

# Sistem Lampu Lalu Lintas Cerdas Menggunakan Esktraksi Fitur Histogram Dengan Klasifikasi Jaringan Saraf Tiruan (JST)

Bagas Bayu Aji<sup>1</sup>, Ida Nurcahyani<sup>2</sup>, Elvira Sukma Wahyuni<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia  
Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia

<sup>1</sup>15524005@students.uui.ac.id

<sup>2,3</sup>155240104@uui.ac.id Elvira.wahyuni@uui.ac.id



**Abstrak**— Saat ini peningkatan jumlah kendaraan sangat tinggi, akibatnya banyak ditemukan kemacetan dan penumpukan kendaraan hampir di setiap persimpangan jalan khususnya saat jam berangkat kerja dan pulang kerja. Hal ini disebabkan belum adanya sistem untuk mengatur kinerja *traffic light* berdasarkan kondisi jalan sehingga diperlukannya sebuah sistem *traffic light* yang bisa menyesuaikan nilai *green time* berdasarkan kondisi jalan. Penelitian ini adalah salah satu bentuk implementasi pengolahan citra yang berfokus pada *traffic light* dengan menggunakan citra gambar di persimpangan jalan yang diambil secara manual sebagai *input* yang diharapkan dapat mengefisienkan kinerja *traffic light*. Penelitian ini menggunakan *software* MATLAB R2016a. Penelitian ini memiliki tiga tahapan yaitu: ekstraksi fitur, klasifikasi, dan penentuan nilai *green time*. Dalam penelitian ini digunakan metode ekstraksi fitur histogram untuk pengolahan citra, metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) untuk klasifikasi, dan metode *Round Robin* (RR) untuk menentukan urutan *green time*. Fitur yang digunakan pada ekstraksi fitur histogram pada penelitian ini adalah *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity*, *mean*, *variance*, *standart deviation*, *skewnees*, dan *entropy* sedangkan parameter yang digunakan pada JST adalah *epoch* sebanyak 500, dan *error* sebesar 0,00001 dengan jumlah *hidden layer* sebanyak 2 yang masing-masing memiliki jumlah *neuron* 1 dan 5. Untuk *green time* ditentukan melalui pengamatan di persimpangan jalan dan didapatkan nilai *green time* untuk kondisi macet 30 detik, normal 20 detik, dan sepi 10 detik yang urutannya menggunakan skema RR. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah akurasi sebesar 77,5% dan nilai MSE sebesar 0,0934795.

**Kata kunci**—JST, RR, *image processing*, Ekstraksi fitur histogram

## I. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah kendaraan mengakibatkan penggunaan jalan semakin padat sehingga mengakibatkan kemacetan khususnya pada jam berangkat dan pulang kerja. Saat ini kemacetan seperti menjadi hal yang biasa untuk pengguna jalan bahkan hampir di setiap persimpangan jalan, pintu masuk dan keluar tol sering dijumpai kepadatan dan kemacetan kendaraan. Kemacetan bisa disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya tingkat jumlah pertumbuhan

kendaraan yang semakin besar, pertumbuhan infrastruktur yang sangat lambat, juga bisa disebabkan karena kurang efisiennya sistem antrian kendaraan yang ada saat ini. Banyak upaya telah dilakukan untuk mengurangi dan mengurai kemacetan yang terjadi. Mulai dari rekayasa lalu lintas, penambahan jumlah transportasi umum, sistem ganjil genap dan peningkatan kapasitas dengan melebarkan jalan [1].

Namun, dari banyak cara tadi tampaknya kemacetan dan kepadatan lalu lintas masih saja terjadi sehingga dibutuhkan suatu sistem yang dapat meningkatkan efisiensi antrian kendaraan di persimpangan jalan. *Intelligence Transport System* (ITS) adalah suatu sistem yang mengintegrasikan antara informasi, komunikasi, kendaraan dan infrastruktur transportasi agar bekerja secara efektif dan efisien. Informasi antrian kendaraan dan kemacetan bisa didapatkan melalui *Closed Circuit Television* (CCTV) persimpangan jalan, pintu masuk dan pintu keluar tol dan *Global Positioning System* (GPS) pada transportasi umum yang kemudian akan diolah. Tujuan dari ITS adalah memaksimalkan kinerja infrastruktur transportasi agar tidak terjadi antrian dan kemacetan kendaraan [1]. Pengimplementasian ITS sangat banyak diantaranya, *Area Traffic Control System*, CCTV kamera, *Variable Message Sign* (VMS), Sistem Informasi Parkir, *E-Enforcement*, *E-Toll*, Sistem Transformasi Publik Terintegrasi [1]. Penelitian ini berfokus pada sistem antrian *traffic light* yang masih menggunakan waktu sama pada setiap jalur antrian sehingga dirasa kurang efisien.

Peran *image processing* dalam penelitian ini sangat penting untuk mengolah citra yang diambil di persimpangan jalan untuk kemudian dilakukan klasifikasi. Klasifikasi jalur pada penelitian ini menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST) yang sebelumnya dilakukan ekstraksi ciri yang berbasis histogram terlebih dahulu untuk mendapatkan ciri dari citra yang diambil di persimpangan jalan. JST adalah suatu sistem komputasi yang konstruksi dan cara kerjanya terinspirasi dari sel dalam otak manusia. JST akan dilatih dengan cara diberikan masukan berupa citra jalan yang sepi, normal, dan macet pada suatu persimpangan jalan sehingga

nantinya JST mampu untuk mengenali dan menentukan jalur yang sepi, normal dan macet.

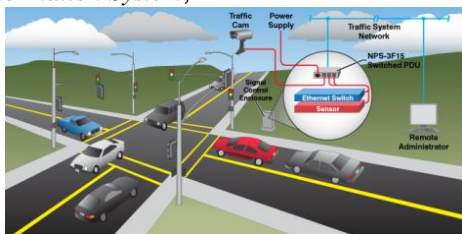
Metode penjadwalan juga tidak kalah penting dalam mengatur sistem antrian pada traffic light. Metode ini mengatur mana yang harus dilayani mana yang harus mengantri. Ada beberapa metode penjadwalan [2]. Namun, pada penelitian ini menggunakan metode penjadwalan *round robin* (RR). Metode penjadwalan RR adalah metode yang melayani antrian secara berurutan sebesar waktu yang telah ditentukan pada masing-masing antriannya [2]. Metode RR ini juga akan diberikan skala prioritas untuk menentukan mana yang membutuhkan *green time* yang lama dan sebentar. Metode penjadwalan RR dipilih karena pada *traffic light* antrian jalurnya berurutan dan skala prioritas dibutuhkan karena tidak semua jalur memiliki jumlah antrian yang sama. Dengan metode RR dan skala prioritas ini jalur pada *traffic light* yang memiliki jumlah antrian panjang akan memiliki *green time* yang lebih banyak. Diharapkan dengan penelitian ini dapat mengurangi antrian kendaraan di persimpangan jalan.

## II. DASAR TEORI

### A. Intelligence Transport System (ITS)

ITS adalah suatu sistem yang mengintegrasikan antara informasi, komunikasi, kendaraan dan infrastruktur transportasi agar bekerja secara efektif dan efisien. Informasi antrian kendaraan dan kemacetan bisa didapatkan melalui CCTV persimpangan jalan, pintu masuk dan pintu keluar tol dan GPS pada transportasi umum yang kemudian akan diolah. Tujuan dari ITS adalah memaksimalkan kinerja infrastruktur transportasi agar tidak terjadi antrian dan kemacetan kendaraan [3].

Pengimplementasian ITS sangat banyak diantaranya, *Area Traffic Control System*, CCTV kamera, VMS, Sistem Informasi Parkir, *E-Enforcement*, *E-Toll*, Sistem Transformasi Publik Terintegrasi. Perkembangan ITS di Indonesia saat ini diantaranya, *advance Traffic Management System*, *Advance Public Transportation System*, *Road Weather Management*, Nomor Polisi Digital, *Electronic Payment System*, *Traveller Information*, *Advance Vehicle Control and Safety System*, *Collision Notification*, *Advanced Driver Information System*,



GAMBAR 1. IMPLEMENTASI ITS [7]

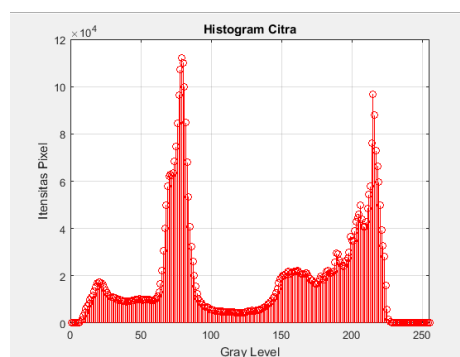
### B. Image Processing

Image processing adalah proses untuk mengolah sumber informasi berupa gambar untuk tujuan tertentu sesuai yang diperlukan. Aplikasi Image processing sendiri sangatlah

luas, bisa digunakan untuk pengenalan pola, klasifikasi, pengelompokan, restorasi citra, dll [4].

### C. Ekstraksi Fitur Histogram

Ekstraksi fitur histogram adalah salah satu metode ekstraksi yang dapat digunakan dalam image processing. Metode ekstraksi ini berdasarkan tingkat keabuan dari citra yang diambil dari histogram citra. Histogram adalah grafik yang menunjukkan distribusi penyebaran piksel pada citra dimana garis horizontal menunjukkan nilai piksel sedangkan garis vertikal menunjukkan nilai intensitas kemunculan piksel. Histogram dapat dilihat pada Gambar 2.



GAMBAR 2. HISTOGRAM CITRA

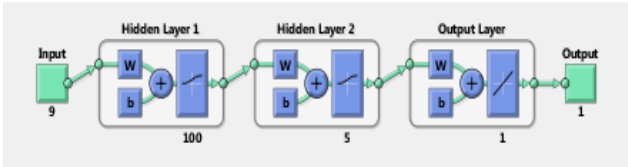
### D. Jaringan Saraf Tiruan (JST)

JST adalah model matematika yang digunakan untuk komputasi yang memiliki mekanisme kerja seperti otak manusia yang memiliki neuron dan fungsi aktivasi. Karakteristik yang penting pada JST adalah kemampuan pembelajaran. Berikut adalah model pembelajaran digunakan pada JST :

1. *Supervised learning* atau pembelajaran terawasi adalah proses pembelajaran dimana algoritme dilatih terlebih dahulu dengan *data training* agar bisa melakukan prediksi atau klasifikasi. Beberapa algoritme yang dapat digunakan pada *supervised learning* diantaranya adalah regresi linier berganda, analisis deret waktu *decision tree and random forest*, *naïve baes classifier*, *nearest neighbor classifier*, *artificial neural network (ANN)*, dan *support vector machine*.
2. *Unsupervised learning* atau pembelajaran tidak terawasi adalah proses pembelajaran dimana algoritme tidak perlu dilatih terlebih dahulu untuk bisa melakukan prediksi atau klasifikasi. Beberapa algoritme yang dapat digunakan pada *unsupervised learning* diantaranya adalah, *K-Means*, *hierarchial clustering*, *DBSCAN*, *fuzzy C-Means*, dan *self-organizing map*.

JST sendiri memiliki arsitektur jaringan seperti pada Gambar 3 dimana dalam arsitektur jaringan tersebut terdapat beberapa *layer* atau lapisan yang saling menghubungkan satu sama lainnya. *Layer* atau lapisan tersebut diantaranya :

1. *Input layer* adalah *layer* yang terdiri dari *neuron* yang berfungsi menerima data masukan dari luar dan mengirim data tersebut ke *hidden layer* tanpa melakukan suatu proses apapun
2. *Hidden layer* adalah *layer* yang terdiri dari *neuron* dan berfungsi menghubungkan *input layer* dan *output layer*.
3. *Output layer* adalah *output* yang juga terdiri dari *neuron* dan memiliki fungsi untuk menerima masukan data dari *input layer* dan *hidden layer*.

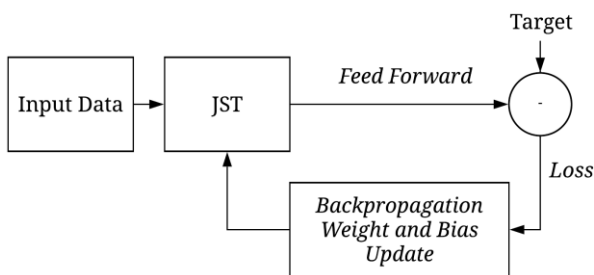


GAMBAR 3 ARSITEKTUR JST

Cara kerja dari JST adalah input akan dikalikan dengan bobot kemudian dijumlahkan dengan bias sebanyak *neuron* yang ada pada masing-masing *layer*. Berdasarkan jumlah dari *layer* atau lapisan, jaringan saraf dapat diklasifikasikan menjadi jaringan *single* dan *multilayer*. Aplikasi untuk JST sangat banyak diantaranya untuk pengklasifikasian, kompresi, dan pengelompokan. Namun, aplikasi untuk JST yang paling sering digunakan adalah klasifikasi [5].

#### E. Backpropagation

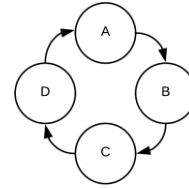
*Backpropagation* adalah salah satu bentuk jaringan saraf tiruan yang memiliki beberapa *layer*. *Backpropagation* merupakan *supervised learning* yang memiliki target tertentu yang dicari. Karakteristik dari *backpropagation* adalah meminimalkan *error* pada keluaran dari jaringan. Cara yang digunakan untuk meminimalkan *error* pada JST adalah dengan memberikan umpan balik untuk menyesuaikan kembali nilai bobot dan bias agar mendapatkan target yang diinginkan [5]. Cara kerja *backpropagation* ditunjukkan pada Gambar 5.



GAMBAR 5. SKEMA BACKPROPAGATION

#### F. Round Robin (RR)

RR adalah salah satu metode penjadwalan yang cara kerjanya melayani antrian sesuai urutan dan waktu yang telah ditentukan [6]. Cara kerja metode RR ditunjukkan oleh Gambar 4 dimana urutan antrian A-B-C-D akan berjalan terus menerus dan berurutan.



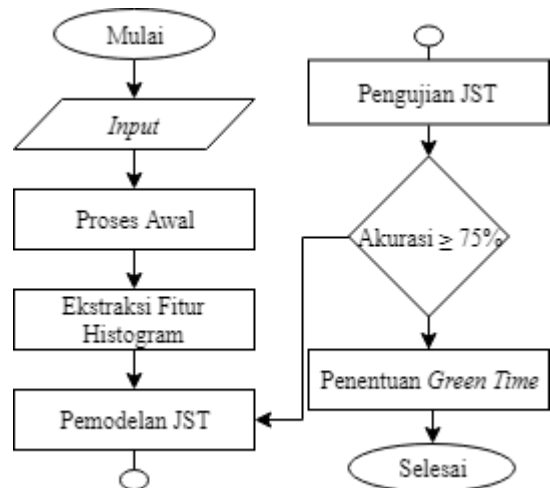
GAMBAR 4. SKEMA RR

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan. Tahapan pertama penulis membaca studi literatur penelitian yang memiliki kesamaan metode atau masalah dari berbagai sumber. Tahapan ini dilakukan sebagai landasan dan sekaligus parameter dalam melakukan penelitian.

Selanjutnya adalah proses pengambilan data. Data pada penelitian ini adalah citra gambar yang diambil di persimpangan kentungan pada jam sibuk sebanyak 200 citra yang dibagi menjadi 3 kategori yaitu sepi, normal, dan macet yang masing-masing memiliki kurang lebih 66 citra.

Kemudian proses selanjutnya adalah pemodelan sistem dan pengujian JST. Alur pemodelan dan pengujian sistem dapat dilihat pada Gambar 6 dan dijelaskan pada setiap sub babnya:



GAMBAR 6. PEMODELAN SISTEM

### 1) Input

Input pada penelitian ini berjumlah 200 citra gambar yang dibagi menjadi 3 kelas yaitu sepi, normal, dan macet dimana masing-masing kelas memiliki kurang lebih 66 citra gambar. Citra gambar ini masih dalam bentuk RGB dengan resolusi 2560x1920 yang kemudian diproses pada tahap selanjutnya.

### 2) Proses Awal

Pada tahap ini penulis melakukan penyesuaian terhadap citra gambar yang telah diambil. Pada bagian proses awal penulis melakukan *cropping* pada citra dengan menentukan 5 titik koordinat secara manual. Koordinat *cropping* pada citra ditentukan menggunakan fungsi  $(x,y) = ginput(n)$  pada matlab dimana  $x$  adalah nilai kolom,  $y$  adalah nilai baris, dan  $n$  adalah jumlah koordinat. Koordinat ditentukan secara manual dengan cara mengklik kursor pada titik yang diinginkan sebanyak  $n$  secara berurutan, dalam penelitian ini nilai  $n$  bernilai 5 yang artinya penulis mengklik 5 koordinat pada citra. Penulis menggunakan *ginput* dikarenakan area yang akan di crop pada citra spesifik dan berbeda-beda. Kemudian hasil *cropping* akan ditampilkan dalam bentuk citra biner dengan warna putih untuk area yang diperlukan dan warna hitam untuk area citra yang tidak diperlukan. Setelah itu hasil *cropping* akan dirubah menjadi *grayscale* agar memudahkan proses komputasi pada sistem, setelah dirubah dalam bentuk *grayscale* citra hasil *cropping* di *resize* menjadi 800x800. Tujuan dari *resize* adalah untuk menyamakan ukuran pada masing-masing citra agar pada saat pengambilan fitur lebih presisi. Tujuan dilakukannya proses awal adalah untuk memudahkan proses komputasi pada tahap berikutnya dengan cara menghilangkan informasi yang tidak diperlukan pada citra.

### 3) Ekstraksi Fitur Histogram

Pada bagian ini penulis mengambil fitur dari citra yang berbasis histogram. Histogram adalah diagram yang menunjukkan distribusi penyebaran piksel pada citra dimana garis horizontal menunjukkan nilai piksel sedangkan garis vertikal menunjukkan nilai intensitas kemunculan piksel. Dari histogram tersebut ada fitur yang dapat diambil yaitu berupa *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity*, *mean*, *variance*, *standart deviation*, *skewnees*, dan *entropy* dimana semuanya fitur berdasarkan nilai keabuan suatu citra kemudian fitur-fitur tersebut disimpan dalam bentuk excel. Tujuan dari ekstraksi fitur pada penelitian ini adalah untuk mengambil fitur dari tiap-tiap citra jalan yang sepi, normal, dan macet yang tentu saja memiliki nilai fitur yang berbeda-beda untuk kemudian dilakukan proses klasifikasi.

### 4) Pemodelan dan Pengujian JST

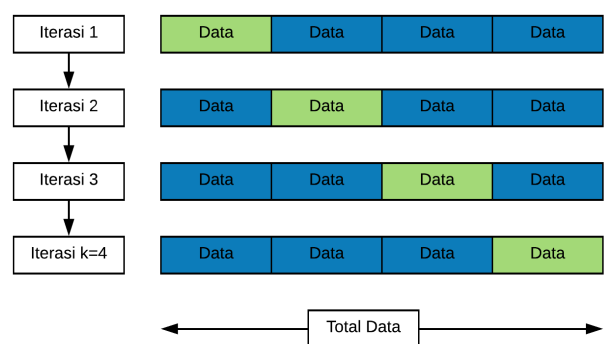
Pada penelitian ini arsitektur JST *backpropagation* yang digunakan penulis adalah 9-100-5-1 yang berarti terdiri dari 9 masukan yaitu *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity*, *mean*, *variance*, *standart deviation*, *skewnees*, dan *entropy*, kemudian memiliki 2 *hidden layer* yang masing-masing terdiri dari 100 *neurons* dan 5 *neurons* lalu

memiliki 1 data keluaran kelas yaitu sepi, normal, dan macet. Arsitektur JST bisa dilihat pada Gambar

Parameter yang digunakan adalah *epoch* yang bernilai 500 dan *error* 0,00001 sedangkan untuk parameter *learning rate* tidak digunakan karena JST pada penelitian ini menggunakan *levenberg-marquardt backpropagation* dimana algoritme tersebut adalah algoritme *backpropagation* tercepat yang ada di *toolbox* pada MATLAB sehingga nilai *learning rate* diatur secara *default* oleh sistem. Dalam penelitian ini penulis tidak melakukan inisiasi bobot dan bias sehingga nilai bobot dan bias pada penelitian ini bernilai *random*. JST dilatih menggunakan data latih dan diuji menggunakan data uji dimana dalam penelitian ini data latih dan data uji divariasikan menjadi 3 bagian.

Bagian yang pertama peneliti memisahkan data latih dan data uji dengan persentase 50% untuk data latih dan 50% untuk data uji sehingga data latih akan berjumlah 100 citra dan data uji berjumlah 100 citra. Bagian kedua peneliti memisahkan data latih dan data uji dengan persentase 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji dimana data latih akan berjumlah 160 citra dan data uji akan berjumlah 40 citra. Kemudian pada bagian ketiga peneliti memisahkan data latih dengan data uji dengan persentase 90% untuk data latih dan 10% untuk data uji yang berarti 180 citra sebagai data latih dan 20 citra sebagai data uji. Tujuan peneliti menggunakan variasi persentase yang berbeda-beda pada setiap bagian adalah untuk melihat bagaimana pengaruh data latih terhadap nilai akurasi dan *mean square error* (MSE).

Teknik yang digunakan untuk memisahkan data latih dan data uji adalah *k-fold cross validation* dimana  $k$  adalah jumlah iterasi yang digunakan. Untuk bagian pertama nilai  $k = 2$  yang artinya ada 2 iterasi, untuk bagian kedua nilai  $k = 5$  yang berarti ada 5 iterasi, dan untuk bagian ketiga nilai  $k = 10$  artinya menggunakan 10 iterasi. Teknik ini digunakan karena data uji pada tiap-tiap iterasi berbeda sehingga seluruh data secara merata akan digunakan sebagai data uji pada iterasi tertentu. Skema dari *k-fold cross validation* dapat dilihat pada Gambar 7.



GAMBAR 7. K-FOLD CROSS VALIDATION

Kemudian dari masing-masing iterasi nilai akurasi dan MSE dirata-rata. Cara mencari rata-rata akurasi adalah :

$$\text{Rata - rata akurasi} = \frac{\text{jumlah akurasi total}}{\text{jumlah iterasi}} \times 100\% \quad (3.1)$$

Sedangkan untuk mencari rata-rata MSE adalah :

$$\text{Rata - rata MSE} = \frac{\text{jumlah MSE total}}{\text{jumlah iterasi}} \times 100\% \quad (3.2)$$

#### 5) Penentuan Green Time

Pada tahap ini urutan pada jalur *traffic light* menggunakan metode RR untuk urutan antrian dimana urutan antrian akan bergantian secara berurutan sesuai dengan skema yang telah ditentukan yaitu searah utara-timur-selatan-barat. Nilai *green time* ditentukan berdasarkan tingkat kepadatan jalan. Penentuan besaran nilai *green time* pada penelitian ini menggunakan pengamatan persimpangan jalan pada jam sibuk yaitu 30 detik untuk jalan yang macet, 20 detik untuk jalan yang normal, dan 10 detik untuk jalan yang sepi.

### IV. HASIL DAN ANALISIS

Pada bagian ini berisi pembahasan hasil mulai dari proses awal, ekstraksi fitur histogram, pemodelan JST, pengujian JST, dan penentuan *green time* dan analisis pengaruh nilai *k* terhadap nilai akurasi dan MSE. Seluruh hasil ditampilkan dalam bentuk table, gambar, dan grafik.

#### 1. Hasil Proses Awal

Pada proses ini penulis melakukan penyesuaian pada masukan citra agar memudahkan proses komputasi dan menghilangkan informasi yang tidak diperlukan pada citra.



GAMBAR 8. CITRA ASLI



GAMBAR 9. CITRA HASIL CROPPING

Gambar 8 adalah citra RGB asli sebelum di *crop* dengan resolusi 2560x1920. Citra tersebut adalah citra jalur yang diambil menggunakan kamera secara manual di perempatan kentungan sebelah selatan dan Gambar 9 adalah citra hasil *cropping* menggunakan *ginput* dan telah di *resize* menjadi 800x800. Citra hasil *cropping* dirubah dari RGB menjadi *grayscale* yang bertujuan untuk memudahkan komputasi dan pengambilan fitur histogram sedangkan *resize* bertujuan untuk menyesuaikan dan menyeragamkan seluruh citra dengan ukuran yang sama.

#### 2. Hasil Ekstraksi Fitur Histogram

Dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.** ada 9 fitur histogram yaitu *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity*, *mean*, *variance*, *standart deviation*,

*skewnees*, dan *entropy* dari masing-masing kondisi jalan yang telah disimpan pada file excel. Kesembilan fitur ini diambil berdasarkan tingkat keabuan suatu citra menggunakan metode ekstraksi fitur histogram. Nilai pada masing-masing fitur pada masing-masing kondisi jalan berbeda-beda dikarenakan tingkat keabuan citra yang berbeda-beda. Hasil dari ekstraksi fitur tersebut kemudian akan dibagi menjadi 3 bagian data menggunakan *k-fold cross validation* dan kemudian dilakukan proses klasifikasi

#### 3. Hasil Pemodelan JST

Penelitian ini menggunakan arsitektur JST *backpropagation* 9-100-5-1 yang berarti memiliki 9 input yang berupa fitur histogram yaitu *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity*, *mean*, *variance*, *standart deviation*, *skewnees*, dan *entropy*, memiliki 2 *hidden layer* yang masing-masing memiliki jumlah *neurons* 100 dan 5 kemudian memiliki output 1 yaitu kelas. Model JST dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.**

#### 4. Hasil Pengujian JST

Dari dapat dilihat pada Tabel 1 untuk *k* = 2 diperoleh nilai rata-rata akurasi sebesar 66,5% dan nilai rata-rata MSE sebesar 0,0934795, untuk *k* = 5 diperoleh nilai rata-rata akurasi sebesar 71% dan nilai rata-rata MSE sebesar 0,1034958, kemudian untuk *k* = 10 diperoleh nilai rata-rata akurasi sebesar 77,5% dan nilai rata-rata MSE sebesar 0,1226796.

TABEL 1. HASIL PENGUJIAN JST

| Nilai k | Nilai MSE Rata-rata | Nilai Akurasi Rata-rata |
|---------|---------------------|-------------------------|
| 2       | 0,0934795           | 66,5%                   |
| 5       | 0,1034958           | 71%                     |
| 10      | 0,1226796           | 77,5%                   |

#### 5. Analisis Akurasi

Rata-rata akurasi terbaik yang didapatkan pada penelitian ini adalah pada nilai *k* = 10 dengan persentase data latih 90% dan data uji 10%. Pengujian JST dengan nilai *k* = 10 dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2. RATA-RATA AKURASI JST

| Iterasi                   | Akurasi |
|---------------------------|---------|
| 1                         | 85%     |
| 2                         | 75%     |
| 3                         | 85%     |
| 4                         | 65%     |
| 5                         | 85%     |
| 6                         | 70%     |
| 7                         | 80%     |
| 8                         | 80%     |
| 9                         | 65%     |
| 10                        | 80%     |
| Rata-Rata Akurasi = 77,5% |         |



## 7. Penentuan *Green Time*

Tabel 4 menunjukkan hasil dari penentuan nilai *green time* dimana untuk kondisi sepi diberikan nilai 10 detik, untuk kondisi normal diberikan 20 detik, dan untuk kondisi macet diberikan nilai 30 detik. Pada **Error! Reference source not found.** juga dapat dilihat bahwa akurasi *green time* adalah 100% karena tidak ada kesalahan dalam pemberian nilai *green time* pada kondisi sepi, normal, dan macet semua kondisi diberikan nilai *green time* sesuai dengan yang telah ditentukan. Namun nilai *green time* sangat bergantung pada akurasi prediksi dari JST.

## V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini fitur diambil menggunakan ekstraksi fitur histogram yang didasarkan pada tingkat keabuan sebuah citra. Citra asli RGB yang berukuran 2560x1920 dicrop menggunakan *ginput* kemudian hasil dari cropping dirubah menjadi *grayscale* dan diresize menjadi 800x800 kemudian diekstrak fitur histogramnya. Fitur yang digunakan pada penelitian ini adalah *contrast, correlation, energy, homogeneity, mean, variance, standart deviation, skewnees, dan entropy*

Klasifikasi pada penelitian ini menggunakan algoritme JST *backpropagation* untuk mengenali jalur yang sepi, normal, dan macet. Cara klasifikasi pada penelitian ini adalah dengan melabeli data ekstraksi fitur kelas sepi dengan label 1, kelas normal dengan label 2, dan kelas macet dengan label 3 kemudian membagi data hasil ekstraksi fitur histogram yang telah dilabeli menggunakan *k-fold cross validation* dengan nilai  $k = 2$ ,  $k = 5$  dan  $k = 10$ . Kemudian dilakukan proses pelatihan dan pengujian untuk masing-masing nilai  $k$ . Hasil akurasi tertinggi sebesar 77,5% untuk  $k = 10$  dan nilai MSE terbaik 0,0934795 untuk  $k = 2$ .

*Green time* pada penelitian ini didapatkan dengan pengamatan di persimpangan kentungan untuk besaran *green time* adalah 10 detik untuk jalur yang sepi 20 detik untuk jalur yang normal, dan 30 detik untuk jalur yang

macet. Sedangkan penentuan urutan antrian menggunakan metode RR yaitu utara-timur-selatan-barat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Pandia, "Pengembangan Model Intelligence Transpoftation System ( ITS ) untuk Solusi Kemacetan di Indonesia Model Development of Intelligence Transpoftation System ( ITS ) for Indonesia Traffic Solution," 2005.
- [2] B. A. Forouzan, *Data Communication And Networking*. 2009.
- [3] W. A. Syafei, K. Kusnadi, and B. Surarso, "Penentuan Priorita Perbaikan Jalan Berbasis Metode Analytic Network Process Sebagai Komponen Menuju Kota Cerdas," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 6, no. 2, p. 105, 2016.
- [4] R. A. Surya, A. Fadlil, and A. Yudhana, "Ekstraksi Ciri Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix ( GLCM ) dan Filter Gabor Untuk Klasifikasi Citra Batik Pekalongan," vol. 02, no. 02, pp. 23–26, 2017.
- [5] H. Bisri and M. A. Bustomi, "Klasifikasi Citra Paru-Paru dengan Ekstraksi Fitur Histogram dan Jaringan Syaraf Tiruan," vol. 2, no. 2, 2013.
- [6] P. Pradhan, "Modified Round Robin Algorithm for Resource Allocation in Cloud Computing," *Procedia - Procedia Computer Science*, vol. 85, no. Cms, pp. 878–890, 2016.
- [7] Deployment of Intelligent Transport System (ITS) in Urban Centers of Pakistan – Nida Batool." [Online]. Available:<https://nidabatool.com/deployment-intelligent-transport-system-urban-centers-pakistan/>. [Accessed: 28-Aug-2019].