Jurnal Elkolind Volume 11 , Nomor 2, Juli 2024
DOI: http://dx.doi.org/10.33795/elkolind.v11i2.5367

Skema Koordinasi Persampingan untuk Kelancaran Arus Lalu Lintas dengan Metode *Neural Network*

Ginda Pingky Ramadhani[1], Mat Syai'in[2], Lilik Subiyanto [3], Zindhu Maulana Ahmad Putra[4], Ii Munadhif[5], Imam Sutrisno[6]
e-mail: gindapingky@student.ppns.ac.id[1], matt.syaiin@ppns.ac.id[2], liliksubiyanto@ppns.ac.id[3], zindhu@ppns.ac.id[4], iimunadhif@ppns.ac.id[5], imam_sutrisno@ppns.ac.id[6]
[1,2,3,4,5,6]Jurusan Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 16 Juni 2024
Direvisi 12 Juli 2024
Diterbitkan 31 Juli 2024

Kata kunci:

Kepadatan Kendaraan,
Koordinasi Lampu Lalu Lintas,
Lampu Lalu Lintas,
Neural Network

ABSTRAK

Volume kendaraan yang padat serta tidak adanya koordinasi antar lampu lalu lintas juga menjadi salah satu faktor kemacetan belum dapat diatasi hingga saat ini. Untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan menerapkan lampu lalu lintas cerdas agar dapat meminimalisir kepadatan atau kemacetan pada jalan raya. Lampu lalu lintas yaitu sistem yang menerapkan waktu dinamis sesuai dengan volume kendaraan, apabila jalur dengan tingkat kepadatan tinggi maka secara otomatis *delay* lampu hijau akan semakin lama, sedangkan apabila volume kendaraan lenggang maka *delay* lampu hijau akan semakin cepat. *Delay* lampu hijau akan menyesuaikan dengan tingkat kepadatan lalu lintas. Dengan menggunakan *Image Processing* sebagai proses mengolah gambar kendaraan sehingga menghasilkan jumlah kendaraan, yang nantinya jumlah kendaraan tersebut akan diolah kembali menggunakan metode *Neural Network*. Lampu lalu lintas pada setiap jalur akan saling terkoordinasi agar tidak terjadi penumpukan pada salah satu titik yang padat. *Output* yang dihasilkan yaitu berupa waktu *delay* lampu hijau sesuai dengan volume kendaraan. Dari hasil penerapan *Neural Network* pada percobaan koordinasi persimpangan didapatkan hasil dari 6 kali uji coba, yaitu pada persimpangan pertama mendapatkan error rata-rata atau MSE (Mean Squared Error) sebesar 1.0063, pada persimpangan kedua mendapatkan error rata-rata sebesar 0.9063, dan pada persimpangan ketiga mendapatkan error rata-rata sebesar 0.9970.

Keywords:

Vehicle Densit
Traffic Light Coordination
Traffic Lights
Neural Network

ABSTRACT

The dense volume of vehicles and the lack of coordination between traffic lights are also one of the factors of congestion that has not been overcome so far. To solve the problem is to implement intelligent traffic lights to minimize the density or congestion on the highway. Traffic lights are systems that apply dynamic time according to the volume of the vehicle, when a high-density line then automatically the delay of the green light will be longer, while when the vehicle volume is lengthy then the delays of the Green Light will be faster. The green light delay will adjust to the level of traffic density. By using Image Processing as a process of processing the image of the vehicle to generate a number of vehicles, which will then be processed using the Neural Network method. Traffic lights on each line will be coordinated so that no accumulation occurs at any of the dense points. The resulting output is the delay time of the green light according to the volume of the vehicle. From the results of the application of Neural Network to the intersection

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195

coordination experiment obtained the result of 6 trials, i.e. at the first intersection obtain an average error or MSE (Mean Squared Error) of 1.0063, at the second intersector obtain the average error of 0.9063, and at the third intersession obtain a average error for 0.9970.

Penulis Korespondensi:
Ginda Pingky Ramadhani,
Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal,
Prodi Teknik Otomasi,
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,
Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111.
Email: gindapingky@student.ppns.ac.id
+62 881 0274 77617

1. PENDAHULUAN

Kemacetan di Indonesia sering terjadi dikota-kota besar [1]. Hal tersebut terjadi dikarenakan banyaknya jumlah atau volume kendaraan yang terus bertambah dan bertambahnya volume kendaaran tersebut tidak sebanding dengan kondisi ruas jalan. Kemacetan juga dapat berpengaruh dalam berbagai macam kegiatan Masyarakat [2]. Karena berdampak pada kelangsungan kegiatan masyarakat dan pentingnya juga pada dampak pendapatan masyarakat tersebut. Akibat kemacetan banyak waktu yang hilang dan berkurangnya kesempatan masyarakat untuk memperoleh pendapatan. Begitu juga dilihat dari berbagai aspek, dengan adanya kemacetan dapat membuat lalu lintas menjadi terhambat. Kemacetan di Indonesia sendiri sering terjadi dipersimpangan ruas jalan seperti persimpangan empat [3].

Salah satu cara untuk meminimalisir kepadatan lalu lintas adalah pengaturan lampu lalu lintas pada setiap persimpangan jalan dan mengatur koordinasi lampu lalu lintas antar persimpangan. Saat ini, waktu nyala lampu lalu lintas baik waktu nyala merah atau hijau ditentukan secara tetap menggunakan *counter* tanpa mempertimbangkan kondisi kepadatan yang terjadi saat itu pada setiap persimpangan. Oleh karena itu, untuk dapat mengurai kepadatan lalu lintas khususnya pada persimpangan jalan, maka salah satu solusinya adalah pengaturan waktu nyala lampu berdasarkan pada kondisi kepadatan yang terjadi saat itu. Dengan demikian perlu suatu sistem yang efektif untuk mengukur panjang antrian pada setiap sisi jalan suatu persimpangan jalan secara waktu nyata [4], [5]. Koordinasi antar persimpangan merupakan salah satu upaya untuk meminimalisir kemacetan pada saat volume kendaraan menumpuk pada salah satu jalur, koordinasi antar persimpangan yaitu apabila pada salah satu jalur mengalami kemacetan tingkat tinggi dengan kecepatan kendaraan rata-rata maka pada saat jalan ke persimpangan selanjutnya tidak terkena lampu merah.

Salah satu tantangan utama dalam pengaturan lalu lintas adalah kurangnya adaptabilitas terhadap dinamika lalu lintas yang kompleks [6]. Dalam banyak kasus, lampu lalu lintas beroperasi dengan waktu siklus yang tetap, tidak memperhitungkan variasi volume lalu lintas atau kondisi jalan yang berubah-ubah. Inilah alasan utama mengapa pengembangan *prototype* lampu lalu lintas cerdas menjadi krusial untuk meningkatkan efisiensi pengaturan lalu lintas. Teknologi *Image Processing* memberikan solusi yang menarik dan efektif untuk mengatasi tantangan ini. Dengan memanfaatkan kamera yang terintegrasi, sistem lampu lalu lintas cerdas dapat secara akurat mendeteksi volume lalu lintas, sehingga pada ruas jalan yang padat atau lenggang akan terdeteksi. Pengolahan citra memungkinkan sistem untuk mengambil keputusan secara cepat dan adaptif, yang dapat menghasilkan manajemen lalu lintas yang lebih efisien.

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang telah mengkaji mengenai koordinasi lampu lalu lintas, yang pertama yaitu dikaji oleh penulis dengan judul "*Image Processing Based Smart Traffic Control System for Smart City*" [7], diterbitkan pada tahun 2021 oleh *International Conference on Computing Communication and Networking Technologies*, ICCCNT 2021 dan ditulis oleh Vedansh Bhardwaj, Yaswanth Rasamsetti, dan Vipina Valsa. Jurnal tersebut menggunakan metode pemrosesan citra digital, khususnya teknik deteksi tepi Canny. Teknik tersebut digunakan untuk menghitung persentase kesesuaian antara citra referensi dan citra yang diambil dari kondisi lalu lintas aktual. Untuk mendukung implementasi metode ini, penelitian ini juga memanfaatkan perangkat lunak MATLAB dan Proteus dalam merancang dan memverifikasi sistem kontrol lalu lintas berbasis pemrosesan citra. Namun pada penelitian ini hanya berfokus pada 1 persimpangan saja.

Yang kedua yaitu, dikaji oleh penulis dengan judul" *Intelligent Traffic Light System Using Image Processing* "[8], diterbitkan pada tahun 2021 oleh Proceedings - 2nd SEA-STEM International Conference, SEA-STEM 2021 dan ditulis oleh Basla Siripatana, Kittipong Nopchanasuphap, Somporn Chuai-Aree. Jurnal tersebut menggunakan metode pemrosesan citra digital atau *image processing*. Temuan utama dari jurnal tersebut yaitu pengembangan sistem lampu lalu lintas cerdas menggunakan teknologi pemrosesan citra dapat meningkatkan efisiensi lalu lintas dan mengurangi waktu tunggu di persimpangan. Sistem ini mampu menghitung jumlah kendaraan secara *real-time* dan mengatur durasi lampu hijau dan merah sesuai dengan jumlah kendaraan yang ada, sehingga menciptakan aliran lalu lintas yang lebih lancar.

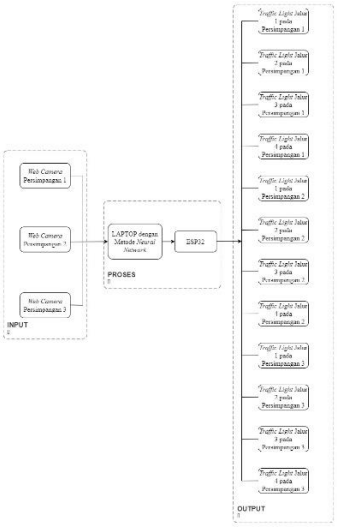
Pada penelitian ini menggunakan *Image Processing* untuk mengolah data gambar (citra) [9], digunakan juga metode *Neural Network* untuk menganalisa *delay* lampu lalu lintas hijau yang relevan dengan tingkat kepadatan volume lalu lintas. *Neural Network* merupakan bagian dari kecerdasan buatan dan memiliki kemampuan untuk melatih model jaringan saraf tiruan untuk mengenali pola dalam data citra dengan tingkat akurasi yang tinggi. Berdasarkan dari latar belakang diatas, maka penulis mengambil penelitian untuk membuat lampu lalu lintas cerdas yang sesuai dengan keadaan jalur lalu lintas yang padat. Peneliti membuat skema koordinasi lampu lalu lintas menggunakan metode *Neural Network*. Oleh karena itu, peneliti mengangkat judul penelitian "Skema Koordinasi Persimpangan untuk Kelancaran Arus Lalu Lintas dengan Metode *Neural Network*". Keterbaruan yang disajikan yaitu koordinasi antar 3 persimpangan, lebih mengedepankan koordinasi agar tidak terjadi kemacetan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Blok Diagram Sistem

Gambar 1 merupakan blok diagram penelitian bekerja. Terdapat 3 bagian yaitu bagian untuk masukan (input), bagian yang mengolahnya (proses), dan bagian untuk keluaran (output). Dengan adanya blok diagram akan membantu kita melihat cara kerja sistem dengan lebih mudah.

DOI: http://dx.doi.org/10.33795/elkolind.v11i2.5367



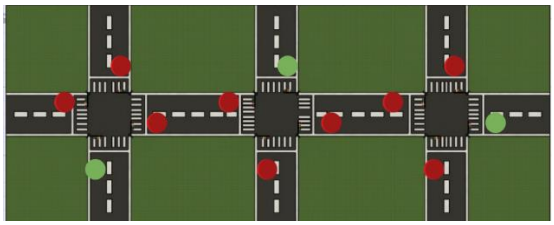
Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Sistem memiliki *input* yaitu sensor *Web camera*. *Web camera* diletakkan pada setiap persimpangan empat, kamera akan mengambil gambar kendaraan saat kondisi lampu merah. Kamera akan mendeteksi jumlah atau volume kendaraan pada setiap jalur. Gambar yang telah diambil akan diproses pada komputer atau laptop untuk mendapatkan jumlah kendaraan. Data jumlah kendaraan akan diolah menggunakan metode *Neural Network* sehingga mendapat ouput. Dan *output* tersebut dikirimkan pada ESP32 sehingga mendapatkan waktu *delay* untuk lampu hijau dan akan dikirimkan ke *pilot lamp* (lampu pilot) pada setiap jalur sebagai *output*.

2.2 Skema Koordinasi 3 Persimpangan

Sistem pengaturan lalu lintas untuk tiga persimpangan menggunakan sensor dan kamera untuk mendeteksi volume kendaraan secara *real-time*. Data ini dianalisis dengan algoritma cerdas atau *Neural Network* untuk menentukan waktu optimal perubahan lampu lalu lintas. Lampu lalu lintas di setiap persimpangan bekerja secara terkoordinasi, mengurangi waktu tunggu, mencegah kemacetan, dan memastikan aliran kendaraan yang lebih lancar. Koordinasi ini memungkinkan penyesuaian dinamis berdasarkan kondisi lalu lintas aktual. Terdapat empat kondisi siklus menyala lampu lalu lintas yang dijelaskan pada gambar 2 sampai dengan gambar 5 berikut.

Terdapat empat kondisi siklus menyala lampu lalu lintas. Untuk lebih memahami, akan disajikan dalam gambar 2 sampai dengan gambar 5 berikut:

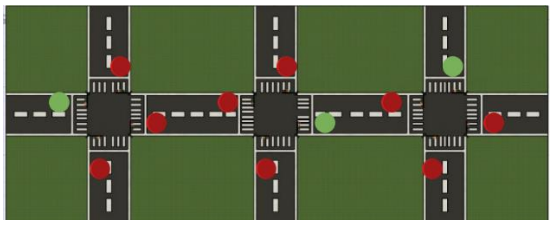


Gambar 2 Kondisi 1

Pada Gambar 2 yaitu menjelaskan mengenai kondisi 1, dimana terdapat lampu hijau pada setiap persimpangan dan lampu merah. Lampu hijau ditandai dengan bulatan berwarna hijau, sedangkan lampu merah ditandai dengan

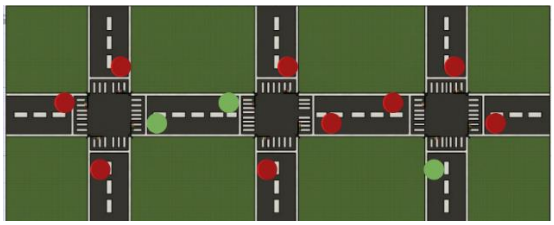
p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195

bulatan berwarna merah. Lamanya waktu lampu hijau dan lampu merah akan tergantung dari jumlah kendaraan yang berada pada tiap jalur.



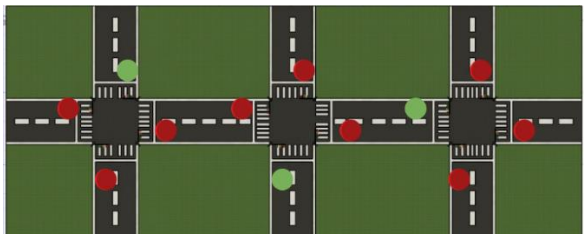
Gambar 3 Kondisi 2

Pada gambar 3 yaitu menjelaskan mengenai kondisi 2, dimana setelah dari kondisi 1 maka berlanjut ke kondisi 2. Lampu yang berwarna hijau sudah berubah ke jalur yang lain dan untuk jalur yang lurus tidak akan terjadi kemacetan. Skema yang disajikan yaitu dengan cara kendaraan dari jalur A menuju ke jalur E, kendaraan mendapatkan lampu merah hanya sekian detik dan lampu akan kembali hijau sesuai dengan jumlah kendaraan yang terdeteksi.



Gambar 4 Kondisi 3

Pada gambar 4 yaitu menjelaskan mengenai kondisi 3, dimana setelah dari kondisi 2 maka berlanjut ke kondisi 3. Lampu yang berwarna hijau sudah berubah ke jalur yang lain dan untuk jalur yang lurus tidak akan terjadi kemacetan.



Gambar 5 Kondisi 4

Pada gambar 5 yaitu menjelaskan mengenai kondisi 3, dimana setelah dari kondisi 2 maka berlanjut ke kondisi 4. Lampu yang berwarna hijau sudah berubah ke jalur yang lain dan untuk jalur yang lurus tidak akan terjadi kemacetan. Siklus akan berulang kembali pada kondisi 1 dan akan seperti itu terus.

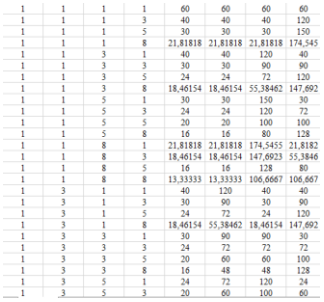
2.3 Perancangan *Neural Network*

Neural Network masuk kedalam kategori ilmu *Soft Computing* [5]. syaraf tiruan adalah metode komputasi yang meniru jaringan syaraf biologis. Metode ini menggunakan perhitungan *non-linear* dasar yang disebut *neuron* dan saling berhubungan sehingga menyerupai jaringan syaraf manusia. Jaringan syaraf tiruan dibuat untuk memecahkan

DOI: http://dx.doi.org/10.33795/elkolind.v11i2.5367

masalah pengenalan pola atau klasifikasi [10][11]. *Neural Network* digunakan untuk menentukan waktu pada setiap jalur persimpangan untuk mendapatkan hasil waktu yang sesuai dan optimal.

Langkah awal dalam perancangan *Neural Network* yaitu membuat banyaknya kemungkinan jumlah kendaraan pada setiap jalur lalu lintas pada suatu persimpangan dan menentukan waktu *delay* pada lampu hijau pada Excel. Gambar 6 merupakan kemungkinan jumlah kendaraan pada setiap jalur, kolom pertama sampai kolom keempat merupakan jumlah kendaraan, sedangkan kolom kelima sampai kolom kedelapan merupakan waktu *delay* lampu hijau sesuai dengan jumlah kendaraan. Kemungkinan dibuat sebanyak mungkin agar proses training data dapat bekerja secara maksmial.



1	1	1	1	60	60	60	60
1	1	1	3	40	40	40	120
1	1	1	5	30	30	30	150
1	1	1	8	21,81818	21,81818	21,81818	174,545
1	1	3	1	40	40	120	40
1	1	3	3	30	30	90	90
1	1	3	5	24	24	72	120
1	1	3	8	18,46154	18,46154	55,38462	147,692
1	1	5	1	30	30	150	30
1	1	5	3	24	24	120	72
1	1	5	5	20	20	100	100
1	1	5	8	16	16	80	128
1	1	8	1	21,81818	21,81818	174,5455	21,8182
1	1	8	3	18,46154	18,46154	147,6923	55,3846
1	1	8	5	16	16	128	80
1	1	8	8	13,33333	13,33333	106,6667	106,667
1	3	1	1	40	120	40	40
1	3	1	3	30	90	30	90
1	3	1	5	24	72	24	120
1	3	1	8	18,46154	55,38462	18,46154	147,692
1	3	3	1	30	90	90	30
1	3	3	3	24	72	72	72
1	3	3	5	20	60	60	100
1	3	3	8	16	48	48	128
1	3	5	1	24	72	120	24
1	3	5	3	20	60	100	60

Gambar 6 Kemungkinan Jumlah Mobil pada Setiap Jalur dan Waktu Lampu Hijau

Langkah selanjutnya adalah membuat program menggunakan MATLAB untuk melatih data. Pelatihan data dilakukan pada *Data Set* untuk mencapai hasil yang optimal. Tujuan utama dari menggunakan *Data Set* pelatihan adalah untuk memungkinkan model belajar dan menyesuaikan parameter-parameter sehingga dapat membuat prediksi atau klasifikasi yang akurat pada data baru. Gambar 7 merupakan program *Neural Network* untuk *Training Data*.

```
clear
clc

data_pingky = xlsread('SKEMA1.xlsx');
dataTraining = data_pingky';

 % Contoh Data Input dan Output
    x= dataTraining(1:4,:)/10;
    y= dataTraining(5:8,:)/221.350;
```

Gambar 7 Program Training Data Neural Network

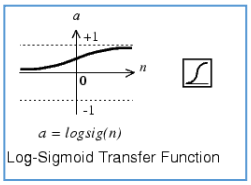
Dalam pelatihan data ini, peneliti menggunakan 9 *Hidden Layer*, dan setiap *Hidden Layer* memiliki 15 *neuron*. Karena input dan output bernilai positif, maka digunakan fungsi Logsig (Log-Sigmoid) sebagai fungsi aktivasi.

Fungsi *Logsig (Log-Sigmoid)* adalah fungsi aktivasi yang umum digunakan dalam jaringan saraf tiruan. Ini mengubah masukan kontinu menjadi keluaran dalam rentang 0 hingga 1. Ini berguna ketika kita ingin menghasilkan keluaran yang mirip dengan probabilitas atau dalam rentang tertentu. Fungsi *Logsig* memiliki bentuk kurva sigmoid yang lambat berubah dari nilai yang sangat rendah menjadi nilai yang sangat tinggi. Ini adalah karakteristik yang berguna dalam jaringan saraf tiruan karena memungkinkan nilai-nilai yang ekstrem dihasilkan dengan probabilitas yang lebih rendah daripada fungsi aktivasi linier.

Dengan menggunakan fungsi *Logsig* pada setiap *neuron* di setiap *Hidden Layer*, jaringan saraf dapat mempelajari hubungan nonlinier yang kompleks antara input dan output, yang sesuai dengan kebutuhan dalam banyak aplikasi, termasuk dalam proyek ini untuk menggerakkan kursi roda berdasarkan sinyal otak yang diterima dari pengguna.
Top of Form [12].

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195

DOI: http://dx.doi.org/10.33795/elkolind.v11i2.5367



Gambar 8 Fungsi Log-Sigmoid Transfer Function

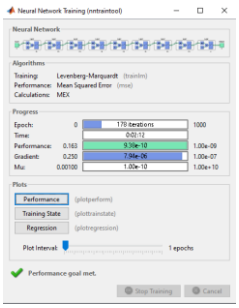
Adapun rumus fungsi *Log-Sigmoid* atau Logsig yaitu:

$$logsig(n) = 1 / (1 + exp(-n)) \quad (1)$$

Keterangan :

exp = 2,7183

Pada Gambar 9 merupakan proses *Training Data Neural Network*, dapat dikatakan berhasil apabila *performance* mencapai 100% atau akan berwarna hijau, sedangkan untuk tingkat akurasinya yaitu 1e-9 yang berarti tingkat akurasinya tinggi.



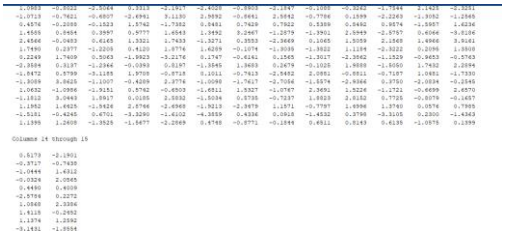
Gambar 9 Training Data Neural Network

Pada gambar diatas *Training Data* sudah berhasil dan dapat dilakukan uji coba untuk mengetahui tingkat akurasi pada data baru.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Bobot pada *Neural Network*

Menampilkan bobot LW atau Layer Weight dengan menggunakan MATLAB, pada Gambar 6 merupakan bobot LW.



Gambar 10 Bobot Layer Weight (LW)

Menampilkan bobot b atau bias dengan menggunakan MATLAB, pada Gambar 11 merupakan bobot bias.

 p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195

DOI: http://dx.doi.org/10.33795/elkolind.v11i2.5367

```
>> NNnyoba.b{1,1}

ans =

   -7.4748
   -1.8254
    3.2647
   -7.6643
   -5.1171
    1.7409
    4.6530
   -5.0207
   -6.3177
    1.6249
   -0.1486
   -3.3639
   -2.1996
  -15.4043
    8.9787
```

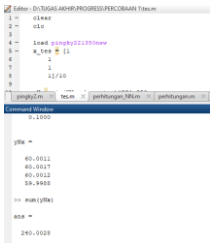
Gambar 11 Bobot Bias (b)

Menampilkan bobot IW atau *Input Weights* dengan menggunakan MATLAB, pada Gambar 12 merupakan bobot IW.

```
    8.4314  -12.0088    4.8538   -1.3918
    6.4644   -0.3139   -9.4183   -1.5562
   -6.0485   10.2439   -3.1736    2.4024
    8.6141    7.0070   -7.5450    4.0992
    2.3289    9.7216   -9.0362    3.7414
   -7.6857    3.7880    5.2943   -3.3600
   -4.7913  -10.0629    2.8054    4.6634
    1.5991   12.1462   -5.0151    3.1772
    6.1105    5.7034    4.9665   -3.5170
    4.7283    1.9910   -4.3556   -2.3831
   -9.5398    7.4844   -1.4240    0.9666
    6.4085    3.3609   -0.8339    7.3232
   11.6655   -1.6842    3.8012   -2.1535
   -0.5156   10.1675   11.8631    2.6328
    4.4434   -8.5359   -5.1828   -4.3106
```

Gambar 12 Bobot Input Weights (IW)

3.2 Pengujian Jumlah Kendaraan dan Menampilkan Waktu Lampu Hijau



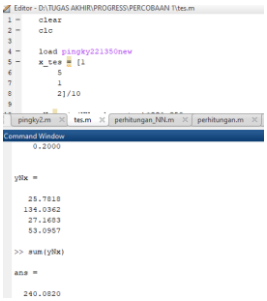
Gambar 13 Waktu Lampu Hijau Persimpangan 1

Pada Gambar 13 merupakan waktu lampu hijau yang didapatkan dari banyaknya kendaraan pada percobaan 1. Satu siklus *traffic light* yaitu 4 menit atau 240 detik, sedangkan pada persimpangan 1 yaitu satu siklus memiliki waktu 240.0028

Tabel 1: Penentuan Waktu Persimpangan 1

Jalur	Jumlah Kendaraan	Waktu Lampu Hijau (detik)
Jalur A	1	60.0011
Jalur B	1	60.0017
Jalur C	1	60.0012
Jalur D	1	59.9988

DOI: http://dx.doi.org/10.33795/elkolind.v11i2.5367

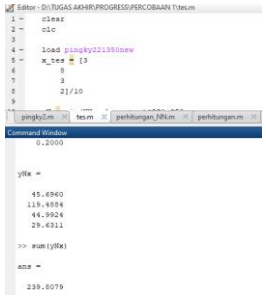


Gambar 14 Waktu Lampu Hijau Persimpangan 2

Pada Gambar 14 merupakan waktu lampu hijau yang didapatkan dari banyaknya kendaraan pada percobaan 2. Satu siklus *traffic light* yaitu 4 menit atau 240 detik, sedangkan pada persimpangan 2 yaitu satu siklus memiliki waktu 240.0820

Tabel 2: Penentuan Waktu Persimpangan 2

Jalur	Jumlah Kendaraan	Waktu Lampu Hijau (detik)
Jalur A	1	25.7818
Jalur B	5	134.0362
Jalur C	1	27.1683
Jalur D	2	53.0957



Gambar 15 Waktu Lampu Hijau Persimpangan 3

Pada Gambar 15 merupakan waktu lampu hijau yang didapatkan dari banyaknya kendaraan pada percobaan 3. Satu siklus *traffic light* yaitu 4 menit atau 240 detik, sedangkan pada persimpangan 3 yaitu satu siklus memiliki waktu 239.8079

Tabel 3: Penentuan Waktu Persimpangan 3

Jalur	Jumlah Kendaraan	Waktu Lampu Hijau (detik)
Jalur A	3	45.6960
Jalur B	8	119.4884
Jalur C	3	44.9924
Jalur D	2	29.6311

Setelah melakukan percobaan pada masing-masing persimpangan, maka dilakukan percobaan secara bersamaan pada 3 persimpangan.

 p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195

DOI: http://dx.doi.org/10.33795/elkolind.v11i2.5367

Tabel 4: Jumlah Kendaraan pada 3 Persimpangan

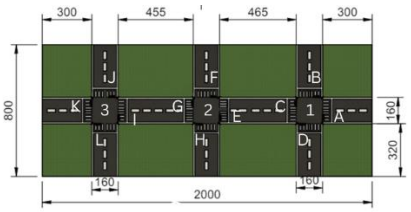
Banyaknya Kendaraan Persimpangan 1				Banyaknya Kendaraan Persimpangan 2				Banyaknya Kendaraan Persimpangan 3			
Jalur A	Jalur B	Jalur C	Jalur D	Jalur A	Jalur B	Jalur C	Jalur D	Jalur A	Jalur B	Jalur C	Jalur D
1	2	2	1	5	1	4	2	8	8	6	7
4	3	7	5	1	3	2	1	6	4	2	3
2	3	3	1	8	5	7	2	1	4	5	2
8	7	8	8	7	6	8	6	7	8	6	8
4	3	6	1	2	4	6	2	3	5	6	1
1	1	1	1	3	1	2	1	2	4	5	6

Pada Tabel 2 disajikan data jumlah kendaraan pada 3 persimpangan (12 jalur), terdapat 6 data dengan minimal kendaraan berjumlah 1 dan maksimal kendaraan berjumlah 8. Jumlah kendaraan pada tiap jalur akan mendapatkan waktu untuk lampu hijau yang telah dihitung menggunakan Neural Network secara Real-time. Lama lampu hijau pada masing-masing jalur dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5: Waktu Lampu Hijau pada 3 Persimpangan

Waktu Lampu Hijau Persimpangan 2				Waktu Lampu Hijau Persimpangan 2				Waktu Lampu Hijau Persimpangan 3			
Jalur A	Jalur B	Jalur C	Jalur D	Jalur A	Jalur B	Jalur C	Jalur D	Jalur A	Jalur B	Jalur C	Jalur D
40.0009	78.3074	76.1077	39.9854	103.4276	19.9588	79.7404	40.0065	66.1909	66.2094	49.9892	57.9192
50.9457	37.7605	88.0461	63.1271	34.2913	103.8270	68.5647	34.2904	96.6622	65.2212	30.3370	47.9724
50.8410	79.9548	79.9305	26.6857	80.6546	54.1245	78.1457	21.7145	19.9989	81.3345	101.2163	38.5342
61.8655	53.6505	62.0116	61.8248	51.3709	53.6888	75.7835	52.9764	57.9247	66.2056	50.0006	66.2006
69.1292	51.3562	102.3602	17.1315	34.2929	68.5674	102.8707	34.2835	47.9911	81.0866	96.5063	15.9975
59.9918	59.9891	60.0291	60.0052	101.4732	34.3147	68.6539	34.2846	26.4889	57.5879	71.6445	85.0556

3.3 Contoh Penerapan Skema Koordinasi



Gambar 16 Ukuran *Prototype* Jalan Raya

Gambar 16 menunjukkan tiga persimpangan yang mencakup ukuran jalan serta label jalan yang memudahkan dalam penamaan. Jarak yang tertera pada gambar tersebut dinyatakan dalam milimeter (mm). Untuk menghitung waktu tempuh dari satu titik ke titik lain berdasarkan kecepatan rata-rata yang diberikan, maka perlu mengonversi jarak dari milimeter ke satuan yang sesuai dengan kecepatan, yaitu kilometer per jam (km/jam).

Contoh kasus 1 penerapan skema koordinasi, yaitu:

Gambar 17 Koordinasi 1

Pada Gambar merupakan contoh kondisi pada suatu persimpangan dan akan dilakukan skema untuk mengurangi kemacetan

- Kondisi 1

  Pada jalan A terdapat 2 kendaraan dengan kecepatan 45km/jam dan akan bergerak lurus ke jalur E, jarak antara jalur A dan E yaitu 625mm, maka dapat dihitung waktu tempuh kendaraan agar sampai ke jalur E agar tidak terkena lampu merah yaitu:

  Misalkan jarak dari jalan A ke E adalah 625 milimeter (0,625 meter). Kecepatan rata-rata yang digunakan adalah 45 km/jam. Pertama, kita harus mengonversi jarak dari milimeter ke kilometer karena 1 kilometer sama dengan 1.000.000 milimeter. Oleh karena itu:

  625mm = 625/1.000.000 km = 0,000625 km

  Selanjutnya, kita dapat menggunakan rumus dasar kecepatan untuk menghitung waktu tempuh:

  $$waktu = \frac{jarak}{kecepatan}$$

  $$waktu = \frac{0{,}000625\ km}{45\ km/jam}$$

  $$waktu = 0{,}0000138889 \text{ jam}$$

  $$waktu = 0{,}0000138889 \text{ x } 3600 \text{ detik}$$

  $$waktu = 0{,}05 \text{ detik}$$

  Maka kendaraan dari jalur A membutuhkan waktu 0,05 detik untuk sampai ke jalur E agar mendapatkan lampu hijau

- Kondisi 2
  Kendaraan pada jalur F, yang berjumlah 1 kendaraan, akan melaju lurus ke jalur H.

- Kondisi 3
  Kendaraan pada jalur L, yang berjumlah 1 kendaraan berbelok kekiri pada jalur K

4. KESIMPULAN

Image processing digunakan untuk mengetahui jumlah kendaraan dari kamera dan ditentukan siklus lampu hijau berdasarkan ketetapan waktu pada *Neural Netrwork*. Siklus waktu 1 persimpangan (4 menit) telah disesuaikan dengan siklus 1 persimpangan pada persimpangan pada jalan raya umumnya. Kendaraan tidak akan terjebak macet apabila mengendarai dengan kecepatan rata-rata yang telah ditentukan yaitu 45km/jam, karena jarak antar persimpangan

dan waktu tempuh telah dihitung demikian, maka kendaraan akan mendapatkan lampu hijau dipersimpangan selanjutnya.

Dari hasil penerapan *Neural Network* pada percobaan koordinasi persimpangan didapatkan hasil dari 6 kali uji coba, yaitu pada persimpangan pertama mendapatkan error rata-rata atau MSE (Mean Squared Error) sebesar 1.0063, pada persimpangan kedua mendapatkan error rata-rata sebesar 0.9063, dan pada persimpangan ketiga mendapatkan error rata-rata sebesar 0.9970. Jadi, Neural Network memiliki nilai akurasi yang tinggi dan dapat diandalkan untuk melatih data serta mengoptimalkan kinerja system.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan secara penuh melalui doa serta finansial. Saya ucapkan terimakasih kepada Pak Mat Syai'in atas dukungan, bimbingan, dan arahannya dalam melakukan pengujian serta pembuatan jurnal. Tanpa bantuan dan dorongan beliau, pencapaian ini tidak akan terwujud. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Pak Lilik Subiyanto atas bimbingannya dan dorongan dalam proses melakukan simulasi. Semoga kebaikan dan kerja keras beliau selalu dibalas dengan kesuksesan dan kebahagiaan. Terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. Nurmila and A. Sugiharto, "ALGORITMA BACK PROPAGATION NEURAL NETWORK UNTUK PENGENALAN POLA KARAKTER HURUF JAWA," 2018.

[2] M. Hermawan, I. Tritoasmoro, and N. Ibrahim, "PENGATURAN LAMPU LALU LINTAS BERDASARKAN KEPADATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE YOLO TRAFFIC LIGHT CONTROL BASED ON VEHICLE DENSITY USING THE YOLO METHOD," 2021.

[3] J. Subur, P. Studi Teknik Elektro, and F. Teknik dan Ilmu Kelautan, "Rancang Bangun Prototype Smart Traffic Light Menggunakan Metode Background Subtraction dan Find Contour," *JEECOM*, vol. 3, no. 2, 2021.

[4] T. Pangemanan, A. Rondonuwu Jurusan Teknik Elektro, P. K. Negeri Manado A T A K U N C I A B S T R A K Lalulintas, and C. Digital, "Perancangan Sistem Kontrol Lampu Lalulintas Cerdas Dengan Menggunakan Mikrokontroler dan Kamera," 2019. [Online]. Available: http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo

[5] S. Hadi and A. Nugroho, "Analisa dan Penerapan Metode Neural Networks Dalam Mengidentifikasi Faktor-Faktor Masa Tunggu Kerja Lulusan," *Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*, vol. 16, no. 1, pp. 17–22, 2020, [Online]. Available: http://journals.usm.ac.id/index.php/jprt/index

[6] M. Hadi, D. Silalahi, and P. Wibawa, "Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Deteksi Volume Kendaraan Menggunakan Metode Yolov3 Traffic Light Setting Based On Vehicle Volume Detection Using The Yolov3 Method," 2022.

[7] V. Bhardwaj, Y. Rasamsetti, and V. Valsan, "Image Processing Based Smart Traffic Control System for Smart City," in *2021 12th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies, ICCCNT 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021. doi: 10.1109/ICCCNT51525.2021.9579787.

[8] B. Siripatana, K. Nopchanasuphap, and S. Chuai-Aree, "Intelligent Traffic Light System Using Image Processing," in *Proceedings - 2nd SEA-STEM International Conference, SEA-STEM 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021, pp. 14–18. doi: 10.1109/SEA-STEM53614.2021.9668057.

[9] M. S. Khatami, R. A. Rajagede, and R. Rahmadi, "Sebuah Tinjauan Pustaka dari Studi-Studi Terkini Tentang Sistem Manajemen Lampu Lalu Lintas Adaptif," 2020.

[10] F. Akhmad Hizham, Y. Nurdiansyah, and D. Media Firmansyah, "Hizham et al., Implementasi Metode Backpropagation Neural Network (BNN) Implementasi Metode Backpropagation Neural Network (BNN) dalam Sistem Klasifikasi Ketepatan Waktu Kelulusan Mahasiswa

(Studi Kasus: Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember) (Implementation of Backpropagation Neural Network (BNN) Method in Classification System of Timeliness of Graduation Students (Case Study: Information System Study Program of Jember University)),” 2018.

[11] D. Dwi, R. Tampubolon, I. S. Damanik, and H. Okprana, “Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Backprogation Dalam Memprediksi Jumlah Pasien Rumah Sakit,” 2021. [Online]. Available: https://djournals.com/jieeeJIEEE,

[12] F. R. Hashim *et al.*, “SOLAR LOCATION ESTIMATION USING LOGSIG BASED ACTIVATION FUNCTION USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK APPROACH,” *Journal of Defence Science, Engineering & Technology*, vol. 4, no. 1, Jun. 2021, doi: 10.58247/jdset-2021-0401-01.