

## METODE MAXIMALLY STABLE EXTREMAL REGIONS DAN HARRIS CORNER UNTUK MENDETEKSI LOKASI PLAT NOMOR KENDARAAN BERMOTOR

<sup>1</sup>Hendra Maulana, <sup>2</sup>Darlis Herumurti, <sup>3</sup>Anny Yuniarti

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, UPN "Veteran" Jawa Timur

<sup>2,3</sup>Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Email: <sup>1</sup>hendra.maulana23@yahoo.com

**Abstrak.** Beberapa penelitian metode pengenalan plat telah menunjukkan kinerja menjanjikan, namun beberapa metode mungkin gagal dalam situasi yang lebih kompleks karena kompleksitas seperti variasi posisi dan orientasi plat, berbagai latar belakang, dan benda-benda non-plat. Untuk efisiensi pencocokan visual yang lebih tinggi, beberapa detektor keypoint cepat dan deskripsi yang sesuai telah dilakukan penelitian, seperti seperti fitur FAST, SURF, BRISK, Harris Corner. Dan ada juga fitur Maximally Stable Extremal Regions (MSER) yang metode pencarian keypoint berdasarkan extremal regionnya. Metode MSER telah diidentifikasi sebagai salah satu detektor wilayah terbaik karena ketahanannya terhadap perubahan sudut pandang, skala, dan pencahayaan, serta sensitif terhadap citra yang kabur. Deteksi lokasi plat nomor kendaraan dengan metode deteksi sudut Harris Corner mampu mendeteksi secara baik pada file gambar dengan kondisi pencahayaan yang beragam, hal ini dikarenakan oleh latar belakang yang relatif terfokus pada sudut. Namun untuk beberapa gambar plat nomor yang memantulkan sinar matahari masih sulit dideteksi. Oleh sebab itu penelitian ini akan menggabungkan metode Maximally Stable Extremal Regions (MSER) dan metode Harris Corner pada tahap ekstraksi fitur untuk deteksi lokasi plat nomor kendaraan. Penggunaan metode MSER diharapkan dapat memperbaiki kekurangan metode Harris Corner pada gambar plat nomor yang memantulkan sinar matahari dan dapat mengurangi area yang akan dicocokkan dengan template berdasarkan deteksi corner point teks. Ekstraksi dilakukan terhadap 80 dataset mobil dengan plat nomor kendaraan standar Indonesia. Proses ekstraksi fitur metode MSER digunakan untuk mendeteksi kandidat area teks, selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur Harris Corner untuk mendeteksi corner points teks dan akan dicocokkan dengan template. Hasil pengujian menunjukkan nilai akurasi sebesar 98,85% dengan rata-rata waktu komputasi 32,96 detik. Sedangkan nilai presisi dan recall masing-masing sebesar 67,61 untuk presisi, dan 79,66 untuk recall.

**Kata Kunci:** Ekstraksi fitur, Extremal region, Corner detection, Harris Corner, MSER

Dalam beberapa tahun terakhir, dengan meningkatnya jumlah bentuk transportasi dan jaringan transportasi modern yang kompleks, sistem transportasi cerdas memainkan peran penting dalam kehidupan kita sehari-hari. Fungsi sistem adalah untuk memantau lalu lintas, untuk merekam informasi kendaraan dan melaporkan kejadian lalu lintas normal. Sistem transportasi cerdas saat ini sudah mulai berkembang. Sistem ini terbagi menjadi sistem infrastruktur cerdas dan sistem kendaraan cerdas. Beberapa aplikasi pendukung sistem infrastruktur cerdas antara lain aplikasi pembayaran elektronik (seperti untuk jalan tol dan parkir), aplikasi monitoring jalan tol, aplikasi monitoring lalu lintas, dan lain-lain. Salah satu aspek dalam sistem pendukung infrastruktur cerdas tersebut adalah bagaimana mengenali sebuah kendaraan [1].

Pada umumnya, sistem deteksi plat memiliki dua permasalahan, yaitu di mana plat berada dan seberapa besar ukurannya. Biasanya, posisi calon karakter dalam plat pertama kali diidentifikasi, dan area kotak dari plat ditentukan kemudian. Berdasarkan pengamatan [2] bahwa karakter tertentu di plat nomor yang berbeda dapat dianggap sebagai duplikat satu sama lain, model busur berdasarkan fitur lokal untuk deteksi plat diusulkan. Karena kata-kata visual yang dihasilkan dari pengelompokan unsupervised sensitif terhadap fitur noise dari latar belakang citra.

Penelitian [3] menyatakan bahwa metode *Maximally Stable Extremal Regions* (MSER) cocok dipilih sebagai penentuan daerah calon karakter yang sesuai dengan hubungan geometris karakter pada plat nomor standar. Berdasarkan eksperimen [4] menunjukkan bahwa MSER bekerja dengan

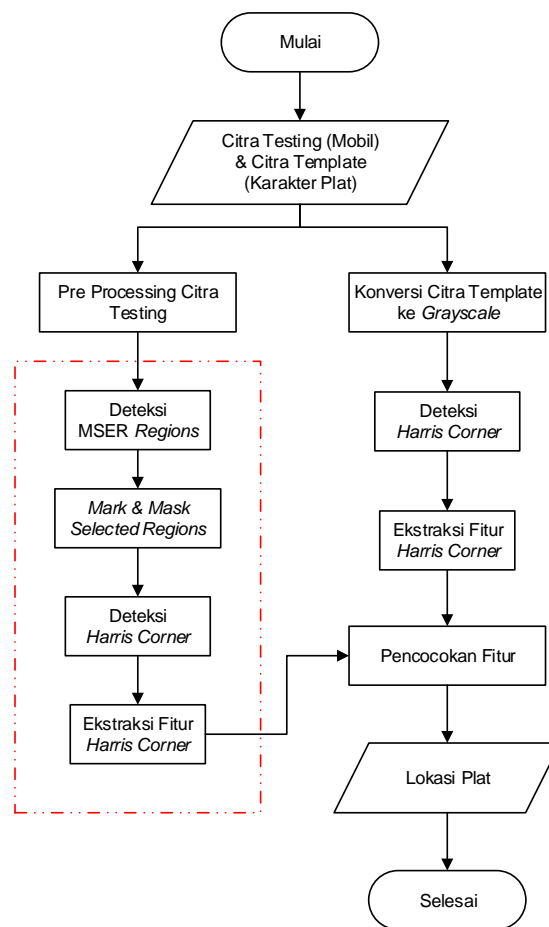
baik dalam menangkap semua karakter dalam berbagai kondisi. MSER sangat efisien untuk mendeteksi karakter dengan setengah atau daerah tertutup sepenuhnya, termasuk 0, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, A, B, C, D, E, F, G, P, Q, R, S, U, V, W, Y, dan Z, terutama pada karakter yang memiliki lubang, seperti 0, 4, 6, 8, 9, A, B, D, P, Q, dan R. Berdasarkan eksperimen [5] serta [6] mengidentifikasi bahwa detektor MSER sebagai salah satu local region detector terbaik karena ketahanannya terhadap sudut pandang, rotasi, skala dan perubahan pencahayaan.

Penelitian [7] menyatakan bahwa deteksi lokasi plat nomor kendaraan dengan metode deteksi sudut Harris Corner, mampu mendeteksi secara baik pada file gambar dengan kondisi pencahayaan yang beragam. Namun untuk beberapa gambar plat nomor yang memantulkan sinar matahari masih sulit dideteksi.

Berdasarkan penelitian (Horal et al. 2016) tersebut, maka pada penelitian ini diusulkan penggabungan metode Maximally Stable Extremal Regions (MSER) dan metode Harris Corner pada tahap ekstraksi fitur untuk mendeteksi lokasi plat nomor kendaraan. Penggunaan metode MSER diharapkan dapat memperbaiki kekurangan metode Harris Corner pada gambar plat nomor yang memantulkan sinar matahari dan dapat mengurangi area yang akan dicocokkan dengan template berdasarkan deteksi corner point teks. Sehingga diharap dapat meningkatkan akurasi deteksi lokasi plat nomor kendaraan.

## I. Metodologi

Penelitian ini berkaitan dengan pendekatan baru dalam penggabungan metode descriptor fitur dan deskripsi area pada deteksi lokasi plat nomer kendaraan. Pada bagian ini, gambaran dari metode yang diusulkan yang mengimplementasikan ekstraksi fitur disajikan. Sistem yang diusulkan menggabungkan sub-sistem berikut: Preprocessing, Deteksi MSER Region, Mark & Mask Selected Region, dan Pencocokan Fitur. Pada Gambar 1 disajikan desain model sistem.



Gambar 1. Desain Model Sistem

### Preprocessing

Dataset citra testing sebanyak 80 gambar masih berupa gambar asli yang diambil oleh penulis. Dataset yang dimiliki masih banyak noise yang harus disempurnakan. Proses mengolah data pada tahap preprocessing ini, setiap citra *testing* dikonversi ke *grayscale*, lalu dilakukan morfologi *filtering* untuk menghilangkan *noise* menggunakan operasi *opening* dan *closing*.

### Deteksi MSER Region

Proses deteksi fitur metode MSER digunakan untuk mendeteksi kandidat area teks. Detektor fitur MSER bekerja dengan baik untuk menemukan daerah teks (Chen, Huizhong, et al 2011). Dapat mendeteksi teks dengan baik karena warna yang konsisten dan kontras teks yang tinggi mengarah ke profil intensitas yang stabil. Proses akan dilanjutkan dengan menandai area yang terseleksi oleh MSER, sedangkan area yang tidak terseleksi akan diset default 0 (nol)

yang memberikan warna hitam pada citra. Hasil dari proses deteksi kandidat ini menghasilkan citra hitam untuk area yang tidak terseleksi dan grayscale untuk obyek area yang terseleksi oleh MSER. Proses ini dilakukan untuk mempercepat deteksi fitur dengan menggunakan Harris Corner yang akan dilakukan pada proses berikutnya.

**Deteksi Fitur Harris Corner**

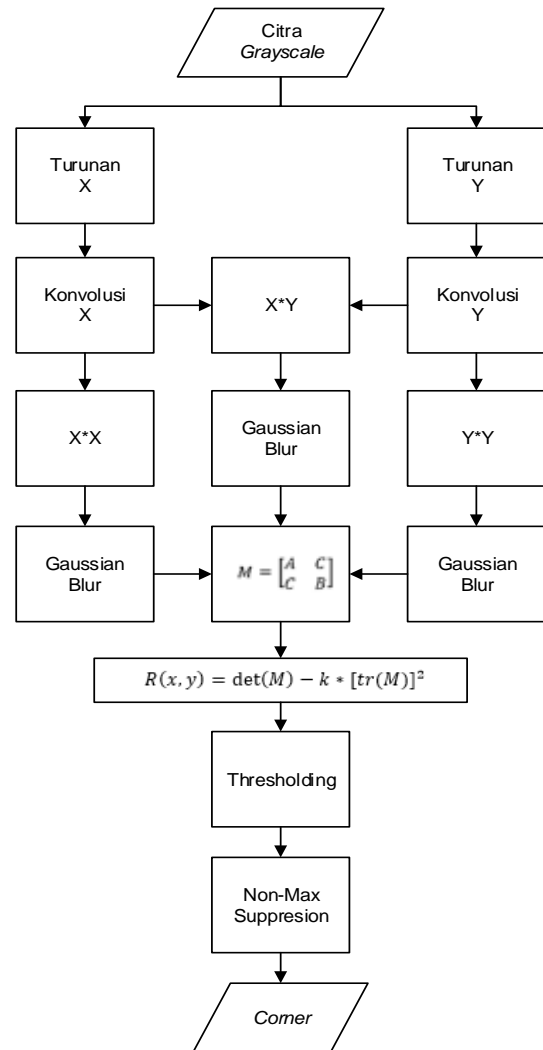
Proses deteksi fitur metode Harris Corner digunakan untuk mendeteksi corner points. Algoritma Harris Corner digunakan untuk mengekstrak fitur dari citra testing yang akan dicocokkan dengan fitur corner point template. Deteksi fitur Harris Corner ditunjukkan oleh Gambar 2

Dalam *Corner Detection*, diperlukan 3 buah Image turunan yaitu Turunan X, Turunan Y, Turunan X\*Y. Tiga citra hasil konvolusi dengan menggunakan operator Prewitt pada proses sebelumnya akan di-blur dengan operator Gaussian tersebut, sehingga akan tampak citra yang sedikit lebih buram.

Untuk setiap titik pada citra dibangun matriks 2x2 *M*, dan mengkalkulasikan operator Plessey. Dimana *A* adalah citra Turunan X yang telah di-blur, *B* citra Turunan Y yang telah di-Blur, dan *C* adalah citra Turunan X\*Y yang telah di-Blur dari proses Gaussian Blur sebelumnya. Setelah itu baru nilai Plessey dari masing-masing piksel bisa didapatkan. *det(M)* merupakan determinan dari matriks *M* yaitu  $(A * B) - (C * C)$  dan *tr(M)* merupakan Trace dari matriks *M* yaitu  $(A + B)$ .

*Thresholding* digunakan untuk mempartisi citra dengan mengatur nilai intensitas semua piksel yang lebih besar dari nilai *threshold T* sebagai objek dan yang lebih kecil dari nilai *threshold T* sebagai latar belakang. Proses *Non Maximum Suppression* yang mirip dengan proses *thinning* (perampingan) dilakukan untuk menentukan piksel tepi dengan posisi paling mendekati lokasi terjadinya perubahan nilai piksel diantara banyaknya piksel tepi yang terdeteksi.

Bila nilai Plessey dari sebuah titik tertentu yang dihasilkan adalah nilai maksimum lokal dalam sebuah wilayah 3x3, maka dapat disimpulkan sementara bahwa titik ini adalah sebuah titik pojok.



Gambar 2. Deteksi Fitur Harris Corner

**Ekstraksi Fitur Template**

Pada pembuatan *template*, citra *template font* standar plat nomor kendaraan Indonesia, dilakukan deteksi *keypoint*. Untuk memastikan seluruh *template* dapat digunakan untuk pencocokan fitur, dilakukan pencarian *keypoint* dan ekstraksi fitur. Metode pencarian *keypoint* dan ekstraksi fitur yang digunakan pada proses ini Harris Corner. Citra *template* dengan *keypoint*, selanjutnya digunakan dalam proses pencocokan fitur dengan citra *testing*.

**Pencocokan Fitur**

Pada tahap pencocokan (*matching*), setelah *keypoint location*, *keypoint descriptor* dan image untuk citra training maupun testing didapatkan, selanjutnya dihitung nilai korelasinya menggunakan algoritma Euclidean Distance. Sebuah citra dapat

dipresentasikan sebagai sebuah matriks, sehingga dapat dikatakan sebuah citra dianggap sama apabila setiap sel dari matriks tersebut memiliki nilai elemen yang sama pada posisi baris dan kolom yang sama.

Pada penelitian ini, citra *testing* akan dicari kesamaannya dengan sejumlah citra *template* untuk menemukan lokasi plat nomor kendaraan. Algoritma yang digunakan adalah menerapkan persamaan rumus Euclidean Distance. Jika citra *testing* sebagai  $f(x,y)$  sedangkan citra *template* adalah  $f'(x,y)$  maka untuk menghitung berapa nilai jarak antara dua citra tersebut yang dapat juga disebut nilai *error* adalah:

$$e(x, y) = f'(x, y) - f(x, y) \quad [1]$$

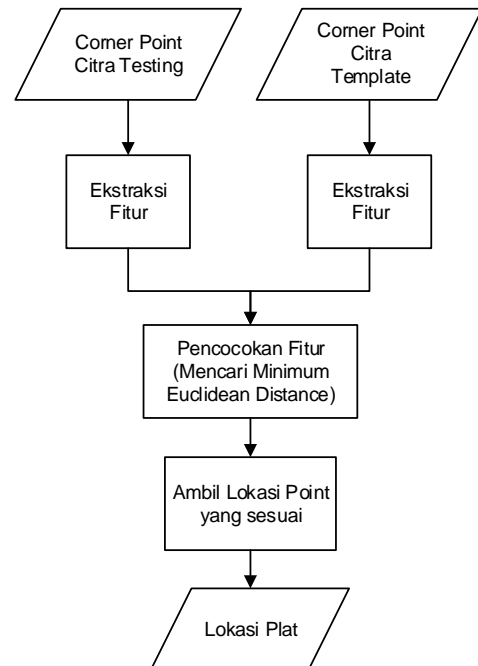
Jika ukuran matriks adalah  $M \times N$  maka nilai *error* antara citra *testing* dan citra *training* adalah:

$$e(x, y) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [f'(x, y) - f(x, y)] \quad [2]$$

Pada penelitian ini, menghitung jarak rata-rata antara citra *testing* dan citra *template* kemudian dicari akar kuadrat nilai rata-rata dengan menggunakan persamaan Euclidean Distance:

$$e(x, y) = \left[ \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [f'(x, y) - f(x, y)]^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad [3]$$

Nilai tersebut disebut sebagai korelasi. Kesamaan citra *testing* dan citra *template* dapat dihitung dari nilai korelasi. Semakin kecil nilai korelasi, maka kedua citra tersebut makin sama bentuknya. Pada penelitian ini, dicari nilai korelasi yang paling kecil untuk menemukan lokasi plat nomor kendaraan. Proses pencocokan fitur ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pencocokan Fitur

### Penandaan Lokasi Plat

Setelah fitur karakter pada gambar uji diidentifikasi, digunakan konteks geometris yang cocok untuk menemukan lokasi plat. Sebuah kotak pembatas akan diperkirakan mencakup plat dengan menentukan garis pembatas atas, bawah, kiri, dan kanan secara berurutan. Setelah itu, didapatkan perkiraan kasar garis pembatas kiri dan kanan. Pada plat, rasio lebar plat terhadap tinggi adalah konstan. Ketika ketinggian  $h$  plat diperkirakan, dapat diperoleh juga  $w$  lebar plat.

### Dataset

Dataset uji coba yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 2 bagian, yaitu citra *template* dan citra *testing*. Citra *template* merupakan *template font* standar plat nomor kepolisian Indonesia yang diambil dari internet. Citra *testing* merupakan citra mobil yang diambil sendiri oleh penulis, sebanyak 80 citra yang masing-masing memiliki resolusi 4208 x 3120 piksel dan pita warna RGB. Contoh citra *testing* dan citra *template* yang digunakan ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Citra Testing (a), Template (b)

### Skenario Uji Coba & Analisa

Skenario uji coba pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, berikut tahapan skenario uji coba dan analisa.

1. Melakukan uji coba metode yang diusulkan (MSER dan Harris Corner) dan metode Harris Corner.
2. Menghitung akurasi, presisi, recall dan waktu komputasi dari hasil uji coba metode yang diusulkan (MSER dan Harris Corner) dan metode Harris Corner.
3. Membandingkannya hasil uji coba dari metode yang diusulkan dengan hasil uji coba metode sebelumnya. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, nantinya akan diketahui apakah hipotesis pada tesis ini, bahwa pendekatan yang diusulkan (penggabungan ekstraksi fitur metode *Maximally Stable Extremal Regions* (MSER) dan metode Harris Corner) bisa memberikan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode Harris Corner saja, terbukti kebenarannya atau tidak.
4. Melakukan analisis terhadap hasil uji coba yang dilakukan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi tingkat akurasi pada metode yang diusulkan.

## II. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini menjelaskan tentang hasil masing-masing ekstraksi beserta analisisnya. Pada analisa hasil akan dituliskan seluruh hasil dari proses implementasi uji coba beserta analisisnya. Beberapa hasil yang akan dipaparkan diantaranya hasil pembuatan *template*, hasil pencarian *keypoint*, hasil ekstraksi fitur serta hasil pencocokan fitur.

### Ekstraksi Fitur *Template*

Sebelum dilakukan pencarian fitur *corner point*, citra *template* diubah menjadi citra *grayscale* terlebih dahulu. Hasil

pencarian fitur *corner point* citra *template* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Corner Point* Fitur Template

### Hasil Preprocessing

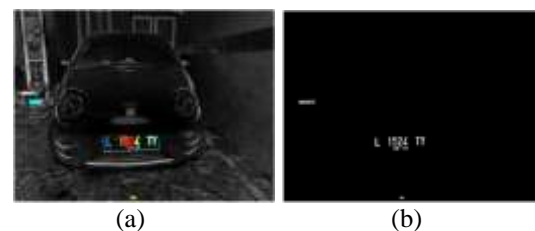
Pada citra testing akan dilakukan proses preprocessing. Citra *testing* akan dikonversi ke *grayscale*, lalu dilakukan morfologi *filtering* untuk menghilangkan noise menggunakan operasi *opening* dan *closing*. Hasil preprocessing citra testing disajikan pada Gambar 6



Gambar 6. Citra Asli (a), Hasil Preprocessing (b)

### Deteksi Region dan Seleksi Kandidat Area Teks

Ekstraksi fitur pada MSER dilakukan dengan menentukan *centroid* dari tiap *regions* yang dideteksi. Proses akan dilanjutkan dengan menandai area yang terseleksi oleh MSER, sedangkan area yang tidak terseleksi akan diset default 0 (nol) yang memberikan warna hitam pada citra. Hasil deteksi MSER *Region* disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Deteksi MSER *Regions* (a), Seleksi Kandidat Area Teks (b)

### Deteksi Fitur Harris Corner

Algoritma Harris Corner digunakan untuk mengekstrak fitur dari citra *testing* yang akan dicocokkan dengan fitur *corner point template*. Hasil deteksi fitur Harris Corner disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Deteksi Harris Corner

### Pencocokan Fitur

Setelah didapatkan *corner point* dari citra *testing* dan citra *template*, dicari pasangan fitur yang cocok. Proses pencocokan fitur dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Proses Pencocokan Fitur

### Penandaan Lokasi Plat

Setelah didapatkan pasangan fitur yang cocok, pada citra *testing* ditandai. Penandaan dilakukan berdasarkan fitur *corner point*. Hasil penandaan lokasi plat dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil Penandaan Lokasi Plat

### Analisa Hasil Ujicoba

Proses analisa akan dihitung nilai akurasi, presisi, *recall* dan waktu komputasinya. Data hasil ujicoba akan dibandingkan dengan data *ground truth* untuk mengetahui nilai akurasi, presisi, *recall*.

Proses mengukur efektifitas suatu sistem yang menerapkan konsep sistem temu kembali informasi terdapat 3 macam dasar pengukuran yang sering digunakan yaitu akurasi, presisi dan *recall*. Akurasi merupakan kedekatan hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya. Presisi merupakan perbandingan jumlah data relevan yang diambil oleh sistem dengan keseluruhan data yang diambil oleh sistem. Sedangkan *recall* merupakan perbandingan jumlah data relevan yang diambil oleh sistem dengan keseluruhan data relevan yang ada dalam sistem.

Untuk formula akurasi, presisi dan *recall* dapat dilihat pada Persamaan 3.6, Persamaan 3.7 dan Persamaan 3.8

$$Accuracy = \frac{tp + tn}{tp + tn + fp + fn} \quad [4]$$

$$Precision = \frac{tp}{tp + fp} \quad [5]$$

$$Recall = \frac{tp}{tp + fn} \quad [6]$$

Dimana *tp* (true positive) merupakan jumlah data relevan yang diambil atau ditampilkan oleh sistem, *fn* (*false negative*) adalah jumlah data relevan yang tidak ditampilkan oleh sistem, *fp* (*false positive*) adalah jumlah data yang ditampilkan sistem dan tidak relevan. Sedangkan *tn* (*true*

negative) merupakan dokumen yang tidak relevan dan tidak ditampilkan oleh sistem.

Setelah itu akan dilakukan analisis terhadap hasil uji coba metode yang diusulkan. Analisis terhadap hasil uji coba dilakukan untuk mengetahui kinerja dari pendekatan yang diusulkan (metode

Maximally Stable Extremal Regions (MSER) dan metode Harris Corner) dibandingkan dengan metode Harris Corner saja.

Tabel 1. Hasil Uji Coba dengan Metode Usulan (MSER dan Harris Corner)

Citra	Akurasi	Presisi	Recall	Waktu	Citra	Akurasi	Presisi	Recall	Waktu
1	99,6	46,17	100	34,06	41	99,43	14,26	100	32,53
2	99,87	92,81	84	33,59	42	98,09	85,85	34,16	33,29
3	99,57	18,26	100	31,86	43	99,96	94,13	99,38	32,33
4	99,79	54,41	91	32,11	44	99,56	67,38	70,37	33,55
5	99,59	47,52	100	33,53	45	99,86	81,05	100	33,24
6	99,62	42,06	100	32,25	46	99,31	30,46	90,2	33,71
7	99,51	11,46	100	34,03	47	99,42	29,98	60,32	34,42
8	99,71	65,78	76	31,96	48	99,6	60,64	89,58	32,84
9	97,8	91,74	29	33,95	49	99,91	92,46	100	33,52
10	99,62	22,91	100	33,18	50	98,75	23,97	100	33,61
11	99,79	84	89	33,15	51	98,11	29,75	93,85	34,13
12	99,82	82,24	100	32,38	52	99,62	52,4	100	32,75
13	75,14	99,75	3	32,50	53	98,78	100	50,74	32,84
14	99,43	26,26	100	33,14	54	97,44	96,07	28,67	33,61
15	95,26	100	19	32,83	55	99,29	37,89	96,83	33,28
16	99,91	98,73	92	32,62	56	99,75	64,4	100	33,80
17	99,35	27,8	70	32,22	57	99,97	98,67	99,78	32,60
18	99,63	62,64	76,79	32,76	58	99,99	98,69	100	32,60
19	99,51	57,65	100	31,95	59	93,25	100	15,54	32,73
20	99,73	97,38	80,14	32,79	60	97,89	91,08	25,64	34,01
21	99,79	86,19	93,72	32,12	61	99,58	50,82	89,03	33,26
22	99,76	77,4	100	32,62	62	99,98	50,82	89,03	31,89
23	97,37	100	38,45	33,98	63	100	100	100	32,85
24	99,08	32,52	75,31	32,11	64	99,65	66,03	81,13	32,12
25	99,73	76,3	100	32,45	65	99,45	89,29	62,38	33,89
26	100	100	100	32,73	66	97,67	83,71	38,71	32,43
27	99,5	54,03	100	33,62	67	97,46	98,57	21,57	32,96
28	99,68	78,95	100	32,05	68	97,88	92,21	33,36	33,24
29	100	100	100	32,57	69	99,33	50,1	64,91	33,80
30	99,44	52,68	98,08	32,85	70	99,46	41,02	100	34,60
31	99,91	100	89,24	24,68	71	98,14	18,72	100	32,40
32	98,97	22,83	100	34,63	72	97,19	96,4	28,59	32,84
33	99,99	98,51	100	32,90	73	99,37	47,78	100	33,10
34	99,74	68,45	100	33,65	74	99,37	40,83	78,41	33,61
35	98,92	85,76	100	33,53	75	99,45	34,09	100	33,87
36	99,69	60,77	100	32,95	76	99,72	67,81	93,52	33,41
37	98,97	67,95	32,92	32,88	77	98,7	0,84	100	33,77
38	99,58	41,98	100	32,85	78	99,59	58,19	100	33,44
39	100	100	100	33,59	79	96,59	58,19	100	32,57
40	97,44	98,56	21,26	33,15	80	99,97	96,76	100	32,58

Berdasarkan hasil uji coba yang ditunjukkan Tabel 1, metode yang diusulkan (MSER dan Harris Corner) mampu

mendeteksi lokasi plat nomor kendaraan dengan baik. Ditunjukkan dengan nilai akurasi sebesar 98,85 %, presisi sebesar

67,61 dan nilai *recall* sebesar 79,66 dengan rata-rata waktu komputasi 32,96 detik/citra.

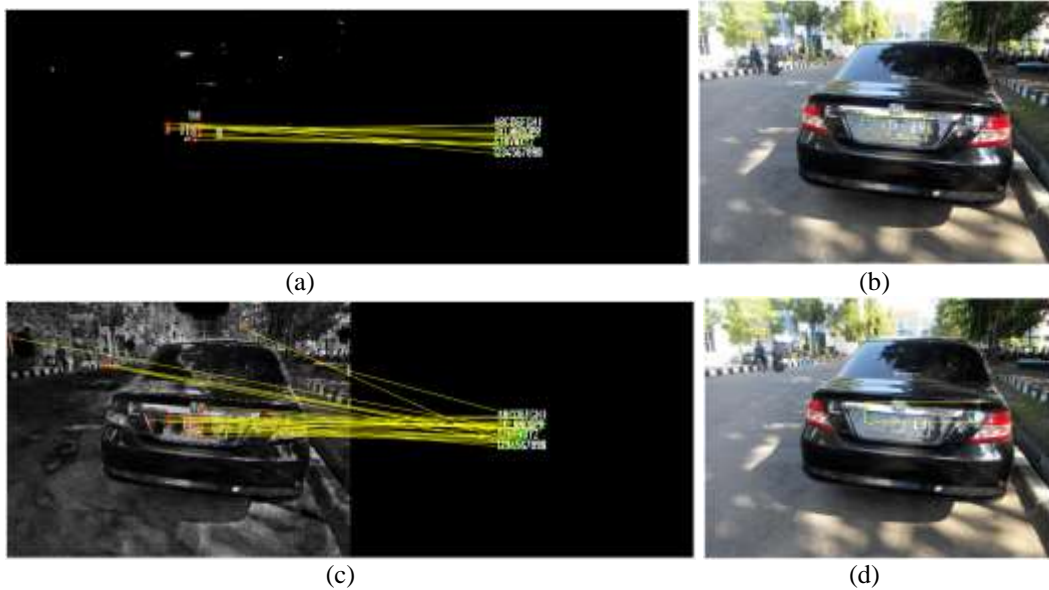
Sedangkan hasil uji coba yang ditunjukkan Tabel 2, metode Harris Corner kurang baik dalam mendeteksi lokasi plat nomer kendaraan. Karena terlalu banyak area dan fitur citra *training* yang harus dicocokkan

dengan fitur *template*. Ditunjukkan dengan nilai akurasi sebesar 96,97%, presisi sebesar 46,52, serta nilai *recall* sebesar 46,63 dengan rata-rata waktu komputasi 29,20 detik/citra

Tabel 2. Hasil Uji Coba dengan Metode Harris Corner

Citra	Akurasi	Presisi	Recall	Waktu	Citra	Akurasi	Presisi	Recall	Waktu
1	99,67	54,59	100	29,94	41	98,05	0	0	30,76
2	96,17	68,07	10,21	28,88	42	99,03	59,08	60,48	30,72
3	89	0	0	28,40	43	96,55	91,04	13,46	29,80
4	92,24	0	0	29,44	44	98,88	98,59	39,27	30,68
5	87,76	0	0	28,07	45	97,28	0	0	29,76
6	99,76	62,56	67,95	28,51	46	78,2	0	0	29,51
7	83,02	0	0	30,35	47	99,48	39,45	66,67	30,05
8	99,55	30,11	67,95	29,56	48	99,6	60,64	89,58	30,11
9	99,58	92,16	72,16	29,26	49	99,44	92,46	69,07	29,24
10	99,72	50,63	86,67	30,18	50	98,59	0	0	28,96
11	99,61	70,83	79,21	29,20	51	99,34	36,46	95,38	28,39
12	99,83	87,28	95,84	31,23	52	97,22	0	0	28,55
13	98,67	91,7	42,33	32,33	53	98,37	100	43,64	29,98
14	99,43	26,26	100	28,04	54	96,89	98,85	25,17	28,11
15	98,16	94,62	37,16	28,56	55	95,59	37,89	10,18	28,80
16	94,66	0	0	28,91	56	96,01	0	0	30,25
17	98,83	56,68	34,25	30,63	57	98,45	4,84	100	28,17
18	99,51	47,42	68,93	31,71	58	98,42	98,69	36,41	28,14
19	97,99	0	0	30,08	59	97,91	75,45	34,39	28,79
20	96,07	100	20,36	31,06	60	99,34	50,67	58,74	28,29
21	97,62	42,23	20,9	30,17	61	97,02	0	0	29,39
22	98,41	53,53	33,71	28,53	62	99,18	37,8	100	29,09
23	96,06	35,95	39,92	28,94	63	99,69	100	74,38	28,71
24	96,93	0	0	30,40	64	99,57	38,85	100	28,29
25	98,73	0	0	28,05	65	99,45	89,29	62,38	28,69
26	98,63	37,56	35,07	28,78	66	80,8	0	0	30,86
27	99,54	58,27	100	29,26	67	97,3	99,71	20,69	29,37
28	99,43	61,99	100	29,45	68	98,81	79,19	47,61	29,24
29	98,95	11	50,7	28,85	69	99,34	47,39	67,96	28,40
30	98,75	49,11	82,09	29,46	70	99,34	28,44	100	28,35
31	97,68	71,39	19,42	21,80	71	96,94	0	0	27,96
32	97,67	60,77	100	29,97	72	86,54	0	0	28,21
33	99,39	33,31	69,72	27,82	73	99,56	56,56	93,26	29,82
34	99,74	68,45	100	30,87	74	99,43	100	61,19	29,12
35	99,93	87,84	100	28,85	75	79,1	0	0	30,09
36	99,69	60,77	100	28,31	76	99,17	11,65	36	28,45
37	94,97	0	0	29,17	77	87,77	0	0	27,70
38	99,55	37,62	99,69	30,66	78	99,59	58,19	100	27,99
39	98,63	37,56	35,07	29,30	79	97,63	98,75	37,51	27,77
40	99,65	94,65	68,25	29,58	80	99,83	96,76	87,13	28,96





Gambar 11 Perbandingan Hasil Ujicoba

Hasil Pencocohan Fitur Metode Usulan (a), Hasil Penandaan Lokasi Plat Metode Usulan (b), Hasil Pencocohan Fitur Metode *Harris Corner* (c), Hasil Penandaan Lokasi Plat Metode *Harris Corner* (d)

Hasil ujicoba pada salah satu citra *testing* dengan plat nomor kendaraan yang terkena pantulan sinar matahari, seperti yang ditunjukkan Gambar 11. Metode yang diusulkan mampu mendeteksi lokasi plat nomor kendaraan dengan baik, ditunjukkan dengan nilai akurasi 99,79%, presisi sebesar 86,19 dan *recall* sebesar 93,72. Sedangkan hasil ujicoba dengan metode *Harris Corner* kurang mampu mendeteksi dengan baik, ditunjukkan dengan nilai akurasi 97,62%, presisi sebesar 42,23 dan *recall* sebesar 20,9. Hal ini disebabkan karena penggunaan *MSER Region* mampu mengurangi area yang akan dicocokkan dengan *template* berdasarkan deteksi *corner* dan metode *MSER* tidak terpengaruh terhadap perubahan pencahayaan.

### III. Simpulan

Dari hasil pengamatan selama proses perancangan, implementasi, dan pengujian perangkat lunak yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Deteksi lokasi plat nomor dengan metode *Harris Corner* menghasilkan nilai akurasi 96,97%, presisi sebesar 46,52 dan nilai *recall* sebesar 46,63 dengan rata-rata waktu komputasi 29,20 detik/citra.
2. Deteksi lokasi plat nomor dengan metode *MSER* dan *Harris Corner* menghasilkan nilai akurasi 98,85%, presisi sebesar

67,61 dan nilai *recall* sebesar 79,66 dengan rata-rata waktu komputasi 32,96 detik/citra.

3. Berdasarkan hasil uji coba, metode yang diusulkan (*MSER* dan *Harris Corner*) mampu mengoptimalkan deteksi lokasi plat nomor kendaraan. Ditunjukkan dari nilai akurasi sebesar 98,85% dibandingkan metode sebelumnya (*Harris Corner*) menunjukkan nilai akurasi sebesar 96,97%, sesuai dengan tujuan pada penelitian ini.
4. Nilai akurasi tertinggi dihasilkan oleh metode yang diusulkan (metode *MSER* dan *Harris Corner*). Hal ini disebabkan karena penggunaan *MSER Region* mampu mengurangi area yang akan dicocokkan dengan *template* berdasarkan deteksi *corner*, namun waktu rata-rata komputasi metode yang diusulkan ini relatif lebih lama. Ditunjukkan dengan waktu rata-rata komputasi sebesar 32,96 detik, dibandingkan penggunaan metode *Harris Corner* sebesar 29,20 detik.

### IV. Daftar Pustaka

- [1] Yuniarti, A. & Aufa, N., 2011. Pengenalan merek mobil berbasis deteksi plat dan logo menggunakan jaringan syaraf probabilistik. , pp.375–380.
- [2] Zhou, W. et al., 2012. License Plate Detection. , 21(9), pp.4269–4279.

- [3] Gou, C. et al., 2014. Based on ELM. , pp.217–221.
- [4] Hsu, G. S., Chen, J. C., & Chung, Y. Z. (2013). Application-oriented license plate recognition. *IEEE transactions on vehicular technology*, 62(2), pp.552-561
- [5] Mikolajczyk, K., Tuytelaars, T., Schmid, C., Zisserman, A., Matas, J., Schaffalitzky, F., ... & Van Gool, L. (2005). A comparison of affine region detectors. *International journal of computer vision*, 65(1-2), pp.43-72.
- [6] Fraundorfer, F., & Bischof, H. (2005, June). A novel performance evaluation method of local detectors on non-planar scenes. In *Computer Vision and Pattern Recognition-Workshops, 2005. CVPR Workshops. IEEE Computer Society Conference on* (pp. 33-33). IEEE.
- [7] Panchal, T., Patel, H. & Panchal, A., 2016. License Plate Detection using Harris Corner and Character Segmentation by Integrated Approach from an Image. *Procedia - Procedia Computer Science*, 79, pp.419–425. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2016.03.054>.
- [8] Harris, C. & Stephens, M., 1988. A Combined Corner and Edge Detector. *Proceedings of the Alvey Vision Conference 1988*, pp.147–151. Available at: <http://www.bmva.org/bmvc/1988/avc-88-023.html>.
- [9] Lowe, D.G., 1987. Three-dimensional object recognition from single two-dimensional images. *Artificial Intelligence*, 31(1987), pp.355–395.
- [10] Matas, J. et al., 2004. Robust wide-baseline stereo from maximally stable extremal regions. *Image and Vision Computing*, 22(10 SPEC. ISS.), pp.761–767.