACK UNTUK PENGHITUNGAN MATEMATIKA SEDERHANA**

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi keserjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar keserjanaan saya.

Yogyakarta, 5 Januari 2016



JODY SETIAWAN PRAMONO  
71110109

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENERAPAN METODE BACKPROPAGATION  
DAN FUNGSI STACK UNTUK PENGHITUNGAN  
MATEMATIKA SEDERHANA  
Nama Mahasiswa : JODY SETIAWAN PRAMONO  
NIM : 71110109  
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)  
Kode : TIW276  
Semester : Gasal  
Tahun Akademik : 2015/2016

Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 2 Desember 2015

Dosen Pembimbing I



Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.

Dosen Pembimbing II



Widi Hapsari, Dra. M.T.

Acc pendadaran!

## HALAMAN PENGESAHAN

### PENERAPAN METODE BACKPROPAGATION DAN FUNGSI STACK UNTUK PENGHITUNGAN MATEMATIKA SEDERHANA

Oleh: JODY SETIAWAN PRAMONO / 71110109

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta  
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Komputer  
pada tanggal 7 Desember 2015

Yogyakarta, 5 Januari 2016  
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.
2. Widi Hapsari, Dra. M.T.
3. Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.
4. Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T.,  
M.Eng.

DU TA WACANA



Dekan

(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Penerapan Metode Backpropagation dan Fungsi Stack Untuk Penghitungan Matematika Sederhana” dapat diselesaikan. Penulis menyusun skripsi ini dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Pihak-pihak yang telah membantu tugas akhir ini yaitu:

1. Bapak Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan masukan-masukan dalam penulisan tugas akhir ini.
2. Ibu Dra Widi Hapsari, M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan-masukan dalam penulisan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen teknik informatika yang telah banyak mengajarkan metode-metode yang diimplementasikan dalam pembuatan program ini.
4. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan selama pengerjaan tugas akhir.
5. Teman-teman seangkatan yang membantu memberi solusi ketika menghadapi kendala saat pengerjaan tugas akhir.
6. Terakhir, penulis hendak berterima kasih pula untuk setiap nama yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas dukungan dan doa yang telah diberikan tanpa diketahui penulis.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas berkah dan rahmat yang telah diberikan hingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.

Laporan tugas akhir ini membahas tentang penelitian yang dilakukan untuk mengenali karakter pada operasi matematika yang ditulis tangan pada *platform android mobile*. Pengenalan karakter ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam mengenali karakter pada operasi matematika dengan menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan dengan metode *backpropagation*.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis tentunya masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai dan menerima jika ada berbagai masukan dari para pembaca baik berupa kritik maupun saran yang sifatnya membangun. Penulis meminta maaf bila ada kesalahan dalam penulisan pada Skripsi ini.

Yogyakarta, 2 Desember 2015

Penulis

## INTISARI

### **PENERAPAN METODE *BACKPROPAGATION* DAN FUNGSI STACK UNTUK PENGHITUNGAN MATEMATIKA SEDERHANA**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat keberhasilan sistem untuk mengenali karakter berupa angka dan operator matematika yang ditulis tangan. Salah satu metode yang dapat digunakan agar sistem dapat membaca tulisan tangan adalah dengan menggunakan metode *backpropagation* pada algoritma jaringan syaraf tiruan. Untuk dapat mengenali tulisan tangan program pengenalan ini dikembangkan dalam 2 tahap yaitu, tahap pelatihan dan pengenalan. Pada tahap pelatihan sistem melakukan *pre-processing* terhadap dataset sebelum dataset digunakan untuk melakukan pelatihan. Arsitektur jaringan syaraf tiruan yang digunakan menggunakan 3 buah layer, yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Bobot awal pada setiap layer akan diinisialisasi secara acak pada saat pertama kali menjalankan *backpropagation*. Pertama sinyal dari input akan dikirimkan menuju *hidden layer* yang nantinya akan diteruskan lagi menuju *output layer* untuk mencari nilai pada *output layer*. Setelah itu akan dijalankan propagasi mundur untuk mencari perubahan bobot pada setiap layer. Setelah mendapatkan nilai perubahan bobot maka setiap bobot diawal akan diubah sesuai dengan perubahan bobotnya. Bobot terakhir setelah *backpropagation* selesai dijalankan akan disimpan dan akan digunakan pada saat pengenalan. Proses pengenalan dibuat pada platform android dan menggunakan sistem *handwriting* untuk memasukkan input. Proses pengenalan juga menggunakan metode *backpropagation* tetapi hanya sampai tahap maju saja. Berdasarkan hasil analisis metode *backpropagation* dapat mengenali karakter tulisan tangan dengan tingkat keberhasilan sebesar 44.26 %.

Kata kunci : *Backpropagation, artificial neural network, pre-processing, android, Handwritten Recognition*



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Metode Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 <i>Grayscale Image</i> .....	7
2.2.2 <i>Thresholding</i> .....	7
2.2.3 <i>Segmentation Histogram Approach</i> .....	8
2.2.4 <i>Klasifikasi</i> .....	10
2.2.5 <i>Jaringan Syaraf Tiruan</i> .....	11
2.2.6 <i>Algoritma Backpropagation</i> .....	12
2.2.7 <i>Notasi Postfix pada Stack</i> .....	14
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM .....	18
3.1 Spesifikasi Sistem .....	18

3.1.1	Kemampuan Sistem .....	18
3.1.2	Kebutuhan Perangkat Lunak .....	18
3.1.3	Kebutuhan Perangkat Keras .....	18
3.2	Gambaran Kerja Sistem .....	19
3.3	Diagram Alir .....	21
3.3.1	Diagram Alir Sistem Secara Keseluruhan.....	21
3.3.2	Diagram Alir Pelatihan Karakter <i>Alpha-numeric</i> dan operator matematika .....	22
3.3.3	Diagram Alir Proses <i>Pre-processing</i> Citra .....	23
3.3.4	Diagram Alir Algoritma <i>Backpropagation</i> .....	23
3.4	Perancangan Form Antarmuka Sistem.....	24
3.5	Rancangan Pengujian .....	25
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....		29
4.1	Implementasi Sistem .....	29
4.1.1	Implementasi Sistem Pelatihan .....	29
4.1.2	Implementasi Sistem Pengenalan.....	33
4.1.3	Implementasi <i>Pre-processing</i> .....	35
4.1.4	Implementasi <i>Backpropagation</i> .....	36
4.2	Analisis Sistem.....	38
4.2.1	Analisis Pencarian Bobot Optimal .....	38
4.2.2	Analisis Pengenalan Karakter pada Operasi Matematika .....	41
4.2.3	Analisis Pengenalan Karakter .....	51
4.2.4	Analisis Fungsi Stack dalam Menghitung Operasi Matematika.....	53
BAB 5 KESIMPULAN.....		56
5.1	Kesimpulan .....	56
5.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA .....		58
LAMPIRAN.....		60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Overall Segmentation result</i> (Dongre & Mankar, 2011).....	6
Tabel 2.2 Persentasi Hasil Pengenlan Karakter(Budhi, 2010).....	6
Tabel 2.3 Pembuatan Ekspresi P.....	16
Tabel 2.4 Penghitungan <i>Postfix</i> .....	17
Tabel 3.1 Tabel Data Output.....	20
Tabel 4.1 Data Analisis Pengujian Hasil Pelatihan dengan <i>Learning rate</i> 0.5.....	39
Tabel 4.2 Analisis Pengujian Hasil Pelatihan dengan <i>Learning rate</i> 0.2.....	39
Tabel 4.3 Analisis Pengujian Hasil Pelatihan dengan <i>Learning rate</i> 0.1.....	39
Tabel 4.4 Analisis Pengujian Hasil Pelatihan dengan <i>Learning rate</i> 0.05.....	40
Tabel 4.5 Analisis Pengujian Hasil Pelatihan dengan <i>Learning rate</i> 0.01.....	40
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian 1.....	41
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian 2.....	42
Tabel 4.8 Data Hasil Pengujian 3.....	43
Tabel 4.9 Data Hasil Pengujian 4.....	44
Tabel 4.10 Data Hasil Pengujian5.....	45
Tabel 4.11 Rata-rata persentase pengujian 1 sampai 5.....	46
Tabel 4.12 Data Hasil Pengujian 6.....	46
Tabel 4.13 Data Hasil Pengujian 7.....	47
Tabel 4.14 Data Hasil Pengujian 8.....	48
Tabel 4.15 Data Hasil Pengujian 9.....	49
Tabel 4.16 Data Hasil Pengujian 10.....	49
Tabel 4.17 Rata-rata persentase pengujian 6 sampai 10.....	50
Tabel 4.18 Tabel Pengujian Karakter dengan 25 Dataset.....	51
Tabel 4.19 Tabel Pengujian Karakter dengan 50 Dataset.....	52
Tabel 4.20 Tabel Analisis Fungsi Stack.....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 contoh dokumen citra (Dongre & Mankar, 2011).....	5
Gambar 2.2 Line Segmentation (Karmakar, Nayak, & Bhoi, 2014).....	9
Gambar 2.3 Segmentasi Karakter (Karmakar, Nayak, & Bhoi, 2014).....	10
Gambar 3.1 Diagram Alir Sistem.....	21
Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Pelatihan Karakter.....	22
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses <i>Pre-Processing Citra</i> .....	23
Gambar 3.4 Diagram Alir Proses <i>Bacpropagation</i> .....	24
Gambar 3.5 Rancangan Halaman Utama.....	25
Gambar 3.6 Contoh Operasi Matematika dari Input User.....	26
Gambar 4.1 Antarmuka Sistem Pelatihan.....	30
Gambar 4.2 Antarmuka Sistem Pelatihan setelah Button Run dialankan.....	31
Gambar 4.3 Hasil pelaksanaan Button Test All.....	33
Gambar 4.4 Antarmuka Sistem Pengenalan.....	33
Gambar 4.5 Antarmuka Sistem Setelah Proses Pengenalan.....	34
Gambar 4.6 Contoh Segmentasi Citra Dataset.....	36
Gambar 4.7 Arsitektur metode Backpropagation.....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A : Code Program.....	60
LAMPIRAN B : Data Set.....	102

©UKDW

## INTISARI

### **PENERAPAN METODE *BACKPROPAGATION* DAN FUNGSI STACK UNTUK PENGHITUNGAN MATEMATIKA SEDERHANA**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat keberhasilan sistem untuk mengenali karakter berupa angka dan operator matematika yang ditulis tangan. Salah satu metode yang dapat digunakan agar sistem dapat membaca tulisan tangan adalah dengan menggunakan metode *backpropagation* pada algoritma jaringan syaraf tiruan. Untuk dapat mengenali tulisan tangan program pengenalan ini dikembangkan dalam 2 tahap yaitu, tahap pelatihan dan pengenalan. Pada tahap pelatihan sistem melakukan *pre-processing* terhadap dataset sebelum dataset digunakan untuk melakukan pelatihan. Arsitektur jaringan syaraf tiruan yang digunakan menggunakan 3 buah layer, yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Bobot awal pada setiap layer akan diinisialisasi secara acak pada saat pertama kali menjalankan *backpropagation*. Pertama sinyal dari input akan dikirimkan menuju *hidden layer* yang nantinya akan diteruskan lagi menuju *output layer* untuk mencari nilai pada *output layer*. Setelah itu akan dijalankan propagasi mundur untuk mencari perubahan bobot pada setiap layer. Setelah mendapatkan nilai perubahan bobot maka setiap bobot diawal akan diubah sesuai dengan perubahan bobotnya. Bobot terakhir setelah *backpropagation* selesai dijalankan akan disimpan dan akan digunakan pada saat pengenalan. Proses pengenalan dibuat pada platform android dan menggunakan sistem *handwriting* untuk memasukkan input. Proses pengenalan juga menggunakan metode *backpropagation* tetapi hanya sampai tahap maju saja. Berdasarkan hasil analisis metode *backpropagation* dapat mengenali karakter tulisan tangan dengan tingkat keberhasilan sebesar 44.26 %.

Kata kunci : *Backpropagation, artificial neural network, pre-processing, android, Handwritten Recognition*

# Bab 1

## Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Teknologi mobile sudah banyak digunakan dan dikembangkan dalam masyarakat. Salah satunya ialah fungsi kalkulator pada perangkat mobile untuk melakukan perhitungan matematik. Dalam pengembangannya, *handwriting function* pada mobile juga sangat membantu dalam penggunaannya di kehidupan sehari-hari.

Untuk mengoptimalkan fungsi tersebut maka dibuatlah aplikasi dengan gabungan kedua fungsi tersebut yaitu *handwriting* dan perhitungan matematik. Dengan fungsi *handwriting* tersebut, pengguna dapat langsung menuliskan nilai yang ingin dihitung beserta operasi matematika yang ingin diketahui hasilnya tanpa menggunakan keypad yang ada di perangkat mobile.

Solusi untuk dapat menyelesaikan masalah perhitungan matematika tersebut adalah dengan cara mengenali karakter – karakter dalam soal matematika yang ditulis dalam fungsi *handwriting*. Salah satu cara untuk memproses citra hasil dari fungsi *handwriting* tersebut adalah dengan menggunakan metode *neural network* dengan algoritma pembelajaran *Backpropagation*.

Penerapan algoritma *neural network* diharapkan dapat mengenali karakter dalam citra perhitungan matematika secara tepat. Oleh karena itu, penulis memilih metode *neural network* dengan algoritma pembelajaran *backpropagation* untuk dapat mengenali karakter pada citra yang diambil.

### 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu menganalisa kemampuan algoritma

*neural network* dengan metode pembelajaran *Backpropagation* dalam mengenali karakter angka dan operator matematika.

### 1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis memberikan batasan sistem yang akan dibuat antara lain :

1. Karakter yang dikenali adalah 10 karakter angka (0-9) dan 4 karakter operator matematika (+ , - , x , /).
2. Penghitungan matematika yang digunakan hanya meliputi penghitungan matematika sederhana seperti tambah, kali, bagi, dan kurang.
3. Metode yang digunakan adalah *neural network* dengan algoritma *backpropagation*.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pengenalan karakter angka dan operator matematika pada sebuah citra operasi matematika untuk mendapatkan hasil penghitungan.

### 1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

#### 1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari buku, jurnal serta materi-materi lain yang berhubungan dengan *character recognition* dan *segmentation* dalam pengenalan karakter pada sebuah citra perhitungan matematika.



## 2. Konsultasi

Konsultasi rutin dilakukan dengan dosen pembimbing sehubungan dengan perancangan dan pelaporan tugas akhir.

## 3. Perancangan Sistem

Beberapa tahap dalam pembuatan sistem berbasis *Optical Character Recognition* menggunakan metode *neural network* dengan algoritma *Backpropagation* ini ialah pengubahan citra berwarna menjadi citra biner atau sering disebut tahap *binarization* dan *segmentation*. Setelah didapatkan hasil, maka akan dilakukan pemrosesan data untuk menghasilkan jawaban dari penghitungan matematika.

## 4. Implementasi dan testing

Pada tahap ini akan dilakukan percobaan berupa memberikan masukan terhadap program sesuai dengan batasan masalah yang ada. Lalu akan dilihat hasil yang diinginkan adalah berupa karakter angka dan karakter operasi matematika.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan mengenai pelaksanaan kerja praktik ini, maka penulisan laporan akan dibagi dalam lima bab yaitu, Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Analisis dan Perancangan Sistem, Implementasi dan Analisis Sistem, serta Kesimpulan dan Saran.

Bab 1. Pendahuluan, menguraikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, ruang lingkup batasan masalah, hipotesis awal, tujuan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2. Tinjauan Pustaka, menguraikan tentang tinjauan pustaka dan landasan teori. Tinjauan Pustaka menguraikan berbagai teori yang didapatkan dari berbagai sumber pustaka yang digunakan untuk penyusunan Tugas Akhir. Sedangkan landasan teori memuat penjelasan tentang konsep dan prinsip utama yang diperlukan untuk memecahkan masalah riset dan merumuskan hipotesis apabila memang diperlukan.

Bab 3. Analisis dan Perancangan Sistem, mencakup Analisis teori-teori yang digunakan dan bagaimana menterjemahkannya ke dalam suatu sistem yang hendak dibuat. Pada dasarnya bab ini memuat materi yang akan digunakan dalam penelitian, penjelasan algoritma yang akan diimplementasikan, serta cara perancangan sistem.

Bab 4. Implementasi dan Analisis Sistem, memuat hasil riset dan/atau implementasi, dan pembahasan dari riset yang sifatnya terpadu. Hasil riset akan disajikan dalam bentuk Tabel, grafik, maupun bentuk lainnya yang dianggap sesuai dengan hasil penelitian. Pembahasan kemudian akan dilakukan baik secara 5 kualitatif, kuantitatif, maupun statistik dengan terlebih dulu disesuaikan dengan hasil penelitian.

Bab 5. Kesimpulan dan Saran berisi tentang kesimpulan dari sistem yang dibuat serta saran-saran yang berguna bagi perusahaan dalam rangka pengembangan sistem manajemen persediaan lebih lanjut.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis sistem, penulis menarik beberapa kesimpulan :

1. Banyak data yang digunakan untuk melakukan pelatihan akan mempengaruhi hasil pada proses pengenalan. Pada analisis menggunakan 25 dataset didapatkan persentase benar sebesar 42,38 %. Pada analisis menggunakan 50 dataset didapatkan persentase benar sebesar 44,26 %. Terjadi peningkatan pada persentase benar dengan menambah jumlah dataset.
2. Nilai *learning rate* dan jumlah neuron pada *hidden layer* terbaik adalah 0,01 dan 100 neuron.
3. Nilai threshold terhadap output terbaik adalah 0,5.
4. Karakter yang memiliki kemungkinan tertinggi untuk dikenali adalah karakter angka 0 yang memiliki ketepatan pengenalan sebesar 90,00 % pada pengujian dengan 25 dataset dan 84,00 % pada pengujian dengan 50 dataset. Karakter yang memiliki kemungkinan terendah untuk dikenali adalah karakter angka 5 yang memiliki ketepatan pengenalan sebesar 10,00 % pada pengujian dengan 25 dataset dan 16,00 % pada pengujian dengan 50 dataset.
5. Proses penghitungan operasi matematika dengan menggunakan fungsi stack sudah 100,00% benar.

#### 5.2 Saran

Melalui penelitian yang dilakukan, penulis memberikan saran untuk pengembangan selanjutnya, diantaranya adalah :

1. Jumlah data yang digunakan untuk proses pelatihan diperbanyak.

2. Perlu dilakukan uji coba terhadap metode jaringan syaraf tiruan yang lain.

©UKDW

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, R. S., & Maliki, I. (2012). Perbandingan Algoritma Template Matching dan Feature Extraction pada Optical Character Recognition. *Jurnal Komputer dan Informatika Edisi 1 Volume 1* , 29-35.
- Budhi, G. S., Gunawan, I., & Jaowry, S. (2010). Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Pengenalan Huruf Cetak pada Citra Digital. *Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Pengenalan Huruf Cetak pada Citra Digital* .
- Devi, H. K. (2006). Thresholding: A Pixel - Level Image Processing Methodology Preprocessing Tecnique for an OCR System for the Brahmi Script. *Ancient Asia, Vol. 1* , 161-165.
- Dongre, V. J., & Mankar, V. H. (2011). DEVNAGARI DOCUMENT SEGMENTATION USING HISTOGRAM APPROACH. *International Journal of Computer Science, Engineering and Information Technology (IJCEIT), Vol.1, No.3, August 2011* .
- Fox, C. (2011). *Concise Notes on Data Structures and Algorithms Ruby Edition*. James Madison University.
- Istook, E., & Martinez, T. (2012). IMPROVED BACKPROPAGATION LEARNING IN NEURAL NETWORKS WITH WINDOWED MOMENTUM. *International Journal of Neural Systems, vol 12, no 3&4* .
- Kanan, C. (2011). Color-to-Grayscale: Does the Method Matter in Image Recognition? *Color-to-Grayscale: Does the Method Matter in Image Recognition?* , 10-12.
- Karmakar, P., Nayak, B., & Bhoi, N. (2014). Line and Word Segmentation of a Printed Text. *Line and Word Segmentation of a Printed Text* , 157-160.
- Nugroho, S. (2004). Sistem Pendeteksi Wajah Manusiapada Citra Digital. *Sistem Pendeteksi Wajah Manusia pada Citra Digital, Setyo Nugroho* . , 16-19.
- Ozkan, C., & Sunar Erbek, F. (2003). The Comparison of Activation Functions for Multispectral Landsat TM Image Classification.

*PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING & REMOTE SENSING* , 1225-1234.

Redjeki, S. (2011). ANALISIS FUNGSI AKTIVASI SIGMOID ALGORITMA.

Sinaga, A. R. (2012). APLIKASI JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK PENENTUAN KONSENTRASI PROGRAM STUDI BAGI CALON MAHASISWA BARU STMIK BUDIDARMA MEDAN. *APLIKASI JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK PENENTUAN KONSENTRASI PROGRAM STUDI BAGI CALON MAHASISWA BARU STMIK BUDIDARMA MEDAN* .

Singh, R., Yadav, C. S., Verma, P., & Yadav, V. (2010). Optical Character Recognition (OCR) for Printed Devnagari Script Using. *International Journal of Computer Science & Communication* , 91-95.

© UTKDNW