

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Secara umum penelitian pengenalan plat nomor kendaraan terdiri dari tiga tahapan [1][7][11], yaitu deteksi plat nomor kendaraan, segmentasi karakter, dan pengenalan plat nomor kendaraan. Berikut adalah penelitian-penelitian yang pernah dilakukan yang berkenaan dengan pengenalan plat nomor kendaraan pada berbagai tahapan.

Quan et al [7]. Dalam penelitiannya disajikan metode *variant projection* untuk segmentasi dan menggunakan metode *edge detection sobel* pada *pre-processing*. Pada tahapan pengenalan plat nomor kendaraan karakter, diawali dengan menerapkan metode *thining* pada karakter tersegmentasi untuk mengatasi ketebalan *stroke* pada karakter yang tidak merata, dan terakhir memodifikasi metode *template matching* untuk pengenalan plat nomor kendaraan. Dengan menggabungkan semua metode di atas, dapat mencapai satu set lengkap dari sistem pengenalan plat nomor kendaraan otomatis. Akurasi tiap proses yang didapatkan yaitu, pada proses pre-processing 97,9%, segmentasi karakter 100%, pengenalan karakter 96,9%. Namun, walaupun akurasi sudah cukup baik, tetapi pada pengenalan karakter plat nomor kendaraan masih terjadinya kesalahan pengenalan karakter plat nomor kendaraan akibat dari kemiripan bentuk dan struktur karakter plat nomor kendaraan, seperti huruf O dan huruf D, angka 2 dan huruf Z, dan angka 8 dan huruf B.

Y. Wen et al [1], penelitian ini mempunyai dua kontribusi yaitu pertama, kontribusi metode baru untuk binerisasi yaitu metode untuk menghapus bayangan pada gambar plat kendaraan dengan menggunakan algoritma Bernsen yang ditingkatkan dikombinasikan dengan filter *gaussian*. Pada tahap segmentasi, penelitian ini menggunakan metode *connected component labeling* (CCL) untuk membagi dan memisahkan region karakter China dengan region karakter yang lainnya, selanjutnya menggunakan metode *variant projection* untuk segmentasi karakter

huruf dan karakter angka. Kontribusi kedua, algoritma pengenalan pelat nomor kendaraan karakter dengan integrasi *support vector machine* (SVM). Dalam integrasi SVM, fitur karakter diekstrak dari *elastic mash*, dan *string* seluruh karakter alamat yang diambil sebagai objek studi. Hasil eksperimen penelitian ini menunjukkan rata-rata tingkat akurasi pengenalan karakter plat nomor kendaraan mencapai 93,54%.

C. Yuan-yuan dan Jing [11], dalam penelitiannya mengusulkan pengenalan karakter plat nomor kendaraan menggunakan algoritma *adaBoost* berbasis *template matching* untuk meningkatkan tingkat pengenalan karakter dan mengurangi waktu pengenalan. *Template matching* memiliki kecepatan pengenalan lebih cepat dan prinsipnya sederhana, namun kelemahan metode *template matching* adalah ketika gambar plat tersebut sedikit memutar, tidak rata, bahkan rusak atau pecah. *boosting* adalah algoritma kerangka kerja, dan menghasilkan serangkaian pengklasifikasi terutama melalui operasi set *sample*. Algoritma ini dapat melatih *learning classifier* dari lemah ke kuat. Metodenya dibagi menjadi dua tahap, pertama *classifier* dilatih oleh *template matching* yang ditingkatkan melalui klasifikasi *AdaBoost* sehingga pada saat itu didapatkan suatu aturan pengklasifikasian. Tahap kedua mendapatkan dan mengolah hasil klasifikasi menggunakan *template matching*. Metode yang digunakan pada penelitian ini didapatkan akurasi pengenalan karakter plat nomor kendaraan mencapai 90% dan waktu pengenalan karakternya kurang dari 2 detik.

Y. Zeng dan Chen [9], dalam penelitiannya mengusulkan metode sebagai kontribusi penelitian adalah *template matching* adaptif untuk mengenali karakter plat nomor kendaraan dari gambar dengan resolusi rendah. peneliti merancang cara untuk mengidentifikasi jumlah pelat kendaraan di Taiwan. Langkah pertama, menandai empat sudut pelat kendaraan, sehingga mendapatkan gambar pelat kendaraan dan menormalkannya. Pelat kendaraan ternormalisasi dibagi menjadi *non-overlapping block*, dan setiap region sesuai dengan karakter pelat kendaraan. Pada langkah berikutnya kami memperkirakan filter adaptif melalui operasi pseudoinverse (semu), ini dilakukan pada template untuk menghasilkan template tersaring. Selama proses pengenalan, region-region yang tersegmentasi dibandingkan dengan beberapa template

tersaring, dan template dengan kesalahan terkecil akan dipertahankan. sehingga, output skema yang diusulkan merupakan kombinasi terbaik karakter pelat kendaraan. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode ini mampu mengatasi pengenalan karakter pada gambar resolusi rendah.

Ma et al [2], dalam penelitiannya mengusulkan metode baru untuk mengenali karakter plat nomor kendaraan. dengan menerapkan metode *2D gaussian-hermite moments* (GHMs) untuk mendapatkan fitur input metode *back propagation neural network* (BPNN). Langkah pertama dari penelitian ini, proses *pre-processing* segmentasi dilakukan binerisasi terhadap gambar plat nomor kendaraan *grayscale*, menggunakan metode *auto-adaptive thresholding* untuk mendapatkan nilai *thresholding* yang optimal. Kemudian dilakukan koreksi sudut kemiringan dengan metode *hough transform* untuk memperbaiki/koreksi kemiringan gambar plat nomor kendaraan, selanjutnya dilakukan proses segmentasi menggunakan metode *variant projection* di kedua sisi plat nomor kendaraan (vertikal dan horizontal). Pada tahap pengenalan karakter plat nomor kendaraan, fitur *gaussian-hermite moments* karakter tersegmentasi sebagai vektor input BPNN. Hasil uji coba metode yang diusulkan tingkat akurasi rata-rata pengenalan karakter plat nomor kendaraan mencapai 97,93%.

F. Amin [14], Melakukan penelitian yang difokuskan pada tahapanan pendeteksian plat nomor kendaraan, dengan metode yang diusulkan untuk mereduksi region palsu pada gambar kendaraan dengan operasi *mathematical morphology* sebelum algoritma *AdaBoost* mendeteksi plat nomor. Metode ini dimanfaatkan untuk mengatasi kondisi plat nomor kendaraan yang salah kendalanya ketika plat nomor kendaraan mempunyai kesamaan antara warna *background* plat dan warna kendaraan dalam mendeteksi keberadaan plat nomor kendaraan. Metode yang diusulkan terbukti lebih akurat dengan akurasi mencapai 94,47%. Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan ini adalah penelitian ini difokuskan pada tahap segmentasi.

W. Zhuo [12], dalam penelitiannya, mengusulkan sebuah algoritma baru untuk lokalisasi plat nomor kendaraan. Algoritma yang digunakan adalah operasi *morfologi* pada *pre-processed*, metode PCNN menghasilkan tepi gambar. Selanjutnya metode

connected component analysis (CCA) digunakan untuk mendapatkan beberapa kandidat wilayah yang mungkin mengandung plat nomor kendaraan. Terakhir *horizontal projection* dan *vertikal projection* yang digunakan untuk bekerja pada masing-masing kandidat wilayah tersebut untuk ekstraksi plat nomor kendaraan secara akurat. Eksperimen ini telah dilakukan pada gambar yang difoto dalam *scene* yang berbeda. Algoritma yang digunakan telah diuji pada database gambar kendaraan RGB sebanyak 100 sampel dengan ukuran dan *scene* yang berbeda, dimana 10 gambar sampel gambar terdapat *noise* dan mencapai hasil akurasi 96%.

2.2 Tinjauan Pustaka

2.2.1 Plat nomor kendaraan Indonesia

Plat nomor kendaraan adalah salah satu jenis identifikasi kendaraan, atau juga disebut plat registrasi kendaraan. Bentuknya berupa plat logam yang dipasang pada kendaraan bermotor sebagai identifikasi resmi. Biasanya plat nomor jumlahnya sepasang yang dipasang di bagian depan dan belakang kendaraan. Menurut Peraturan Pemerintah No. 44 tahun 1993 tentang kendaraan dan pengemudi [3], Plat nomor kendaraan Indonesia atau disebut dengan nama Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (TNKB). Sebagai bukti terdaftarnya suatu kendaraan bermotor, diberikan buku pemilik kendaraan, surat tanda nomor kendaraan, serta tanda nomor kendaraan.

Tanda Nomor Kendaraan Bermotor berbentuk plat aluminium dengan cetakan tulisan dua baris. Baris pertama menunjukkan huruf depan (huruf), nomor polisi (angka), dan kode/seri akhir wilayah (huruf). Dan baris kedua menunjukkan bulan dan tahun masa berlaku.

Bahan baku TNKB adalah aluminium dengan ketebalan 1 mm. Ukuran TNKB untuk kendaraan bermotor roda 2 dan roda 3 adalah 250x105 mm, sedangkan untuk kendaraan bermotor roda 4 atau lebih adalah 395x135 mm. Terdapat cetakan garis lurus pembatas lebar 5 mm diantara ruang nomor polisi dengan ruang angka masa berlaku. Pada sudut kanan atas dan sudut kiri bawah terdapat tanda khusus (*security mark*) cetakan lambang Polisi Lalu Lintas, sedangkan pada sisi sebelah kanan dan sisi

sebelah kiri ada tanda khusus cetakan "DITLANTAS POLRI" (Direktorat Lalu Lintas Kepolisian RI) yang merupakan hak paten pembuatan TNKB oleh Polri dan TNI.

Warna Tanda Nomor Kendaraan Bermotor ditetapkan sebagai berikut:

1. Kendaraan bermotor pribadi (bukan umum dan kendaraan bermotor sewa), warna dasar hitam dengan tulisan berwarna putih.
2. Kendaraan bermotor umum, warna dasar kuning dengan tulisan berwarna hitam.
3. Kendaraan bermotor milik Pemerintah, Warna dasar merah dengan tulisan berwarna putih.
4. Kendaraan bermotor Corps Diplomatik Negara Asing warna dasar putih dengan tulisan berwarna hitam.
5. Kendaraan bermotor Staff Operasional Corps Diplomatik Negara Asing, Warna dasar hitam dengan tulisan berwarna putih dan terdiri dari lima angka dan kode angka negara dicetak lebih kecil dengan format sub-bagian.
6. Kendaraan bermotor untuk transportasi dealer (pengiriman dari perakitan ke dealer, atau dealer ke dealer): Warna dasar Putih dengan tulisan berwarna merah.

Perubahan spesifikasi plat nomor alias TNKB (Tanda Nomor Kendaraan Bermotor) diberlakukan sejak adanya Surat Kapolri kepada Kepala Polisi Daerah No ST/810/IV/2011 tertanggal 25 April 2010. Dalam surat tersebut berisi antara lain spesifikasi teknis material, ukuran, serta warna dasar. Sudah jelas pula bahwa sesuai UU No 22 Tahun 2009 [4], ketentuan lebih lanjut mengenai STNK dan TNKB diatur dengan peraturan Kepala Kepolisian Negara Republik Indonesia. Spesifikasi plat nomor baru sebagai berikut :

1. Warna dasar lebih pekat mengkilat.
2. Untuk plat R2 (roda dua) lebih panjang 275 mm dan lebar 110 mm.
3. Plat R4 (roda empat) lebih panjang 440 mm dan lebar 140 mm.
4. Garis pembatas antara nomor plat dan nomor bulan tahun pajak hilang.

5. Ada list timbul di sekeliling plat yang ukurannya lebih besar.
6. Di sisi kiri bawah terdapat logo Polantas dan di sisi kanan bawah terdapat tulisan Korlantas Polri.

Gambar 1 adalah contoh dari plat nomor kendaraan Indonesia dengan kepemilikan pribadi dan gambar 2 contoh plat nomor kendaraan Indonesia dengan kepemilikan pribadi yang baru.



Gambar 2.1 Plat nomor kendaraan pribadi yang lama



Gambar 2.2 Plat nomor kendaraan pribadi yang baru

2.2.2 Segmentasi gambar

Segmentasi merupakan proses pembagian gambar menjadi beberapa bagian/segmen (region atau area) yang homogen berdasarkan aturan tertentu antara tingkat nilai keabuan suatu piksel dengan tingkat keabuan piksel-piksel tetangganya [15].

Proses segmentasi gambar pada umumnya merupakan suatu proses pra pengolahan pada system pengenalan (*recognition*) terhadap obyek dalam gambar dengan melibatkan pengidentifikasian feature paling penting pada suatu gambar. Proses segmentasi ini akan menghasilkan gambar biner dari gambar yang memiliki derajat keabuan (*grayscale*).

2.2.3 *Threshold*

Thresholding adalah salah satu metode paling sederhana untuk memperoleh segmentasi gambar yang tajam [16]. *Thresholding* menghasilkan gambar biner, Dimana piksel obyek memiliki nilai 1 dan latar belakang memiliki nilai 0, dengan demikian obyek akan muncul secara konsiten lebih cerah atau lebih gelap dari latar belakang. Dalam kondisi seperti itu, suatu obyek gambar biner dapat diperoleh dengan *thresholding* gambar *gray-level*. $f(x, y)$, adalah gambar memiliki tingkat intensitas dikelompokkan ke dalam dua mode dominan. Untuk mengekstrak objek dari latar belakang adalah dengan memilih nilai T ambang batas yang memisahkan mode ini. maka setiap titik (x, y) , yang $f(x, y) \geq T$ disebut titik objek, jika tidak, titik ini disebut titik Latar [17]. Gambar *thresholding* $g(x, y)$ didefinisikan sebagai berikut:

$$g(x, y) = \left\{ \begin{array}{l} 1; \text{ if } f(x, y) \geq \tau \\ 0; \text{ if } f(x, y) < \tau \end{array} \right\} \quad (1)$$

2.2.4 *Linear spatial filtering*

Spatial filtering adalah suatu filter pengolahan gambar digital untuk membuat gambar menjadi buram. Secara umum implementasi *spatial filtering* pada gambar untuk menyembunyikan dampak negatif dari suatu gambar [2]. Proses pengaburan gambar merupakan konvolusi (perata-rataan tetangga) gambar. Sifat-sifat inilah yang sangat membantu dalam pengimplementasian proses *blurring*. Dalam operasi konvolusi digunakan area (*window*) yang menyatakan hubungan ketetanggaan. Semakin besar ukuran area (*window*) tersebut, maka gambar akan semakin kabur dan menambah waktu yang diperlukan untuk melakukan operasi tersebut. Dengan adanya operasi yang bersifat dapat dipisahkan, proses konvolusi bisa dilakukan dua kali namun hanya menggunakan jendela berdimensi satu. proses konvolusi pertama kali dilakukan untuk tiap baris, dan dilanjutkan dengan konvolusi untuk tiap kolom sebagai data berdimensi satu juga. Operasi konvolusi sebuah citra $f(x, y)$ menggunakan matrik mask pada umumnya berukuran square dan ukurannya

biasanya ganjil, misalnya matrik mask 3x3, 5x5, 7x7 atau matrik ukuran lainnya. Operasi konvolusi ini tentunya melibatkan tetangga dari piksel yang dikenai operasi tersebut. Jika sebuah mask disimbolkan dengan $h(x,y)$, maka hasil operasi konvolusi antara $f(x,y)$ dengan matrik $h(x,y)$ dapat dituliskan menggunakan persamaan :

$$f_n = f(x, y) * h(x, y) \quad (2)$$

Berikut ini merupakan representasi dari matrik konvolusi untuk 3x3 adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Matrik konvolusi 3x3

$(x-1), (y-1)$	$(x-1), y$	$(x-1), (y+1)$
$(x), (y-1)$	$(x), y$	$(x), (y+1)$
$(x+1), (y-1)$	$(x+1), y$	$(x+1), (y+1)$

Matrik mask dioperasikan dengan citra asli mulai dari posisi piksel (1,1) sampai seukuran citra asli. Jika elemen matrik citra yang dikenai operasi terletak pada tepi, maka matrik mask yang tidak mempunyai pasangan akan dikalikan dengan nilai 0.

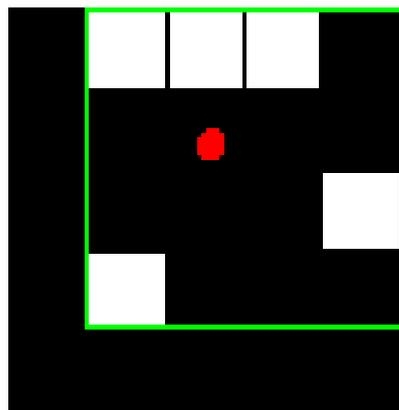
Metode-metode yang digunakan untuk proses *image blurring* diantaranya adalah *motion blur*, *gaussian blur*, dan *average blur*. Dalam konteks penelitian yang dilakukan ini proses pengaburan gambar (*image blurring*) untuk menyatukan karakter terdekat dalam suatu region plat nomor kendaraan menggunakan *fungsi motion blur*. *Motion blur* terbentuk dari pergerakan beberapa objek pada keseluruhan gambar [18].



Gambar 2.3 Contoh pengaplikasian *Motion blur*

2.2.5 *Regionprops boundingBox*

Regionprops dengan fungsi *boundingbox* menghitung perimeter dengan menghitung jarak antara setiap pasangan piksel yang berdekatan di sekitar perbatasan daerah. Jika gambar berisi daerah yg tidak berhubungan, regionprops mengembalikan hasil yang tidak diharapkan. Gambar berikut menunjukkan bahwa piksel dimasukkan dalam perhitungan perimeter untuk objek ini.



Gambar 2.4 contoh *boundingBox*

2.2.6 Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error (MSE) merupakan tolak ukur analisis kuantitatif yang digunakan untuk menilai kualitas sebuah citra keluaran dan keunggulan sebuah metode yang digunakan. Perhitungan MSE adalah sigma dari jumlah error antara citra hasil metode dan citra asli.

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N [I(x, y) - I'(x, y)]^2 \quad (3)$$

Dimana:

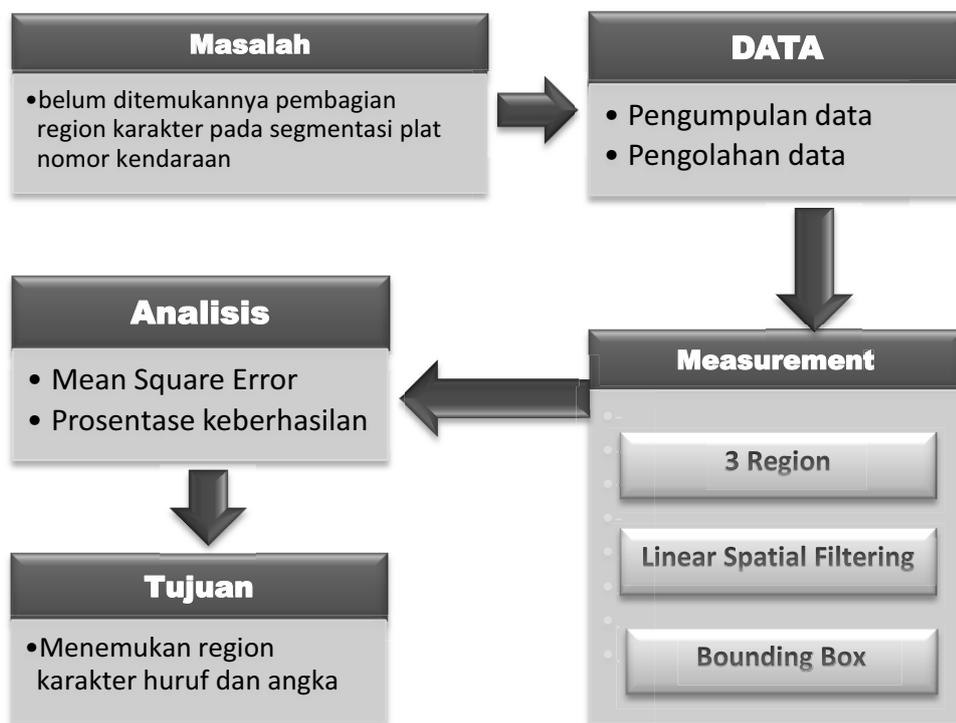
$I(x,y)$ = adalah nilai pixel di gambar asli.

$I'(x,y)$ = adalah nilai pixel pada gambar hasil metode yang digunakan

M,N = adalah dimensi gambar

2.3 Kerangka pemikiran

Kerangka pemikiran berawal dari permasalahan bahwa belum ditemukannya model untuk pembagian region karakter gambar plat nomor kendaraan yaitu untuk membagi region karakter huruf dan angka dengan kesamaan bentuk dan strukturnya. Proses untuk membentuk region huruf dan angka plat nomor kendaraan menggunakan *linear spatial filtering*, dengan cara menerapkan fungsi *blurring* untuk menyatukan masing-masing karakter dalam suatu region gambar plat nomor kendaraan. selanjutnya, setelah region tersebut terbentuk, kemudian dilakukan penandaan terhadap region tersebut dengan fungsi *boundingBox* yang bertujuan untuk menentukan kordinat masing-masing region Plat nomor kendaraan tersebut. *Tools* yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan *framework* Matlab. Selanjutnya untuk mengetahui keberhasilan penelitian ini, dilakukan p dengan pengukuran kinerja model yang digunakan, dilakukan perhitungan dengan menggunakan perbandingan kualitas gambar hasil pemotongan menggunakan *linear spatial filtering* dengan data uji. Untuk lebih jelasnya, kerangka pemikiran dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.5 Kerangka pemikiran