IMPLEMENTASI LANE DETECTION DENGAN METODE HOUGH TRANSFORM UNTUK PENILAIAN MENGEMUDI BERDASARKAN MARKA JALAN (STUDI KASUS SUKSES MANDIRI)

Oki Januar Insani Mulyana

Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia
Jl Dipatiukur 112-114 Bandung
E-mail : okijanuarmals@gmail.com

ABSTRAK

Marka jalan adalah suatu tanda yang berada di permukaan jalan atau di atas permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis yang berfungsi mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas. Sukses Mandiri adalah perusahaan jasa yang bergerak dibidang kursus mengemudi yang ingin menerapkan suatu sistem penilaian mengemudi otomatis yang mampu menilai pengemudi kursus mengendarai berada di marka jalan.

Metode *hough transform* adalah metode sebagai pendamping *lane detection*. *Hough transform* adalah teknik transformasi citra yang dapat digunakan untuk mengisolasi atau dengan kata lain memperoleh fitur dari sebuah citra. Cara kerja metode *hough transform* dengan cara menemukan sebuah objek dengan garis lurus pada suatu persamaan pada objek tersebut. Penelitian tentang *lane detection* dengan metode *hough transform* untuk deteksi marka jalan telah dilakukan peniliti-peneliti sebelumnya. Pada penelitian ini akan ditambahkan sebuah fitur setelah mendeteksi marka jalan, sistem mampu mengestimasi posisi kendaraan dengan marka, mampu mengenali lajur yang dilalui kendaraan, dan mengkalkulasi nilai persentase estimasi posisi sehingga menghasilkan keluaran berupa predikat untuk penilaian mengemudi.

Berdasarkan hasil penelitian didapat kesimpulan bahwa semua *source* video yang diuji, sistem dapat mendeteksi marka jalan dan mampu mengeluarkan predikat mengemudi berdasarkan parameter penilaian di Sukses Mandiri.

Kata kunci : Lane Detection, Metode Hough transform, Deteksi Marka Jalan, Sistem Penilaian Mengemudi.

1. PENDAHULUAN

Marka jalan adalah suatu tanda yang berada di permukaan jalan atau di atas permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis yang berfungsi mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas. Mengemudi pada marka jalan begitu penting karena salah satu ujian wajib pada pembutan SIM (Surat Pembuatan Mengemudi) di kepolisian Indonesia yaitu berkendara pada marka jalan.

Sukses Mandiri adalah perusahaan jasa yang bergerak dibidang kursus mengemudi. Dalam pelatihan mengemudi, Sukses Mandiri menerapkan penilaian berupa sertifikat tertulis. Proses penilaian yang dilakukan oleh Sukses Mandiri salah satunya adalah bagaimana cara mengemudi agar tetap berada di jalur marka jalan yang sesuai. Berdasarkan hasil wawancara dari Bapak Dadang Budiman selaku pemilik Sukses Mandiri bahwa penilaian mengemudi di Sukses Mandiri masih dilakukan secara subyektif, yaitu penilaian yang sifatnya relatif (hasil menduga-duga atau berdasarkan perasaan atau selera orang) dengan keluaran berupa predikat nilai mengemudi yang proses mengemudinya tidak diketahui oleh pihak pemilik instansi, menurut Bapak Dadang Budiman peniliaian tersebut dirasa kurang baik, karena Sukses Mandiri berkeinginan untuk melahirkan pengemudi-pengemudi yang handal, diantaranya adalah dengan bagaimana cara mengemudi yang baik dan benar, terutama mengendarai kendaraan pada marka jalan. Bapak Dadang Budiman ingin mengubah cara penilaian mengemudi di Sukses Mandiri menjadi objektif, yaitu harus didukung dengan fakta/data cara si pengemudi mengemudikan mobilnya, untuk nantinya dijadikan laporan Sukses Mandiri. Penilaian mengemudi secara objektif tersebut memerlukan sebuah inovasi untuk penilaian, inovasi yang dapat diterapkan yaitu berupa video dengan bantuan sebuah sistem, yang nantinya dapat menilai otomatis si pengemudi dalam mengendarakan mobilnya, khususnya cara mengendarai pada marka jalan.

Lane detection merupakan suatu metode untuk mengetahui lokasi dari marka jalan tanpa diketahui terlebih dahulu *noise* yang terdapat pada lingkungan sekitarnya. *Lane detection* ini telah menjadi penelitian yang sering dilakukan oleh banyak orang agar bisa menjadi salah satu pendukung *Driver Assistant* maupun untuk

Autonomous Navigation yang termasuk bagian dari *Inteligent Transportation System.*

Metode *hough transform* adalah metode sebagai pendamping *lane detection*. *Hough transform* adalah teknik transformasi citra yang dapat digunakan untuk mengisolasi atau dengan kata lain memperoleh fitur dari sebuah citra. Cara kerja metode *Hough transform* dengan cara menemukan sebuah objek dengan garis lurus pada suatu persamaan pada objek tersebut. Dalam hal ini objek yang akan dideteksi yaitu marka jalan.

Dalam penelitian ini tentunya tidak lepas dari referensi jurnal-jurnal yang mendukung. Penelitian-penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini diantaranya oleh habana Habib dan Mahammad A Hanan [1] menjelaskan tingkat akurasi deteksi pada kondisi pencahayaan jalan dengan hasil uji jalan malam hari dengan penerangan lampu kendaraan 60%, terowongan 80%, dan siang hari 85%. Penelitan selanjutnya dilakukan oleh Mohamed Aly [2] menjelaskan bahwa mampu mendeteksi semua marka yang berada di jalan perkotaan dengan baik dengan high rates 50 Hz. Penelitian yang terakhir dilakukan oleh Charles Edison, Herland, dan Sofyan [3] menjelaskan bahwa penelitian ini membandingkan metode hough transform dengan Multiresolution hough transform dengan kesimpulan bahwa hough transform lebih cepat waktu pendeteksiannya sebesar 1.7 detik dibandingkan dengan metode multiresolution hough transform sebesar 4.329 detik, namun tingkat akurasinya lebih multiresolution hough transform dengan rata-rata eror posisi sebesar 2.0520 dengan rata-rata eror sudut sebesar 1.3555^{o} .

Pada umumnya penelitian-penelitian sebelumnya yang membahas *lane detection* dan metode *hough transform* hanya sampai tahap mendeteksi marka jalan dengan tingkat akurasi deteksinya saja, akan tetapi dalam penelitian ini ditambahkan suatu fitur setelah deteksi marka jalan, sistem mampu mengetahui lajur yang dilalui kendaraan, mengestimasi kendaraan dengan marka per-*frame* dari video, mengkalkulasi perhitungan estimasi posisi kendaraan dengan marka secara keseluruhan dengan parametenya yaitu ketika kendaraan di dalam marka jalan, pindah lajur dan melewati samping jalan. Setelah itu, sistem mampu mengeluarkan keluaran berupa predikat nilai untuk penilaian mengemudi.

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui penerapan metode *hough transform* dalam mendeteksi marka jalan melalui video dan mengetahui dari deteksi marka jalan mampu untuk mengeluarkan predikat untuk sebuah penilaian mengemudi.

1.1 Hough Transform

Hough transform adalah membuat persamaan dari suatu piksel dan mempertimbangkan semua pasangan yang memenuhi persamaan ini. Semua pasangan ditempatkan pada suatu larik akumulator, yang disebut larik transformasi. Hough transform telah dikembangkan untuk mendeteksi bentuk-bentuk umum dalam citra seperti lingkaran, elips dan parabola. Konsep dasar dari Hough transform adalah terdapat garis dan kurva potensial yang tak terhitung jumlahnya pada suatu citra yang melalui titik mana saja pada berbagaiu kuran dan orientasi. Transformasi dilakukan untuk menemukan garis dan kurva yang melewati banyak titik-titik di dalam citra, yaitu garis dan kurva yang terdekat dan palingsesuai dengan data pada matriks citra.

Secara khususnya *Hough transform* yang digunakan disini hanyalah untuk mendeteksi garis pada marka jalan saja yang dimana pada awalnya garis jalan ini koordinatnya dalam bentuk *kartesian space (x-y)* yang kemudian dirubah menjadi kurva sinusoidal pada *hough space (rho & theta.)*

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \qquad \text{(Pers 1)}$$

1.2 Estimasi Posisi

Estimasi posisi kendaraan terhadap marka adalah perkiraan posisi kendaraan terhadap marka kiri dan kanan yang dilalui oleh kendaraan itu sendiri. Kendaraan yang dimaksud adalah mobil pribadi yang dipakai untuk berkendara.

Adapun rumus untuk mencari estimasi posisi kendaraan terhadap marka pada persamaan 2 dan 3 Sedang untuk mengetahui rentangnya pada persamaan 4:

R1 = (Tengah – B1) – P1 (Pers 2)
R2 = P2 – (Tengah + B2) (Pers 3)
R = R1 + R2 (Pers 4)

Keterangan:
P = Titik x dari y maximum
B1 & B2 = Batas samping mobil
R1 & R2 = Rentang B ke P
Tengah = Panjang kurva x / 2

Adapun rumus untuk mencari kemana arah kendaraan bergerak marka kiri atau kanan, menggunakan persamaan 5

(R1-R2)/R x100 (Pers 5)

Pada persamaan 5, nilai dikalikan 100 adalah untuk mencari nilai dalam pentuk persentase.
Berikut adalah rule untuk mengetahui kendaraan bergerak ke arah marka kiri dan kanan:

Jika arah mobil = R1 > R2, (R1-R2)/R x100 maka arah kendaraan ke marka sebelah kanan

Jika arah mobil = R1 < R2, (R2-R1)/R x100 maka arah kendaraan ke marka sebelah kiri.

Jika tidak, maka nilainya 0. Arah kendaraan berada di tengah.

1.3 Penilaian Mengemudi

Pengemudi dengan predikat "**Baik**": Jika nilai persentase Dalam Marka dalam range 70-100%. Pengemudi dengan predikat "**Cukup Baik**": Jika nilai persentase Dalam Marka dalam range 40-70%. Pengemudi dengan predikat "**Kurang Baik**": Jika nilai persentase Dalam Marka dalam range 0-40%.

Pada kesimpulan predikat mengemudi jika Pindah Lajur berada pada persentase 40-100% maka akan menghasilkan keluaran "Terlalu Sering Pindah Lajur". Jika Pinggir Pembatas menghasilkan persentase pada 50-100% maka keluaran pada kesimpulan yaitu "Terlalu Sering Di Samping Jalan", jika persentase Pinggir Pembatas 5-50% maka keluaran pada kesimpulan, "Kurangi Berada di Pinggir Jalan".

Untuk mengetahui cara menghitung Dalam Marka, Pindah Lajur, dan Pinggir Pembatas menggunakan rumus berikut:

$$\sum \frac{\text{dalam marka}}{\text{total } \textit{frame}} \times 100\% \qquad \text{(Pers 6)}$$

Begitu pun sama jika ingin menghitung Pindah Lajur dan Pinggir Pembatas menggunakan rumus seperti dalam marka.

Dalam Marka mempunyai beberapa kondisi yaitu ketika kendaraan ketika berada di lajur kiri dan kanan. Pada setiap lajur mempunyai tiga kondisi yang disebut Dalam Marka yaitu Bagian Dalam Kiri Marka, Bagian Dalam Tengah Marka, dan Bagian Dalam Kanan Marka. Untuk menghitung Dalam Marka pada setiap lajur menggunakan rumus berikut.

$$\sum \frac{\text{dalam kiri marka}}{\text{Dalam Marka}} \times 100\% \qquad \text{(Pers 7)}$$

Begitu pun sama jika ingin menghitung Bagian Dalam Tengah Marka, dan Bagian Dalam Kanan Marka menggunakan rumus seperti Dalam Kiri Marka.

1.4 OpenCV

OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) adalah sebuah pustaka perangkat lunak yang ditujukan untuk pengolahan citra dinamis secara real-time, yang dibuat oleh Intel, dan sekarang didukung oleh Willow Garage dan Itseez. Program ini bebas dan berada dalam naungan sumber terbuka dari lisensi BSD.

OpenCV yang digunakan di dalam sistem yang akan dibangun yaitu OpenCVSharp yaitu yang berisikan tentang *method image processing*, yang didalamnya mempunyai banyak *method*. Namun yang akan dipakai dan dipanggil dalam sistem antara lain: *grayscale*, *threshold*, filter *smooth*, operasi morphologi dan *hough transform*, dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1. Parameter cvtColor OpenCV

Nama Parameter	Deskripsi
Src	Source gambar asli hasil inputan berisi nilai piksel RGB 8 bit, 16 bit atau nilai single-presisi
dst	Destinasi keluaran gambar dengan ketentuan sama dengan parameter src.
code	Kode konversi ruang warna
dstCn	Jumlah channel pada gambar tujuan, jumlah chanel berasal secara otomatis dari src dan code.

Tabel 2 Parameter *Cv.Smooth* OpenCV

Nama Parameter	Deskripsi
Src	Source gambar asli hasil inputan.
dst	Destinasi keluaran gambar.
Smoothtype	Memilih median filter (2.13)
Size1	Nilai matriks parameter operasi smoothing. Angka yang dimasukkan harus angka ganjil yang positif seperti (1,3,5,7 ...)

Tabel 3. Parameter Threshold OpenCV

Nama Parameter	Deskripsi
Src	Input array (single-chanel, 8 bit atau 32bit)
dst	Keluaran array yang mempunyai ukuran yang sama pada parameter src.
thresh	(2.14) Nilai *threshold*
maxval	Maksimum nilai yang untuk yang digunakan pada tipe *threshold*
Type	Memilih tipe binary

Tabel 3. Parameter *morphologiEx* OpenCV

Nama Parameter	Deskripsi
Src	Input array (single-channel, 8-bit or 32-bit)
Dst	Keluaran array yang mempunya nilai yang sama pada parameter src.
op	Tipe dari operasi morphologi yang dapat dipilih adalah sebagai berikut: MORPH_OPEN opening MORPH_CLOSE closing MORPH_GRADIENT morphological gradient MORPH_TOPHAT "top hat" MORPH_BLACKHAT "black hat"

kernel	Struktur element
anchor	Posisi jangkar dalam elemen. Nilai default Point (-1, -1) berarti bahwa jangkar adalah di pusat elemen.
iterations	Nilai erosi dan dilasi diterapkan
steam	Stream untuk versi asynchronous

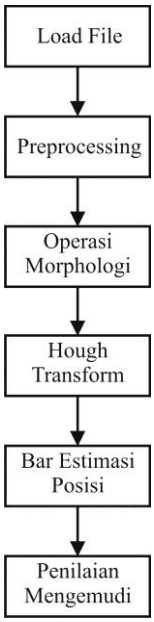
Tabel 4. Parameter *HoughLine2* OpenCV

Nama Parameter	Deskripsi
dst	Keluaran gambar yang akan terdeteksi oleh garis
lines	Sebuah vektor yang akan menyimpan parameter (ρ,θ) dari deteksi garis
rho	Resolusi dari parameter ρ dalam pixel.
theta	Resolusi dari parameter θ dalam radian.
threshold	Angka minimum dari interseksi untuk mendeteksi sebuah garis
srn and stn	Nilai parameter pendukung dari garis

2. ISI PENELITIAN

2.1 Alur Proses Sistem

Alur proses utama sistem dapat dilihat pada gambar 1:



Gambar 1 Alur Proses Utama Sistem

A. Load File

Dalam tahap ini, mengambil data video mengemudi yang telah disimpan di komputer ke sistem. Video yang direkam menghadap ke depan, searah laju mobil dan diletakkan pada tengah-tengah kendaraan.

B. Preprocessing

Preprocessing diantaranya adalah konversi Frame RGB ke *grayscale* dengan pemanggilan fungsi melalui *library* opencvsharp adalah sebagai berikut:

```
Cv.CvtColor(src,gray,ColorConversion.BgrTo
Gray);
```

Proses selanjutnya adalah *cropping frame* dengan pemanggilan fungsi melalui *library* opencvsharp sebagai berikut:

```
src.SetROI(new CvRect(0,
(src.Height/2)+100, src.Width-1,
src.Height-1));
```

Proses selanjutnya adalah median filter dengan pemanggilan fungsi melalui *library* opencvsharp sebagai berikut:

```
Cv.Smooth(gray, gray, SmoothType.Median,
7);
```

Proses selanjutnya adalah *threshold* dengan pemanggilan fungsi melalui *library* opencvsharp sebagai berikut:

```
gray.Threshold(gray, 85, 255,
ThresholdType.Binary);
```

C. Operasi Morphologi

Pemanggilan fungsi operasi morphologi melalui *library* opencvsharp sebagai berikut:

```
Cv.MorphologyEx(gray,gray,gray,new
IplConvKernel(3,3,1,1,ElementShape.Rect),M
orphologyOperation.Close,3);
```

D. Hough Transform

Pada proses *hough transform* adalah proses pembentukan marka yang ditemukan pada citra biner yang memiliki struktur persamaan garis. Dalam pemanggilan fungsi inisialisasi pembentukan garis pada *library* opencvsharp adalah sebagai berikut:

```
line = gray.HoughLines2(memo,
       HoughLinesMethod.Probabilistic,
       5,Math.PI / 180, 200, 75, 150);
```

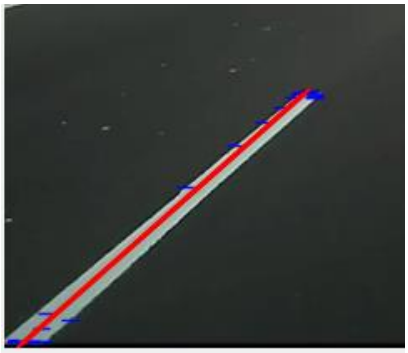
Dalam fungsi (HoughLines2) merupakan fungsi yang mengandung persamaan garis dengan rumus $\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$. Dimana (HoughLines2) implementasinya akan memberikan output keluaran dengan deteksi garis berupa (X_0, Y_0, X_1, Y_2).

Proses selanjutnya adalah inisialisasi titik probabilistik. Berikut adalah proses inisialisasi titik dan batasan deteksi sudut, dan pembuatan koordinat titik marka: `for (int i = 0; i < line.Total; i++); double angle = Math.Atan2(dy, dx) * 180 / Math.PI;`

Setelah proses inisialisasi titik probabilistik selanjutnya adalah penggambaran garis dengan menyambungkan titik-titik yang telah diketahui. Dengan pengimplementasian rumus berikut ke program:

$$\frac{y2 - y1}{x2 - x1} = \frac{y2 - y}{x2 - x} \quad \text{(Pers 8)}$$

Maka hasilnya sistem akan mendeteksi marka jalan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Proses Pembentukan Garis

Warna biru adalah titik-titik probabilistik dan warna merah adalah penyatuan dan pengaambaran garis melalui titik-titik yang terdeteksi.

E. Estimasi Posisi

Pada proses ini sistem akan mengestimasi posisi kendaraan dengan marka kiri dan samping per*frame*. Bar estimasi posisi kendaraan dengan marka ini melibatkan titik tengah kendaraan dan batas kendaraan. Titik tengah kendaraan diinisalisasikan sistem itu menggunakan kode program `(src.Width / 2)` dan menerapkan rumus persamaan 1 sampai 5 yang telah dijelaskan pada landasan teori.

Berikut adalah pemindai bar estimasi posisi kendaraan jika mobil lebih dekat pada marka sebelah kanan, dilihat pada gambar 2.



Gambar 3 Bar Estimasi Posisi

F. Penilaian Mengemudi

Proses selanjutnya dalam menyelesaikan sistem ini yaitu analisis penilaian mengemudi. Pada tahap ini, sistem menghitung persentase detail mengemudi antara kendaraan dengan marka. Proses yang akan dihitung diantaranya ketika kendaraan berada di "Dalam Marka", "Pindah Lajur", dan "Pinggir Pembatas".

Sebelum menghitung bagaimana cara menghitung kendaraan apabila di dalam marka, akan dijelaskan terlibih dahulu secara (3-8) tentang "dalam marka". Lajur kiri dan kanan mempunyai "Dalam Marka" yang terdiri dari Bagian Dalam Kiri Marka, Bagian Dalam Tengah Marka, dan Bagian Dalam Kanan Marka.

Jika kendaraan berada di suatu *frame* berada dalam marka, maka +1. Sistem akan terus *counting* terus selama kendaraan berada di dalam marka (1,2,3,4,5,6,7 dst). Untuk menghitung bagian Dalam Marka lajur kiri dan lajur kanan, rumusnya adalah menggunakan persamaan 7 yaitu Dalam Kiri Marka/Jumlah Dalam Marka, Dalam Tengah Marka / Jumlah Dalam Marka, dan Dalam Kanan Marka / Jumlah Dalam Marka. Dan untuk menghitung Dalam Marka, Pindah Lajur, dan Pinggir Pembatas menggunakan rumus persamaan 6 yaitu Dalam Marka/Jumlah Total *Frame*, Pindah Lajur / Jumlah Total *Frame*, dan Pinggir Pembatas / Jumlah Total *Frame*.

G. Keluaran Predikat Mengemudi

Pengemudi dengan predikat "Baik": Jika nilai persentase Dalam Marka dalam range 70-100%. Pengemudi dengan predikat "Cukup Baik": Jika nilai persentase Dalam Marka dalam range 40-70%. Pengemudi dengan predikat "Kurang Baik": Jika nilai persentase Dalam Marka dalam range 0-40%.

Pada kesimpulan predikat mengemudi jika Pindah Lajur berada pada persentase 40-100% maka akan menghasilkan keluaran "Terlalu Sering Pindah Lajur".

Jika Pinggir Pembatas menghasilkan persentase pada 50-100% maka keluaran pada kesimpulan yaitu "Terlalu Sering Di Samping Jalan", jika persentase Pinggir Pembatas 5-50% maka keluaran pada kesimpulan, "Kurangi Berada di Pinggir Jalan".

2.2 Hasil Penelitian

Berikut adalah hasil penelitian yang terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap hasil akhir.

2.2.1 Pengujian Skenario Predikat Mengemudi

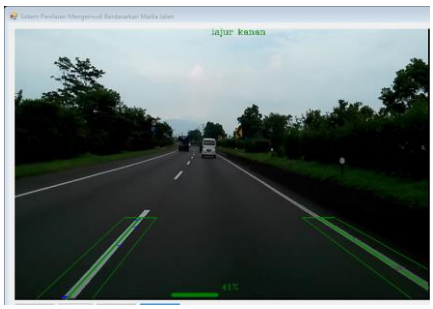
Pengujian skenario predikat penilaian mengemudi bertujuan untuk mengetahui parameter nilai yang diimplementasikan pada sistem penilaian mengemudi berdasarkan marka jalan. Pengujian skenario ini menggunakan tiga skenario predikat

penilaian, yaitu ketika kendaraan berada di dalam marka, pindah lajur, dan pinggir pembatas. Adapun predikat yang dihasilkan adalah baik, cukup baik, dan kurang baik. Parameter nilai yang digunakan dalam pengujian ini merupakan hasil wawancara kepada pihak studi kasus dan pihak sukender yang mengerti tentang cara mengemudi yang baik berdasarkan parameter yang telah dijelaskan.

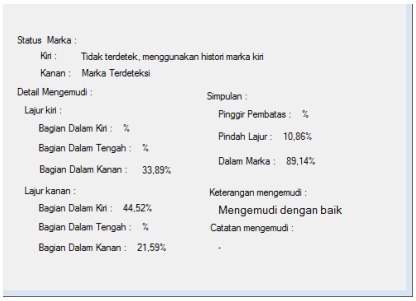
Skenario predikat mengemudi yang akan diuji adalah Baik dan Cukup Baik. Adapun rentang nilai predikat baik didapat dari persentase dalam marka yaitu pada 70-100%. Predikat cukup baik 40-69%. Predikat kurang baik 0-40%. Pada kesimpulan predikat penilaian mengemudi ada catatan mengemudi yang didapat dari nilai parameter pinggir pembatas dan pindah lajur. Jika kendaraan melewati pinggir pembatas jalan pada rentang 5-29% maka catatan mengemudinya adalah "sebaiknya kurangi ke arah pinggir jalan". Jika kendaraan melewati pinggir pembatas 30-100% maka catatan mengemudinya adalah: "terlalu sering di pinggir jalan". Jika kendaraan pindah lajur pada rentang 50-100% maka catatan mengemudinya adalah "terlalu sering pindah lajur".

A. Pengujian Skenario Predikat Baik

Pada pengujian skenario predikat baik bertujuan untuk menguji skenario berjalan atau tidak di dalam sistem, parameter baik yaitu ketika kendaraan di dalam marka pada rentang 70-100%. Video yang digunakan yaitu video primer atau yang berasal dari studi kasus yang diuji dengan sampel video yang selama satu menit. Berikut adalah pengujian predikat baik dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 11.



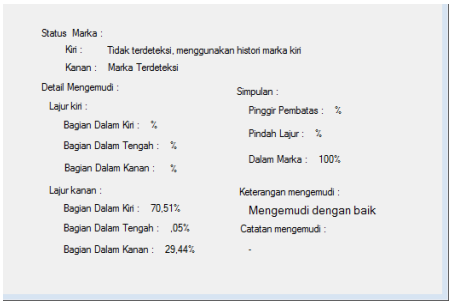
Gambar 4. Video 1 Pengujian Predikat Baik



Gambar 5. Kesimpulan Predikat Mengemudi Baik 1



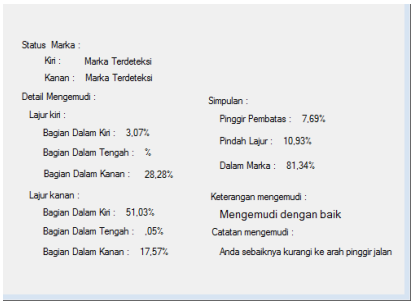
Gambar 6. Video 2 Pengujian Predikat Baik



Gambar 7. Kesimpulan Predikat Mengemudi Baik 2



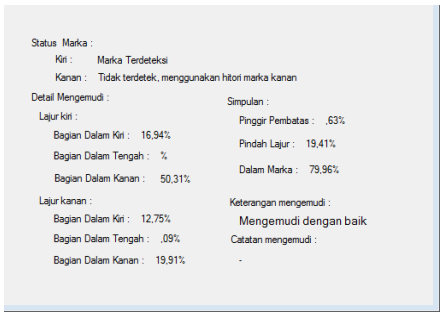
Gambar 8. Video 3 Pengujian Predikat Baik



Gambar 9. Kesimpulan Predikat Mengemudi Baik 3



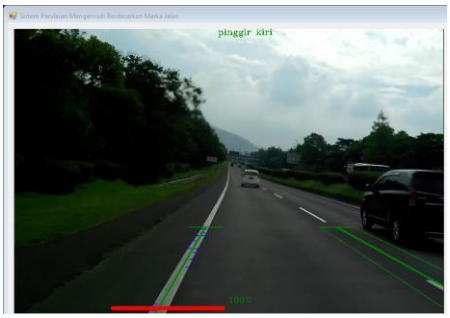
Gambar 10. Video 4 Pengujian Predikat Baik



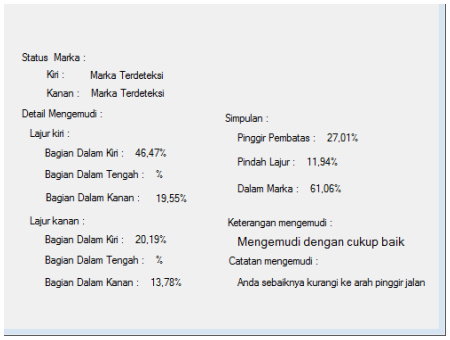
Gambar 11. Kesimpulan Predikat Mengemudi Baik 4

B. Pengujian Skenario Predikat Cukup Baik

Pada pengujian skenario predikat cukup baik bertujuan untuk menguji skenario berjalan atau tidak di dalam sistem, parameter cukup baik yaitu ketika kendaraan di dalam marka pada rentang 40-70%. Video yang digunakan yaitu video primer atau yang berasal dari studi kasus yang diuji dengan sampel video yang selama tiga puluh detik. Berikut adalah pengujian predikat baik dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Video Pengujian Predikat Cukup Baik



Gambar 11. Kesimpulan Predikat Mengemudi Cukup Baik

C. Kesimpulan Pengujian

Berdasarkan pengujian skenario penilaian mengemudi, maka dapat disimpulkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian skenario penilaian mengemudi predikat baik telah berhasil diuji.
2. Pengujian skenario penilaian mengemudi predikat baik dengan catatan mengemudi telah berhasil diuji.
3. Pengujian skenario penilaian mengemudi predikat cukup baik telah berhasil diuji beserta catatan predikat mengemudi.

3. PENUTUP

Berdasarkan dari hasil penelitian, analisis, perancangan sistem, dan implementasi serta pengujian, maka diperoleh kesimpulan bahwa implementasi *lane detection* dengan metode *hough transform* untuk penilaian mengemudi berdasarkan marka jalan dengan studi kasus pada Sukses Mandri didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan metode *hough transform* melalui media video dapat mendeteksi marka jalan.
2. Berdasarkan hasil pengujian dari semua video, sistem daoat mendeteksi marka jalan dan mampu mengeluarkan predikat mengemudi berdasarkan parameter penilaian di Sukses Mandiri.

Berdasarkan penelitian dari implementasi metode *hough transfrom* dalam mendeteksi jalan untuk penilaian mengemudi ini masih banyak yang harus dikembangkan atau diteliti lebih lanjut. Maka penulis mengusulkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Sistem penilaian mengemudi dapat diimplementasikan secara *real-time* dan menambahkan filter lain untuk dapat menghilangkan objek-objek terstruktur yang dianggap sistem sebagai marka.
2. Analisis akurasi deteksi metode deteksi marka jalan dengan berbagai macam kondisi jalan untuk penilaian mengemudi.
3. Sistem mengeluarkan *alert* ketika kendaraan melewati bahu jalan dan ketika kendaraan terlalu dekat dengan kendaraan lain.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Shabana Habib and Mahammad, "Lane Depature Detection and Transmisson using Hough transform Method," 2013.

[2] Mohamed Aly, "Real Time Detection of Lane Markers in Urban Streets," Computational Vision Lab.

[3] Herland, Sofyan Charles, "Deteksi Marka Jalan dan Estimasi Posisi Menggunakan Multiresolution Hough transform," vol. 21, no. 66-72, February 2013.

[4] Roger S. Pressman, Software Engeneering: a practitioner's approach, 68th ed., McGraw-Hill, Ed. New York.

‘[5] Menteri Perhubungan Republik Indonesia, Marka Jalan., 2014.

[6] Roalt Aalmoes, Video Compression Techniques Over Low-bandwidth Lines.: Twente University, 1996.
[7] Rinaldi Munir, Pengolahan Citra Digital.: Informatika, 2008.
[8] Yoga Triargono. (2014, November) Elib Unikom. [Online]. elib.unikom.ac.id
[9] Usman Ahmad, Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogrammannya. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2005.
[10] Nick Efford, Digital Image Processing: A Practical Introduction Using Java.: Pearson Education, 2000.
[11] Halimatus Sa'diyah, Rizal Isnanto, and Achmad Hidayanyo, "Aplikasi Transformasi Hough untuk Deteksi Garis Lurus," Teknik Informatika, 2008.
[12] M. Shalahuddin Rosa A.S, Rekayasa Perangkat Lunak Terstuktur dan Berorientasi Objek.: Informatika, 2013.
[13] Gudang Linux. (2014, January) Gudang Linux Indonesia. [Online]. http://gudanglinux.com/glossary/opencv-open-source-computer-vision/