



## PEMROSESAN JUMLAH DAN JENIS KENDARAAN BERDASARKAN VIDEO IMAGES (STUDI KASUS: JLN. T. NYAK ARIEF JEULINGKE, KOTA BANDA ACEH)

Said Amir Azan<sup>a,\*</sup>, Yusria Darma<sup>a</sup>, Furi Nurul Akla<sup>b</sup>, Aqlima Putri<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

<sup>b</sup>Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

\*Corresponding author, email address: [saidamirazan@usk.ac.id](mailto:saidamirazan@usk.ac.id)

| ARTICLE INFO                                                                                                                                                                                                                                                                           | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>Article History:</i><br/>Received 27 November 2023<br/>Accepted 20 December 2023<br/>Online 30 December 2023</p> <p><i>Keywords:</i><br/>Traffic Monitoring System<br/>Count of Vehicles<br/>Types of Vehicles<br/>Matlab Simulink<br/>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</p> | <p>Transportation problems are currently getting more complicated and complex so it will be very difficult if you still rely on conventional management, so information technology applications are needed to help the traffic control process. One of them is the use of video cameras in monitoring and monitoring traffic on the road. This study aims to obtain a system to detect the number and type of vehicles using software Matlab Simulink based on video images. The data used in this study are traffic recording data on Jalan T. Nyak Arief, Jeulingke, Banda Aceh City. Data were collected on Saturday, June 20, 2020. Data analysis was carried out by two methods, namely by manual calculation and using software Matlab Simulink and the duration of the video input used for analysis between the two methods for 5 minutes. The results of analysis based on manual calculations obtained data on the number and types of vehicles as a whole amounted to 182 vehicles, where the number of light vehicles /Light Vehicle (LV) 60 vehicles, heavy vehicles /Heavy Vehicle (HV) 1 vehicle, and motorcycle /Motor Cycle (MC) 121 vehicles. While the results of the analysis based Software Matlab Simulink obtained data on the number and types of vehicles as a whole amounted to 170 vehicles where the number of light vehicles /Light Vehicle (LV) 65 vehicles, heavy vehicles /Heavy Vehicle (HV) 1 vehicle, and motorcycle /Motor Cycle (MC) 104 vehicles. Based on the MAPE equation for the number of vehicles, the percentage level of accuracy between manual calculations using software Matlab Simulink for lane 1 is 99.03%, lane 2 is 98.18% and lane 3 is 99.30%. while the percentage obtained for the types of vehicles for light vehicles /Light Vehicle amounted to 99.25%, for heavy vehicles /Heavy Vehicle (HV) of 100%, and for motorcycle /Motor Cycle (MC) 98.49%. Based on the percentage results obtained, it can be concluded that the program created using the software Matlab Simulink can be used to measure the number and type of vehicles.</p> |

©2023 Magister Teknik Sipil Unsyiah. All rights reserved

### 1. PENDAHULUAN

*Intelligent transportation systems* (ITS) dikembangkan dengan proses integrasi dari teknologi, telekomunikasi, elektronika dan informatika melalui *software* atau *hardware* dengan rekayasa transportasi, untuk merencanakan, merancang, mengoperasikan, memelihara serta mengelola sistem transportasi guna memecahkan masalah terkait transportasi. Pelaksanaan penataan ruang adalah upaya pencapaian tujuan penataan ruang melalui pelaksanaan perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang, dan pengendalian pemanfaatan ruang (Anonim, 2009). Pemanfaatan jalan sangat tergantung kepada

kemampuan dan keterbatasan manusia sebagai pemakai jalan, baik sebagai pengendara kendaraan, ataupun sebagai pejalan kaki (*pedestrian*) (Prasetyanto, 2019).

Komponen utama dari ITS adalah pengamatan lalu lintas, pengendalian dan manajemen waktu nyata (*real time*), serta teknologi deteksi dan pengawasan kendaraan. Pengembangan sistem seperti ini telah berevolusi untuk menangani masalah lalu lintas yang dapat membantu mengurangi kemacetan, waktu tempuh perjalanan, meningkatkan keselamatan lalu lintas dan sistem pemantauan kendaraan dalam waktu nyata (*real time*) (Azan dan Malahayati, 2000).

Implementasi ITS di Negara maju, terbukti bisa memberikan hasil yang cukup signifikan terhadap peningkatan kinerja sistem jaringan transportasi jalan, seperti peningkatan akan hal; mobilitas, aksesibilitas, dan pengurangan kecelakaan, serta ramah terhadap lingkungan (Vanderschuren dan Muberuka, 2007). ITS diperlukan karena dapat mengefisienkan sistem transportasi jalan serta meningkatkan kapasitas jalan yang ada.

Dalam dekade mendatang, permasalahan transportasi semakin rumit dan kompleks sehingga akan sangat sulit jika masih mengandalkan manajemen konvensional, maka diperlukan aplikasi teknologi informasi untuk membantu proses pengendalian lalu lintas (Hobbs, 1995). Salah satu permasalahan di Kota Banda Aceh saat ini adalah kurangnya pengelolaan sistem transportasi sehingga menyebabkan para pengguna jalan kekurangan informasi mengenai keadaan lalu lintas dalam waktu nyata (*real time*). Oleh karena itu perlu diubah teknologi informasi dengan cara menerapkan sistem transportasi cerdas dengan menyediakan informasi perjalanan secara *real time*. Maka permasalahan yang akan dibahas dalam studi ini adalah penerapan sistem transportasi cerdas untuk mendeteksi jumlah dan jenis kendaraan sehingga para pengguna jalan mendapatkan informasi perjalanan secara *real time* yang dapat diakses setiap saat.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas diartikan sebagai jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik di jalan per lajur atau dalam interval waktu tertentu (Roger dkk., 2004:106). Satuan volume dinyatakan dalam kendaraan persatuan waktu (jam/hari). Aliran lalu lintas pada suatu pias jalan terdapat bermacam-macam jenis kendaraan, baik kendaraan ringan, kendaraan berat dan juga kendaraan tidak bermotor. Sesuai MKJI 1997 (Direktorat Bina Marga, 1997), komposisi lalu lintas terdiri dari:

1. Kendaraan ringan/*Light Vehicle* (LV)
2. Kendaraan berat/*Heavy Vehicle* (HV)
3. Sepeda motor/*Motor Cycle* (MC)
4. Kendaraan tidak bermotor/*Un Motorized* (UM)

### 2.2 Kecepatan Lalu Lintas

Menurut Roger dkk. (2004: 106), kecepatan didefinisikan sebagai laju pergerakan dalam jarak persatuan waktu. Kendaraan yang bergerak dalam suatu aliran lalu lintas memiliki kecepatan yang berbeda sehingga aliran lalu lintas memiliki bentuk distribusi kecepatan kendaraan individual. Kecepatan dapat didefinisikan dengan persamaan 1.

$$S = \frac{d}{t} \quad (1)$$

Keterangan :

- S = Kecepatan Lalu Lintas (km/jam)  
d = Jarak tempuh kendaraan (km, m )  
t = Waktu tempuh kendaraan (jam)

### 2.3 Kepadatan/*density*

Kepadatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang jalan atau lajur pada suatu waktu tertentu. Kepadatan rata-rata dinyatakan dalam kendaraan per mil (kend/mil). Kepadatan sulit diukur secara langsung di lapangan, sehingga kepadatan dihitung dari nilai kecepatan dan arus, menurut Tamin (2003), hubungan antara kecepatan, volume dan kepadatan lalu lintas ditunjukkan oleh persamaan 2.

$$V = D \times S \quad (2)$$

Keterangan:

V = arus lalu lintas (smp/jam)

D = kepadatan lalu lintas (smp/km)

S = kecepatan kendaraan (km/jam)

### 2.4 Teori Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Menurut Pakaja dkk. (2012), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung ukuran penyimpangan/*error* antara data aktual dengan data peramalan. *Mean Absolute Percentage Error* dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode waktu tertentu. Kemudian merata-ratakan kesalahan persentase absolut tersebut. Persamaan 3 memperlihatkan rumus *Mean Square Error*.

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|ei|}{Xi} \times 100\%}{n} = \frac{\sum \frac{|Xi - Fi|}{Xi} \times 100\%}{n} \quad (3)$$

Keterangan:

Xi = data aktual pada periode i

Fi = data yang dihitung menggunakan model (*software*)

n = banyaknya data

### 2.5 Video Image Processing

Menurut Arsyad (2011 : 49) menyatakan bahwa video merupakan gambar-gambar dalam *frame*, di mana *frame* demi *frame* diproyeksikan melalui lensa proyektor secara mekanis sehingga pada layar terlihat gambar hidup. Video adalah teknologi untuk menangkap, merekam, memproses, mentransmisikan dan menata ulang gambar bergerak. Video juga bisa diartikan sebagai gabungan dari gambar-gambar mati yang dibaca secara berurutan dalam suatu waktu dengan kecepatan tertentu. Sebuah video memiliki beberapa gambar yang terurut dengan jumlah *frame* tertentu tiap detik.

Menurut Hanafiah (2013), sensor kamera penghitung kendaraan otomatis adalah sensor pendeteksi kendaraan berupa *virtual loop* sehingga akan mempermudah proses *setting* karena tidak akan mengganggu sesuatu di permukaan perkerasan. Alatnya akan dipasang di atas ruas yang akan ditinjau dan cara perhitungannya adalah dengan membaca panjang kendaraan.

## 3. METODE PENELITIAN

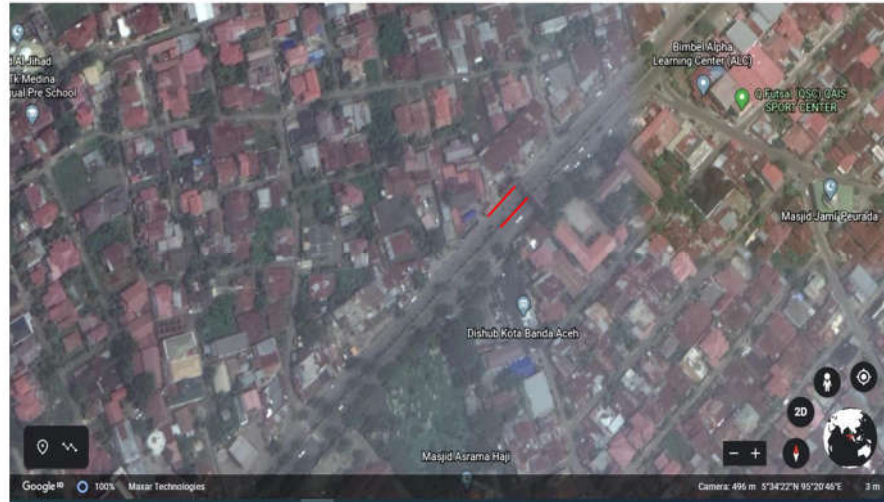
### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ruas Jalan T. Nyak Arief, Jeulingke Kota Banda Aceh, Indonesia, seperti diperlihatkan oleh Gambar 1. Dengan tipe jalan enam lajur terbagi (6/2 D), kelas jalan I, merupakan jalan arteri primer (Kementerian Perhubungan, 2000). Perlu untuk mengetahui kondisi lapangan yang sebenarnya agar dalam melakukan pengambilan data dapat menghasilkan data yang akurat.

### 3.2 Jenis dan Sumber Data

Terdapat dua jenis data dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data lalu lintas pada ruas Jalan T. Nyak Arief, Jeulingke Kota

Banda Aceh. Yang kedua yaitu data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait. Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan No.1 Tahun 2000 dan Qanun Kota Banda Aceh No 4 Tahun 2009, jalan T. Nyak Arief dikelompokkan ke dalam jalan kelas III, merupakan jalan utama yang berfungsi sebagai Arteri Sekunder.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian (Jalan T. Nyak Arief)

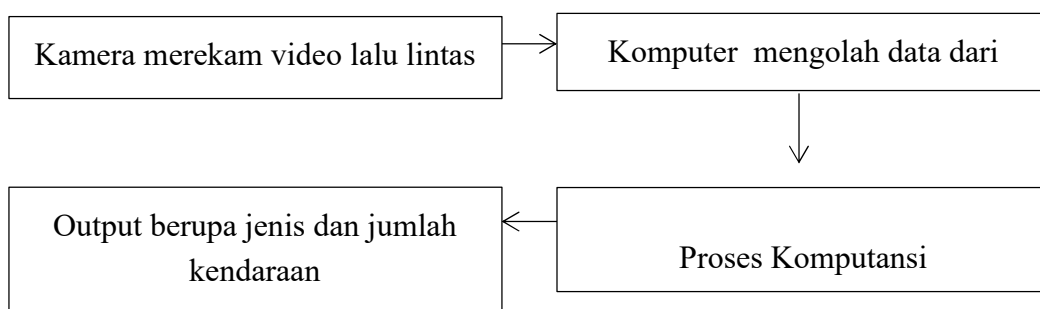
### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data yang digunakan pada penelitian ini dilakukan pada hari Sabtu tanggal 20 Juni 2020 pada pukul 12.00 – 13.00 WIB, dimana data rekaman tidak dipengaruhi oleh bayangan. Alat yang diperlukan diantaranya adalah alat ukur seperti meteran untuk mendapatkan jarak yang digunakan untuk penentuan daerah *Region Of Interest* yaitu daerah yang diinginkan dalam proses pendeteksian kendaraan dan juga kamera video untuk merekam arus lalu lintas. Terdapat beberapa langkah yang perlu dipersiapkan sebelum melaksanakan survei, antara lain:

1. Menentukan daerah yang diinginkan untuk proses pendeteksian;
2. Mempersiapkan kamera video;
3. Menetapkan waktu pengambilan data survei; dan
4. Melaksanakan survei dengan cara merekam arus lalu lintas.

### 3.4 Teknik Analisis

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *Software* Matlab sebagai perangkat lunak. Didalam program Matlab terdapat program tambahan yaitu *Simulink* yang digunakan untuk pendeteksian jumlah dan jenis kendaraan. Secara garis besar sistem yang dibangun disajikan dalam bentuk diagram blok yang ditunjukkan seperti pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram blok sistem untuk pemantauan parameter lalu lintas.

Berdasarkan gambar diatas dapat dijelaskan bahwa sistem pemantauan lalu lintas untuk mendeteksi jumlah dan jenis kendaraan dimulai dengan merekam kondisi lalu lintas pada ruas Jalan T. Nyak Arief, Jeulingke Kota Banda Aceh menggunakan kamera video. Tahapan selanjutnya yaitu menginput data lalu lintas dari kamera ke komputer untuk di proses. Hasil dari proses komputerisasi didapatkan jumlah dan jenis kendaraan yang terdeteksi di daerah penelitian.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Perhitungan Manual

Analisis data secara manual dilakukan dengan mengkalkulasi data yang telah didapat. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah dan jenis kendaraan pada masing-masing lajur yang dipantau melalui rekaman video pada lokasi penelitian. Terdapat 3 lajur dalam penelitian ini, dimana lebar setiap lajurnya yaitu 3,5 m. Hasil rekapitulasi perhitungan jumlah dan jenis kendaraan berdasarkan perhitungan manual dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1.** Rekapitulasi jumlah kendaraan berdasarkan perhitungan manual

| Periode (detik) | Jumlah Kendaraan |         |         | Total kend/menit |
|-----------------|------------------|---------|---------|------------------|
|                 | Lajur 1          | Lajur 2 | Lajur 3 |                  |
| 00.00-00.59     | 4                | 12      | 3       | 19               |
| 00.59-01.59     | 12               | 26      | 17      | 55               |
| 01.59-02.59     | 4                | 10      | 7       | 21               |
| 02.59-03.59     | 7                | 17      | 12      | 26               |
| 03.59-04.59     | 10               | 19      | 22      | 51               |
| Total           | 37               | 84      | 61      | 182              |

**Tabel 2.** Rekapitulasi jenis kendaraan berdasarkan perhitungan manual

| Periode (detik) | Jenis Kendaraan |    |    |         |    |    |         |    |    | Total kend/menit |
|-----------------|-----------------|----|----|---------|----|----|---------|----|----|------------------|
|                 | Lajur 1         |    |    | Lajur 2 |    |    | Lajur 3 |    |    |                  |
|                 | MC              | LV | HV | MC      | LV | HV | MC      | LV | HV |                  |
| 00.00-00.59     | 4               | 0  | 0  | 10      | 2  | 0  | 1       | 2  | 0  | 19               |
| 00.59-01.59     | 12              | 0  | 0  | 22      | 4  | 0  | 5       | 12 | 0  | 5                |
| 01.59-02.59     | 4               | 0  | 0  | 8       | 2  | 0  | 2       | 5  | 0  | 21               |
| 02.59-03.59     | 7               | 0  | 0  | 13      | 4  | 0  | 5       | 6  | 1  | 36               |
| 03.59-04.59     | 9               | 1  | 0  | 11      | 8  | 0  | 8       | 14 | 0  | 51               |
| Total           | 36              | 1  | 0  | 64      | 20 | 0  | 21      | 39 | 1  | 182              |

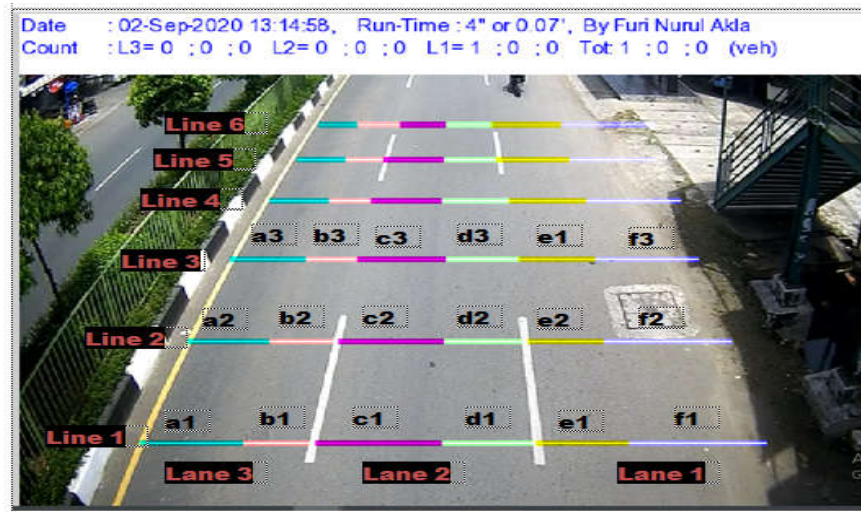
##### 4.2 Hasil Perhitungan Matlab Simulink

Sistem deteksi lalu lintas yang dikembangkan pada penelitian ini mengimplementasikan penggunaan kamera untuk mempelajari arus lalu lintas. Garis-garis imajiner digunakan sebagai sensor di jalan raya. Garis-garis imajiner tersebut kemudian dimasukkan ke dalam gambar video sebagai garis referensi untuk mempersentasikan sensor, seperti tertera pada Gambar 3. Gambar direkam dengan kamera CCTV dan kemudian difilter. Blockset permrosesan video kemudian digunakan untuk memproses gambar sehingga didapatkan informasi lalu lintas, seperti tertera pada Gambar 4. Program digunakan untuk menghitung jumlah dan jenis kendaraan.

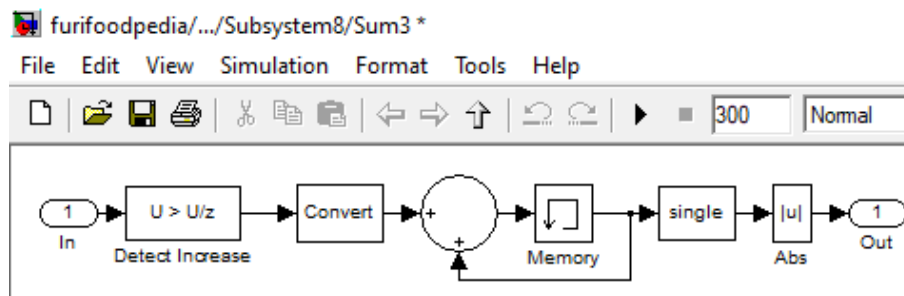
###### 4.2.1 Jumlah Kendaraan

Pada simulasi program ini, model akan menghitung jumlah kendaraan saat kendaraan menyentuh garis referensi. Dalam hal ini garis referensi yang digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan yaitu

line 1. Model bekerja berdasarkan waktu,  $t$  penghitung dimulai ketika kendaraan di tempat kejadian menyentuh garis referensi. Jika  $t$  lebih besar dari 0, model akan dihitung sebagai satu kendaraan. Jika kendaraan menyentuh dua garis acuan diantara dua garis, jumlah kendaraan akan dihitung sebagai dua, tetapi nantinya program akan berkurang menjadi satu karena tidak mungkin ada dua kendaraan pada titik yang sama. Hasil rekapitulasi perhitungan jumlah dan jenis kendaraan menggunakan *software* disajikan dalam Tabel 3 dan Tabel 4.



**Gambar 3.** Ilustrasi Sensor Garis Imajiner dalam Gambar Video



**Gambar 4.** Model Hitungan Jumlah Kendaraan Termasuk Deteksi Zigzag

#### 4.2.2 Jenis Kendaraan

Identifikasi jenis kendaraan didasarkan pada jumlah garis acuan yang disentuh kendaraan pada saat bersamaan. Untuk sepeda motor, ada dua garis; untuk mobil terdiri dari tiga jalur dan truk serta bus akan menyentuh semua jalur pada saat yang bersamaan. Garis referensi untuk menghitung mulai dari line 2, line 3, dan sampai line 6.

##### 1. Sepeda Motor/Motor Cycle

Untuk mendeteksi sepeda motor, model ini bekerja berdasarkan line 2 (a2, b2, c2, d2, e2, f2) – line 3 (a3, b3, c3, d3, e3, f3), line 1 dan line 4 harus nol sebagai jarak antara kendaraan berikut. Untuk model ini line 5 dan line 6 bebas.

##### 2. Kendaraan ringan/Light Vehicle

Untuk mendeteksi sebuah mobil, model ini bekerja berdasarkan line 2 (a2, b2, c2, d2, e2, f2) – line 3 (a3, b3, c3, d3, e3, f3) – line 4 (a4, b4, c4, d4, e4, f4) – line 5 (a5, b5, c5, d5, e5, f5) nilainya lebih besar dari 0, line 1 dan line 6 harus nol sebagai jarak antara kendaraan berikut.

##### 3. Kendaraan berat/Heavy Vehicle

Untuk mendeteksi bus/truk, model ini bekerja berdasarkan semua jalur dimulai dari line 1 (a1, b1, c1, d1, e1, f1) – line 6 (a6, b6, c6, d6, e6, f6), nilainya lebih besar 0.

**Tabel 3.** Hasil rekapitulasi jumlah kendaraan menggunakan *software*

| Periode (detik) | Jumlah Kendaraan |         |         | Total kend/menit |
|-----------------|------------------|---------|---------|------------------|
|                 | Lajur 1          | Lajur 2 | Lajur 3 |                  |
| 00.00-00.59     | 3                | 14      | 7       | 24               |
| 00.59-01.59     | 12               | 26      | 16      | 56               |
| 01.59-02.59     | 5                | 14      | 5       | 24               |
| 02.59-03.59     | 7                | 11      | 14      | 32               |
| 03.59-04.59     | 4                | 12      | 18      | 34               |
| Total           | 31               | 79      | 60      | 170              |

**Tabel 4.** Hasil rekapitulasi jenis kendaraan menggunakan *software*

| Periode (detik) | Jenis Kendaraan |    |    |         |    |    |         |    |    | Total kend/menit |
|-----------------|-----------------|----|----|---------|----|----|---------|----|----|------------------|
|                 | Lajur 1         |    |    | Lajur 2 |    |    | Lajur 3 |    |    |                  |
|                 | MC              | LV | HV | MC      | LV | HV | MC      | LV | HV |                  |
| 00.00-00.59     | 3               | 0  | 0  | 11      | 3  | 0  | 3       | 4  | 0  | 24               |
| 00.59-01.59     | 12              | 0  | 0  | 21      | 7  | 0  | 4       | 12 | 0  | 56               |
| 01.59-02.59     | 5               | 0  | 0  | 11      | 3  | 0  | 0       | 5  | 0  | 24               |
| 02.59-03.59     | 7               | 0  | 0  | 8       | 3  | 0  | 6       | 7  | 1  | 32               |
| 03.59-04.59     | 3               | 1  | 0  | 5       | 7  | 0  | 5       | 13 | 0  | 54               |
| Total           | 30              | 1  | 0  | 56      | 23 | 0  | 18      | 41 | 1  | 170              |

Berdasarkan hasil pengumpulan dan analisis data yang telah dilakukan sebelumnya, maka pada bagian ini dapat dilakukan pembahasan mengenai jumlah dan jenis kendaraan pada ruas Jalan T. Nyak Arief, Jeulingke Kota Banda Aceh berdasarkan hasil perhitungan manual dan dengan menggunakan simulasi matlab Simulink. Penelitian dilakukan dengan interval waktu yang sama antara perhitungan manual dan perhitungan menggunakan *Software* Matlab *Simulink*. Waktu diatur selama 5 menit (300 detik) untuk pengumpulan data. Semua data dikumpulkan dengan kondisi yang sama di tiga lajur. sistem ini mampu mendeteksi setiap jumlah dan jenis kendaraan yang melewati sensor. Data aktual kendaraan yang diperoleh dengan perhitungan manual dari rekaman video kemudian dibandingkan dengan perhitungan yang didapatkan dari *Software* Matlab *Simulink* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 dan 6.

**Tabel 5.** Perbandingan dan tingkat keakuratan dalam menghitung Jumlah Kendaraan

|          | Jumlah kendaraan |         |         |                 |         |         |
|----------|------------------|---------|---------|-----------------|---------|---------|
|          | Manual           |         |         | <i>Software</i> |         |         |
|          | Lajur 1          | Lajur 2 | Lajur 3 | Lajur 1         | Lajur 2 | Lajur 3 |
| Total    | 37               | 84      | 61      | 31              | 79      | 60      |
| MAPE     |                  |         |         | 0.97            | 1.82    | 0.70    |
| % Akurat |                  |         |         | 99.03           | 98.18   | 99.30   |

**Tabel 6.** Perbandingan dan tingkat keakuratan dalam menghitung Jenis Kendaraan

|          | Jenis kendaraan |    |    |                 |       |        |
|----------|-----------------|----|----|-----------------|-------|--------|
|          | Manual          |    |    | <i>Software</i> |       |        |
|          | MC              | LV | HV | MC              | LV    | HV     |
| Total    | 121             | 60 | 1  | 104             | 65    | 1      |
| MAPE     |                 |    |    | 1.51            | 0.75  | 0.00   |
| % Akurat |                 |    |    | 98.49           | 99.25 | 100.00 |

Berdasarkan persamaan *Mean Absolut Percentage Error* (MAPE) untuk jumlah kendaraan diperoleh persentase tingkat keakuratan hasil antara perhitungan manual dengan menggunakan *Software Matlab Simulink* untuk lajur 1 sebesar 99.03%, untuk lajur 2 sebesar 98.18% dan untuk lajur 3 sebesar 99.30%. Sedangkan untuk kendaraan ringan/*Light Vehicle* (LV) sebesar 99.25%, untuk kendaraan berat/*Heavy Vehicle* (HV) sebesar 100%, dan untuk sepeda motor/*Motor Cycle* (MC) sebesar 98.49%.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan pengolahan data yang telah diteliti pada bab-bab sebelumnya, menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil mendapatkan suatu sistem untuk mendeteksi jumlah dan jenis kendaraan menggunakan *Software Matlab Simulink* berdasarkan *video images*.
2. Hasil jumlah dan jenis kendaraan yang didapat menggunakan *Software Matlab Simulink* selama 300 detik berjumlah 170 kendaraan dimana kendaraan ringan/*Light Vehicle* (LV) berjumlah 65 kendaraan, kendaraan berat/*Heavy Vehicle* (HV) berjumlah 1 kendaraan, dan sepeda motor/*Motor Cycle* (MC) berjumlah 104 kendaraan.
3. Hasil jumlah dan jenis kendaraan yang didapat dari perhitungan manual secara keseluruhan selama lima menit berjumlah 182 kendaraan dimana jumlah kendaraan ringan/*Light Vehicle* (LV) berjumlah 60 kendaraan, kendaraan berat/*Heavy Vehicle* (HV) berjumlah 1 kendaraan, dan sepeda motor/*Motor Cycle* (MC) berjumlah 121 kendaraan.
4. Berdasarkan persamaan MAPE untuk jumlah kendaraan diperoleh persentase tingkat keakuratan hasil antara perhitungan manual dengan menggunakan *Software Matlab Simulink* untuk lajur 1 sebesar 99.03%, untuk lajur 2 sebesar 98.18% dan untuk lajur 3 sebesar 99.30%.
5. Berdasarkan persamaan MAPE untuk jenis kendaraan diperoleh persentase tingkat keakuratan hasil antara perhitungan manual dengan menggunakan *Software Matlab Simulink* untuk kendaraan ringan/*Light Vehicle* (LV) sebesar 99.25%, untuk kendaraan berat/*Heavy Vehicle* (HV) sebesar 100%, dan untuk sepeda motor/*Motor Cycle* (MC) sebesar 98.49%.

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan penelitian ini sebagai berikut:

1. Diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan oleh peneliti lainnya untuk mengukur parameter arus lalu lintas yang lain menggunakan *Software Matlab Simulink*.
2. Diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan untuk menghitung jenis kendaraan lainnya karena dalam penelitian ini masih terdapat keterbatasan dalam klasifikasi jenis kendaraan.
3. Sebagai referensi untuk penelitian sejenis oleh peneliti selanjutnya dan sebagai wadah ilmu yang bermanfaat kepada pembaca.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan terhadap pihak terkait dalam perhitungan parameter lalu lintas.
5. Hasil dari penelitian ini dapat dikombinasikan dengan data lainnya sehingga dapat bermanfaat untuk peningkatan kinerja sistem jaringan transportasi jalan yaitu; mobilitas, aksesibilitas, pengurangan kecelakaan, serta ramah terhadap lingkungan.
6. Dapat melihat faktor pengaruh kepemilikan kendaraan bermotor (kendaraan pribadi) terhadap penggunaan biaya transportasi yang dikeluarkan setiap bulannya (Putri dkk., 2020).

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2009. *Qanun Kota Banda Aceh No 4 Tahun 2009 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Banda Aceh*, Banda Aceh.
- Arsyad, A. 2011. *Media Pembelajaran*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

- Azan, S. A., Malahayati, N. 2000. *Sistem Pemantauan Lalu Lintas Secara Automatic dan Real-Time*. Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala.
- Direktorat Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Jakarta.
- Hanafiah, D. 2013. *Evaluasi Model Fisik System Informasi Dini Lalu Lintas*. Adika CV, Bandung.
- Hobbs, F. D. 1995. *Perencanaan dan Teknik lalu lintas*. Penerbit Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kementerian Perhubungan. 2000. *Keputusan Menteri Perhubungan No.1 Tahun 2000 Tentang Penetapan Kelas Jalan di Pulau Sumatera*. Jakarta.
- Pakaja, F., Naba, A., Purwanto. 2012. Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan Certainty Factor. *Jurnal EECCIS*. 6(1).
- Putri, A., Sugiarto, S., Saleh, S. M., Basrin, D. 2020. Travel Cost Budget Distributions among Household Life Stages Considering Bus Users in Banda Aceh. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 933, 012012.
- Prasetyanto, D. 2019. *Rekayasa Lalu Lintas dan Keselamatan Jalan*. Penerbit Itenas. Bandung.
- Roger P., Prassas, Elena S., McShane, W. R. 2004. *Traffic Engineering*. Third Edition. Pearson Education Inc., Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Tamin, O. Z. 2003. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Vanderschuren, M., Muberuka, M. 2007. Micro-Simulation Modelling Of ITS Measures On The Ben Schoeman Highway. *Proceedings of the 26th Southern African Transport Conference*. 9-12 July, Pretoria, South Africa.