

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan dipaparkan beberapa kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh serta saran yang dapat digunakan sebagai acuan untuk menyempurnakan sistem pada proses pengembangan berikutnya.

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, penulis dapat menarik beberapa poin yang menjadi kesimpulan pada penelitian kali ini, antara lain:

- a. Pada penelitian ini, aplikasi yang dapat melakukan ekstraksi dan pengenalan pola plat nomor pada mobil menggunakan metode alihragam *Wavelet* dan *Neural Network* telah berhasil dibangun.
- b. Aplikasi yang dapat melakukan ekstraksi dan pengenalan pola plat nomor pada mobil menggunakan metode alihragam *Wavelet* dan *Neural Network* yang dibangun pada penelitian ini memiliki akurasi mencapai 100% dalam melakukan ekstraksi dan segmentasi untuk 35 citra uji yang digunakan. Selain itu, aplikasi ini juga mampu mengenali 268 karakter dari total 276 karakter huruf dan angka yang diujikan atau dengan kata lain akurasi pengenalan aplikasi yang dibangun mencapai 97,10%. Hasil tersebut didapatkan dengan menggunakan alihragam *Wavelet Haar* pada citra karakter yang akan diinputkan, dan Jaringan Saraf Tiruan dengan dua

*hidden layer* yang masing-masing *hidden layer* memiliki 30 *node* dan 20 *node*. Adapun bobot jaringan didapatkan dari pelatihan dengan nilai laju belajar  $\alpha = 0,2$  dan momentum  $\beta = 0,7$  sebanyak 300 *epoch*.

- c. Adanya pengaruh jumlah koefisien filter yang dimiliki suatu *Wavelet* terhadap tingkat akurasi pengenalan sistem. Semakin banyak jumlah koefisien filter yang dimiliki suatu jenis *Wavelet*, maka tingkat akurasi pengenalan akan semakin rendah. Tingkat akurasi pengenalan tertinggi yaitu 97,10%, diperoleh dari *Wavelet Haar* yang hanya memiliki dua koefisien filter. Sedangkan Tingkat akurasi terendah yaitu 6,88%, diperoleh dari *Wavelet coif5* yang memiliki 30 koefisien filter.

## 5.2 Saran

Beberapa hal yang menjadi saran penulis untuk pengembangan pada penelitian di masa yang akan datang adalah:

- a. Menggunakan model komputasi paralel (*parallel computing*) untuk mempercepat tahap pada pemrosesan awal citra.
- b. Mengembangkan metode yang mampu melakukan segmentasi pada citra karakter yang saling berhimpit atau *overlap*.
- c. Mengembangkan sistem pengenalan plat nomor menjadi sistem yang berjalan secara *real-time* dari suatu kamera dan mampu mengenali seluruh jenis plat nomor di Indonesia (plat hitam, plat kuning, dan plat putih).

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, D. and Kuldeepak, M., 2013, License Plate Recognition Using Wavelets And Neural Networks, *Journal of Research in Electrical and Electronics Engineering*, II(1), pp.1-5.
- Anagnostopoulos, C.E., Anagnostopoulos, I.E., Psoroulas, I.D., Loumos, V., Kayafas, E., 2008, License Plate Recognition From Still Images and Video Sequences: A Survey, *IEEE Transactions On Intelligent Transportation Systems*, IX(3), pp.377-391.
- Asthana, S., Sharma, N., Singh, R., 2011, Vehicle Number Plate Recognition Using Multiple Layer Back Propagation Neural Networks, *International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering*, I(1), pp.35-38.
- Badr, A., Abdelwahab, M.M., Thabet, A.M., Abdelsadek, A.M., 2011, Automatic Number Plate Recognition System, *Annals of the University of Craiova, Mathematics and Computer Science Series*, XXXVIII(1), pp.62-71.
- Bailmare, S.H. and Gadicha, A.B., 2013, A Review paper on Vehicle Number Plate Recognition (VNPR) Using Improved Character Segmentation Method, *International Journal of Scientific and Research Publications*, III(12), pp.1-3.
- Banik, B.G. and Bandyopadhyay, S.K., 2013, A DWT Method for Image Steganography, *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, III(6), pp.983-989.
- Bhalla, A., Rathor, G., Rathore, D.V., 2013, Vehicle Number Plate Detection, *International Journal of Computer Science and Management Research*, II(10), pp.3492-3496.
- Chowdhury, M.M.H. and Khatun, A., 2012, Image Compression Using Discrete Wavelet Transform, *International Journal of Computer Science Issues*, IX(4), pp.327-330.
- Cika, P., Zikal, M., Sebela, M., 2011, Detection and Recognition of License Plates of Czech Vehicles, *Elektro Revue*, II(4), pp.1-6.
- Daramola, S.A., Adetiba, E., Adoghe, A.U., Badejo, J.A., Samuel, I.A., Fagorusi, T., 2011, Automatic Vehicle Identification System Using License Plate, *International Journal of Engineering Science and Technology*, III(2), pp.1712-1719.
- Dashtban, M.H., Dashtban, Z., Bevrani, H., 2011, A Novel Approach for Vehicle License Plate Localization and Recognition, *International Journal of Computer Applications*, XXVI(11), pp.22-30.
- Deb, K., Chae, H.-U., Jo, K.-H., 2009, Vehicle License Plate Detection Method Based on Sliding Concentric Windows and Histogram, *Journal Of Computers*, IV(8), pp.771-777.
- Fitriawan, H., Pucu, O., Baptista, Y., 2012, Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Secara Off-Line Berbasis Pengolahan Citra Dan Jaringan Syaraf Tiruan,

- ELECTRICIAN Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, VI(2), pp.123-126.
- Ganatra, A., Kosta, P., Panchal, G., Gajjar, C., 2011, Initial Classification Through Back Propagation In a Neural Network Following Optimization Through GA to Evaluate the Fitness of an Algorithm, *International Journal of Computer Science & Information Technology*, III(1), pp.98-116.
- Ghosh, A.K., Sharma, S.K.D., Islam, N., Biswas, S., Akter, S., 2011, Automatic License Plate Recognition (ALPR) for Bangladeshi Vehicles, *Global Journal of Computer Science and Technology*, XI(21), pp.68-73.
- Harjani, D., Jethwani, M., Keswaney, N., Jacob, S., 2013, Automated Parking Management System Using License Plate Recognition, *International Journal of Computer Technology & Applications*, IV(5), pp.741-745.
- Huang, Y.-P., Chang, T.-W., Chen, Y.-R., Sandnes, F.E., 2008. A Back propagation Based Real-Time License Plate Recognition System, *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, XXII(2), pp.233-251.
- Hung, K.-M. and Hsieh, C.-T., 2010, A Real-Time Mobile Vehicle License Plate Detection and Recognition, *Tamkang Journal of Science and Engineering*, XIII(4), pp.433-442.
- Ibrahim, N.K., Kasmuri, E., Jalil, N.A., Norasikin, A.M., Salam, S., Nawawi, M.R.M., 2013, License Plate Recognition (LPR): A Review with Experiments for Malaysia Case Study, *The International Journal of Soft Computing and Software Engineering*, III(3), pp.83-93.
- Jusoh, N.A. and Zain, J.M., 2009, Application of Freeman Chain Codes: An Alternative Recognition Technique for Malaysian Car Plates, *International Journal of Computer Science and Network Security*, IX(11), pp.222-227.
- Kadkhoda, M. and Zefreh, E.Z., 2012, License Plate Recognition System for Persian Vehicles, *Journal of Academic and Applied Studies*, II(4), pp.1-11.
- Kanagaraj, N., Baskaran, G., Saravanan, S., Ramachandran, A., 2012, Still Image Recognition Of License Plate System, *International Journal of Scientific Engineering Research*, III(8), pp.1-5.
- Karthikeyan, T. and Vinothkumar, S., 2013, Automatic Indian Vehicle License Plate Recognition, *International Journal of Electronic and Electrical Engineering*, VI(1), pp.67-73.
- Kasaei, S.H.M., Kasaei, M.S.M., Monadjemi, S.A., 2009, A Novel Morphological Method for Detection and Recognition of Vehicle License Plates, *American Journal of Applied Sciences*, VI(12), pp.2066-2070.
- Kaur, K. and Kaur, B., 2013, Character Recognition of High Security Number Plates Using Morphological Operator, *International Journal of Computer Science & Engineering Technology*, IV(5), pp.519-523.
- Kawade, S.M. and Mukhedkar, M.M., 2013, A Real Time Vehicle's License Plate Recognition System, *International Journal of Science and Engineering*, I(2), pp.41-48.

- Khalifa, O., Islam, S., Suleiman, R., 2007, Malaysian Vehicle License Plate Recognition, *The International Arab Journal of Information Technology*, IV(4), pp.359-364.
- Khalil, M.I., 2010, Car Plate Recognition Using the Template Matching Method, *International Journal of Computer Theory and Engineering*, II(5), pp.683-687.
- Kumar, S.L., Velusamy, K., and Devi, V.V., 2012, Wavelet Transform Based Vehicle License Plate Identification, *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, II(5), pp.151-157.
- Lee, R.-C. and Hung, K.-C., 2013, An Automatic Vehicle License Plate Recognition Based on Prewitt Edge Detection and Artificial Neural Network, *International Journal Of Scientific Research And Education*, I(5), pp.79-90.
- Lee, R.T., Hung, K.C., Wang, H.S., 2012, Real Time Vehicle License Plate Recognition Based on 2D Haar Discrete Wavelet Transform, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, III(4), pp.1-6.
- Lekhana, G.C. and Srikantaswamy, R., 2012, Real Time License Plate Recognition System, *International Journal of Advanced Technology & Engineering Research*, II(4), pp.5-9.
- Madan, R., Singh, S.K., and Jain, N., 2009, Signal Filtering Using Discrete Wavelet Transform, *Signal Filtering Using Discrete Wavelet Transform*, II(3), pp.96-98.
- Mai, V.D., Miao, D., Wang, R., 2013, Vietnam License Plate Recognition System based on Edge Detection and Neural Networks, *Journal of Information and Computing Science*, VIII(1), pp.27-40.
- Meenakshi and Dubey, R.B., 2012, Vehicle License Plate Recognition System, *International Journal of Advanced Computer Research*, II(4), pp.78-82.
- Melin, P. and Castillo, O., 2007, Hybrid Intelligent System for Pattern Recognition, *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, I(2), pp.13-19.
- Mellolo, O., 2012, Pengenalan Plat Nomor Polisi Kendaraan Bermotor, *Jurnal Ilmiah Sains*, XII(1), pp.35-42.
- Mirashi, V., Parab, J., Shirvoikar, M., Kudaskar, R., Borkar, S., 2013, License Plate Detection and Segmentation for Goan Vehicles, *International Journal of Science and Research*, II(2), pp.266-270.
- Nagare, A.P., 2011, License Plate Character Recognition System using Neural Network, *International Journal of Computer Applications*, XXV(10), pp.36-39.
- Na, Y., Houjin, C., Yanfeng, L., and Xiaoli, H., 2012, Coupled Parameter Optimization of PCNN Model and Vehicle Image Segmentation, *Journal of Transportation Systems Engineering And Information Technology*, XII(1), pp.48-54.
- Pandya, P. and Singh, M., 2011, Morphology Based Approach To Recognize Number Plates in India, *International Journal of Soft Computing and Engineering*, I(3), pp.107-112.

- Patel, S.G., 2013, Vehicle License Plate Recognition Using Morphology And Neural Network, *International Journal on Cybernetics & Informatics*, II(1), pp.1-7.
- Patel, R.P., Patel, N.M., and Brahmabhatt, K., 2013, Automatic Licenses Plate Recognition, *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, II(4), pp.285-294.
- Patel, C., Patel, A., Shah, D., 2013. Threshold Based Image Binarization Technique for Number Plate Segmentation, *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, III(7), pp.108-114.
- Radha, R. and Sumathi, C.P., 2012, A Novel Approach To Extract Text From License Plate Of Vehicles, *Signal & Image Processing : An International Journal*, III(4), pp.181-192.
- Rani, P.S. and Prasad, V., 2012, License Plate Character Segmentation Based On Pixel Distribution Density, *International Journal Of Engineering Science & Advanced Technology*, II(5), pp.1539-1542.
- Ruslianto, I. and Harjoko, A., 2011, Pengenalalan Karakter Plat Nomor Mobil Secara Real Time, *IJEIS*, I(2), pp.101-110.
- Saha, S., Basu, S., Nasipuri, M., 2011, Automatic Localization and Recognition of License Plate Characters for Indian Vehicles, *International Journal of Computer Science & Emerging Technologies*, II(4), pp.520-533.
- Selvakani, T. and Krishnan, N., 2012, License Plate Character Recognition Using Back Propagation Algorithm, *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology*, I(5), pp.3263-27.
- Shaaban, Z., 2011, An Intelligent License Plate Recognition System, *International Journal of Computer Science and Network Security*, XI(7), pp.55-61.
- Shapiro, V., Bonchev, S., Velichkov, V., Gluhchev, G., 2004, Adaptive Multi-National License Plate Extraction, *Cybernetics and Information Technologies*, IV(1), pp.76-88.
- Sharma, C. and Kaur, A., 2011, Indian Vehicle License Plate Extraction And Segmentation, *International Journal of Computer Science and Communication*, II(2), pp.593-599.
- Sharma, P., Sapra, G., Agarwal, R., 2013, Computational Algorithm for Automatic Recognition of Vehicle Registration Plates, *International Journal Of Engineering And Computer Science*, II(8), pp.2412-2414.
- Shidore, M.M. and Narote, S.P., 2011, Number Plate Recognition for Indian Vehicles, *International Journal of Computer Science and Network Security*, XI(2), pp.143-146.
- Shih, B.-Y., Chen, C.-W., Chen, C.-Y., Kuo, J.-W., 2012, A Robust License Plate Recognition Methodology by Applying Hybird Artificial Technique, *Internatioinal Journal of Innovative Computing Information and Control*, VIII(10), pp.6777-6785.
- Solanki, R., Rai, R., Raikwar, T., 2013, The Automatic License Plate Recognition (ALPR), *International Journal of Research in Engineering and Technology*, II(7), pp.161-167.

- Sonavane, S., Khade, A., Gaikwad, V.B., 2013, Localization & Segmentation of Indian Car Number Plate system: A Projection based Multistage Approach, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, IV(8), pp.1258-1261.
- Sunitha, K.B. and Sajeena, A., 2013, A Novel Method For Character Segmentation Of Vehicle License Plates, *International Journal of Research in Engineering and Technology*, II(11), pp.152-156.
- Thakur, R. and Manoria, M., 2012, RBFNN Approach for Recognizing Indian License Plate, *International Journal of Computer Science and Network*, I(5), pp.1-5.
- Thilepa, R. and Thanikachalam, M., 2011, An Artificial Neural Network Based Vision System for Vehicles Number Plate Recognition, *International Journal of Computer Network and Security*, III(1), pp.81-84.
- Vellingiriraj, E.K. and Balasubramanie, P., 2013, A Novel Approach for Recognition of Tamil Characters in Vehicle Number Plate based on Region Pixel through Surveillance Camera, *International Journal of Emerging Science and Engineering*, I(10), pp.14-17.
- Wawage, P. and Oza, S., 2013, An Approach for Automatic Detection of Vehicle License Plate and Character Recognition Using Classification Algorithm, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, III(6), pp.202-207.
- Yulida, S., Kusumawardhan, A., Setijono, H., 2013, Perancangan Sistem Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Principal Component Analysis, *Jurnal Teknik POMITS*, II(1), pp.177-182.

# SKPL

## SPESIFIKASI KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK

### Nummerbord

(Aplikasi Ekstraksi dan Pengenalan Plat Nomor  
Kendaraan Bermotor di Indonesia)

Untuk :

Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Dipersiapkan oleh:

Donny Avianto

13 53 02024

Magister Teknik Informatika

Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta

	Magister Teknik Informatika Program Pascasarjana	Nomor Dokumen		Halaman
		<i>SKPL-Nummerbord</i>		1/18
		Revisi		

## DAFTAR PERUBAHAN

Revisi	Deskripsi
<b>A</b>	
<b>B</b>	
<b>C</b>	
<b>D</b>	
<b>E</b>	
<b>F</b>	

INDEX TGL	-	A	B	C	D	E	F	G
Ditulis oleh								
Diperik sa oleh								
Disetuj ui oleh								

### Daftar Halaman Perubahan

Halaman	Revisi	Halaman	Revisi

## Daftar Isi

<b>Daftar Isi</b> .....	<b>4</b>
<b>Daftar Gambar</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Pendahuluan</b> .....	<b>6</b>
1.1 Tujuan .....	6
1.2 Lingkup Masalah .....	6
1.3 Definisi, Akronim dan Singkatan .....	7
1.4 Referensi .....	8
1.5 Deskripsi umum (Overview) .....	8
<b>2 Deskripsi Kebutuhan</b> .....	<b>8</b>
2.1 Perspektif produk .....	8
2.2 Fungsi Produk Nummerbord .....	10
2.2.1 Fungsi <i>Pemrosesan Awal Citra</i> (SKPL-NUMM-001) ....	10
2.2.2 Fungsi <i>Pelatihan Jaringan</i> (SKPL-NUMM-002) .....	10
2.2.3 Fungsi <i>Pengujian Jaringan</i> (SKPL-NUMM-003) .....	11
2.3 Karakteristik Pengguna .....	11
2.4 Batasan-batasan .....	12
2.5 Asumsi dan Ketergantungan .....	12
<b>3 Kebutuhan khusus</b> .....	<b>13</b>
3.1 Kebutuhan antarmuka eksternal .....	13
3.1.1 Antarmuka Pemakai .....	13
3.1.2 Antarmuka Perangkat Keras .....	13
3.1.3 Antarmuka Perangkat Lunak .....	13
3.2 Kebutuhan fungsionalitas Perangkat Lunak .....	14
3.2.1 Use Case Diagram untuk Aplikasi Nummerbord .....	14
<b>4 Spesifikasi Rinci Kebutuhan</b> .....	<b>14</b>
4.1 Spesifikasi Kebutuhan Fungsionalitas .....	14
4.1.1 Use case Specification : <i>Pemrosesan Awal CITra</i> ..	14
4.1.2 Use case Specification : <i>Pelatihan Jaringan</i> .....	15
4.1.3 Use case Specification : <i>Pengujian Jaringan</i> .....	17
<b>5 Entity Relationship Diagram (ERD)</b> .....	<b>18</b>

## Daftar Gambar

Gambar 1. Arsitektur Perangkat lunak Nummerbord .....	9
Gambar 2. Use Case Diagram Aplikasi Nummerbord .....	14
Gambar 3. Entity Relationship Diagram (ERD) Nummerbord ...	18

## **Pendahuluan**

### **1. Tujuan**

Dokumen Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak (SKPL) dalam pengembangan Aplikasi Pengenalan Pola Plat Nomor Indonesia (Nummerbord) memiliki tujuan untuk mendefinisikan kebutuhan dari perangkat lunak. Kebutuhan tersebut mencakup antarmuka eksternal, performansi, atribut, serta mendefinisikan fungsi-fungsi yang dimiliki perangkat lunak Nummerbord. Pada Dokumen SKPL ini akan didefinisikan pula batasan-batasan yang ada pada tahap perancangan perangkat lunak Nummerbord.

### **2. Lingkup Masalah**

Perangkat lunak Nummerbord dikembangkan dengan tujuan dapat melakukan ekstraksi citra plat nomor dan pengenalan karakter yang ada pada citra plat nomor kendaraan di Indonesia secara otomatis. Untuk itu, perangkat lunak Nummerbord dilengkapi kemampuan sebagai berikut:

1. Melakukan pengolahan citra plat nomor sebelum dilakukan pelatihan atau pengujian dengan Jaringan Saraf Tiruan. Pengolahan tersebut antara lain ekstraksi citra plat nomor, segmentasi citra karakter, dan dekomposisi citra karakter dengan *Wavelet Haar*.
2. Melakukan pelatihan Jaringan Saraf Tiruan dengan algoritma *Momentum Backpropagation* menggunakan beberapa citra karakter plat nomor dari set pelatihan sehingga diperoleh nilai bobot untuk tiap-tiap node dalam jaringan.

Pascasarjana Teknik Informatika	SKPL – Nummerbord	6/18
Dokumen ini dan informasi yang dimilikinya adalah milik Pascasarjana Teknik Informatika-UAJY dan bersifat rahasia. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Program Studi Teknik Informatika		

3. Melakukan pengujian Jaringan Saraf Tiruan yang telah dilatih sebelumnya dengan citra kendaraan yang diinputkan pengguna sesuai fokus penelitian.

### 3. Definisi, Akronim dan Singkatan

Daftar definisi akronim dan singkatan :

Keyword/Phrase	Definisi
Nummerbord	Aplikasi yang mampu melakukan ekstraksi dan pengenalan karakter pada citra plat nomor kendaraan untuk kemudian dikonversi menjadi rangkaian huruf dan angka.
SKPL	Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak, merupakan dokumen untuk mendefinisikan kebutuhan perangkat lunak yang dikembangkan.
SKPL-NUMM-XXX	Kode yang merepresentasikan kebutuhan pada Aplikasi Nummerbord, dan XXX merupakan nomor fungsi produk aplikasi Nummerbord.
<i>Wavelet</i>	Proses transformasi sinyal (dalam hal ini citra dua dimensi) untuk mereduksi dimensi citra.
<i>Wavelet Haar</i>	Jenis basis <i>Wavelet</i> yang paling sederhana, disebut juga basis kotak.
JST	Jaringan Saraf Tiruan, merupakan metode dalam bidang pengenalan pola yang meniru konsep jaringan saraf biologis manusia.
<i>Momentum Backpropagation</i>	Algoritma JST terbimbing yang menghasilkan nilai bobot untuk tiap node pada jaringan.

#### 4. Referensi

Dokumen yang dijadikan referensi pada perancangan perangkat lunak tersebut adalah:

1. Avianto, Donny. *Aplikasi Pengenalan Pola Plat Nomor Kendaraan Indonesia*, Program Studi Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta, 2012.
2. Tim Penyusun. *Diktat Mata Kuliah Pengolahan Citra*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta, 2002.

#### 5. Deskripsi umum (Overview)

Secara umum dokumen SKPL ini terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu:

1. Bagian pertama yang berisi tujuan, lingkup masalah, definisi, referensi, dan deskripsi umum.
2. Bagian kedua yang berisi deskripsi global dari perangkat lunak yang dikembangkan, antara lain perspektif produk, fungsi produk, karakteristik pengguna, dan batasan-batasan.
3. Bagian ketiga yang berisi deskripsi kebutuhan secara rinci, yaitu kebutuhan antarmuka eksternal, kebutuhan fungsional, batasan perancangan, atribut perangkat lunak, dan kebutuhan lainnya.

a.

#### Deskripsi Kebutuhan

#### 6. Perspektif produk

Secara umum, perangkat lunak Nummerbord merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan ekstraksi dan pengenalan karakter pada citra plat nomor kendaraan di Indonesia. Secara khusus, perangkat lunak

Pascasarjana Teknik Informatika	SKPL – Nummerbord	8/18
Dokumen ini dan informasi yang dimilikinya adalah milik Pascasarjana Teknik Informatika-UAJY dan bersifat rahasia. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Program Studi Teknik Informatika		

ini dapat melakukan pemrosesan awal citra antara lain ekstraksi untuk mendapatkan lokasi plat nomor pada citra, segmentasi karakter dari citra plat nomor untuk mengisolasi tiap karakter yang ada pada citra plat nomor, dan alihragam *Wavelet Haar* untuk mereduksi dimensi citra karakter dengan tujuan mengurangi beban komputasi. Citra hasil pemrosesan awal ini kemudian diubah ke dalam bentuk vektor dan dijadikan inputan pada bagian JST dengan algoritma *Momentum Backpropagation*. Setelah JST selesai melakukan pelatihan, akan dihasilkan nilai bobot untuk setiap node pada JST yang disimpan ke dalam sebuah file. Nilai bobot tersebut akan digunakan JST pada saat pengujian untuk mengenali karakter dari citra plat nomor yang diinputkan.

Model arsitektur yang digunakan untuk perangkat lunak ini adalah model *stand alone* (tidak terhubung dengan jaringan). Aplikasi Nummerbord dikembangkan menggunakan Microsoft Visual Studio 2010 dengan bahasa pemrograman C#. Media penyimpanan data menggunakan Microsoft SQL Server 2008 dan file berekstensi \*.txt. Adapun arsitektur dari perangkat lunak Nummerbord seperti yang tampak pada Gambar 1.



**Gambar 1. Arsitektur Perangkat lunak Nummerbord**

## 7. Fungsi Produk Nummerbord

Fungsi-fungsi yang terdapat dalam perangkat lunak Nummerbord antara lain:

### 2. Fungsi Pemrosesan Awal Citra (SKPL-NUMM-001)

Fungsi ini digunakan untuk mendemokan tahapan yang ada pada pemrosesan awal citra sebelum masuk pada bagian JST. Fungsi ini memiliki sub-fungsi antara lain:

#### b. *Browse Citra* (SKPL-NUMM-001-01)

Untuk menampilkan citra dari media penyimpanan komputer ke antarmuka aplikasi.

#### c. *Ekstraksi Citra Plat* (SKPL-NUMM-001-02)

Untuk mendapatkan lokasi plat nomor dari citra kendaraan yang diinputkan pengguna.

#### d. *Segmentasi Citra Karakter* (SKPL-NUMM-001-03)

Untuk memisahkan tiap karakter yang ada pada citra plat nomor menjadi beberapa subcitra sesuai jumlah karakter yang ada pada citra plat nomor masukan pengguna.

#### e. *Transformasi Wavelet Haar* (SKPL-NUMM-001-04)

Untuk melakukan dekomposisi pada citra karakter menggunakan *Wavelet Haar* sebanyak 2 level.

### 3. Fungsi Pelatihan Jaringan (SKPL-NUMM-002)

Fungsi ini digunakan untuk melakukan pelatihan pada JST berdasarkan masukan pengguna untuk nilai laju belajar, momentum, toleransi *error*, dan maksimum *epoch*. Setelah pelatihan selesai dilakukan, program akan menampilkan nilai MSE (*Mean Squared Error*) terakhir, jumlah *epoch* yang

dicapai, dan grafik yang menunjukkan perubahan MSE selama proses pelatihan.

#### **4. Fungsi Pengujian Jaringan (SKPL-NUMM-003)**

Fungsi ini digunakan untuk melakukan pengujian JST dalam melakukan konversi karakter pada citra plat nomor menjadi rangkaian huruf dan angka. Fungsi ini memiliki beberapa sub-fungsi antara lain:

##### **a. Browse Citra (SKPL-NUMM-003-01)**

digunakan untuk menampilkan citra dari media penyimpanan komputer ke antarmuka aplikasi.

##### **b. Pengenalan Karakter (SKPL-NUMM-003-02)**

Citra yang dipilih *user* akan dikenai pemrosesan awal seperti pada SKPL-NUMM-001. Hasil dari pemrosesan tersebut kemudian menjadi masukan untuk JST yang telah dilatih. Keluaran dari JST tersebut akan dicocokkan dengan vektor target yang tersimpan dalam *database* untuk kemudian ditunjukkan hasilnya pada pengguna.

### **1. Karakteristik Pengguna**

Karakteristik pengguna perangkat lunak Nummerbord yaitu:

1. Mengerti tentang pengoperasian komputer dengan sistem operasi Windows.
2. Memiliki pengetahuan dasar seputar teknik-teknik dalam pengolahan citra dan JST.

Pascasarjana Teknik Informatika	SKPL – Nummerbord	11/18
Dokumen ini dan informasi yang dimilikinya adalah milik Pascasarjana Teknik Informatika-UAJY dan bersifat rahasia. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Program Studi Teknik Informatika		

## 2. Batasan-batasan

Perangkat lunak Nummerbord memiliki batasan-batasan dalam pengoperasiannya, antara lain:

1. Citra yang digunakan sebagai objek penelitian adalah citra kendaraan roda empat (mobil) dengan plat nomor yang terpasang adalah plat nomor standard yang dikeluarkan oleh pihak yang berwenang.
2. Citra yang digunakan dalam pengujian adalah citra yang diambil dengan intensitas cahaya yang cukup, tegak lurus dengan kamera, dan tidak terdapat *noise* pada plat nomor (citra ideal).
3. Citra yang digunakan dalam penelitian sudah disediakan sebelumnya oleh peneliti.
4. Metode yang digunakan untuk mengenali pola plat nomor adalah Jaringan Saraf Tiruan Perambatan Balik dengan Momentum (*Momentum Backpropagation Neural Network*).

## 3. Asumsi dan Ketergantungan

Perangkat lunak Nummerbord dapat berjalan baik pada komputer dengan sistem operasi Windows dengan asumsi, data-data yang diperlukan telah tersedia di dalam basis data. Antarmuka dibuat sedemikian rupa, dengan asumsi pengguna memiliki pengetahuan dasar tentang pengolahan citra dan JST, sehingga pengguna dapat menjalankan fungsi-fungsi yang ada dengan mudah dan tidak membingungkan.

Pascasarjana Teknik Informatika	SKPL – Nummerbord	12/18
Dokumen ini dan informasi yang dimilikinya adalah milik Pascasarjana Teknik Informatika-UAJY dan bersifat rahasia. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Program Studi Teknik Informatika		

## **Kebutuhan khusus**

### **4. Kebutuhan antarmuka eksternal**

f. Kebutuhan antarmuka eksternal perangkat lunak Numnerbord meliputi kebutuhan antarmuka pemakai, antarmuka perangkat keras, dan antarmuka perangkat lunak.

#### **1.1.1 Antarmuka Pemakai**

Pengguna berinteraksi dengan perangkat lunak Numnerbord menggunakan antarmuka grafis berbasis *Windows*. Perangkat lunak Numnerbord menerima masukan dari pengguna melalui perintah yang diketikkan di *keyboard* maupun dari *mouse*. Keluaran dari perangkat lunak Numnerbord akan ditampilkan pada pengguna melalui monitor.

#### **1.1.2 Antarmuka Perangkat Keras**

Kebutuhan perangkat keras minimum untuk menjalankan perangkat lunak Numnerbord antara lain:

1. Komputer desktop atau laptop
2. *Mouse*
3. *Keyboard*

#### **1.1.3 Antarmuka Perangkat Lunak**

Perangkat lunak yang dibutuhkan untuk mengoperasikan perangkat lunak Numnerbord adalah sebagai berikut:

1. Nama : Windows 7  
Sumber : Microsoft  
Sebagai sistem operasi pada komputer untuk menjalankan perangkat lunak Numnerbord.

2. Nama : SQL Server 2008

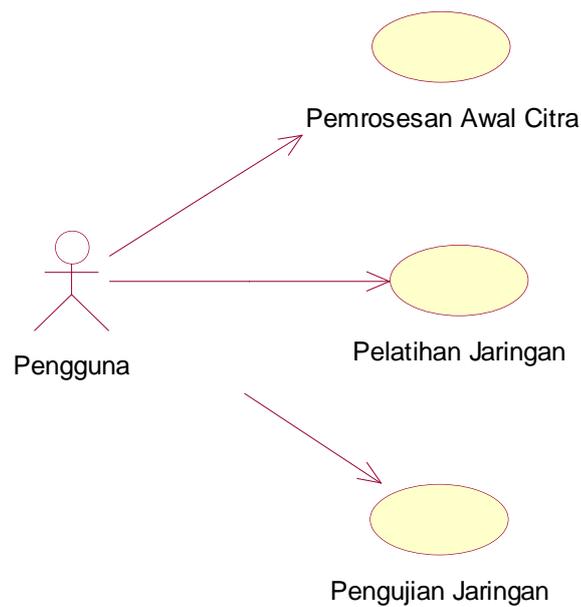
Pascasarjana Teknik Informatika	SKPL – Numnerbord	13/18
Dokumen ini dan informasi yang dimilikinya adalah milik Pascasarjana Teknik Informatika-UAJY dan bersifat rahasia. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Program Studi Teknik Informatika		

Sumber : Microsoft

Sebagai sistem manajemen penyimpanan data.

## 5. Kebutuhan fungsionalitas Perangkat Lunak

### 1.1.4 Use Case Diagram untuk Aplikasi Nummerbord



Gambar 2. Use Case Diagram Aplikasi Nummerbord

#### Spesifikasi Rinci Kebutuhan

### 6. Spesifikasi Kebutuhan Fungsionalitas

#### 1.1.5 Use case Specification : Pemrosesan Awal Citra

##### 1. Brief Description

Use case ini digunakan untuk mendemokan pemrosesan awal citra kepada aktor.

##### 2. Primary Aktor

Pengguna.

##### 3. Supporting Aktor

None.

##### 4. Basic Flow

Pascasarjana Teknik Informatika	SKPL – Nummerbord	14/18
Dokumen ini dan informasi yang dimilikinya adalah milik Pascasarjana Teknik Informatika-UAJY dan bersifat rahasia. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Program Studi Teknik Informatika		

1. Use case ini dimulai ketika aktor memilih untuk melakukan pemrosesan awal citra.
2. Sistem menampilkan antarmuka untuk pemrosesan awal citra.
3. Aktor memilih citra dari media penyimpanan komputer untuk dimasukkan ke dalam sistem.
4. Sistem menampilkan citra yang dipilih.
5. Aktor meminta sistem untuk melakukan pemrosesan awal citra.

**E-1 Aktor belum memilih citra**

6. Sistem menampilkan citra hasil pemrosesan awal kepada aktor.
7. Aktor memilih satu citra untuk ditransformasi.
8. Sistem menampilkan vektor hasil transformasi
9. Use Case selesai.

**5. Alternative Flow**

None.

**6. Error Flow**

**E-1 Aktor belum memilih citra**

1. Sistem menampilkan peringatan bahwa belum ada citra yang dipilih.
2. Kembali ke Basic Flow langkah ke 3.

**7. PreConditions**

Aktor sudah memasuki sistem.

**8. PostConditions**

Citra hasil pemrosesan awal tertampil pada layar.

**1.1.6 Use case Spesification : Pelatihan Jaringan**

**5. Brief Description**

Pascasarjana Teknik Informatika	SKPL – Nummerbord	15/18
Dokumen ini dan informasi yang dimilikinya adalah milik Pascasarjana Teknik Informatika-UAJY dan bersifat rahasia. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Program Studi Teknik Informatika		

Use case ini digunakan untuk melakukan pelatihan pada JST menggunakan *training set* yang sudah tersedia di dalam basis data.

#### 6. Primary Aktor

Pengguna.

#### 7. Supporting Aktor

None.

#### 8. Basic Flow

1. Use case ini dimulai ketika aktor memilih untuk melakukan pelatihan jaringan guna mengenal pola karakter pada plat nomor.
2. Sistem memeriksa apakah ada bobot yang tersimpan dalam *database*.

##### **A-1 Bobot belum ada di *database*.**

3. Sistem meminta konfirmasi apakah aktor ingin menggunakan bobot yang ada.

##### **A-2 Aktor memilih tidak mengambil bobot dari *database*.**

4. Sistem menampilkan antarmuka untuk pelatihan JST.
5. Aktor mengisi nilai laju belajar, momentum, toleransi *error*, dan jumlah *epoch* maksimal.
6. Aktor meminta sistem untuk melakukan pelatihan karakter citra plat nomor.

##### **E-1 Nilai variabel belum lengkap diisi.**

7. Sistem menampilkan nilai MSE, jumlah *epoch*, dan grafik perubahan MSE hasil pelatihan.
8. Aktor meminta sistem untuk menyimpan bobot hasil pelatihan jaringan.
9. Sistem menyimpan bobot hasil pelatihan jaringan.
10. Use Case selesai.

#### 9. Alternative Flow

Pascasarjana Teknik Informatika	SKPL – Nummerbord	16/18
Dokumen ini dan informasi yang dimilikinya adalah milik Pascasarjana Teknik Informatika-UAJY dan bersifat rahasia. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Program Studi Teknik Informatika		

**A-1 Bobot belum ada di database.**

1. Sistem meminta konfirmasi aktor untuk menginisialisasi bobot.
2. Kembali ke Basic Flow langkah ke 4.

**A-2 Aktor memilih tidak mengambil bobot dari database.**

1. Sistem meminta konfirmasi aktor untuk menginisialisasi bobot.
2. Kembali ke Basic Flow langkah ke 4.

**2. Error Flow**

**E-1 Nilai variabel belum lengkap diisi.**

1. Sistem memberi pesan peringatan bahwa nilai variabel yang diperlukan belum diisi dengan lengkap.
2. Kembali ke Basic Flow langkah ke 5.

**3. Pre-Conditions**

Aktor sudah memasuki sistem dan data pelatihan sudah ada di dalam basis data.

**4. Post-Conditions**

Nilai bobot pada basis data sudah diperbaharui.

**1.1.7 Use case Spesification : Pengujian Jaringan**

**1. Brief Description**

Use case ini digunakan aktor untuk melakukan pengujian JST dengan citra plat nomor yang diinputkan oleh aktor.

**2. Primary Aktor**

Pengguna.

**3. Supporting Aktor**

None.

**4. Basic Flow**

Pascasarjana Teknik Informatika	SKPL – Nummerbord	17/18
Dokumen ini dan informasi yang dimilikinya adalah milik Pascasarjana Teknik Informatika-UAJY dan bersifat rahasia. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Program Studi Teknik Informatika		

1. Use case ini dimulai ketika aktor memilih untuk melakukan pengujian jaringan.
2. Sistem menampilkan antarmuka untuk pengujian.
3. Aktor memilih citra untuk pengujian.
4. Sistem menampilkan citra yang dipilih.
5. Aktor memilih melakukan pengujian untuk mengenali citra yang dipilih.

**E-1 Aktor belum memilih citra**

6. Sistem menampilkan hasil pengujian pada aktor.
7. Use Case selesai.

**5. Alternative Flow**

None.

**6. Error Flow**

**E-1 Aktor belum memilih citra**

1. Sistem menampilkan peringatan bahwa belum ada citra yang dipilih.
2. Kembali ke Basic Flow langkah ke 3.

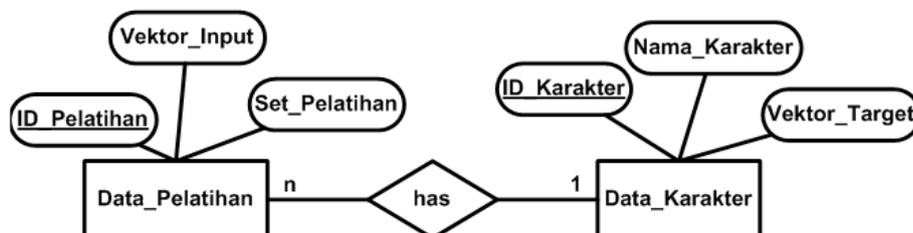
**7. Pre-Conditions**

Bobot hasil pelatihan jaringan telah tersedia.

**8. Post-Conditions**

Rangkaian huruf dan angka hasil pengujian jaringan ditampilkan ke antarmuka aplikasi.

**Entity Relationship Diagram (ERD)**



**Gambar 3. Entity Relationship Diagram (ERD) Nummerbord**

# DPPL

## DESKRIPSI PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

### Nummerbord

(Aplikasi Ekstraksi dan Pengenalan Plat Nomor  
Kendaraan Bermotor di Indonesia)

Untuk :

Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Dipersiapkan oleh:

Donny Avianto

13 53 02024

Magister Teknik Informatika

Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta

	Magister Teknik Informatika Program Pascasarjana	Nomor Dokumen		Halaman
		<i>DPPL-Nummerbord</i>		1/21
		Revisi		

## DAFTAR PERUBAHAN

Revisi	Deskripsi
<b>A</b>	
<b>B</b>	
<b>C</b>	
<b>D</b>	
<b>E</b>	
<b>F</b>	

INDEX TGL	-	A	B	C	D	E	F	G
Ditulis oleh								
Diperik sa oleh								
Disetuj ui oleh								

## Daftar Isi

<b>Daftar Isi .....</b>	<b>3</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Pendahuluan .....</b>	<b>5</b>
1.1 Tujuan.....	5
1.2 Ruang Lingkup.....	5
1.3 Definisi dan Akronim.....	6
1.4 Referensi.....	7
<b>2. Perancangan Sistem .....</b>	<b>7</b>
2.1 Perancangan Arsitektur Aplikasi Nummerbord.....	7
2.2 Perancangan Rinci.....	8
2.2.1 Sequence Diagram.....	8
2.2.1.1 Sequence Diagram : Pemrosesan Awal Citra.....	8
2.2.1.2 Sequence Diagram : Pelatihan Jaringan.....	9
2.2.1.3 Sequence Diagram : Pengujian Jaringan.....	10
2.2.2 Class Diagram.....	11
2.2.3 Deskripsi Spesifikasi Class Diagram Nummerbord 11	
2.2.3.1 Spesifikasi Design Kelas GuiPreprocessing..	11
2.2.3.2 Spesifikasi Design Kelas GuiTraining.....	12
2.2.3.3 Spesifikasi Design Kelas GuiTesting.....	13
2.2.3.4 Spesifikasi Design Kelas Preprocessing.....	13
2.2.3.5 Spesifikasi Design Kelas Backpropagation...	14
2.2.3.6 Spesifikasi Design Kelas Extractorz.....	15
2.2.3.7 Spesifikasi Design Kelas Segmentorz.....	16
2.2.3.8 Spesifikasi Design Kelas Database.....	17
<b>3. Perancangan Antarmuka .....</b>	<b>18</b>
3.1 Antarmuka Halaman Utama Aplikasi.....	18
3.2 Antarmuka Halaman Pemrosesan Awal.....	19
3.3 Antarmuka Halaman Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan..	20
3.4 Antarmuka Halaman Pengujian Jaringan Saraf Tiruan..	21

## Daftar Gambar

Gambar 1. Rancangan Arsitektur Nummerbord .....	7
Gambar 2. Sequence Diagram : Pemrosesan Awal Citra .....	8
Gambar 3. Sequence Diagram : Pelatihan Jaringan .....	9
Gambar 4. Sequence Diagram : Pengujian Jaringan .....	10
Gambar 5. Class Diagram Aplikasi Nummerbord .....	11
Gambar 6. Rancangan Antarmuka Halaman Utama Aplikasi .....	18
Gambar 7. Rancangan Antarmuka Halaman Pemrosesan Awal .....	19
Gambar 8. Rancangan Antarmuka Halaman Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan .....	20
Gambar 9. Rancangan Antarmuka Halaman Pengujian Jaringan Saraf Tiruan .....	21

## 1. Pendahuluan

### a. Tujuan

Dokumen Deskripsi Perancangan Perangkat Lunak (DPPL) Nummerbord ini dibuat untuk mendefinisikan beberapa hal terkait perancangan perangkat lunak yang akan dikembangkan yaitu sebuah aplikasi yang mampu melakukan ekstraksi dan pengenalan plat nomor kendaraan bermotor di Indonesia secara otomatis. Dokumen DPPL tersebut digunakan oleh pihak pengembang perangkat lunak sebagai acuan teknis dalam melakukan implementasi pada tahap selanjutnya.

### b. Ruang Lingkup

Perangkat lunak Nummerbord dikembangkan dengan tujuan dapat melakukan ekstraksi citra plat nomor dan pengenalan karakter yang ada pada citra plat nomor kendaraan di Indonesia secara otomatis. Untuk itu, perangkat lunak Nummerbord dilengkapi kemampuan sebagai berikut:

4. Melakukan pengolahan citra plat nomor sebelum dilakukan pelatihan atau pengujian dengan Jaringan Saraf Tiruan. Pengolahan tersebut antara lain ekstraksi citra plat nomor, segmentasi citra karakter, dan dekomposisi citra karakter dengan *Wavelet Haar*.
5. Melakukan pelatihan Jaringan Saraf Tiruan dengan algoritma *Momentum Backpropagation* menggunakan beberapa citra karakter plat nomor dari set pelatihan sehingga diperoleh nilai bobot untuk tiap-tiap node dalam jaringan.

PascasarjanaTeknik Informatika	DPPL – Nummerbord	5/21
Dokumen ini dan informasi yang dimilikinya adalah milik Pascasarjana Teknik Informatika-UAJY dan bersifat rahasia. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Program Studi Teknik Informatika		

6. Melakukan pengujian Jaringan Saraf Tiruan yang telah dilatih sebelumnya dengan citra kendaraan yang diinputkan pengguna sesuai fokus penelitian.

### c. Definisi dan Akronim

Daftar definisi akronim dan singkatan :

Keyword/Phrase	Definisi
DPPL	Deskripsi Perancangan Perangkat Lunak atau <i>Software Design Description (SDD)</i> , adalah dokumen yang berisi deskripsi dari perancangan produk/perangkat lunak yang akan dikembangkan.
Nummerbord	Aplikasi yang mampu melakukan ekstraksi dan pengenalan karakter pada citra plat nomor kendaraan untuk kemudian dikonversi menjadi rangkaian huruf dan angka.
<i>Wavelet</i>	Proses transformasi sinyal (dalam hal ini citra dua dimensi) untuk mereduksi dimensi citra.
<i>Wavelet Haar</i>	Jenis basis <i>Wavelet</i> yang paling sederhana, disebut juga basis kotak.
JST	Jaringan Saraf Tiruan, merupakan metode dalam bidang pengenalan pola yang meniru konsep jaringan saraf biologis manusia.
<i>Class Diagram</i>	Menunjukkan keberadaan kelas dan relasi antar kelas.
<i>Sequence Diagram</i>	Merupakan diagram interaksi yang menekankan pada urutan waktu.

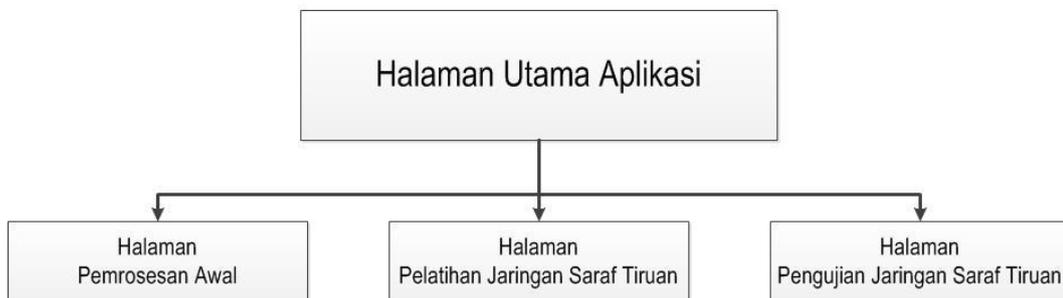
#### **d. Referensi**

Dokumen yang dijadikan referensi pada perancangan perangkat lunak tersebut adalah:

3. Avianto, Donny. 2015. *Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak Nummerbord*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Avianto, Donny. *Aplikasi Pengenalan Pola Plat Nomor Kendaraan Indonesia*, Program Studi Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta, 2012.

#### **Perancangan Sistem**

##### **a. Perancangan Arsitektur Aplikasi Nummerbord**

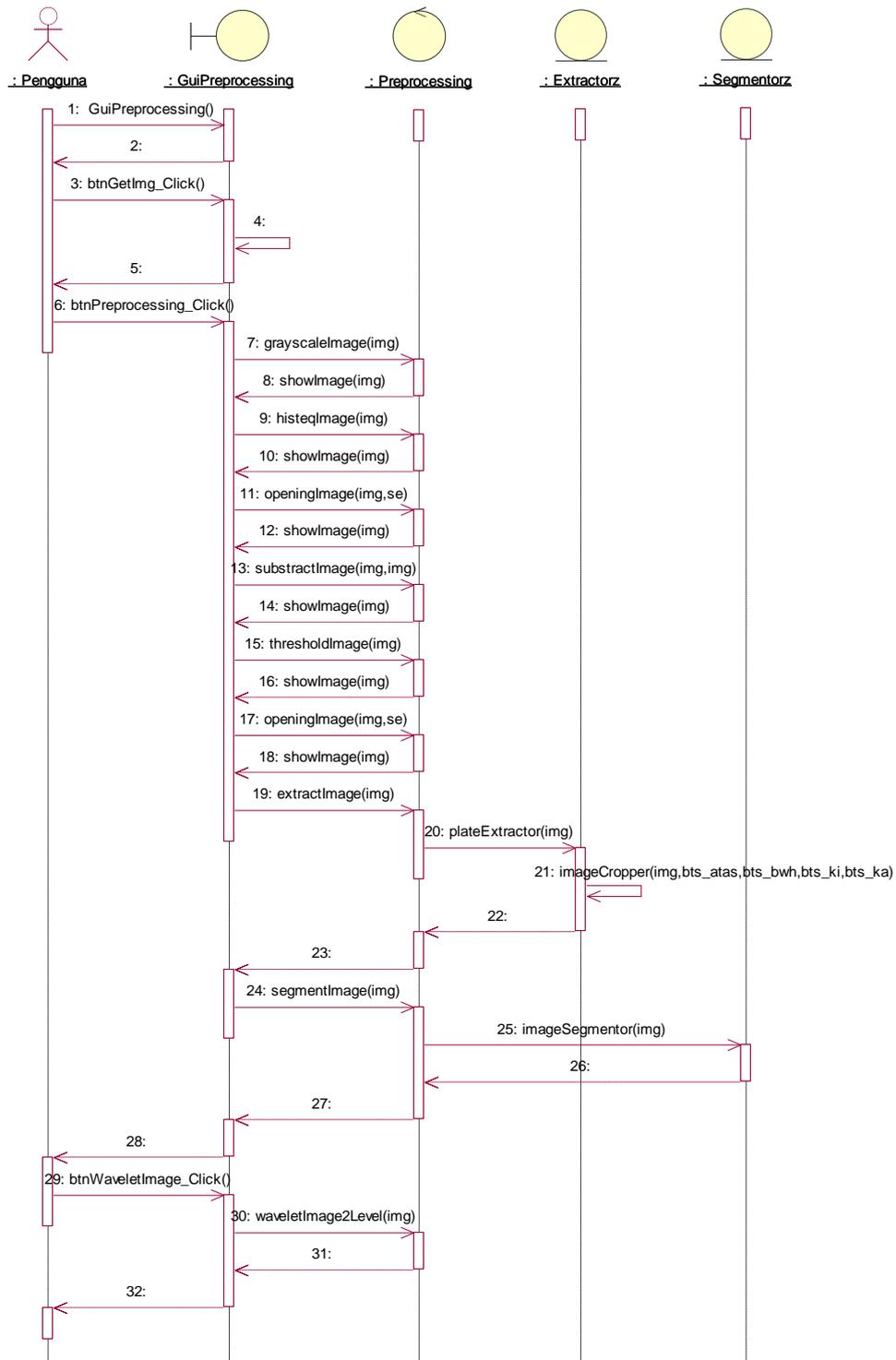


**Gambar 1. Rancangan Arsitektur Nummerbord**

**b. Perancangan Rinci**

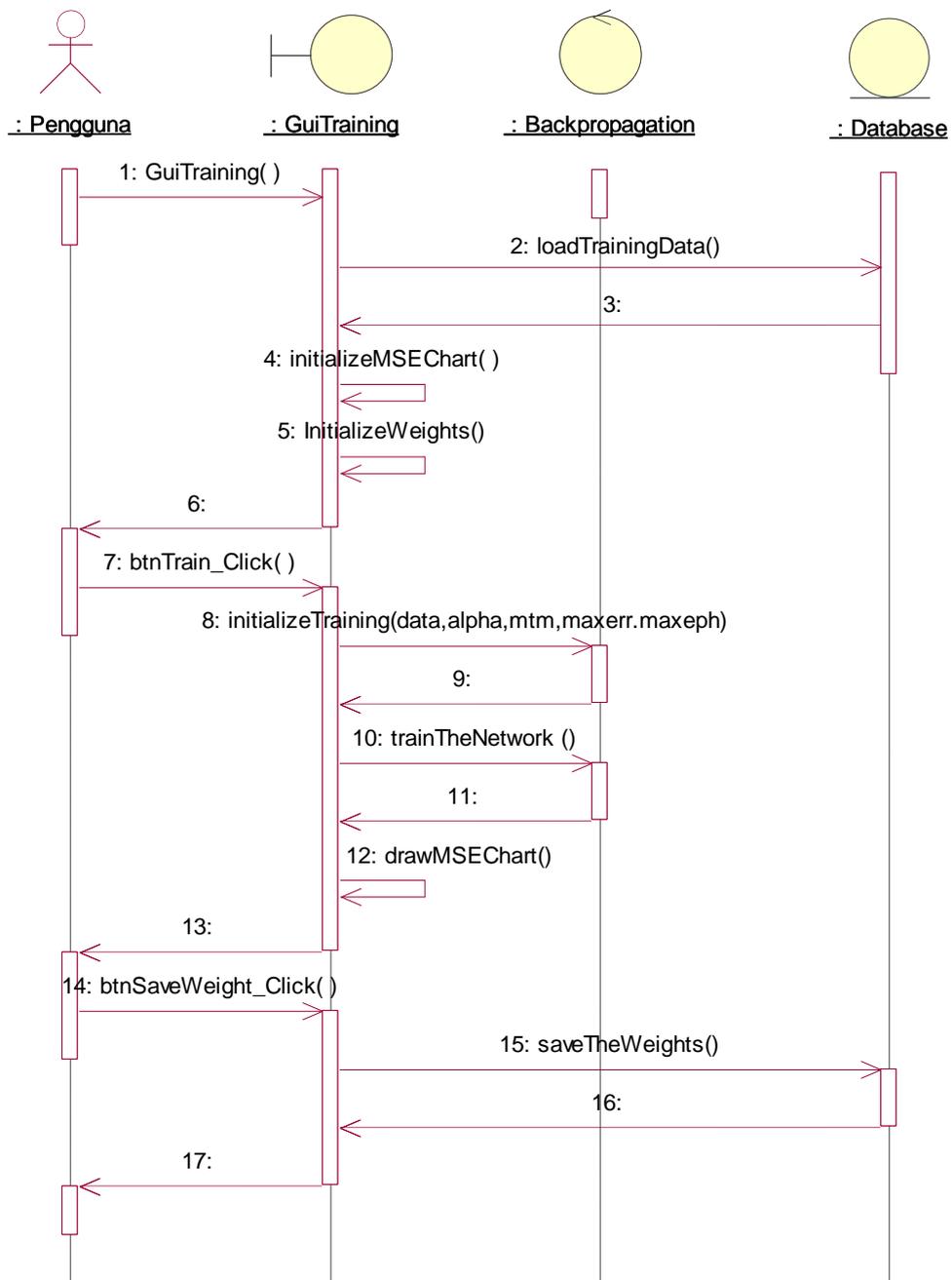
**i. Sequence Diagram**

**Sequence Diagram : Pemrosesan Awal Citra**



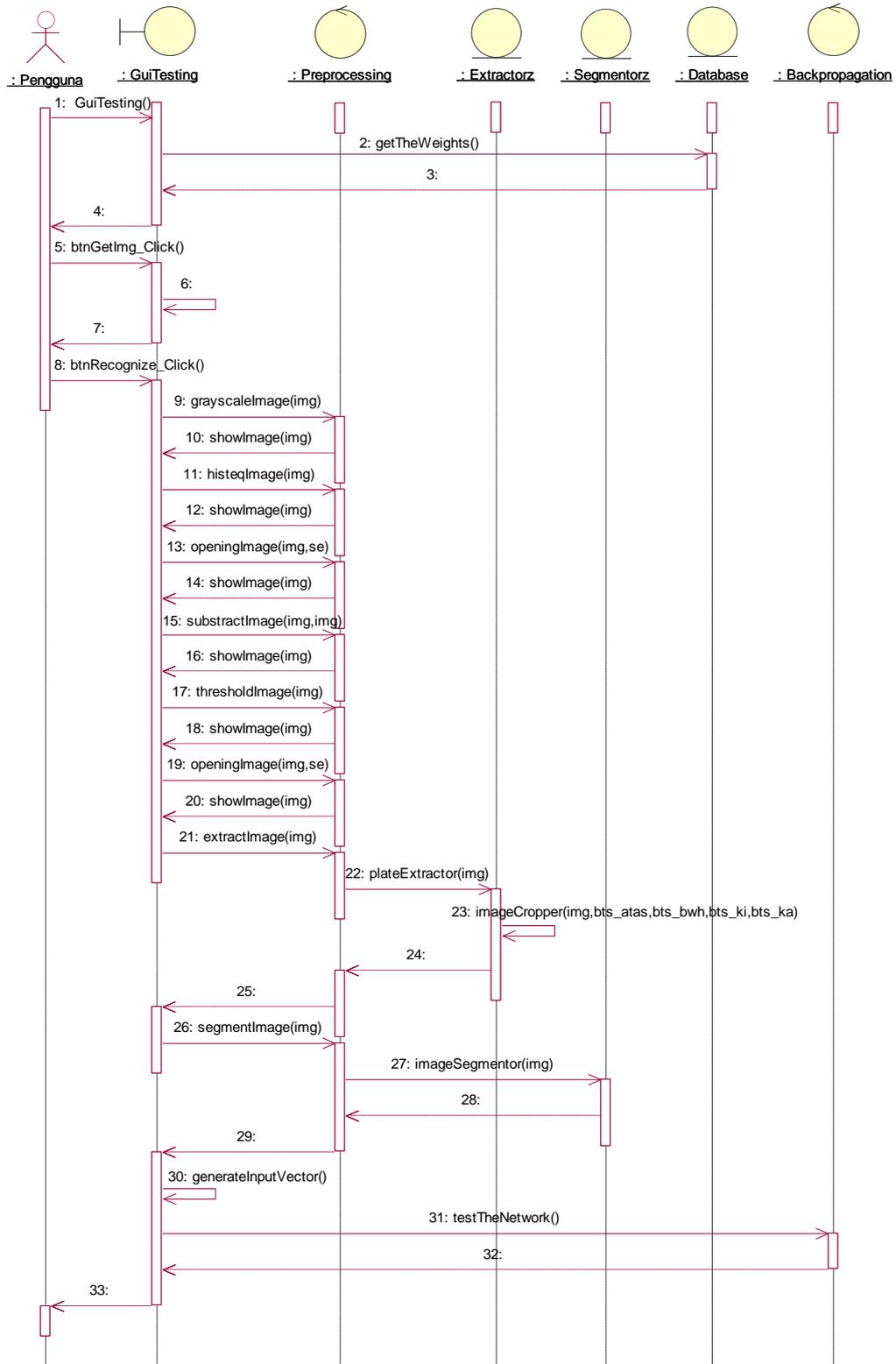
**Gambar 2. Sequence Diagram : Pemrosesan Awal Citra**

### Sequence Diagram : Pelatihan Jaringan



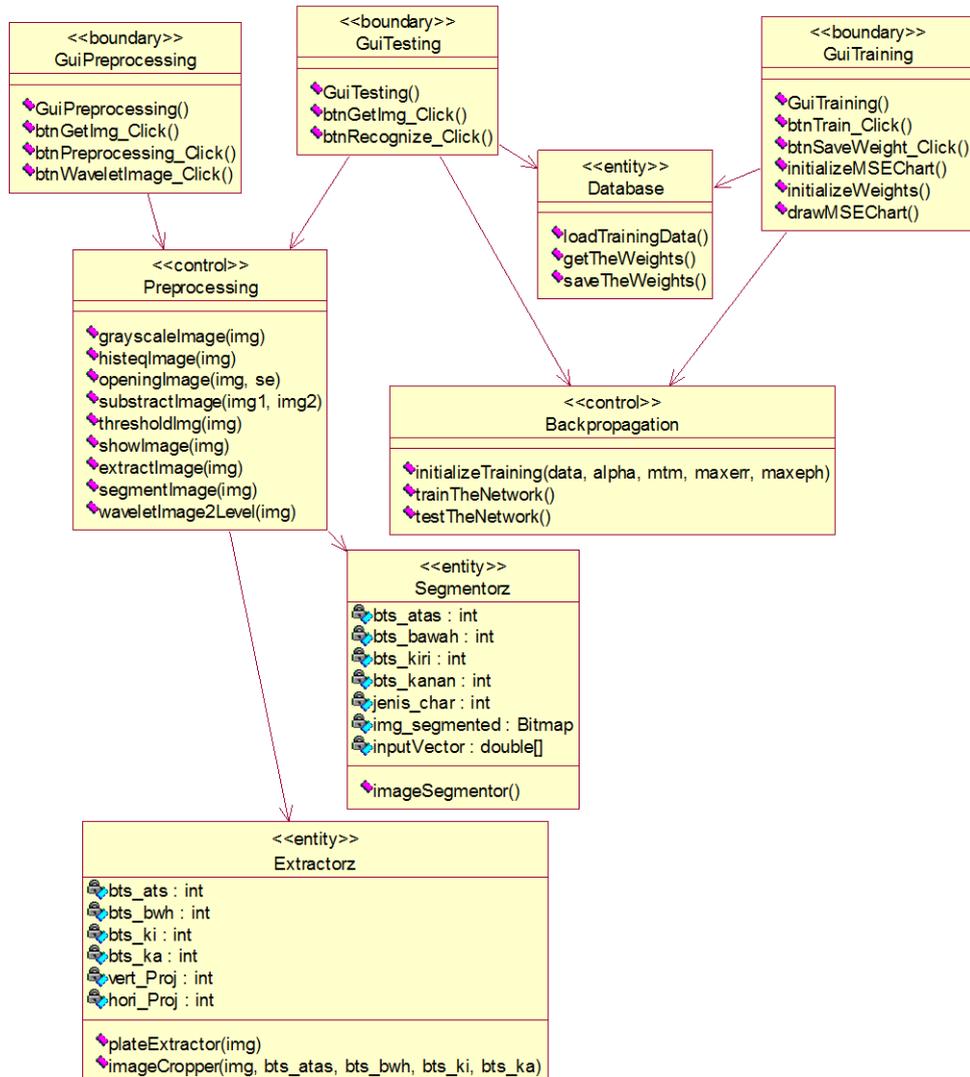
Gambar 3. Sequence Diagram : Pelatihan Jaringan

## Sequence Diagram : Pengujian Jaringan



Gambar 4. Sequence Diagram : Pengujian Jaringan

ii. **Class Diagram**



Gambar 5. Class Diagram Aplikasi Nummerbord

iii. **Deskripsi Spesifikasi Class Diagram Nummerbord**  
**Spesifikasi Design Kelas GuiPreprocessing**

<b>GuiPreprocessing</b>	<b>&lt;&lt;boundary&gt;&gt;</b>
<pre> +GuiPreprocessing() Default konstruktor, digunakan untuk inisialisasi atribut kelas ini.                 </pre>	

```
+btnGetImg_Click()
Operasi ini digunakan untuk membuka file citra dari
media penyimpanan komputer.
-btnPreprocessing()
Operasi ini digunakan untuk melakukan pemrosesan
awal pada citra yang dipilih.
+btnWaveletImage_Click()
Operasi ini digunakan untuk melakukan dekomposisi
pada citra karakter hasil segmentasi dengan
transformasi wavelet Haar.
```

### Spesifikasi Design Kelas GuiTraining

<b>GuiTraining</b>	<b>&lt;&lt;boundary&gt;&gt;</b>
<pre>+GuiTraining() Default konstruktor, digunakan untuk inisialisasi atribut kelas ini. +btnTrain_Click() Operasi ini digunakan untuk melakukan pelatihan JST sesuai dengan nilai-nilai variabel pelatihan yang diinputkan pengguna. +btnSaveWeight_Click() Operasi ini digunakan untuk menyimpan bobot hasil pelatihan JST. -initializeMSEChart() Operasi ini digunakan untuk menginisialisasi nilai atribut-atribut chart MSE. -initializeWeights() Operasi ini digunakan untuk menginisialisasi nilai bobot sebelum pelatihan dilaksanakan.</pre>	

```
-drawMSEChart()
```

Operasi ini digunakan untuk menggambar kurva MSE hasil pelatihan JST.

### Spesifikasi Design Kelas GuiTesting

<b>GuiTesting</b>	<b>&lt;&lt;boundary&gt;&gt;</b>
<pre>+GuiTesting() Default konstruktor, digunakan untuk inisialisasi atribut kelas ini. +btnGetImg_Click() Operasi ini digunakan untuk membuka file citra dari media penyimpanan komputer. +btnRecognize_Click() Operasi ini digunakan untuk melakukan ekstraksi dan pengenalan terhadap citra kendaraan yang diinputkan, untuk kemudian ditampilkan menjadi serangkaian huruf dan angka.</pre>	

### Spesifikasi Design Kelas Preprocessing

<b>Preprocessing</b>	<b>&lt;&lt;control&gt;&gt;</b>
<pre>+grayscaleImage(img) Operasi ini digunakan untuk mengubah citra warna menjadi citra aras keabuan. +histeqImage(img) Operasi ini digunakan untuk melakukan <i>histogram equalization</i> pada citra parameter input. +openingImage(img)</pre>	

Operasi ini digunakan untuk melakukan operasi morfologi *opening* pada citra yang menjadi parameter input.

+subtractImage(img1,img2)  
Operasi ini digunakan untuk mengurangi dua citra parameter input.

+thresholdImage(img)  
Operasi ini digunakan untuk mengubah citra parameter input menjadi citra biner.

+showImage(img)  
Operasi ini digunakan untuk menampilkan citra parameter input ke layar.

+extractImage(img)  
Operasi ini digunakan untuk mengekstrak lokasi plat nomor dari citra parameter input.

+segmentImage(img)  
Operasi ini digunakan untuk mensegmentasi karakter pada citra parameter input.

+waveletImage2Level(img)  
Operasi ini digunakan untuk melakukan transformasi citra hasil segmentasi dengan *Wavelet Haar*.

### Spesifikasi Design Kelas Backpropagation

<b>Backpropagation</b>	<b>&lt;&lt;control&gt;&gt;</b>
<pre>+initializeTraining()</pre> <p>Operasi ini digunakan untuk memberikan nilai awal pada atribut-atribut yang akan digunakan untuk pelatihan JST.</p> <pre>+trainTheNetwork()</pre>	

Operasi ini digunakan untuk melakukan pelatihan pada JST.

+testTheNetwork()

Operasi ini digunakan untuk melakukan pengenalan citra plat nomor untuk kemudian ditampilkan menjadi serangkaian huruf dan angka.

### Spesifikasi Design Kelas Extractorz

<b>Extractorz</b>	<b>&lt;&lt;entity&gt;&gt;</b>
<p>-bts_ats: int Atribut ini digunakan untuk menyimpan index baris citra yang menjadi batas atas plat nomor.</p> <p>-bts_bwh: int Atribut ini digunakan untuk menyimpan index baris citra yang menjadi batas bawah plat nomor.</p> <p>-bts_ki: int Atribut ini digunakan untuk menyimpan index kolom citra yang menjadi batas kiri plat nomor.</p> <p>-bts_ka: int Atribut ini digunakan untuk menyimpan index kolom citra yang menjadi batas kanan plat nomor.</p> <p>-vert_Proj: int Atribut ini digunakan untuk menyimpan nilai hasil proyeksi citra secara vertikal.</p> <p>-hori_Proj: int Atribut ini digunakan untuk menyimpan nilai hasil proyeksi citra secara horizontal.</p>	
<p>+initializeTraining() Operasi ini digunakan untuk memberikan nilai awal pada atribut-atribut yang akan digunakan untuk</p>	

```

pelatihan JST.
+trainTheNetwork()
Operasi ini digunakan untuk melakukan pelatihan
pada JST.
+testTheNetwork()
Operasi ini digunakan untuk melakukan pengujian
pada JST yang sudah dilatih dalam rangka mengenali
karakter pada citra plat nomor.

```

### Spesifikasi Design Kelas Segmentorz

<b>Segmentorz</b>	<b>&lt;&lt;entity&gt;&gt;</b>
<pre> -bts_atas: int Atribut ini digunakan untuk menyimpan nilai batas atas dari suatu citra karakter. -bts_bawah: int Atribut ini digunakan untuk menyimpan nilai batas bawah dari suatu citra karakter. -bts_kiri: int Atribut ini digunakan untuk menyimpan nilai batas kiri dari suatu citra karakter. -bts_kanan: int Atribut ini digunakan untuk menyimpan nilai batas kanan dari suatu citra karakter. -jenis_char: int Atribut ini digunakan untuk menyimpan jenis karakter dari citra yang disegmentasi. -img_segmented: Bitmap Atribut ini digunakan untuk menyimpan citra karakter dalam format bitmap. -inputVector: double[] </pre>	

Atribut ini digunakan untuk menyimpan vektor input dari citra karakter yang disegmentasi.

+imageSegmentorz()

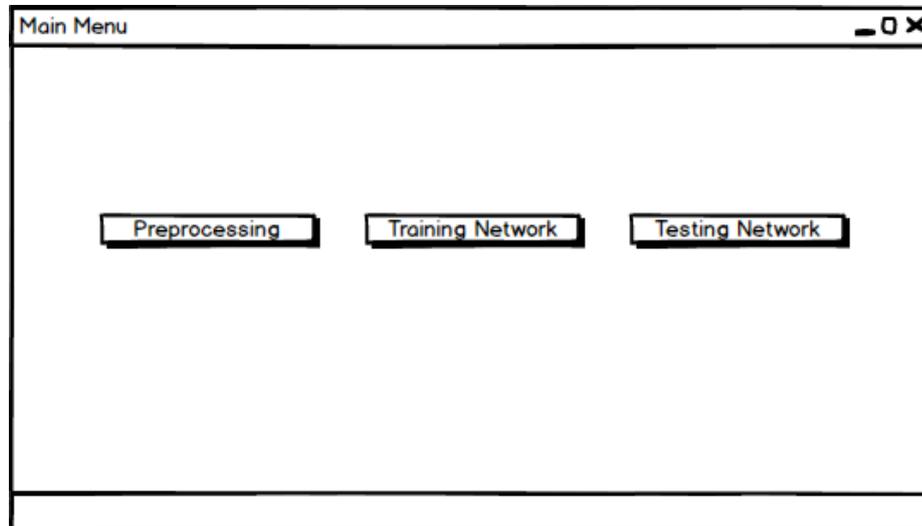
Operasi ini digunakan untuk memberikan nilai awal pada atribut-atribut yang akan digunakan untuk pelatihan JST.

### Spesifikasi Design Kelas Database

Database	<<entity>>
	+loadTrainingData() Operasi ini digunakan untuk mengambil data pelatihan dari basis data.
	+getTheWeights() Operasi ini digunakan untuk mengambil bobot jaringan hasil pelatihan yang sudah disimpan.
	+saveTheWeights() Operasi ini digunakan untuk menyimpan bobot jaringan hasil pelatihan.

## Perancangan Antarmuka

### c. Antarmuka Halaman Utama Aplikasi



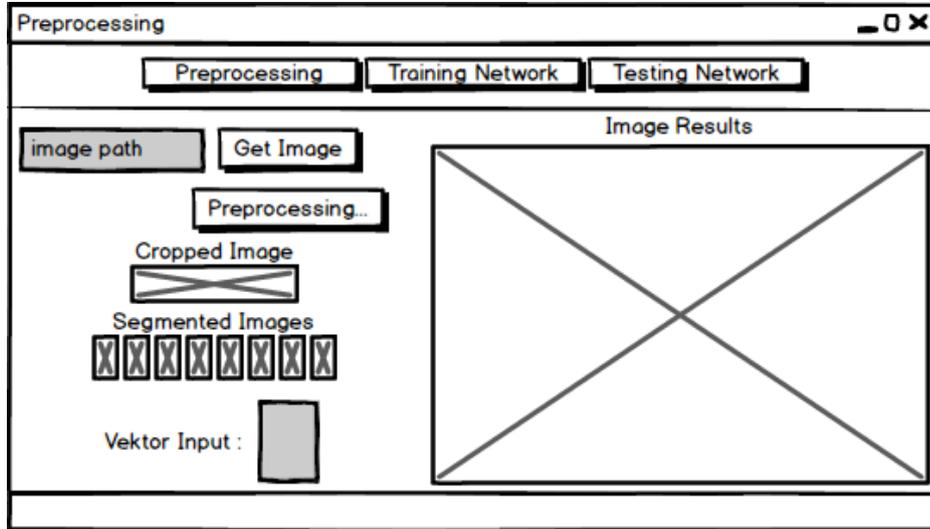
**Gambar 6. Rancangan Antarmuka Halaman Utama Aplikasi**

Antarmuka Halaman Utama Aplikasi ini merupakan antarmuka yang tampil ketika pertama kali program dijalankan. Pada antarmuka ini, terdapat tiga pilihan menu untuk mengakses halaman-halaman yang lain yaitu: 'Preprocessing', 'Training Network', dan 'Testing Network'.

Menu 'Preprocessing' digunakan untuk mendemokan tahapan-tahapan yang dilakukan sistem saat pemrosesan awal citra seperti, ekstraksi citra plat nomor, segmentasi karakter, dan transformasi citra hasil segmentasi dengan *Wavelet Haar*. Menu 'Training Network' digunakan untuk melakukan pelatihan pada jaringan. Sedangkan Menu 'Testing Network' digunakan untuk menguji jaringan yang sudah dilatih untuk mengenali karakter yang ada pada citra plat nomor. Untuk menutup aplikasi, pengguna dapat meng-klik tanda silang yang berada di sudut kanan atas dari halaman yang ditampilkan.

PascasarjanaTeknik Informatika	DPPL – Nummerbord	18/21
Dokumen ini dan informasi yang dimilikinya adalah milik Pascasarjana Teknik Informatika-UAJY dan bersifat rahasia. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Program Studi Teknik Informatika		

d. Antarmuka Halaman Pemrosesan Awal



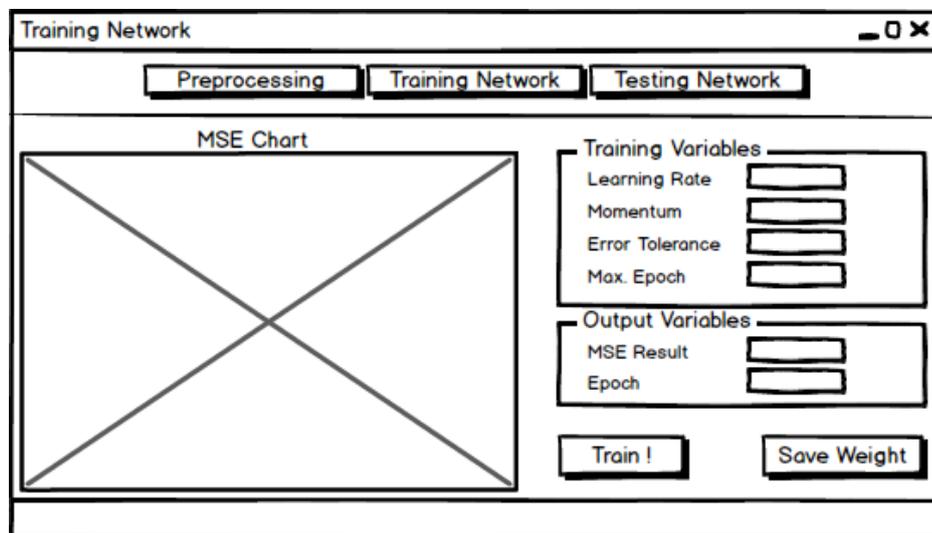
**Gambar 7. Rancangan Antarmuka Halaman Pemrosesan Awal**

Antarmuka Halaman Pemrosesan Awal merupakan antarmuka yang bertujuan untuk mendemokan tahapan-tahapan yang terjadi pada saat sistem melakukan pemrosesan awal citra. Pada bagian atas halaman ini, terdapat menu navigasi seperti pada halaman utama. Pada bagian bawah dari menu navigasi, terdapat dua buah *button* yaitu '*Get Image*' dan '*Preprocessing...*'. Fungsi dari *button* '*Get Image*' adalah untuk memilih suatu citra dari media penyimpanan di komputer. Setelah pengguna memilih citra yang diinginkan, citra tersebut akan tampil pada bagian *image* di bawah label *Image Results*. Bagian *Image Results* ini nantinya juga akan digunakan untuk menampilkan hasil-hasil pemrosesan citra lainnya seperti *grayscaleing*, *thresholding*, dan *opening*. Untuk memulai melakukan pemrosesan awal pada citra, pengguna cukup menekan *button* '*Preprocessing...*'.

Setelah sistem selesai melakukan pemrosesan awal, citra plat nomor hasil ekstraksi akan ditampilkan pada

bagian *Cropped Image*, sedangkan citra karakter hasil segmentasi akan ditampilkan pada bagian *Segmented Images*. Jika pengguna ingin melihat vektor input yang dihasilkan dari proses alihragam menggunakan *Wavelet Haar*, maka pengguna dapat meng-klik salah satu citra pada bagian *Segmented Images*, dan hasilnya akan ditampilkan pada textbox Vektor Input.

**e. Antarmuka Halaman Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan**

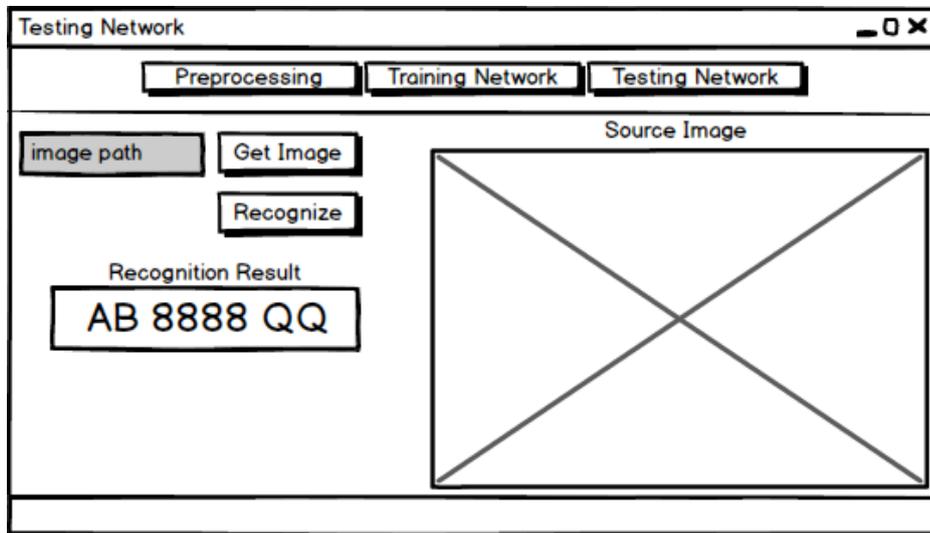


**Gambar 8. Rancangan Antarmuka Halaman Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan**

Antarmuka Halaman Pelatihan Jaringan merupakan antarmuka yang digunakan untuk melatih Jaringan Saraf Tiruan dan menampilkan hasil pelatihannya kepada pengguna. Sebelum memulai pelatihan, pertama-tama pengguna harus memasukkan nilai-nilai variabel pelatihan seperti laju belajar, momentum, toleransi *error*, dan jumlah *epoch* maksimal. Setelah itu, untuk memulai pelatihan pada Jaringan Saraf Tiruan, pengguna cukup meng-klik *button 'Train !'*.

Setelah pelatihan jaringan selesai dilakukan, nilai MSE terakhir dan jumlah *epoch* akan ditampilkan masing-masing ke dalam sebuah *textbox* yang berada di bagian bawah *form*. Selain itu grafik perubahan MSE yang terjadi selama pelatihan akan ditampilkan. Untuk menyimpan bobot hasil pelatihan pengguna dapat menekan *button* 'Save Weight'.

**f. Antarmuka Halaman Pengujian Jaringan Saraf Tiruan**



**Gambar 9. Rancangan Antarmuka Halaman Pengujian Jaringan Saraf Tiruan**

Antarmuka Halaman Pengujian Jaringan merupakan antarmuka yang digunakan untuk menguji jaringan yang sudah dilatih sebelumnya. Pada awal pengujian, pengguna memilih citra yang akan diuji dengan meng-klik *button* 'Get Image'. Selanjutnya, citra yang dipilih akan tampil pada bagian *Source Image*, dan pengguna dapat menekan *button* 'Recognize' untuk memulai pengujian jaringan. Setelah pengujian jaringan selesai, sistem akan menampilkan karakter plat nomor hasil pengujian pada bagian *Recognition Result*.