

# Aplikasi *Scoring* Perilaku Pengemudi Menggunakan Sensor Fusi

Anindita Larasati, Raden Venantius Hari Ginardi, dan Sarwosri

Departemen Informatika, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail:* aninditagltm@gmail.com

**Abstrak**—Faktor tertinggi penyebab kecelakaan lalu lintas masih dipegang oleh faktor perilaku pengemudinya. Hal ini membuat beberapa peneliti mencari berbagai cara untuk mengurangi tingkat kecelakaan yang terjadi akibat kelalaian pengemudi. Saat ini sudah mulai dikembangkan aplikasi untuk mendeteksi perilaku pengemudi secara teknis lewat sensor. Namun masih belum dapat diketahui apakah perilaku pengemudi tersebut baik atau buruk. Pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan aplikasi *scoring* perilaku pengemudi lewat pergerakan mobilnya. Sistem ini menggunakan metode fusion sensor dari tiga sensor yang ada pada smartphone android. Ketiga sensor yang akan dikolaborasi adalah gyroscope, accelerometer, dan magnetometer. Data yang dideteksi oleh sensor-sensor tersebut akan diolah untuk memberikan penilaian terhadap perilaku pengemudi. Perilaku yang akan diamati meliputi belok mendadak, penambahan kecepatan mendadak, dan pengurangan kecepatan mendadak. Pengemudi juga dapat senantiasa melihat setiap manuver yang dilakukan apakah normal atau agresif. Setelah dideteksi, aplikasi akan mengeluarkan output score pengemudi berupa angka nol sampai seratus. Uji coba dilakukan dengan kondisi jalan yang berbeda, mobil berbeda, serta handphone yang berbeda. Dari uji coba yang dilakukan, dapat diketahui bahwa aplikasi sudah dapat menilai perilaku pengemudi dengan stabil.

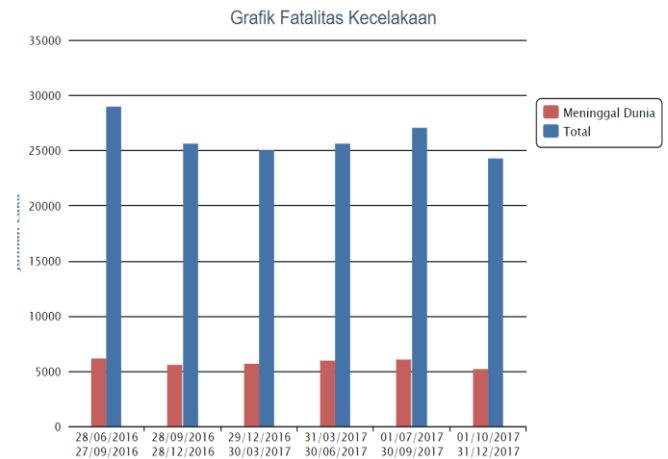
**Kata Kunci**—Gyroscope, Accelerometer, Magnetometer, Fusion Sensor, Scoring Pengemudi.

## I. PENDAHULUAN

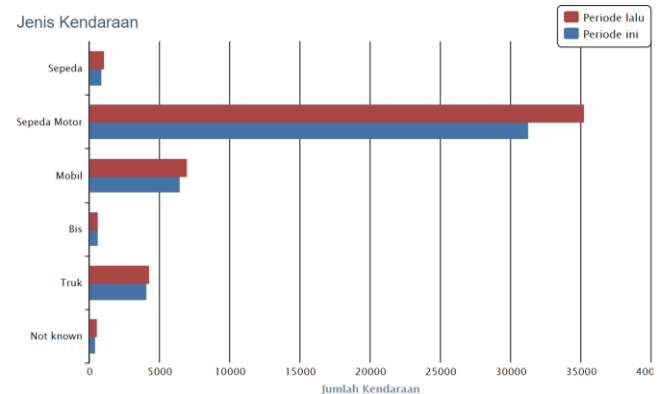
ALAT transportasi sudah menjadi salah satu kebutuhan penting bagi manusia. Tanpa alat transportasi, tentunya akan banyak sekali kegiatan penting yang terhambat bahkan tidak dapat kita lakukan. Ada berbagai jenis transportasi yang diciptakan oleh manusia, mulai dari transportasi laut, darat dan juga udara.

Berdasarkan Gambar 1 dari Korlantas Polri, rata-rata kecelakaan yang terjadi di Indonesia per triwulan adalah 27.000 kejadian dengan 6000 kejadian mengakibatkan korban meninggal dunia. Gambar 2 dari Korlantas Polri menunjukkan bahwa kecelakaan tertinggi disebabkan oleh sepeda motor dengan rata-rata 37.000 kejadian, sedangkan roda empat 11.000 kejadian. Berdasarkan Tabel 1 dari Badan Pusat Statistik, jumlah total kendaraan roda empat yang ada di Indonesia adalah 105.150.082, sedangkan roda empat 24.130.997.

Didapatkan bahwa rasio terjadinya kecelakaan roda empat lebih tinggi dengan 0.45% dan roda dua adalah 0.35%. Dari data yang diambil dari Komisi Nasional Keselamatan Transportasi, faktor kecelakaan tertinggi disebabkan oleh kesalahan manusia dengan 69.7%, bukan sarana maupun prasana.



Gambar 1. Grafik Fatalitas Kecelakaan pada Tahun 2016-2017 dari Korlantas Polri



Gambar 2. Grafik Kecelakaan Berdasarkan Jenis Kendaraan pada Tahun 2016-2017 dari Korlantas Polri

Tabel 1.  
 Data Jumlah Kendaraan di Indonesia Berdasarkan Tipe Kendaraan dari Badan Pusat Statistik Tahun 2013-2016

Jenis Kendaraan	Tahun			
	2013	2014	2015	2016
Mobil Penumpang	11.484.514	12.599.038	13.480.973	14.580.666
Mobil Bis	2.286.309	2.398.846	2.420.917	2.486.898
Mobil Barang	5.615.494	6.235.136	6.611.028	7.063.433
Sepeda Motor	84.732.652	92.976.240	98.881.267	10.1550.082
Jumlah	104.118.969	114.209.260	121.394.185	129.281.079

Tabel 2.  
Data Laka Berdasarkan Perilaku Pengemudi

PERILAKU PENGEMUDI	2013	2014	2015	2016	2017	JUMLAH
Berhenti Mendadak	517	378	439	558	513	2405
Mendadak Merubah Kecepatan	1571	1215	1058	1669	1388	6901
Ceroboh Saat Menyalip	13214	11871	11518	12867	11159	60629
Ceroboh Saat Belok	13404	12627	13225	15473	14428	69157
Memotong Setelah Menyalip	212	201	210	212	223	1058
<b>JUMLAH</b>						<b>140150</b>

Tabel 3.  
Bobot Faktor

Perilaku Pengemudi	Bobot
Berhenti Mendadak	1,716018552
Mendadak Merubah Kecepatan	5,678915448
Ceroboh Saat Menyalip	43,26007849
Ceroboh Saat Belok	49,34498751

Tabel 4.  
Perubahan Nilai pada Gyroscope Saat Terjadi Rotasi Perangkat

Rotasi	Perubahan Nilai
Searah jarum jam	Nilai sumbu x,y,z negatif
Berlawanan jarum jam	Nilai sumbu x,y,z positif

Saat ini sudah mulai dikembangkan berbagai cara untuk mengantisipasi kecelakaan mobil yang disebabkan oleh perilaku pengemudi. Salah satu aplikasi untuk mendeteksi perilaku pengemudi adalah dengan menggabungkan sensor *handphone* yaitu *MIROAD*. Namun, *MIROAD* hanya memungkinkan pengguna untuk melihat *manuver* yang terjadi, tanpa bisa menilai apakah perilaku mengemudi tersebut baik atau buruk.

Untuk menilai perilaku pengemudi tersebut baik atau buruk, diperlukan aplikasi *scoring* perilaku yang menilai perilaku pengemudi lewat pergerakan mobil. Beberapa kegiatan yang dapat diamati adalah menambah kecepatan, mengurangi kecepatan, belok, serta ketepatan pengemudi untuk mencapai tujuan. Kegiatan tersebut dapat diamati dengan sensor Android [1]. Pada penelitian ini, akan digunakan *fusion sensor* dari tiga sensor yang terdapat pada *smartphone* Android. Setelah kegiatan tersebut terdeteksi, dilakukan klasifikasi dengan dua kategori yaitu normal dan agresif. Setelah itu, penghitungan *score* pengemudi dapat dilakukan untuk melihat apakah perilaku pengemudi tersebut baik atau buruk.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Perilaku Pengemudi

Menurut data yang diperoleh dari Korlantas POLRI pada tahun 2013-2017, terdapat 23 faktor perilaku pengemudi yang dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas. Beberapa faktor diantaranya dapat diamati secara teknis menggunakan *fusion sensor* dari tiga sensor. Perilaku pengemudi tersebut dapat diamati pada Tabel 2.

### B. Scoring

*Scoring* dilakukan untuk mengetahui seberapa baik perilaku pengemudi dalam mengemudi. Berdasarkan data yang diambil dari Tabel 3 dari Korlantas POLRI, apabila dihitung maka dapat diamati bahwa bobot setiap faktor yang akan diamati dapat dilihat pada Tabel 3.

Dengan demikian, maka sistem penilaian yang akan dilakukan dirumuskan pada (1) dan (2).

$$Score = 100 * \sum_{i=0}^n (manuver_i * bobot_i)$$

(2)

$$manuver_i = \frac{normal\_manuver_i}{(normal\_manuver_i + sudden\_manuver_i)}$$

(1)

Penilaian dapat dilakukan dengan menjumlahkan semua *manuver* yang dikalikan dengan bobotnya. Data yang dianalisis akan mengeluarkan hasil *score* dengan nilai antara angka 0-100.

Tabel 5.  
Perubahan Nilai pada Sensor Akselerometer

Gerakan	Hasil Pengukuran
Perangkat bergerak ke kanan	Sumbu X bernilai positif
Perangkat bergerak ke kiri	Sumbu X bernilai negatif
Perangkat bergerak menjauh	Sumbu Y bernilai positif
Perangkat bergerak mendekat	Sumbu Y bernilai negative
Perangkat bergerak ke atas	Sumbu Z bernilai A + gravitasi
Perangkat bergerak ke bawah	Sumbu Z bernilai 0

Tabel 6.  
Perbandingan SI Skoring Pengemudi dengan MIROAD

	Skoring Perilaku Pengemudi	MIROAD
<i>Output</i>	Skor pengemudi	Perilaku pengemudi (agresif / tidak agresif)
<i>Basis</i>	Android	iOS
<i>Sensor</i>	Accelerometer, Magnetometer, Gyroscope, GPS	Accelerometer, Gyroscope, Magnetometer, GPS, Video Recorder
	Menghitung <i>maneuver</i> yang dilakukan pengemudi,	Menghitung <i>maneuver</i> yang dilakukan pengemudi, Merekam <i>maneuver</i> berbahaya,
<i>Fitur</i>	Menghitung ketepatan waktu pengemudi, Menghitung skor pengemudi.	Merekam audio ketika pengemudi melakukan <i>maneuver</i> berbahaya.
	1. Belok kiri	1. Belok kiri
	2. Belok kiri mendadak	2. Belok kiri mendadak
	3. Belok kanan	3. Belok kanan
	4. Belok kanan mendadak	4. Belok kanan mendadak
<i>Deteksi manuver</i>	5. Menambah kecepatan	5. Putar balik
	6. Menambah kecepatan mendadak	6. Putar balik mendadak
	7. Mengurangi kecepatan	7. Pindah jalur kanan mendadak
	8. Mengurangi kecepatan mendadak	8. Pindah jalur kiri mendadak

### C. Gyroscope

*Gyroscope* adalah sensor yang bekerja untuk mengukur atau mempertahankan orientasi dengan ketetapan momentum sudut [2]. *Gyroscope* dapat mendeteksi gerakan pengguna sesuai gerakan gravitasi. Sensor ini mempunyai output dari sumbu x, y dan z. yang masing-masing adalah pergerakan ke kanan dan kiri, atas dan bawah, serta ke depan dan ke belakang. Sensor ini juga terdapat pada hamper seluruh perangkat android. Pada android, sensor ini mengukur nilai rotasi pada 3 sumbu perangkat dalam satuan rad/s [3].

*Gyroscope* menggunakan standar koordinat sistem sensor, sehingga perubahan-perubahan nilai yang terukur ketika perangkat berotasi dari keadaan awal. Perubahan nilai pada rotasi tersebut merupakan standar definisi matematika pada rotasi positif dan tidak sama dengan definisi yang digunakan pada sensor orientasi. Perubahan nilai pada *gyroscope* saat

terjadi rotasi pada perangkat dapat dilihat pada Tabel 4 dari Android Developers.

Pada umumnya, penggunaan gyroscope diproses dengan interval waktu tertentu untuk melihat nilai rotasi yang terjadi. Gyroscope pada android memberikan data mentah yang belum dilakukan penyaringan, sehingga biasanya akan ada sedikit kesalahan yang harus dikompensasi. Akan tetapi, kekurangan dari gyroscope tersebut dapat dihilangkan dengan menggabungkan penggunaan *gyroscope* dengan sensor lain, seperti sensor gravitasi dan *akselerometer*.

#### D. Accelerometer

*Accelerometer* adalah sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi orientasi suatu perangkat berdasarkan gerakan ke segala arah atau dengan menggoyangkan yang memungkinkan fitur untuk bertindak [2].

Sensor yang juga terdapat pada android ini mengukur percepatan suatu objek baik secara dinamik maupun statistik. yang akan digunakan dalam tugas akhir ini adalah pengukuran dinamik.

Sensor akselerometer pada android digunakan untuk mengukur percepatan bahwa perangkat bergerak relatif dalam tiga sumbu, yaitu sumbu x, sumbu y dan sumbu z [3]. Dalam perangkat android terdapat dua macam akselerometer, yaitu *linear* akselerometer dan akselerometer. Perbedaan kedua sensor tersebut adalah pada pengukuran dan kalibrasi data. Data hasil pengukuran pada *linear* akselerometer tidak termasuk dengan gaya gravitasi dan belum dikalibrasi sedangkan pada akselerometer sebaliknya.

Sensor akselerometer mengukur percepatan yang dialami oleh perangkat dengan menghitung gaya yang dialami oleh sensor itu sendiri, seperti pada (3) dan (4) dari Android Developers.

$$A_D = -\left(\frac{1}{mass}\right) \sum F_S \quad (3)$$

$$A_D = -g - \left(\frac{1}{mass}\right) \sum F_S \quad (4)$$

Persamaan (3) adalah persamaan untuk pengukuran percepatan secara umum, akan tetapi gaya gravitasi selalu memengaruhi hasil pengukuran sehingga persamaan yang terukur pada sensor di perangkat adalah (4). Sebagai contoh, ketika perangkat diam pada suatu tempat maka percepatan yang diukur adalah  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  sedangkan ketika perangkat jatuh maka percepatan yang terukur adalah  $g = 0 \text{ m/s}^2$ , sehingga untuk mengukur percepatan yang sebenarnya diperlukan penyaringan gaya gravitasi.

*Akselerometer* menggunakan standar koordinat sistem sensor, sehingga perubahan-perubahan nilai yang terukur ketika akselerometer bergerak dapat dilihat pada Tabel dari Android Developers. Akselerometer merupakan sensor yang sangat baik digunakan untuk mengukur pergerakan perangkat. Hampir seluruh perangkat android dilengkapi dengan sensor ini dan sensor ini juga membutuhkan tenaga 10 kali lebih ringan daripada sensor lainnya. Kekurangan dari akselerometer adalah perlunya penyaringan data.

#### E. Magnetometer

*Magnetometer* umumnya digunakan untuk mengukur magnetisasi bahan magnetik dan arah medan magnet pada suatu titik [3]. Selain itu, magnetometer juga dapat digunakan untuk menentukan arah mata angin. Sensor ini terdapat pada hampir seluruh perangkat android [4]. Dalam hal penempatan, magnetometer dapat digunakan untuk menentukan arah ketika perangkat sedang bergerak menuju suatu tempat. Magnetometer dapat digunakan dalam membuat *Indoor Positioning System*. Dalam *IPS*, *magnetometer* menggunakan medan magnet bumi untuk menentukan posisi di dalam ruangan dan dapat mendeteksi pergerakan perangkat yang dilakukan dengan akurat. Dalam *positioning*, magnetometer di dalam penerapan pada *IPS* dapat memberikan hasil yang lebih akurat daripada penggunaan GPS. *Magnetometer* memiliki kekurangan yaitu berubahnya medan magnet bumi seiring dengan perubahan kerak bumi.

Pada penelitian ini, magnetometer digunakan untuk meningkatkan akurasi gyroscope dalam mendeteksi belok / perubahan arah kendaraan dan menghilangkan kesalahan deteksi pada gyroscope ketika perpindahan lajur.

#### F. Riset Sejenis

MIROAD merupakan salah satu penerapan *sensor fusion* yang menghasilkan aplikasi [2]. Aplikasi yang dibangun dengan menerapkan penggabungan accelerometer, gyroscope, magnetometer, GPS, video recorder ini memberikan hasil yang akurat. *MIROAD (A Mobile-Sensor-Platform for Intelligent Recognition Of Aggressive Driving)* dibuat dengan tujuan meminimalisir angka kecelakaan yang disebabkan oleh perilaku pengemudi yang agresif. *MIROAD* merupakan aplikasi perangkat bergerak iOS. Perbandingan aplikasi *Scoring Perilaku Pengemudi* dengan *MIROAD* dapat dilihat pada Tabel 6.

#### G. Coefficient of Variation

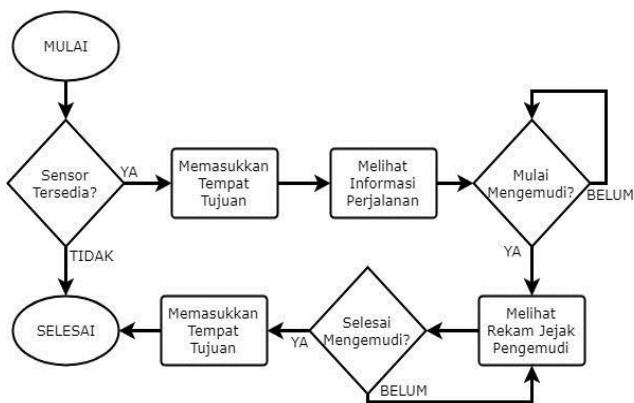
Koefisien variasi adalah ukuran standar penyebaran distribusi probabilitas atau distribusi frekuensi [5]. Koefisien variasi dapat diaplikasikan dalam beberapa hal, seperti analisis perubahan cuaca, analisis perubahan permintaan pelanggan, dan kimia analitik. Koefisien variasi diperoleh dengan membagi simpangan baku dengan rata-rata sampel. Nilai koefisien variasi yang rendah (< 20%) menunjukkan bahwa data set tersebut stabil.

$$KV = 100\% * \frac{\text{standard deviation for data set } (\sigma)}{\text{average for the data set } (X)} \quad (5)$$

Nilai yang tinggi (> 100%) menunjukkan bahwa data tersebut sangat bervariasi [5].

Koefisien variasi digunakan untuk menghitung stabilitas aplikasi pada uji coba dengan beragam kondisi. Apabila data pada hasil uji tidak normal dan memiliki sebaran nilai yang kecil antara 0-10, maka dapat digunakan transformasi akar pada data tersebut [6] dengan mengubah setiap data menjadi akar dari data tersebut ditambah 0.5 (6).

$$x' = \sqrt{(x + 0.5)} \quad (6)$$



Gambar 3. Diagram Alir Aplikasi Scoring Perilaku Pengemudi

Tabel 7. Batasan Hasil Balik Manuver

Manuver	Gyrometer	Accelerometer	Magnetometer	G-Force
Belok kiri	$z > 0.02f$	-	$z[1]-z[0] > 1.3f$	-
Belok kiri mendadak	$z > 0.02f$	-	$z[1]-z[0] > 1.3f$	$>7.0f$
Belok kanan	$z < -0.02f$	-	$z[1]-z[0] > 1.3f$	-
Belok kanan mendadak	$z < -0.02f$	-	$z[1]-z[0] > 1.3f$	$>7.0f$
Akselerasi	-	$y > 0.7$	-	-
Akselerasi mendadak	-	$y > 0.7$	-	$>6.0f$
Deselerasi	-	$y < -1.7$	-	-
Deselerasi mendadak	-	$y < -1.7$	-	$<1.2f$

### III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

#### A. Perancangan Sistem

Aplikasi Scoring Perilaku Pengemudi adalah aplikasi berbasis perangkat bergerak yang digunakan untuk menilai perilaku pengemudi saat berkendara secara teknis menggunakan sensor yang terdapat pada android. Aplikasi ini dapat melihat status sensor, memasukkan tujuan perjalanan, melihat info perjalanan, melihat status perjalanan normal dan agresif, serta melihat score akhir pengemudi yang merupakan tujuan utama dari aplikasi ini. Alur pada aplikasi ini terdapat pada Gambar 3.

### IV. IMPLEMENTASI

Dalam merancang aplikasi ini, digunakan beberapa perangkat pendukung yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak.

#### A. Lingkungan Implementasi Perangkat Keras

- Laptop  
Tipe : Macbook Pro  
Prosesor : Intel® Core™ i5-CPU (2.50 GHz)  
RAM : 8GB
- Handphone  
Tipe : Samsung A8  
Memori : 32GB
- Sensor

1. Accelerometer
2. Gyroscope
3. Magnetometer

#### B. Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak

Penjelasan perangkat lunak yang digunakan dalam implementasi aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. MacOS sebagai sistem operasi.
2. Android Studio sebagai editor kode dan compiler.

#### C. Implementasi Sistem

Halaman pada Gambar 4(a) menunjukkan halaman utama yang berisi status sensor yang akan digunakan. Icon centang menunjukkan sensor siap digunakan. Terdapat pilihan next untuk melanjutkan proses scoring perilaku pengemudi yang mengarah ke halaman Tujuan. Halaman tujuan berisi dua bagian, yaitu tujuan perjalanan dan info perjalanan yang akan ditempuh. Pilihan destination pada bagian tujuan berfungsi untuk memilih tempat tujuan seperti pada Gambar 4(b). Kolom search berfungsi untuk memasukkan tempat tujuan seperti pada Gambar 4(c). Pilihan select pada Gambar 4(d) berfungsi untuk mengkonfirmasi tempat tujuan dan pilihan change location dipilih apabila tempat tujuan belum valid. Pilihan proses pada Gambar 4(e) berfungsi untuk melihat info perjalanan yang akan ditempuh seperti pada Gambar 4(f). Halaman Status Pengemudi pada Gambar 4(g) berisi status perilaku pengemudi yang sedang berjalan. Gambar 4(h) menunjukkan score pengemudi yang diperoleh serta selisih waktu dengan GoogleMaps.

Implementasi langkah penilaian perilaku dilakukan dalam 2 tahap, yaitu menentukan manuver yang terjadi hasil balikan dari sensor lalu melakukan perhitungan berdasarkan persamaan manuver pada bab II. Untuk mengetahui jenis manuver yang dilakukan, hasil masukan sensor yang didapat akan dibandingkan dengan batasan balikan manuver pada Tabel 7.

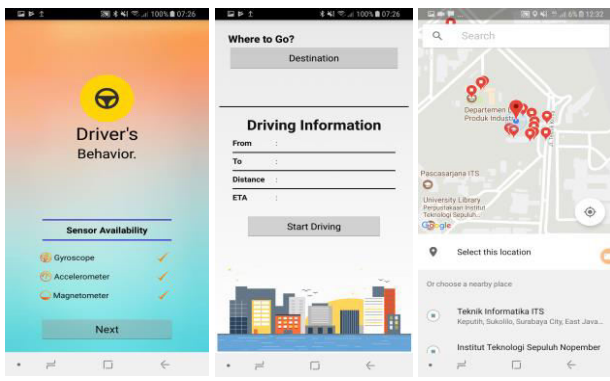
### V. UJI COBA DAN EVALUASI

Uji coba dilakukan dengan sebanyak enam jenis pengujian untuk menguji stabilitas dan akurasi aplikasi, yaitu pada lalu lintas padat, pada lalu lintas sepi, dengan mobil yang berbeda, dengan handphone yang berbeda, dengan mobil dan handphone yang berbeda, serta dengan user yang berbeda.

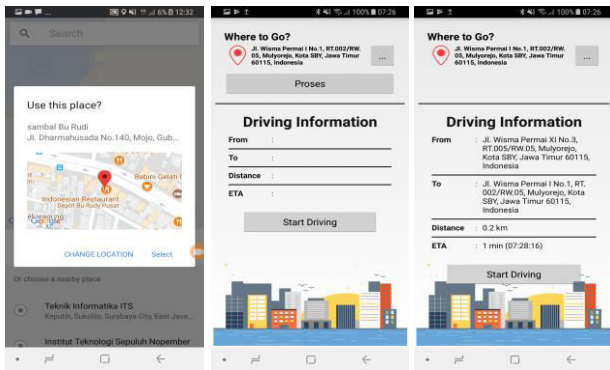
#### A. Pengujian Perjalanan pada Lalu Lintas Padat

Pengujian perjalanan dilakukan pada lalulintas padat dengan jarak tempuh 1.3 kilometer dan waktu tempuh 4 menit. Perjalanan dilakukan selama 10 kali dengan rute, pengemudi, dan kondisi lingkungan pengujian yang sama untuk melihat stabilitas nilai yang dihasilkan oleh aplikasi. Kelemahan dari percobaan ini adalah gaya pengemudi yang berbeda-beda pada setiap percobaan. Hasil pengujian data yang sudah ditransformasi dapat dilihat pada Tabel 8.

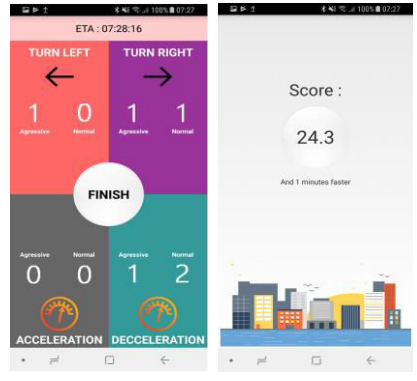
Didapatkan bahwa nilai koefisien variasi dari tiap manuver kurang dari 100% dan nilai rata-rata koefisien variasi dari seluruh manuver adalah 30,41% sehingga data dapat dianggap belum stabil. Dari percobaan ini ditemukan gaya pengemudi yang berbeda-beda pada setiap percobaan sehingga data yang didapat kurang maksimal.



(a) (b) (c)



(d) (e) (f)



(g) (h)

Gambar 4. UI Halaman (a) Utama. (b) Tujuan 1. (c) Tujuan 2. (d) Tujuan 3. (e) Tujuan 4. (f) Tujuan 5. (g) Status Pengemudi. (h) Score Pengemudi

**B. Pengujian Perjalanan pada Lalu Lintas Sepi**

Pengujian perjalanan dilakukan dengan jarak tempuh 1.5 kilometer dan waktu tempuh 3 menit. Perjalanan dilakukan selama 10 kali dengan rute, pengemudi, dan kondisi lingkungan pengujian yang sama untuk melihat stabilitas nilai yang dihasilkan oleh aplikasi.

Kelemahan dari percobaan ini adalah gaya pengemudi yang berbeda-beda pada setiap percobaan. Hasil pengujian data yang sudah ditransformasi dapat dilihat pada dapat dilihat pada Tabel 9. Dari data pada Tabel 9, didapatkan didapatkan bahwa nilai koefisien variasi dari tiap *manuver* kurang dari 100%, kecuali pada *manuver* penambahan kecepatan mendadak. Nilai rata-rata koefisien variasi dari seluruh *manuver* adalah 35,25% sehingga data dapat dianggap belum

Tabel 8. Transformasi Hasil Uji Perjalanan pada Lalu lintas Padat

Uji 1: Tempat Ramai (Transformed)

Uji ke-	Left	sudden left	Right	sudden right	acc	sudden acc	decc	sudden decc	score
1	2	0.71	1.87	1.22	82	12	9	0.71	83.73
2	2	0.71	2.74	1.22	94	20	11	0.71	92.16
3	3	0.71	1.58	1.22	57	6	12	1.87	75.84
4	3	0.71	2.12	0.71	99	24	25	2.35	98.25
5	6	0.71	1.58	1.22	105	21	27	1.22	75.65
6	3	0.71	2.35	0.71	102	21	18	1.58	98.62
7	1	1.22	1.22	0.71	76	10	10	1.22	52.82
8	3	1.22	1.87	0.71	99	19	27	2.35	83.16
9	3	0.71	2.12	0.71	88	19	22	1.58	98.59
10	5	1.22	1.87	1.22	104	17	15	2.12	73.93
Mean	3.1	0.86	1.93	0.97	90.60	16.90	17.60	1.57	83.28
Standar Deviasi	1.45	0.25	0.43	0.27	15.25	5.70	7.18	0.61	14.54
Koefisien Variasi	46.75	28.99	22.16	28.24	16.83	33.76	40.81	38.69	17.46

Tabel 9. Hasil Uji Perjalanan pada Lalulintas Sepi

Uji 2: Tempat Sepi (Transformed)

Uji ke-	Left	sudden left	Right	sudden right	acc	sudden acc	decc	sudden decc	score
1	2.55	1.22	11	1.22	78	15	14	1.22	86.85
2	1.87	1.22	12	0.71	57	7	11	1.22	83.72
3	2.55	1.58	8	1.22	72	18	6	0.71	77.35
4	1.87	0.71	8	0.71	75	15	7	0.71	98.84
5	2.35	1.22	16	1.22	81	15	8	1.22	86.57
6	3.24	1.87	9	0.71	109	89	16	1.87	81.07
7	2.74	1.22	14	1.22	71	11	9	1.22	89.00
8	1.87	0.71	10	1.22	85	20	21	1.87	93.77
9	2.35	1.22	8	0.71	98	22	18	1.22	89.35
10	1.22	0.71	16	1.58	99	18	16	1.58	92.95
Mean	2.26	1.17	11.2	1.05	82.5	23	12.6	1.28607	87.95
Standar Deviasi	0.57	0.38	3.19	0.32	15.61	23.59	5.13	0.40	6.46
Koefisien Variasi	25.10	32.72	28.48	30.10	18.92	102.56	40.68	31.32	7.34

stabil. Dari percobaan ini ditemukan gaya pengemudi yang berbeda-beda pada setiap percobaan sehingga data yang didapat kurang maksimal.

**C. Pengujian Perjalanan dengan Mobil Berbeda**

Pengujian perjalanan dengan mobil berbeda dilakukan oleh seorang pengemudi pada rute yang sama dan dalam kondisi lalulintas normal. Hasil transformasi data pengujian dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Transformasi Hasil Uji Perjalanan dengan Mobil yang Berbeda

UJI 3: Mobil (Transformed)

UJI	Left	sudden left	Right	sudden right	acc	sudden acc	decc	sudden decc	score
Nissan Teana	2.35	0.71	2.74	0.71	21	0.71	1.22	0.71	100.00
Toyota Fortuner	2.55	1.22	2.74	0.71	26	1.87	1.58	0.71	91.62
Toyota Altis	2.12	1.22	2.12	0.71	32	1.22	1.22	0.71	88.26
Mean	2.34	1.05	2.53	0.71	26.3333	1.27	1.34	0.71	93.29
Standar Deviasi	0.21	0.30	0.36	0.00	5.51	0.58	0.21	0.00	5.92
Koefisien Variasi	9.16	28.40	14.07	0.00	20.91	46.00	15.32	0.00	6.35

Dari data pada Tabel 10, didapatkan bahwa nilai koefisien variasi dari tiap manuver kurang dari 100%, kecuali pada manuver penambahan kecepatan mendadak dan belok mendadak. Nilai rata-rata koefisien variasi dari seluruh manuver adalah 15,58% sehingga data stabil.

**D. Pengujian Perjalanan dengan Mobil Berbeda**

Pengujian perjalanan dengan mobil berbeda dilakukan oleh seorang pengemudi pada rute yang sama dan dalam kondisi lalulintas normal. Hasil transformasi data pengujian dapat dilihat pada Tabel 10.

Dari data pada Tabel 10, didapatkan bahwa nilai koefisien variasi dari tiap *manuver* kurang dari 100%, kecuali pada *manuver* penambahan kecepatan mendadak dan belok mendadak. Nilai rata-rata koefisien variasi dari seluruh *manuver* adalah 15,58% sehingga data stabil.

**E. Pengujian Perjalanan dengan Handphone Berbeda**

Pengujian perjalanan dengan handphone berbeda dilakukan oleh seorang pengemudi pada rute yang sama dan dalam kondisi lalulintas normal. Hasil transformasi data pengujian dapat dilihat pada Tabel 11. Dari data tersebut, didapatkan bahwa nilai koefisien variasi dari seluruh *manuver* kurang dari 100% dan nilai rata-rata koefisien variasi dari seluruh *manuver* adalah 5,50% sehingga data dapat dianggap stabil pada percobaan dengan handphone berbeda.

**F. Pengujian Perjalanan dengan Handphone Berbeda**

Pengujian perjalanan dengan handphone berbeda dilakukan oleh seorang pengemudi pada rute yang sama dan dalam kondisi lalulintas normal. Hasil transformasi data pengujian dapat dilihat pada Tabel 11. Dari data tersebut, didapatkan bahwa nilai koefisien variasi dari seluruh *manuver* kurang dari 100% dan nilai rata-rata koefisien variasi dari seluruh *manuver* adalah 5,50% sehingga data dapat dianggap stabil pada percobaan dengan handphone berbeda.

**G. Pengujian Perjalanan dengan Mobil dan Handphone Berbeda**

Pengujian perjalanan dengan empat mobil dan dua handphone berbeda dilakukan pada rute yang sama dalam kondisi lalulintas normal dilakukan oleh seorang pengemudi. Handphone diletakkan berdampingan pada setiap mobil. Transformasi hasil dari uji coba menggunakan mobil dan handphone yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 12.

Hasil analisis pada data tersebut dapat dilihat pada Tabel 13. Dari data pada Tabel 13, didapatkan bahwa nilai koefisien variasi dari tiap *manuver* kurang dari 100% dan nilai rata-rata koefisien variasi dari seluruh *manuver* adalah 9,67% sehingga data dapat dianggap stabil.

Tabel 11.

Transformasi Hasil Uji Perjalanan dengan Handphone yang Berbeda

Uji 4: HP (Transformed)									
Uji ke-	Left	sudden left	Right	sudden right	acc	sudden acc	decc	sudden decc	score
1	2.12	1.22	2.12	0.71	32	1.22	1.22	0.71	88.26
2	2.12	1.22	2.35	0.71	34	1.22	2.12	0.71	88.27
Mean	2.12	1.22	2.23	0.71	33	1.22	1.67	0.71	88.26
Standar Deviasi	0.00	0.00	0.16	0.00	1.41	0.00	0.63	0.00	0.24
Koefisien Variasi	0.00	0.00	7.09	0.00	4.29	0.00	37.89	0.00	0.27

Tabel 12.

Transformasi Hasil Uji Perjalanan dengan Mobil dan Handphone yang Berbeda (1)

Manuver / Mobil	TOYOTA FORTUNER		NISSAN TEANA		TOYOTA COROLLA ALTIS	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
	left	6	5	5	4	4
sudden left	1	0	0	0	1	1
right	7	4	7	3	4	5
sudden right	0	0	0	0	0	0
acceleration	26	31	21	17	32	34
sudden acc	3	2	0	1	1	1
decceleration	2	6	1	1	1	4
sudden dec	0	0	0	0	0	0
SCORE	91.62	99.63	100.00	99.66	88.26	88.27

Tabel 13.

Hasil Uji Perjalanan dengan Mobil dan Handphone yang Berbeda (2)

manuver/ nilai cv	NILAI CV			
	FORTUNER	TEANA	ALTIS	AVG CV
left	5.9	7.1	0.0	4.3
sudden left	37.9	0.0	0.0	12.6
right	18.0	26.6	7.1	17.2
sudden right	0.0	0.0	0.0	0.0
acceleration	12.4	14.9	4.3	10.5
sudden acc	11.9	37.9	0.0	16.6
decceleration	33.2	0.0	37.9	23.7
sudden dec	0.0	0.0	0.0	0.0
SCORE	5.9	0.2	0.0	2.1
AVERAGE CV				9.67

**H. Pengujian Perjalanan dengan User Berbeda**

Pengujian perjalanan dengan user dilakukan oleh empat user berbeda. Perjalanan dilakukan sebanyak satu kali pada masing-masing user. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 14. Dari data tersebut, didapatkan bahwa aplikasi mampu memberikan nilai yang cukup sesuai dengan cara mengemudi dari tiap pengemudi kecuali pada pengemudi Rizky. A karena nilai yang diberikan oleh aplikasi terlalu kecil sehingga akurasi dari aplikasi pada uji coba dengan pengemudi yang berbeda adalah 75%.

Tabel 14.

Hasil Uji Perjalanan dengan User Berbeda

UJI COBA DENGAN USER				
Nama	Fourir. A	Faisal. I	Rizky. A	Aldo. R
cara mengemudi	agresif	normal	normal	normal
left	5	1	2	6
sudden left	3	0	1	1
right	3	6	3	6
sudden right	0	0	0	1
acceleration	161	85	74	187
sudden acc	54	11	6	46
decceleration	51	6	2	24
sudden dec	4	0	1	1
SCORE	70.2	99.2	76.4	86.2

**VI. KESIMPULAN**

Setelah melakukan perancangan, implementasi, uji coba, dan evaluasi, dapat diambil kesimpulan bahwa faktor perilaku pengemudi yang dapat diamati oleh sensor gyroscope, accelerometer, dan magnetometer adalah belok secara normal dan agresif, akselerasi secara normal maupun agresif, serta pengurangan kecepatan secara normal dan agresif.

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan, *manuver* dikelompokkan menjadi normal dan agresif dengan metode *thresholding*. *Manuver* belok kanan secara normal tercatat ketika nilai Gyro  $z > 0.02$ , belok kiri secara normal tercatat ketika nilai Gyro  $z < -0.02$ , akselerasi secara normal tercatat ketika nilai akselerometer  $y > 0.07$ , deselerasi secara normal tercatat ketika nilai akselerometer  $y < -1.7$ .

*Manuver* agresif dideteksi dengan menggunakan nilai G-force. Belok kanan secara mendadak tercatat ketika nilai Gyro  $z > 0.02$  dan G-force  $> 7.0$ , belok kiri secara agresif tercatat ketika nilai Gyro  $z < -0.02$  dan G-force  $> 7.0$ , akselerasi secara agresif tercatat ketika nilai akselerometer  $y > 0.07$  dan G-

force > 0.06, deselerasi secara agresif tercatat ketika nilai akselerometer  $y < -1.7$  dan G-force  $< 1.2$ .

Uji coba pada lalu lintas sepi memiliki stabilitas paling rendah dengan rata-rata koefisien variasi 35,25% dan memiliki satu *manuver* yang tidak stabil, yaitu penambahan kecepatan mendadak dengan koefisien variasi 102,56%. Hal ini dipengaruhi oleh gaya pengemudi yang berbeda pada setiap percobaan. Dari evaluasi yang dilakukan, didapatkan bahwa nilai rata-rata koefisien variasi dari seluruh *manuver* adalah 19,28 % sehingga data stabil.

## VII. SARAN

Saran untuk pengembangan sistem berdasarkan pada hasil perancangan, implementasi dan pengujian yang telah dilakukan adalah melakukan uji coba dengan meminimalisir faktor yang mempengaruhi ketidakstabilan data dan meningkatkan stabilitas aplikasi pada percobaan aplikasi dengan kondisi jalan berbeda, dan membuat visualisasi dimana pengemudi melakukan manuver.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. S. M. Putra, D. Purwitasari, and R. V. H. Ginardi, "Sistem Akuisisi Data untuk Membantu Memetakan Kualitas Angkutan Umum dengan Perangkat Android," *J. Tek. ITS*, vol. 4, 2015.
- [2] Gunawan, "Pengertian Accelerometer, Gyroscope, Proximity, Ambient Light, Digital Compass - haiwiki.info." [Online]. Available: <https://haiwiki.info/teknologi/sensor-smartphone-android/>.
- [3] Android Developers, "Motion Sensors | Android Developers." [Online]. Available: [https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors\\_motion](https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_motion).
- [4] Android Developers, "Position Sensors | Android Developers." [Online]. Available: [https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors\\_position](https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_position).
- [5] M. O'Connor, "Coefficient of Variation - Lean Math." [Online]. Available: <http://www.leanmath.com/blog-entry/coefficient-variation>.
- [6] A. Hidayat, "Pengertian Dan Jenis Transformasi Data - Uji Statistik," 2013. [Online]. Available: <https://www.statistikian.com/2013/01/transformasi-data.html>.