

**PENGENALAN NOMOR KENDARAAN DARI CITRA PELAT  
MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN *EXTREME*  
*LEARNING MACHINE***



**SKRIPSI**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada Departemen Ilmu Komputer/ Informatika**

**Disusun Oleh :**

**FADHLAN FARIZ MAKARIM**

**24010313140113**

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER/ INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**2018**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadhlan Fariz Makarim

NIM : 24010313140113

Judul : Pengenalan Nomor Kendaraan dari Citra Pelat Menggunakan Jaringan Syaraf  
Tiruan *Extreme Learning Machine*

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.

Semarang, 23 Maret 2018



Fadhlan Fariz Makarim  
24010313140113

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengenalan Nomor Kendaraan dari Citra Pelat Menggunakan Jaringan Syaraf  
Tiruan *Extreme Learning Machine*

Nama : Fadhlhan Fariz Makarim

NIM : 24010313140113

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 26 Maret 2018 dan dinyatakan lulus  
pada tanggal 26 Maret 2018.

Semarang, 2 April 2018

Mengetahui,

Ketua Departemen Ilmu Komputer/Informatika



Dr. Retno Kusumaningrum, S.Si., M.Kom.

NIP. 198104202005012001

Panitia Penguji Tugas Akhir

Ketua,

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Suhartono", is written over the text.

Drs. Suhartono, M. Kom.

NIP. 195504071983031003

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengenalan Nomor Kendaraan dari Citra Pelat Menggunakan Jaringan Syaraf  
Tiruan *Extreme Learning Machine*

Nama : Fadhlan Fariz Makarim

NIM : 24010313140113

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 26 Maret 2018.

Semarang, 2 April 2018

Pembimbing



Helmie Arif Wibawa, S.Si, M.Cs.

NIP. 197805162003121001

## ABSTRAK

Semakin tingginya tingkat kepadatan lalu lintas di kota-kota besar Indonesia menyebabkan semakin sulitnya melakukan prosedur yang ada dalam pengawasan kendaraan dan lalu lintas. Pengembangan teknologi pengenalan nomor pelat kendaraan diharapkan dapat berkontribusi dalam mempermudah pelaksanaan pengawasan kendaraan dan lalu lintas. Dengan menerapkan metode jaringan syaraf tiruan (JST) *extreme learning machine* (ELM), pengenalan dapat dilakukan jauh lebih cepat dibandingkan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan konvensional seperti *backpropagation*. Kelebihan tersebut dikarenakan ELM tidak melakukan iterasi dalam menentukan nilai-nilai parameter jaringannya melainkan menginisialisasinya secara acak. Model jaringan yang diterapkan pada penelitian ini adalah model JST ELM dengan 512 input neuron, 374 hidden neuron, dan 36 output neuron. Data yang diproses dalam jaringan tersebut adalah citra pelat dalam bentuk biner hasil pengolahan citra yang fiturnya diekstraksi menggunakan teknik *pixel mapping*. Dengan melakukan pengujian terhadap 80 citra pelat yang terdiri dari 599 karakter, akurasi yang diperoleh adalah 92.32 % dengan rata-rata waktu komputasi 0.55 detik per satu proses pengenalan. Validasi akurasi pengujian juga dilakukan menggunakan *k-fold cross validation*, dengan  $k=10$ , dengan akurasi sebesar 99.17 %.

**Kata kunci** : Extreme Learning Machine, Pengenalan Pelat Nomor, Pixel Mapping.

## ABSTRACT

The escalation of traffic density in capital cities in Indonesia, makes the existing procedure of traffic control not as effective as it used to be. Development of license plate recognition technology is expected to contribute on facilitating the procedure of traffic control to make the traffic control and vehicle identification more easy and effective. By proposing the new artificial neural network (ANN) method, extreme learning machine (ELM), recognition can be done massively more faster than using conventional ANN like backpropagation. This advantage is obtained because there is no iteration in the ELM to determine every parameters, but initialize those parameters randomly. The network model implemented in this research is ELM model with 512 input neurons, 374 hidden neurons, and 36 output neurons. The data processed in the network is binary plate image result of image processing that the feature is extracted using pixel mapping. By testing this model with 80 plate images which is consisting of 599 characters, it reaches an accuracy of 92.32 % with average of computing time at 0.55 seconds per one plate recognized. Validation of test accuracy is also done using k-fold cross validation, with k=10, produce an accuracy of 99.17 %.

**Keywords :** Extreme Learning Machine, License Plate Recognition, Pixel Mapping.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Pengenalan Nomor Kendaraan dari Citra Pelat Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Extreme Learning Machine*” dengan baik dan lancar. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Ilmu Komputer/ Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Widowati, M.Si, selaku Dekan FSM UNDIP
2. Dr. Retno Kusumaningrum, S.Si, M.Kom, selaku Ketua Departemen Ilmu Komputer/ Informatika
3. Helmie Arif Wibawa, S.Si, M.Cs, selaku Koordinator Tugas Akhir dan dosen pembimbing

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak kekurangan baik dari penyampaian materi maupun isi dari materi itu sendiri. Hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan dari penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca pada umumnya.

Semarang, 26 Maret 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	17
1.1. Latar Belakang .....	17
1.2. Rumusan Masalah .....	18
1.3. Tujuan dan Manfaat .....	19
1.4. Ruang Lingkup .....	19
1.5. Sistematika Penulisan .....	20
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	21
2.1 Perkembangan Penelitian Pengenalan Nomor Pelat Kendaraan.....	21
2.2 Pelat Nomor Kendaraan .....	22
2.3 Citra Digital .....	23
2.4 Prapengolahan Citra.....	24
2.4.1 <i>Grayscale</i> .....	24
2.4.2 <i>Resizing</i> .....	25



2.4.3	<i>Median Filtering</i> .....	26
2.4.4	Binerisasi .....	27
2.4.5	<i>Closing dan Opening</i> .....	28
2.4.6	<i>Bounding Box Analysis</i> .....	29
2.4.7	<i>Cropping</i> .....	30
2.4.8	Ekstraksi Fitur .....	31
2.5	Pengenalan Pola.....	31
2.6	Jaringan Syaraf Tiruan.....	33
2.6.1	Konsep Dasar Jaringan Syaraf Tiruan .....	33
2.6.2	Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan .....	35
2.6.3	RMSE ( <i>Root Mean Square Error</i> ).....	36
2.6.4	Fungsi Aktivasi.....	37
2.7	<i>Extreme Learning Machine (ELM)</i> .....	38
2.7.1	Perkembangan Penelitian Klasifikasi Citra Menggunakan ELM.....	38
2.7.2	Proses <i>Training</i> (Pelatihan/Pembelajaran) .....	39
2.7.3	Proses <i>Testing</i> (Pengujian/Pengenalan).....	41
2.8	<i>K-fold Cross Validation</i> .....	41
2.9	Proses Pengembangan Perangkat Lunak Model <i>Waterfall</i> .....	42
2.10	Pemodelan Fungsional.....	43
2.11	Flowchart .....	45
2.12	Matlab .....	46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		47
3.1	Langkah Penyelesaian Masalah .....	47
3.1.1	Pengumpulan Data.....	48
3.1.2	Cropping Data .....	48
3.1.3	Pembentukan <i>Data Training</i> dan <i>Data Testing</i> .....	49
3.1.4	Prapengolahan Data .....	49

3.1.5	<i>Training</i> .....	65
3.1.6	<i>Testing</i> .....	72
3.1.7	Hasil Akhir .....	77
3.2	Dokumen Analisis Sistem.....	77
3.2.1	Deskripsi Umum Sistem.....	77
3.2.2	Arsitektur Sistem .....	78
3.2.3	Kebutuhan Sistem.....	79
3.2.4	Pemodelan Data.....	79
3.2.5	Pemodelan Fungsional.....	81
3.3	Dokumen Perancangan Sistem .....	83
3.3.1	Perancangan Fungsi.....	83
3.3.2	Perancangan Antarmuka.....	89
3.4	Pengujian .....	90
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		93
4.1	Implementasi Aplikasi .....	93
4.1.1	Lingkungan Implementasi Aplikasi .....	93
4.1.2	Implementasi Fungsi .....	93
4.1.3	Implementasi Antarmuka .....	94
4.2	Pengujian Fungsional Aplikasi .....	96
4.3	Pengujian Segmentasi Karakter Pelat .....	96
4.4	Pengujian Akurasi dan Waktu Komputasi Pengenalan Pelat .....	97
4.5	Pengujian <i>K-Fold Cross Validation</i> .....	98
4.6	Analisa Hasil Pengujian Segmentasi Karakter Pelat .....	99
4.7	Analisa Hasil Pengujian Akurasi Pengenalan Pelat.....	100
BAB V PENUTUP .....		103
5.1	Kesimpulan .....	103
5.2	Saran .....	103

DAFTAR PUSTAKA.....	104
LAMPIRAN - LAMPIRAN .....	107

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Contoh pelat nomor kendaraan .....	22
Gambar 2.2. Metode memperkecil skala citra. (a) subsampling, (b) interpolasi.....	25
Gambar 2.3. Metode dasar perbesaran citra. (a) pengulangan piksel, (b) interpolasi .....	26
Gambar 2.4. Contoh median filtering (Munir, 2004) .....	27
Gambar 2.5. Ilustrasi operasi: (1) Erosi, (2) Dilasi, (3) Opening, (4) Closing .....	28
Gambar 2.6. (a) citra yang akan dilakukan bounding box analysis (b) hasil bounding box analysis .....	29
Gambar 2.7. Cara kerja labeling.....	30
Gambar 2.8. Contoh ekstraksi fitur dengan pixel mapping (Adfriansyah, 2012) .....	31
Gambar 2.9. Sistem pengenalan pola (Munir, 2004).....	32
Gambar 2.10. Struktur neuron jaringan syaraf (Kusumadewi, 2003) .....	34
Gambar 2.11. Jaringan syaraf dengan lapisan tunggal (Kusumadewi, 2003) .....	35
Gambar 2.12. Jaringan syaraf dengan banyak lapisan (Kusumadewi, 2003).....	35
Gambar 2.13. Jaringan syaraf dengan lapisan kompetitif (Kusumadewi, 2003).....	36
Gambar 2.14. Fungsi sigmoid biner dengan range (0,1) .....	37
Gambar 2.15. Struktur arsitektur ELM (Huang, 2015) .....	38
Gambar 2.16. Model waterfall (Sommverville, 2015) .....	42
Gambar 3.1. Alur Penyelesaian Masalah .....	47
Gambar 3.2. Contoh Citra Pelat Nomor .....	48
Gambar 3.3. Contoh Cropped Citra Pelat Nomor .....	48
Gambar 3.4. Alur Prapengolahan Data.....	49
Gambar 3.5. Gambaran Matriks Karakter .....	50
Gambar 3.6. Contoh input citra RGB .....	51
Gambar 3.7. Ilustrasi proses grayscaling .....	52
Gambar 3.8. Contoh citra RGB 3x3 .....	52
Gambar 3.9. Hasil S (Citra grayscale).....	53
Gambar 3.10. Ilustrasi resizing.....	54
Gambar 3.11. Ilustrasi median filtering.....	55
Gambar 3.12. Ilustrasi binerisasi .....	56
Gambar 3.13. Ilustrasi closing secara keseluruhan.....	57

Gambar 3.14. Ilustrasi closing yang menutup lubang .....	57
Gambar 3.15. Ilustrasi closing yang memperhalus pinggiran karakter .....	57
Gambar 3.16. Asumsi Noise Terbesar .....	58
Gambar 3.17. Ilustrasi penghilangan objek di bawah 500 piksel .....	59
Gambar 3.18. Ilustrasi penghilangan garis pembatas pelat .....	60
Gambar 3.19. Ilustrasi blob detection .....	60
Gambar 3.20. Ilustrasi labeling .....	61
Gambar 3.21. Hasil segmentasi karakter .....	62
Gambar 3.22. Susunan data training folder .....	62
Gambar 3.23. Contoh susunan karakter di dalam folder .....	62
Gambar 3.24. Citra yang akan diekstraksi fiturnya .....	63
Gambar 3.25. Arsitektur pelatihan .....	66
Gambar 3.26. Ilustrasi model JST ELM yang digunakan untuk pengenalan nomor pelat kendaraan .....	72
Gambar 3.27. Arsitektur Pengenalan .....	73
Gambar 3.28. Contoh citra input dan hasil pengolahan citranya .....	73
Gambar 3.29. Hasil segmentasi karakter dari citra input .....	73
Gambar 3.30. Arsitektur Sistem PNPk .....	78
Gambar 3.31. ERD sistem pengenalan nomor pelat kendaraan (PNPK) .....	80
Gambar 3.32. Context Diagram Sistem Pengenalan Nomor Pelat Kendaraan .....	82
Gambar 3.33. Data Flow Diagram Level 1 Sistem Pengenalan Pelat Nomor .....	82
Gambar 3.34. Data Flow Diagram Level 1 Sistem Pengenalan Pelat Nomor .....	83
Gambar 3.35. Flowchart fungsi prapengolahan .....	84
Gambar 3.36. Flowchart fungsi segmentasi karakter .....	85
Gambar 3.37. Flowchart fungsi ekstraksi fitur .....	86
Gambar 3.38. Flowchart Fungsi Pelatihan .....	87
Gambar 3.39. Flowchart Fungsi Pengenalan .....	88
Gambar 3.40. Rancangan antarmuka engineer .....	89
Gambar 3.41. Rancangan antarmuka user .....	90
Gambar 3.42. Contoh segmentasi karakter pelat dengan akurasi 100 % .....	90
Gambar 3.43. Contoh pengenalan pelat dengan akurasi 100 % .....	91
Gambar 3.44. Skenario k-fold cross validation, dengan k=10 dan jumlah data=360 .....	92
Gambar 4.1. Implementasi antarmuka engineer tanpa citra masukan .....	94

Gambar 4.2. Implementasi antarmuka engineer dengan citra masukan .....	95
Gambar 4.3. Implementasi antarmuka user tanpa citra masukan .....	95
Gambar 4.4. Implementasi antarmuka user dengan citra masukan .....	95
Gambar 4.5. Citra pertama yang akurasi segmentasi karakternya di bawah 100%.....	99
Gambar 4.6. Citra kedua yang akurasi segmentasi karakternya di bawah 100% .....	99
Gambar 4.7. Citra ketiga yang akurasi segmentasi karakternya di bawah 100% .....	99
Gambar 4.8. Hasil prapengolahan pelat yang pencahayaannya kurang .....	99
Gambar 4.9. Hasil prapengolahan citra pelat tidak resmi yang karakternya tipis .....	100
Gambar 4.10. Kesalahan pengenalan karakter “Q” .....	101
Gambar 4.11. Kesalahan pengenalan karakter “I” .....	102

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perkembangan Penelitian Nomor Pelat Kendaraan.....	21
Tabel 2.2. Contoh Hubungan Pola dan Ciri (Munir, 2004).....	31
Tabel 2.3. Perkembangan Penelitian Klasifikasi Citra Menggunakan ELM.....	39
Tabel 2.4. Template SRS.....	43
Tabel 2.5. Tabel Notasi Pemodelan Fungsional (Jogiyanto, 1994).....	44
Tabel 2.6. Simbol-simbol pada Flowchart (Khan, et al., 2011) .....	45
Tabel 3 1. Konversi Karakter ke Kelas .....	64
Tabel 3.2. Percobaan Jumlah Hidden Neuron dari 100 hingga 500 .....	70
Tabel 3.3. Percobaan Jumlah Hidden Neuron dari 310 hingga 390 .....	70
Tabel 3.4. Percobaan Jumlah Hidden Neuron dari 371 hingga 389 .....	71
Tabel 3.5. Penjelasan Peran User .....	78
Tabel 3.6. SRS Sistem Pengenalan Nomor Pelat Kendaraan (PNPK) .....	79
Tabel 3.7. Penjelasan entitas citra latih .....	80
Tabel 3.8. Penjelasan entitas citra uji .....	81
Tabel 3.9. Penjelasan entitas citra karakter .....	81
Tabel 4.1. Tabel Rencana Pengujian Fungsional .....	96
Tabel 4.2. Tabel Akurasi Segmentasi Karakter Pelat.....	97
Tabel 4.3. Tabel Akurasi Pengenalan Pelat.....	97
Tabel 4.4. Tabel Akurasi Pengenalan per Satu Pelat Nomor .....	97
Tabel 4.5. Tabel Rata-rata Waktu Komputasi Pengenalan Pelat.....	98
Tabel 4.6. Hasil pengujian k-fold cross validation.....	98
Tabel 4.7. Frekuensi Karakter yang Pengenalannya Salah dan Persentase Kesalahannya 100	

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Citra Karakter Sebagai Data Latih.....	108
Lampiran 2. Daftar Citra Karakter sebagai untuk K-Fold Cross Validation.....	112
Lampiran 3. Source Code Fungsi Prapengolahan Citra .....	114
Lampiran 4. Source Code Fungsi Segmentasi Karakter.....	115
Lampiran 5. Source Code Fungsi Ekstraksi Fitur.....	116
Lampiran 6. Source Code Fungsi Pelatihan .....	120
Lampiran 7. Source Code Fungsi Pengenalan.....	122
Lampiran 8. Hasil Pengujian Fungsional .....	123
Lampiran 9. Daftar Hasil Prapengolahan Citra Pada Citra Pelat Nomor .....	127
Lampiran 10. Daftar Hasil Segmentasi Karakter Pada Citra Pelat Nomor .....	133
Lampiran 11. Daftar Hasil Pengenalan Pada Citra Pelat Nomor .....	139



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, manfaat dan tujuan, serta ruang lingkup tugas akhir mengenai Pengenalan Nomor Kendaraan dari Citra Pelat Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Extreme Learning Machine.

### **1.1. Latar Belakang**

Indonesia memiliki tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi. Jakarta menempati peringkat 17 dalam hal kemacetan dari 1064 kota di seluruh dunia dan kedua di Asia, setelah Bangkok, pada tahun 2015. Terdapat pula kota Bandung, Malang, Yogyakarta, dan Medan dalam peringkat 100 besar yang mana seluruhnya mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya (INRIX, 2017). Sedangkan jumlah kendaraan di Indonesia pada tahun 2016 mencapai 129.3 juta unit dengan jumlah sepeda motor 105.2 juta unit, mobil penumpang 14.6 juta unit, mobil barang 7.1 juta unit, serta bis dengan jumlah 2.5 juta unit. Angka tersebut meningkat 6.5% dari tahun sebelumnya yang berjumlah 121.39 juta unit kendaraan (BPS, 2017).

Dalam menghadapi masalah tersebut, tentunya bantuan teknologi akan sangat bermanfaat bagi berbagai pihak terutama pemerintah dalam hal pengawasan lalu lintas dan kendaraan. Pengembangan terapan teknologi dalam pengawasan lalu lintas dan kendaraan akan menjadi salah satu alternatif dalam menjawab tantangan peningkatan kepadatan lalu lintas dan kendaraan di Indonesia. Salah satu terapan teknologi yang dikembangkan oleh para peneliti adalah pengenalan nomor pelat kendaraan untuk mengenali identitas kendaraan secara otomatis.

Secara umum, semua sistem pengenalan pelat tersebut terdiri dari serangkaian proses yaitu mengakuisisi citra kendaraan menggunakan kamera, mendeteksi dan mengekstraksi lokasi pelat nomor, mensegmentasi dan mengenali nomor kendaraan berdasarkan pelat yang terdeteksi, dan menampilkan nomor pelat kendaraan tersebut sebagai hasil akhirnya (Bhat & Mehandia, 2014). Dari serangkaian proses tersebut, akan diambil satu bagian yaitu pengenalan nomor kendaraannya saja sebagai cakupan bahasan penelitian ini karena bagian tersebut adalah proses utama untuk mengenali

identitas kendaraan yakni dengan mengenali karakter pada pelat nomor kendaraan tersebut. Berbagai penelitian terkait pengenalan pelat nomor telah dilakukan, contohnya oleh Fitriawan, et al. (2012), Haryoko & Pramono (2016), dan Avianto (2016) dimana mereka menggunakan metode jaringan syaraf tiruan BP (*backpropagation*). Namun terdapat metode jaringan syaraf tiruan ELM (*Extreme Learning Machine*) yang mampu memproses 2 kali lebih cepat pada pengujian dan 1000 kali lebih cepat pada pengenalan dibanding metode JST BP (Huang, et al., 2004). Menurut Huang G.B., et al. (2004), JST BP dan JST konvensional lainnya sangat lambat dikarenakan seluruh parameter ditentukan secara iteratif pada algoritma pelatihan sedangkan pada JST ELM semua parameter dipilih secara acak sehingga tidak membutuhkan waktu pelatihan yang lama.

Di Thailand, penelitian pengenalan pelat nomor menggunakan JST ELM juga sudah dilakukan oleh Subhadhira, et al. (2014) dengan akurasi pengenalan mencapai 89.05%, namun ia menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) untuk mengekstraksi ciri citra pelatnya. Perubahan metode ekstraksi ciri menjadi *pixel mapping* ini, berpengaruh pada peningkatan kecepatan waktu komputasi karena pada HOG terdapat perhitungan untuk mencari gradien setelah mendapatkan nilai piksel. Sementara *pixel mapping*, tidak memerlukan perhitungan setelah mendapatkan nilai piksel dan hal tersebut menyebabkan algoritma *pixel mapping* lebih cepat dan efisien (Suresh & Jain, 2017). Maka dari itu, penulis akan meneliti pengenalan pelat nomor menggunakan metode klasifikasi JST ELM dan metode ekstraksi ciri *pixel mapping* dengan harapan mampu menghasilkan waktu yang cepat baik dalam pelatihan maupun pengujian.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemodelan untuk pengenalan nomor pelat kendaraan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *extreme learning machine*?
2. Bagaimana akurasi dan waktu komputasi pengenalan nomor pelat kendaraan dalam menggunakan jaringan syaraf tiruan *extreme learning machine*?

### 1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan tugas akhir ini adalah:

1. Menghasilkan model JST ELM yang dapat melakukan pengenalan nomor pelat kendaraan.
2. Mengetahui akurasi dan waktu komputasi pengenalan nomor pelat kendaraan dalam menggunakan JST ELM.

Adapun manfaat tugas akhir ini adalah:

1. Menambah wawasan mengenai penerapan JST ELM pada pengenalan nomor pelat kendaraan.
2. Berkontribusi pada perkembangan penelitian tentang pengenalan nomor pelat kendaraan menggunakan JST ELM.

### 1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. *Input* dari sistem ini adalah citra pelatnya saja, bukan citra pelat beserta kendaraannya.
2. *Input* pelat kendaraan yang dipakai adalah pelat kendaraan perseorangan dan sewa yang berwarna dasar hitam dan tulisan putih yang diakui oleh pemerintah Indonesia.
3. Objek pengenalan adalah karakter nomor pada pelat (kode wilayah, nomor polisi, dan seri akhir wilayah) tanpa membahas bulan dan tahun masa berlaku pelat nomor yang terdapat di bagian bawah pelat nomor.
4. Citra pelat diambil dari internet dan kamera OPPO F1+.
5. Pengambilan gambar menggunakan kamera dilakukan pada siang hari atau malam hari dengan bantuan pencahayaan dengan jarak antara 30 cm sampai 1 m.
6. Tidak membahas proses deteksi pelat nomor.
7. *Input* citra adalah file yang tersimpan pada komputer dengan ekstensi .jpg dengan lebar minimal 100 piksel, lebar maksimal 4200 piksel, tinggi maksimal 2000, dan tinggi minimal 25 piksel.
8. Sistem dibangun dengan proses pengembangan perangkat lunak model *waterfall* yang akan dilakukan hanya sampai tahap implementasi dan pengujian unit.

9. *Output* dari sistem ini berupa karakter *alphanumeric* (A-Z dan 0-9) dari nomor pelat kendaraan yang dimasukkan.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

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

#### **BAB I            PENDAHULUAN**

Bab ini memberikan gambaran tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup serta sistematika penulisan

#### **BAB II           TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan tentang pustaka yang menjadi tinjauan dalam pelaksanaan Tugas Akhir. Pustaka tersebut mencakup perkembangan penelitian pelat nomor kendaraan, pelat nomor kendaraan, citra digital, prapengolahan citra, pengenalan pola, jaringan syaraf tiruan, *extreme learning machine*, proses pengembangan perangkat lunak model *waterfall*, pemodelan fungsional, *flowchart*, dan matlab.

#### **BAB III          METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai analisis dan perancangan yang dilakukan pada pembuatan sistem pengenalan nomor pelat kendaraan menggunakan jaringan syaraf tiruan *extreme learning machine*.

#### **BAB IV          HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas implementasi dan pengujian yang telah dilakukan sistem pengenalan nomor pelat kendaraan menggunakan jaringan syaraf tiruan *extreme learning machine*.

#### **BAB V           PENUTUP**

Bab ini merupakan kesimpulan dari bab-bab yang dibahas sebelumnya dan saran untuk pengembangan penelitian tugas akhir lebih lanjut.