

**SISTEM PENGENALAN
TANDA NOMOR KENDARAAN BERMOTOR (TNKB)
MENGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN
*RADIAL BASIS FUNCTION NETWORK (RBFN)***



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
Pada Jurusan Ilmu Komputer/Informatika**

**Disusun oleh:
Gebby Dhayu Putra
J2F009042**

**JURUSAN ILMU KOMPUTER/INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2014

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir/ skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.



HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Sistem Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB)
Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Function*
Network (RBFN)
Nama : Gebby Dhayu Putra
NIM : J2F009042

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 23 Mei 2014 dan dinyatakan lulus pada tanggal

Semarang, 4 Juni 2014

Mengetahui,

Ketua Jurusan Ilmu Komputer / Informatika



Nurdin Bantiar, S.Si, MT
NIP. 19790720 200312 1 002

Mengetahui,

Panitia Penguji Tugas Akhir

Ketua,

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Aris Sugiharto.

Aris Sugiharto S.Si, M.Kom
NIP. 19710811 199702 1 004

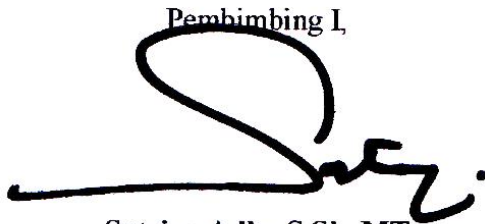
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Sistem Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB)
Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Function*
Network (RBFN)
Nama : Gebby Dhayu Putra
NIM : J2F009042

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 23 Mei 2014

Semarang, 4 juni 2014

Pembimbing II,

Pembimbing I,


Satriyo Adhy S.Si., MT
NIP. 19830203 200604 1 002



Indra Waspada S.T., M.Ti
NIP. 19790212 200812 1 002

ABSTRAK

Tanda nomor kendaraan bermotor (TNKB) merupakan ciri atau tanda pengenal dari suatu kendaraan yang diberikan oleh kepolisian. TNKB berisikan kode wilayah, nomor registrasi, serta masa berlaku dan dipasang pada kendaraan bermotor. Setiap kendaraan memiliki TNKB yang berbeda – beda. Pengenalan TNKB yang tercantum pada plat setiap kendaraan di tempat parkir mal atau tempat pusat keramaian biasanya dilakukan secara manual. Masalah yang sering timbul merupakan kesalahan dalam hal pencatatan dan membutuhkan waktu yang lama sehingga dapat mengakibatkan antrean yang panjang. Jaringan syaraf tiruan adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistim sel syaraf biologi, sama seperti otak yang memproses suatu informasi. Penelitian ini merancang dan membangun sistem pengenalan tanda nomor kendaraan bermotor (TNKB) dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *Radial Basis Function Network* (RBFN) mulai dari citra kendaraan diolah sampai dihasilkan teks TNKB. Metode yang digunakan untuk mendapatkan citra TNKB dari citra kendaraan adalah *thresholding*, *top-hat*, *autocropping*, *thinning*, *heuristic* dan *scalling*. RBFN memiliki algoritma pelatihan yang agak unik karena terdiri atas cara *supervised* dan *unsupervised* sekaligus. Proses pembelajarannya hanya dilakukan satu arah dan sekali saja dengan dua tahapan. Tahap pertama yaitu clustering data dan tahap kedua yaitu pembaharuan bobot. Sistem ini dikembangkan dengan menggunakan metode pengembangan perangkat lunak berorientasi objek dengan model *recursive/parallel* yang diimplementasikan dengan menggunakan bahasa pemograman .Net dan *database* Microsoft Access. Berdasarkan hasil penelitian metode RBFN dapat mengenali plat nomor polisi kendaraan dengan tingkat keberhasilan 60% dan mengenali karakter dalam plat nomor polisi kendaraan dengan tingkat keberhasilan 85,71%.

Kata kunci : Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB), *thresholding*, *top-hat*, *autocropping*, *thinning*, *heuristic*, *scalling*, *Radial Basis Function Network* (RBFN), model *recursive/parallel*

ABSTRACT

Police motor vehicle license plate is characteristic or identity of vehicle which is given by the police department. Usually it is attached to the vehicle and contains the informations about region code, registration number, and expiry date. Each vehicle has different license plate number. Normally, license plates on vehicles in malls or public places are identified manually. Common problems like misreading the numbers on checking in or out might take more time and potentially caused a long queuing line of vehicles. Artificial Neural Network is an information processing paradigm which inspired by the biological neural network as well as the way human brain process information. This research is intended to design and build license plate recognition system which is implementing Radial Basis Function Network (RBFN) of Artificial Neural Network from an image of a vehicle to identify numbers and text on license plate. The method applied to acquire information from the image files are thresholding, top-hat, autocropping, thinning, heuristic, and scaling. RBFN has a rather unique learning algorithm which involving supervised and unsupervised learning at the same time. The learning process is working on a one way which consist of two stages. The first stage is the clustering of data and the second stage is the renewal of weights. This system was developed using object oriented software engineering under recursive/parallel model which implemented using .Net programming language and Microsoft Access database system. Based on the research results, the RBFN method has 60% success rate on identifying the license plate and 85,71% on identifying characters on the license plate.

Keywords : vehicle license plate, thresholding, top-hat, autocropping, thinning, heuristic, scaling, Radial Basis Function Network (RBFN), recursive/parallel models

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, Penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan petunjuk-Nya sehingga Penulis bisa menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir yang berjudul “**Sistem Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB) Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Function Network (RBFN)***” disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana komputer pada jurusan Ilmu Komputer / Informatika Universitas Diponegoro. Pada penelitian Tugas Akhir ini, mahasiswa dituntut untuk mengimplementasikan ilmu yang didapat di bangku perkuliahan untuk menyelesaikan suatu permasalahan menggunakan teknik penelitian ilmiah.

Pada penyusunan laporan ini, tentulah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada :

1. Dr. Muhammad Nur, DEA, selaku Dekan Fakultas Sains dan Matematika (FSM) Universitas Diponegoro (UNDIP).
2. Nurdin Bahtiar, S.Si, M.T, selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer / Informatika FSM UNDIP.
3. Indra Waspada, S.T, M.T, selaku Dosen Koordinator Tugas Akhir Jurusan Ilmu Komputer / Informatika FSM UNDIP serta selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu dalam proses bimbingan hingga terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.
4. Satriyo Adhy, S.Si, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu dalam proses bimbingan hingga terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.
5. Semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam pelaksanaan Tugas Akhir, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak kekurangan baik dari segi materi ataupun dalam penyajiannya karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Semarang, Mei 2014
Penulis,

Gebby Dhayu Putra

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR PERSAMAAN	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan dan Manfaat	3
1.4. Ruang Lingkup	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tanda Nomor Kendaraan Bermotor	5
2.2. Pengolahan Citra.....	5
2.3. <i>Thresholding</i>	6
2.4. Algoritma Morphologi	7
2.4.1. Dilasi (<i>Dilation</i>)	8
2.4.2. Erosi (<i>Erosion</i>)	9
2.4.3. Pembukaan (<i>Opening</i>)	9
2.4.4. Penutupan (<i>Closing</i>)	10
2.4.5. Transformasi Top-Hat	11
2.5. <i>Auto Cropping</i>	11
2.6. <i>Thinning</i>	12
2.7. Algoritma <i>Heuristic</i>	14
2.8. <i>Scaling</i>	15

2.9. K-Means Clustering.....	15
2.10. Jaringan Syaraf Tiruan	16
2.11. <i>Radial Basis Function Network</i> (RBFN)	17
2.12. <i>Object – Oriented Software Engineering</i>	19
2.12.1. <i>Planning</i>	20
2.12.2. <i>Analysis</i>	20
2.12.3. <i>Design</i>	20
2.12.4. <i>Extract reusable classes</i>	21
2.12.5. <i>Prototype</i>	21
2.12.6. <i>Test</i>	21
2.12.7. <i>Customer evaluation</i>	21
2.13. <i>Flowchart</i>	21
2.14. UML (<i>Unified Modeling Language</i>).....	23
2.14.1. <i>Use Case Diagram</i>	23
2.14.2. <i>Class Diagram</i>	25
2.14.3. <i>Statechart Diagram</i>	26
2.14.4. <i>Activity Diagram</i>	27
2.14.5. <i>Sequence Diagram</i>	27
2.14.6. <i>Collaboration Diagram</i>	28
2.14.7. <i>Component Diagram</i>	29
2.14.8. <i>Deployment Diagram</i>	30
BAB III <i>PLANNING, ANALYSIS, DESIGN, DAN EXTRACT REUSABLE CLASSES</i>	31
3.1. <i>Planning</i>	31
3.1.1. <i>Estimating</i>	31
3.1.2. <i>Scheduling</i>	32
3.1.3. <i>Tracking</i>	32
3.2. <i>Early Analysis</i>	32
3.2.1. Analisis Pengenalan TNKB	32
3.2.1.1. Deskripsi Sistem	33
3.2.1.2. Identifikasi Kebutuhan Non-Fungsional	34
3.2.1.3. Identifikasi Aktor.....	34
3.2.1.4. Daftar <i>Use Case</i>	34
3.2.1.5. <i>Use Case Diagram</i>	35

3.2.1.6. <i>Use Case Detail</i>	36
3.2.2. Analisis Objek	40
3.2.2.1. Identifikasi Objek <i>Entity, Boundary, dan Control</i>	40
3.2.2.2. <i>Class responsibility collaborator (CRC)</i>	42
3.2.2.3. <i>Sequence Diagram</i>	44
3.2.2.4. <i>Class Diagram</i>	49
3.3. <i>Early Design</i>	50
3.3.1. Perancangan Pengenalan TNKB	50
3.3.1.1. Citra <i>Input</i>	51
3.3.1.2. Normalisasi	51
3.3.1.3. Deteksi Posisi TNKB	51
3.3.1.4. Perampingan	52
3.3.1.5. Segmentasi	52
3.3.1.6. Pengelompokan	53
3.3.1.7. Pengenalan dan Pelatihan	53
3.3.1.8. Hasil Pengenalan	54
3.3.2. Perancangan Objek	54
3.3.2.1. <i>Component Diagram</i>	54
3.3.2.2. <i>Deployment Diagram</i>	54
3.3.3. Perancangan Antarmuka	55
3.4. <i>Analysis</i>	57
3.4.1. Analisis Pengenalan TNKB	57
3.4.1.1. Identifikasi Kebutuhan Non-Fungsional	57
3.4.1.2. Identifikasi Aktor	57
3.4.1.3. Daftar <i>Use Case</i>	57
3.4.1.4. <i>Use Case Diagram</i>	57
3.4.1.5. <i>Use Case Detail</i>	58
3.4.2. Analisis Objek	59
3.4.2.1. Identifikasi Objek <i>Entity, Boundary, dan Control</i>	59
3.4.2.2. <i>Class responsibility collaborator (CRC)</i>	59
3.4.2.3. <i>Sequence Diagram</i>	60
3.4.2.4. <i>Class Diagram</i>	60
3.5. <i>Design</i>	61

3.5.1. Perancangan Pengenalan TNKB	61
3.5.2. Perancangan Objek.....	62
3.5.2.1. <i>Component</i> Diagram	62
3.5.2.2. <i>Deployment</i> Diagram	62
3.5.3. Perancangan Antarmuka	63
3.6. <i>Extract Reusable Classes</i>	63
BAB IV PROTOTYPE, TEST, DAN COTUMER EVALUATION	65
4.1. <i>Prototype</i>	65
4.1.1. Implementasi Pengenalan TNKB.....	65
4.1.1.1. <i>Citra Input</i>	65
4.1.1.2. Normalisasi.....	66
4.1.1.3. Deteksi Posisi TNKB	66
4.1.1.4. Perampingan	69
4.1.1.5. Segmentasi.....	70
4.1.1.6. Pengelompokan.....	72
4.1.1.7. Pengenalan dan Pelatihan.....	73
4.1.1.8. Hasil Pengenalan.....	76
4.1.2. Implementasi Objek	80
4.1.2.1. Implementasi Kelas.....	80
4.1.2.2. Operasi dan Atribut Kelas	81
4.1.3. Implementasi Antarmuka.....	93
4.1.3.1. Form Pengenalan	93
4.1.3.2. Form Pelatihan.....	94
4.1.3.3. Form Cetak	95
4.2. <i>Test</i>	96
4.2.1. Pengujian Pengenalan TNKB	96
4.2.1.1. Rencana Pengujian Pengenalan TNKB.....	96
4.2.1.2. Pelaksanaan Pengujian Pengenalan TNKB	97
4.2.1.3. Analisa Hasil Pengujian Pengenalan TNKB	101
4.2.2. Pengujian Objek	103
4.2.2.1. Rencana Pengujian Objek	103
4.2.2.2. Pelaksanaan Pengujian Objek.....	107
4.2.3. Pengujian Antarmuka	107

4.2.3.1. Rencana Pengujian Antarmuka.....	107
4.2.3.2. Pelaksanaan Pengujian Antarmuka.....	107
4.3. <i>Costumer Evaluation</i>	115
BAB V PENUTUP	116
5.1. Kesimpulan.....	116
5.2. Saran	116
DAFTAR PUSTAKA	118
LAMPIRAN	120

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Contoh tanda nomor kendaraan bermotor.....	5
Gambar 2.2 Citra <i>grayscale</i>	6
Gambar 2.3 Citra biner hasil proses <i>thresholding</i>	7
Gambar 2.4 Proses dilasi.....	8
Gambar 2.5 Proses erosi.....	9
Gambar 2.6 Operasi <i>opening</i> (a) citra asli (b) citra hasil	10
Gambar 2.7 Operasi <i>closing</i> (a) citra asli (b) citra hasil	10
Gambar 2.8 Proses pemotongan citra	12
Gambar 2.9 Proses <i>auto cropping</i>	12
Gambar 2.10 Piksel P1 dengan 8 tetangga.....	13
Gambar 2.11 Hasil <i>thinning</i> terhadap karakter H.....	14
Gambar 2.12 Arsitektur <i>radial basis function network</i>	18
Gambar 2.13 <i>Recursive/parallel model</i>	20
Gambar 2.14 <i>Use case diagram</i>	24
Gambar 2.15 <i>Class diagram</i>	25
Gambar 2.16 <i>Statechart diagram</i>	26
Gambar 2.17 <i>Activity diagram</i>	27
Gambar 2.18 <i>Sequence diagram</i>	28
Gambar 2.19 <i>Collaboration diagram</i>	29
Gambar 2.20 <i>Component diagram</i>	29
Gambar 2.21 <i>Deployment diagram</i>	30
Gambar 3.1 Alur sistem pelatihan (kiri) dan pengenalan (kanan).....	33
Gambar 3.2 <i>Use case diagram</i> analisis awal	35
Gambar 3.3 <i>Sequence diagram use case</i> mengambil citra	44
Gambar 3.4 <i>Sequence diagram use case preprocessing</i> citra	45
Gambar 3.5 <i>Sequence diagram use case</i> menyimpan data pelatihan.....	45
Gambar 3.6 <i>Sequence diagram use case</i> membuat <i>centroid</i>	46
Gambar 3.7 <i>Sequence diagram use case</i> menyimpan centroid.....	46
Gambar 3.8 <i>Sequence diagram use case</i> melatih sistem.....	47
Gambar 3.9 <i>Sequence diagram use case</i> menyimpan bobot	47
Gambar 3.10 <i>Sequence diagram use case</i> meng-capture citra.....	47

Gambar 3.11 <i>Sequence diagram use case</i> mengenali TNKB	48
Gambar 3.12 <i>Sequence diagram use case</i> menyimpan TNKB	49
Gambar 3.13 <i>Class diagram</i> analisis awal	50
Gambar 3.14 Arsitektur jaringan <i>radial basis function Networks</i>	53
Gambar 3.15 <i>Component diagram</i> perancangan awal	55
Gambar 3.16 <i>Deployment diagram</i> perancangan awal.....	55
Gambar 3.17 Form pengenalan	56
Gambar 3.18 Form pelatihan	56
Gambar 3.19 <i>Use case diagram</i> analisis	58
Gambar 3.20 <i>Sequence diagram use case</i> mencetak teks TNKB	60
Gambar 3.21 <i>Class diagram</i> analisis.....	61
Gambar 3.22 <i>Component diagram</i> perancangan.....	62
Gambar 3.23 <i>Deployment diagram</i> perancangan.....	62
Gambar 3.24 Form cetak.....	63
Gambar 4.1 Citra <i>input</i>	65
Gambar 4.2 Citra biner dari citra <i>input</i>	66
Gambar 4.3 Hasil <i>closing</i>	66
Gambar 4.4 Hasil Top-Hat	67
Gambar 4.5 Hasil <i>closing</i> SE2.....	67
Gambar 4.6 Hasil <i>opening</i> SE3	67
Gambar 4.7 Hasil <i>opening</i> SE4	68
Gambar 4.8 Hasil <i>opening</i> SE5	68
Gambar 4.9 Hasil <i>opening</i> SE6	69
Gambar 4.10 Hasil Top-Hat	69
Gambar 4.11 TNKB yang didapat	69
Gambar 4.12 Citra TNKB setelah perampingan	69
Gambar 4.13 Histogram vertikal	70
Gambar 4.14 Citra TNKB setelah pemotongan secara vertikal	70
Gambar 4.15 Histogram horizontal	71
Gambar 4.16 Citra TNKB setelah pemotongan secara horizontal	71
Gambar 4.17 Citra TNKB setelah penskalaan	71
Gambar 4.18 Citra TNKB setelah pemotongan secara vertikal	72
Gambar 4.19 Contoh data pelatihan.....	72

Gambar 4.20 Hasil centroid	73
Gambar 4.21 Bobot data.....	75
Gambar 4.22 Citra yang akan dikenali.....	76
Gambar 4.23 <i>Printout</i> hasil pengenalan.....	76
Gambar 4.24 Antarmuka form pengenalan	93
Gambar 4.25 Antarmuka form pelatihan.....	94
Gambar 4.26 Antarmuka form cetak	95
Gambar 4.27 Antarmuka form pelatihan dengan <i>open file</i>	108
Gambar 4.28 Antarmuka form <i>open</i>	109
Gambar 4.29 Antarmuka form pelatihan dengan citra input.....	109
Gambar 4.30 Antarmuka form pengenalan dengan memilih daftar kamera	110
Gambar 4.31 Antarmuka form device.....	110
Gambar 4.32 Antarmuka form pengenalan dengan citra input	111
Gambar 4.33 Antarmuka form pelatihan dengan preprocessing	111
Gambar 4.34 Antarmuka form pelatihan dengan masukkan karakter TNKB	112
Gambar 4.35 Antarmuka form pelatihan dengan menyimpan TNKB	112
Gambar 4.36 Antarmuka form pelatihan dengan memasukkan banyak <i>centroid</i>	113
Gambar 4.37 Antarmuka form pelatihan dengan pengelompokkan	113
Gambar 4.38 Antarmuka form pelatihan dengan proses pelatihan.....	114
Gambar 4.39 Antarmuka form pengenalan dengan proses pengenalan.....	114
Gambar 4.40 Antarmuka form cetak	115

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 <i>Program flowchart</i>	22
Tabel 2.2 <i>System flowchart</i>	22
Tabel 2.3 Notasi <i>use case</i> diagram	24
Tabel 2.4 Notasi <i>use case</i> diagram	25
Tabel 3.1. Tabel penjadwalan.....	32
Tabel 3.2. Daftar aktor analisis awal	34
Tabel 3.3. Daftar <i>use case</i> analisis awal	35
Tabel 3.4. <i>Use case</i> mengambil citra	36
Tabel 3.5. <i>Use case preprocessing</i> citra	36
Tabel 3.6. <i>Use case</i> menyimpan data pelatihan.....	37
Tabel 3.7. <i>Use case</i> membuat <i>centroid</i>	37
Tabel 3.8. <i>Use case</i> menyimpan <i>centroid</i>	38
Tabel 3.9. <i>Use case</i> melatih sistem.....	38
Tabel 3.10. <i>Use case</i> menyimpan bobot	39
Tabel 3.11. <i>Use case</i> meng- <i>capture</i> citra.....	39
Tabel 3.12. <i>Use case</i> mengenali TNKB.....	39
Tabel 3.13. <i>Use case</i> menyimpan TNKB.....	40
Tabel 3.14. <i>Entity, boundary, dan control</i> pada <i>use case</i> mengambil citra.....	40
Tabel 3.15. <i>Entity, boundary, dan control</i> pada <i>use case preprocessing</i> citra	41
Tabel 3.16. <i>Entity, boundary, dan control</i> pada <i>use case</i> menyimpan data pelatihan	41
Tabel 3.17. <i>Entity, boundary, dan control</i> pada <i>use case</i> membuat <i>centroid</i>	41
Tabel 3.18. <i>Entity, boundary, dan control</i> pada <i>use case</i> menyimpan <i>centroid</i>	41
Tabel 3.19. <i>Entity, boundary, dan control</i> pada <i>use case</i> melatih sistem.....	41
Tabel 3.20. <i>Entity, boundary, dan control</i> pada <i>use case</i> menyimpan bobot	41
Tabel 3.21. <i>Entity, boundary, dan control</i> pada <i>use case</i> meng- <i>capture</i> citra.....	41
Tabel 3.22. <i>Entity, boundary, dan control</i> pada <i>use case</i> mengenali TNKB.....	41
Tabel 3.23. <i>Entity, boundary, dan control</i> pada <i>use case</i> menyimpan TNKB	41
Tabel 3.24. CRC class latihan.....	42
Tabel 3.25. CRC class kenali	42
Tabel 3.26. CRC class <i>thresholding</i>	42
Tabel 3.27. CRC class top-hat.....	42

Tabel 3.28. CRC class autocropping	42
Tabel 3.29. CRC class thinning	42
Tabel 3.30. CRC class heuristik	42
Tabel 3.31. CRC class scalling	43
Tabel 3.32. CRC Class k-means	43
Tabel 3.33. CRC class RBFLatih	43
Tabel 3.34. CRC class RBFKenali	43
Tabel 3.35. CRC class olahPlatNomor	43
Tabel 3.36. CRC class olahDataPelatihan	43
Tabel 3.37. CRC class olahCentroid.....	43
Tabel 3.38. CRC class olahBobot.....	43
Tabel 3.39. CRC class platNomor	44
Tabel 3.40. CRC class dataPelatihan.....	44
Tabel 3.41. CRC class centroid.....	44
Tabel 3.42. CRC class bobot.....	44
Tabel 3.43. Daftar use case analisis.....	57
Tabel 3.44. Use case mencetak teks TNKB.....	58
Tabel 3.45. Use case menyimpan TNKB.....	59
Tabel 3.46. Entity, boundary, dan control pada use case mencetak teks TNKB.....	59
Tabel 3.47. CRC class kenali	59
Tabel 3.48. CRC class olahPlatNomor	60
Tabel 3.49. Extract reusable classes.....	64
Tabel 4.1 Target data	74
Tabel 4.2 Hasil pengenalan	77
Tabel 4.3 Implementasi kelas	80
Tabel 4.4 Implementasi atribut kelas form pengenalan	81
Tabel 4.5 Implementasi atribut kelas form parkir	81
Tabel 4.6 Implementasi atribut kelas form pelatihan.....	82
Tabel 4.7 Implementasi operasi kelas form pelatihan	82
Tabel 4.8 Implementasi atribut kelas form cetak.....	83
Tabel 4.9 Implementasi operasi kelas form cetak	83
Tabel 4.10 Implementasi atribut kelas kenali.....	83
Tabel 4.11 Implementasi operasi kelas kenali.....	83

Tabel 4.12 Implementasi atribut kelas latih	84
Tabel 4.13 Implementasi operasi kelas latih	85
Tabel 4.14 Implementasi atribut kelas <i>thresholding</i>	85
Tabel 4.15 Implementasi operasi kelas <i>thresholding</i>	85
Tabel 4.16 Implementasi atribut kelas tophat dan kelas <i>autocropping</i>	86
Tabel 4.17 Implementasi operasi kelas tophat dan kelas <i>autocropping</i>	86
Tabel 4.18 Implementasi atribut kelas <i>thinning</i>	86
Tabel 4.19 Implementasi operasi kelas <i>thinning</i>	86
Tabel 4.20 Implementasi atribut kelas heuristik dan kelas <i>scalling</i>	86
Tabel 4.21 Implementasi operasi kelas heuristik dan kelas <i>scalling</i>	87
Tabel 4.22 Implementasi atribut kelas kmeans	87
Tabel 4.23 Implementasi operasi kelas kmeans	87
Tabel 4.24 Implementasi atribut kelas RBFKenal dan kelas RBFLatih	88
Tabel 4.25 Implementasi operasi kelas RBFKenal dan kelas RBFLatih	88
Tabel 4.26 Implementasi atribut kelas olah plat nomor	89
Tabel 4.27 Implementasi operasi kelas olah plat nomor.....	89
Tabel 4.28 Implementasi atribut kelas olah data pelatihan	89
Tabel 4.29 Implementasi operasi kelas olah data pelatihan	89
Tabel 4.30 Implementasi atribut kelas olah <i>centroid</i>	90
Tabel 4.31 Implementasi operasi kelas olah <i>centroid</i>	90
Tabel 4.32 Implementasi atribut kelas olah bobot.....	90
Tabel 4.33 Implementasi operasi kelas olah bobot.....	90
Tabel 4.34 Implementasi atribut kelas plat nomor	91
Tabel 4.35 Implementasi operasi kelas plat nomor	91
Tabel 4.36 Implementasi atribut kelas data pelatihan.....	92
Tabel 4.37 Implementasi operasi kelas data pelatihan.....	92
Tabel 4.38 Implementasi atribut kelas <i>centroid</i>	92
Tabel 4.39 Implementasi operasi kelas <i>centroid</i>	92
Tabel 4.40 Implementasi atribut kelas Top-Hat	92
Tabel 4.41 Implementasi operasi kelas Top-Hat	93
Tabel 4.42 Hasil pengujian pelatihan sistem.....	97
Tabel 4.43 Citra TNKB yang dilatih.....	97
Tabel 4.44 Hasil pengujian pengenalan TNKB baru tanpa aksesoris.....	98

Tabel 4.45 Hasil pengujian pengenalan TNKB baru dengan aksesoris	99
Tabel 4.46 Hasil pengujian pengenalan TNKB lama tanpa aksesoris	100
Tabel 4.47 Hasil pengujian pengenalan TNKB lama dengan aksesoris	100
Tabel 4.48 Analisa hasil pengujian pengenalan TNKB	101
Tabel 4.49 Analisa hasil pengujian karakter TNKB	102
Tabel 4.50 Pengujian objek	104
Tabel 4.51 <i>Customer evaluation</i>	115

DAFTAR PERSAMAAN

	Hal
Persamaan (2.1) Fungsi <i>grayscale</i>	6
Persamaan (2.2) Fungsi <i>thresholding</i>	7
Persamaan (2.3) Fungsi dilasi (<i>dilation</i>)	8
Persamaan (2.4) Fungsi erosi (<i>erotion</i>).....	9
Persamaan (2.5) Fungsi pembukaan (<i>opening</i>)	9
Persamaan (2.6) Fungsi penutupan (<i>closing</i>)	10
Persamaan (2.7) Fungsi Top-Hat untuk objek terang	11
Persamaan (2.8) Fungsi Top-Hat untuk objek gelap	11
Persamaan (2.9) Kondisi satu operasi <i>thinning</i>	12
Persamaan (2.10) Kondisi dua operasi <i>thinning</i>	12
Persamaan (2.11) Kondisi tiga operasi <i>thinning</i>	12
Persamaan (2.12) Kondisi empat operasi <i>thinning</i>	12
Persamaan (2.13) Perubahan kondisi tiga operasi <i>thinning</i>	13
Persamaan (2.14) Perubahan kondisi empat operasi <i>thinning</i>	13
Persamaan (2.15) Proyeksi sumbu X dan Y	14
Persamaan (2.16) Nilai heuristik sumbu X	14
Persamaan (2.17) Nilai heuristik sumbu Y	14
Persamaan (2.18) Perubahan ukuran panjang	15
Persamaan (2.19) Perubahan ukuran lebar	15
Persamaan (2.20) Jarak <i>eukledian</i>	15
Persamaan (2.21) <i>Centroid</i> baru	16
Persamaan (2.22) Fungsi aktivasi <i>gaussian</i>	18
Persamaan (2.23) Matrik <i>gaussian</i>	19
Persamaan (2.24) Bobot baru	19
Persamaan (2.25) <i>Cost</i> (galat)	19
Persamaan (2.26) <i>Output</i> jaringan	19

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran I Sample Data Kendaraan Pelatihan.....	121
Lampiran II Sample Data Kendaraan Pengenalan.....	125

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, serta sistematika penulisan tugas akhir mengenai Sistem Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB) Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Function Network* (RBFN).

1.1. Latar Belakang

Perkembangan sistem pengawasan dengan kamera sebagai alat penangkap citra sangatlah pesat. Menurut Thomas Djojarahardjo dalam jurnalnya yang berjudul “*Rancang Bangun Pendeteksian Dan Pembacaan Plat Nomor Kendaraan Roda Dua Pada Area Parkir Menggunakan Kamera Pan-Tilt-Zoom(PTZ)*” ada beberapa bidang yang dikembangkan dengan adanya sistem pengawasan menggunakan kamera antara lain, sistem pengamanan dan pengawasan (*security and survellience*), analisa citra bidang kesehatan (*medical image analysis*), penanganan kemacetan lalu lintas (*traffic management*), dan pengeditan video (*video editing*) (Djojarahardjo, 2009). Salah satu contoh dari pengembangan sistem pengawasan adalah sistem pendeteksian tanda nomor kendaraan bermotor.

Menurut Krisman Natalius Gea dalam jurnalnya yang berjudul “*Pengenalan Plat Nomor Polisi Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan*” nomor polisi kendaraan bermotor merupakan ciri atau tanda pengenal dari suatu kendaraan yang diberikan oleh kepolisian (Gea, 2006). Setiap kendaraan bermotor memiliki nomor yang berbeda – beda dan setiap daerah memiliki kode nomor polisi yang berbeda – beda. Tanda nomor kendaraan bermotor dapat digunakan sebagai identitas kendaraan saat melakukan parkir di mal atau tempat pusat keramaian.

Pengenalan tanda nomor kendaraan bermotor yang tercantum pada plat setiap kendaraan di tempat parkir mal atau tempat pusat keramaian biasanya dilakukan secara manual. Masalah yang sering timbul merupakan kesalahan manusia oleh para petugas parkir dalam hal pencatatan dan membutuhkan waktu yang lama sehingga dapat mengakibatkan antrean yang panjang. Oleh karena itu, diperlukan sebuah metode yang mampu mengenali tanda nomor kendaraan bermotor secara otomatis sehingga diharapkan dapat mempermudah dalam mengenali tanda nomor kendaraan bermotor.

Jaringan saraf tiruan (JST) merupakan representasi buatan yang mencoba mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia. Jaringan saraf tiruan dapat mengenali karakter huruf dan angka yang terdapat pada citra tanda nomor kendaraan bermotor. Banyak metode jaringan syaraf tiruan yang dapat digunakan untuk mengenali nomor polisi, misalnya *Backpropagation*, *Learning Vector Quantization* (LVQ), dan *Radial Basis Function Network* (RBFN).

Penelitian dengan tema jaringan saraf tiruan untuk pengenalan tanda nomor kendaraan bermotor sudah pernah ada yang meneliti dengan berbagai metode antara lain oleh saudara Krisman Natalius Gea, dengan judul “*Pengenalan Plat Nomor Polisi Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan*” dengan menggunakan metode *backpropagation* mendapatkan tingkat keberhasilan 85% (Gea, 2006) dan penelitian saudara Eko Sri Wahyono, dengan judul “*Identifikasi Nomor Polisi Mobil Menggunakan Metode Jaringan Saraf Buatan Learning Vector Quantization*” dengan metode *learning vector quantization* mendapatkan tingkat keberhasilan 78% (Wahyono & Ernastuti, 2009).

Tugas akhir ini menerapkan model lain dalam JST yaitu model RBFN (*Radial Basis Function Network*). Penelitian dengan metode jaringan syaraf tiruan RBFN sudah pernah dilakukan untuk pengenalan huruf oleh Muhammad Erwin Ashari Haryono dengan judul “*Pengenalan Huruf Menggunakan Model Jaringan Saraf Tiruan Radial Basis Function Dengan Randomize Cluster Decision*” dengan tingkat keberhasilan 76% (Haryono, 2005). Dalam penelitiannya, Haryono melakukan percobaan juga terhadap pembentukan *cluster* dengan menggunakan algoritma *clustering* yang menghasilkan tingkat keberhasilan yang tinggi, yaitu 97%.

RBFN memiliki algoritma pelatihan yang agak unik karena terdiri atas cara *supervised* dan *unsupervised* sekaligus. Jaringan syaraf tiruan RBFN merupakan salah satu model jaringan *feedforward* yang memiliki tiga lapisan (*layer*), yaitu lapisan *input*, lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan *output*, telah sukses diaplikasikan pada aproksimasi fungsi, peramalan dan klasifikasi pola. Proses pembelajarannya hanya dilakukan satu arah dan sekali saja dengan dua tahapan. Tahap pertama yaitu clustering data dan tahap kedua yaitu pembaharuan bobot.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas dalam proposal tugas akhir ini adalah bagaimana membuat sebuah aplikasi yang dapat mengenali tanda nomor kendaraan bermotor (RBFN) menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *Radial Basis Function Network* (RBFN).

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan proposal tugas akhir ini yaitu:

1. Menghasilkan sebuah aplikasi yang dapat mengenali tanda nomor kendaraan bermotor dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *Radial Basis Function Network* (RBFN).
2. Memberikan kesimpulan hasil yang didapat dari penggunaan metode jaringan syaraf tiruan *Radial Basis Function Network* (RBFN).
3. Memberikan faktor – faktor yang mempengaruhi terhadap keberhasilan pengenalan tanda nomor kendaraan bermotor.

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini mengurangi kesalahan manusia dan mempercepat dalam proses pencatatan nomor kendaraan.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pengembangan Sistem Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Function Network* (RBFN) adalah sebagai berikut :

1. Citra masukan berupa *capture* dari kamera atau *file* citra digital dalam format JPEG atau BMP.
2. Citra masukan berupa citra beresolusi 320 x 240 piksel.
3. Citra masukan yang digunakan berupa citra kendaraan dengan karakter TNKB berwarna putih, TNKB tampak depan, horizontal, tidak blur, dan latar kendaraan yang beragam dengan 4 tipe TNKB, TNKB jenis baru tanpa aksesoris, TNKB jenis baru dengan aksesoris, TNKB jenis lama tanpa aksesoris, dan TNKB jenis lama dengan aksesoris.
4. Kamera yang di gunakan pada sistem ini adalah kamera dengan kualitas minimal 1.3 megapiksel.
5. Hasil yang ditampilkan berupa teks huruf dan/atau angka TNKB, belum mengakomodasi simbol.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini terbagi dalam beberapa pokok bahasan, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup dan sistematika penulisan tugas akhir mengenai Sistem Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB) Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Function Network* (RBFN).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kumpulan studi pustaka yang berhubungan dengan topik tugas akhir Sistem Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB) Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Function Network* (RBFN). Pustaka yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini meliputi Tanda Nomor Kendaraan Bermotor, Pengolahan Citra Digital, *Thresholding*, Algoritma Morphologi (Dilasi (*dilation*), Erosi (*erotion*), Pembukaan (*opening*), Penutupan (*closing*), Transformasi Top-Hat), *Autocropping*, *Thinning*, Algoritma *Heuristic*, *Scalling*, *K-Means Clustering*, Jaringan Syaraf Tiruan, *Radial Basis Function Network*, *Object – Oriented Software Engineering*, *Flowchart*, dan *Unified Modeling Language*.

BAB III PLANNING, ANALYSIS, DESIGN, DAN EXTRACT REUSABLE CLASSES

Bab ini memaparkan proses pengembangan perangkat lunak pada tahap *planning*, *analysis*, *design*, dan *extract reusable classes* Sistem Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB) Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Function Network* (RBFN).

BAB IV PROTOTYPE, TEST, DAN COTUMER EVALUATION

Bab ini berisi proses pengembangan perangkat lunak tahap *prototype*, *test*, dan *cotumer evaluation* dari hasil penulisan tugas akhir mengenai Sistem Pengenalan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB) Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Radial Basis Function Network* (RBFN).

BAB V PENUTUP

Penutup berisi tentang kesimpulan dari penulisan tugas akhir dan saran – saran untuk pengembangan selanjutnya.