

IMPLEMENTASI METODE GAUSS TERHADAP PERHITUNGAN WAKTU LAMPU LALU LINTAS

IMPLEMENTATION OF GAUSS METHODE ON TIME CALCULATION TRAFFIC LIGHTS

¹⁾Ninuk Wiliani, ²⁾Fauzul Ikhsan

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi Industri
Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jl. M.Kahfi II Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan,
Email : ninukwiliani15@gmail.com, fauzul26ikhsan@gmail.com

Naskah diterima tanggal 18 Februari 2018 dan naskah disetujui tanggal 20 Maret 2018

ABSTRAKS

Tingginya peminatan terhadap kendaraan dan alat transportasi membentuk rakyat negeri ini membutuhkannya. Dengan meningkatnya pembelian akan alat transportasi maka harus pula dibarengi dengan sarana dan prasarana lalu lintas yang semakin memadai. Lampu lalu lintas merupakan sarana untuk mengatur lalu lintas yang ada. Dengan ini tujuan membentuk *Implementasi Metode Gauss Terhadap Perhitungan Waktu Lampu Lalu Lintas* untuk membantu dan memaksimalkan kinerja dari sarana tersebut. Implementasi ini dilakukan dengan memprogram Metode Gauss dengan bantuan perhitungan matematika pada software MATLAB. Dengan berjalannya program ini dengan baik maka sarana lampu lalu lintas akan terbantu untuk mengatur serta mengurangi kemungkinan terjadinya masalah pada lalu lintas dan masyarakat sekitar.

Kata Kunci: Lalu Lintas, Matlab, Metode Gauss

ABSTRACT

The high specialization of the vehicles and transport equipment forming mebutuhkannya people of this country. With the increase of purchase will transport it must also be coupled with the traffic infrastructure is increasingly inadequate. The traffic lights are a means to regulate the existing traffic. With the aim of forming this Implementation Time Calculation Method of Gauss Against Traffic Lights to assist and maximize the performance of these facilities. This implementation is done by reprogramming Gauss method with the help of mathematical calculations in MATLAB software. With the passage of this program with both the means of traffic lights will be helped to manage and reduce the possibility of problems in traffic and the surrounding communities.

Keywords: Traffic, Matlab, Gauss Methods

1. PENDAHULUAN

Dari penelitian Adhitya Yoga Yudanto, Marvin Apriyadi, dan Kevin Sanjaya Lampu lalu lintas adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (*zebra cross*), dan tempat arus lalu lintas lainnya, namun yang menjadi ruang lingkup penelitian ini adalah lampu lalu lintas di persimpangan jalan. Banyaknya kendaraan yang lalu lalang di kota besar menyebabkan kemacetan sangat mungkin terjadi. Oleh karena itu, lampu lalu lintas memiliki peran penting dalam mengatur arus lalu lintas khususnya di persimpangan jalan.

Selain itu berdasar dari hasil Badan Pusat Statistik DKI Jakarta tahun 2015, laju pertumbuhan kendaraan bermotor di kota Jakarta lebih pesat dibanding laju penambahan panjang jalan. Jika seluruh kendaraan dijakarta

dikumpulkan dan disebariskan di jalan raya di Jakarta maka tak akan cukup untuk menampung seluruh kendaraan yang ada. Maka tak ayal jika Jakarta sebagai Ibu Kota Negara mengalami kepadatan dan kemacetan yang begitu tinggi dan tak jarang hingga berimbas pada kecelakaan lalu lintas.

Berdasarkan alasan diatas, maka perlu dirancang suatu plan lalu lintas yang smart. Pada plan ini dapat di atur lama penyalaan lampu merah, kuning dan hijau berdasar distribusi kepadatan objek yang akan di sensor. Dengan menggunakan Metode Gauss, setiap sensor menangkap gerakan kendaraan bermotor seperti mobil, setelah itu akan dihitung kepadatan hingga mencapai batas maksimal perhitungan dan hasil perhitungan merupakan lama waktu untuk melintas.

Dengan adanya sistem ini, diyakinkan akan bisa mereduksi beberapa macam masalah yang mendera sistem ke-lalu lintasan yang terjadi saat ini.

Implementasi lampu lalu lintas hanya membahas bagaimana lampu lalu lintas bekerja pada umumnya. Implementasi ini dilakukan menggunakan metode gauss diprogram dengan aplikasi MATLAB.

Lampu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas adalah sebuah alat elektrik (dengan system pengaturan waktu) yang memberikan hak jalan (pada saat lampu menyala warna hijau) pada satu arus lalu lintas atau lebih sehingga aliran lalu lintas ini bisa melewati persimpangan dengan aman dan efisien. Lampu lalu lintas sesuai untuk :

- Penundaan berlebihan pada rambu berhenti dan rambu pengendali kecepatan.
- Masalah yang timbul akibat tikungan jalan.
- Terjadinya tabrakan sudut sisi.
- Kecelakaan pejalan kaki.

Secara umum, lampu lalu lintas dipasang pada suatu persimpangan berdasarkan alasan spesifik berikut :

- Untuk meningkatkan keamanan sistem secara keseluruhan.
- Untuk mengurangi waktu tempuh rata-rata di sebuah persimpangan, sehingga meningkatkan kapasitas.
- Untuk menyeimbangkan kualitas pelayanan di seluruh aliran lalu lintas.

Desain lampu lalu lintas yang buruk dapat meningkatkan frekuensi kecelakaan, penundaan yang lama bagi kendaraan saat mendekati persimpangan, memaksa kendaraan untuk mengambil rute memutar, dan membuat pengemudi marah.

Keuntungan dan kerugian Lampu Lalu Lintas.

Keuntungan dengan merancang lampu lalu lintas yang benar pada persimpangan:

- Mengurangi frekuensi tipe kecelakaan tertentu, khususnya sudut kanan.
- Menghasilkan pergerakan lalu lintas yang teratur.
- Menyediakan arus yang *continue* bagi iring-iringan kendaraan melalui koordinasi yang memadai pada kecepatan tertentu di rute tertentu.

- Memungkinkan kendaraan dan pejalan kaki untuk melintasi lalu lintas yang sangat ramai.
- Pengendalian lalu lintas menjadi lebih ekonomis dibandingkan metode manual.

Kerugian memasang lampu lalu lintas yang buruk pada persimpangan

- Meningkatkan frekuensi kecelakaan.
- Penundaan yang terlalu lama.
- Pelanggaran lampu lalu lintas.
- Perjalanan memutar melalui rute yang lebih jauh.^[1]

Jenis-Jenis Lampu Merah

Terdapat tiga jenis lampu lalu lintas yang tersedia dengan karakteristik, sebagai berikut :

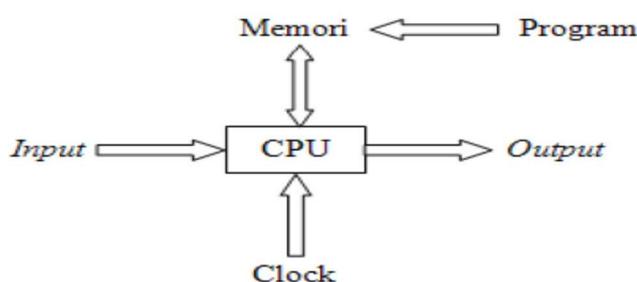
- a. Prawaktu
 - Waktu-waktu dan fase-fase ditetapkan sebelumnya.
 - Panjang siklus konstan.
 - Sederhana dan murah.
 - Kurang efisien untuk kebutuhan yang berubah-ubah naik-turun.
 - Efektif untuk system lalu lintas progresif.
 - Dapat dioperasikan pada rencana perwaktuan yang berbeda
- b. Semi Aktuasi
 - Detektor kendaraan berada pada jalan minor.
 - Lampu hijau selalu pada jalan utama kecuali terjadi aktuasi pada jalan minor.
 - Biasanya dengan rencana dua fase.
 - Panjang siklus kadang-kadang beragam dari siklus ke siklus.
 - Bagus untuk kebutuhan jalur lambat sedang.
 - Biasanya dipasang apabila terjadi celah yang tidak cukup pada arus utamanya.
 - Dapat digunakan pada keseluruhan sistem lampu lalu lintas progresif.
- c. Aktuasi Penuh
 - Detektor kendaraan pada semua cabang.
 - Setiap fase diberi waktu hijau minimum dan maksimum.
 - Sebagian fase “dilangkahi” jika kebutuhan tidak terdeteksi.
 - Pengakhiran fase terjadi apabila tidak ada aktuasi lebih lanjut dalam selang waktu tertentu atau apabila waktu hujam maksimum telah tercapai.
 - Panjang siklus yang beragam.

- Bentuk kendali lampu lalu lintas yang paling luwes.
- Penggunaan yang paling efisien untuk waktu hijau yang tersedia.
- Dapat digunakan pada persimpangan tersendiri yang tidak dikoordinasikan dengan lampu lalu lintas lainnya.
- Dapat digunakan dalam sistem lampu lalu lintas progresif.^[2]

Mikrokontroler

Mikrokontroler, sebagai suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer, hadir memenuhi kebutuhan pasar (*market need*) dan teknologi baru. Sebagai teknologi baru, yaitu teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil serta dapat diproduksi dalam jumlah banyak membuat harganya menjadi lebih murah dibandingkan mikroprosesor. Sebagai kebutuhan pasar, mikrokontroler hadir untuk memenuhi selera industri dan para konsumen akan kebutuhan dan keinginan alat bantu bahkan mainan yang lebih baik dan canggih.

Tidak seperti sistem komputer, yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi (misalnya pengolahan kata, pengolahan angka dan lain sebagainya), mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk suatu aplikasi tertentu saja (hanya satu program saja yang bisa disimpan), komponen sistem komputer ditunjukkan pada Gambar 1. Perbedaan lainnya terletak pada perbandingan RAM dan ROM. Pada sistem komputer perbandingan RAM dan ROM-nya besar, sedangkan rutin-rutin antarmuka perangkat keras disimpan dalam ruang ROM yang kecil. Sedangkan pada mikrokontroler, perbandingan ROM dan RAMnya yang besar, artinya program kontrol disimpan dalam ROM (bisa *Masked ROM* atau *Flash ROM*) yang ukurannya relatif lebih besar, sedangkan RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara, termasuk register – register yang digunakan pada mikrokontroler yang bersangkutan.^[3]



Gambar 1. Komponen Sistem Komputer

Walaupun bahasa pemrograman tingkat tinggi terus berkembang dengan segala fasilitas dan kemudahannya, peranan bahasa pemrograman tingkat rendah tetap tidak dapat digantikan. Bahasa assembly mempunyai keunggulan yang tidak mungkin diikuti oleh bahasa tingkat apapun dalam hal kecepatan, ukuran file yang kecil serta kemudahan dalam manipulasi sistem komputer. (S'to, 2001)

Rumusan Gauss

Metode Gauss-Seidel digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear (SPL) berukuran besar dan proporsi koefisien nolnya besar, seperti sistem-sistem yang banyak ditemukan dalam sistem persamaan diferensial. Metode iterasi Gauss-Seidel dikembangkan dari gagasan metode iterasi pada solusi persamaan tak linier.

Teknik iterasi jarang digunakan untuk menyelesaikan SPL berukuran kecil karena metode-metode langsung seperti metode eliminasi Gauss lebih efisien daripada metode iteratif. Akan tetapi, untuk SPL berukuran besar dengan persentase elemen nol pada matriks koefisien besar, teknik iterasi lebih efisien daripada metode langsung dalam hal penggunaan memori komputer maupun waktu komputasi. Dengan metode iterasi Gauss-Seidel sesatan pembulatan dapat diperkecil karena dapat meneruskan iterasi sampai solusinya seteliti mungkin sesuai dengan batas sesatan yang diperbolehkan^[4].

Algoritma Iterasi Gauss-Seidel

Untuk menyelesaikan sistem persamaan linier $AX = b$ dengan A adalah matriks koefisien $n \times n$, b vektor konstanta $n \times 1$, dan X vektor $n \times 1$ yang perlu di cari.

INPUT : n , A , b dan hampiran awal $Y = (y_1 \ y_2 \ y_3 \ \dots \ y_n)^T$, batas toleransi T dan maksimum iterasi N .

OUTPUT : $X = (x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_n)^T$ atau pesan "gagal".

$$x_i^{(k)} = \frac{1}{a_{ii}} \left(b_i - \sum_{j=1}^{i-1} a_{ij}x_j - \sum_{j=i+1}^n a_{ij}x_j \right), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

LANGKAH-LANGKAH :

1. Set penghitung iterasi $k = 1$
2. WHILE $k \leq N$ DO
 - (a) FOR $i = 1, 2, 3, \dots, n$, hitung :
 - (b) Set $X = (x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_n)^T$
 - (c) IF $\|X - Y\| < T$ THEN STOP
 - (d) Tambah penghitung iterasi, $k = k + 1$
 - (e) FOR $i = 1, 2, 3, \dots, n$, Set $y_i = x_i$
 - (f) Set $Y = (y_1 \ y_2 \ y_3 \ \dots \ y_n)^T$

3. Tulis pesan "metode gagal setelah N iterasi"

4. STOP. [4]

$$A = \begin{bmatrix} -5 & -4 & 8 & 6; \\ -12 & -6 & 3 & 2; \\ -8 & -2 & 5 & 3; \\ -3 & -3 & 12 & 4; \end{bmatrix}$$

$$B = [1 ; 1 ; 1 ; 1];$$

$$n = \text{length}(A);$$

• **Pengkodean Gauss-Seidel**

%---- Perhitungan matrik J dan vektor u----

```
J = zeros(4);
for p = 1:n-1
for k = 1:n
if k == p
k = k+1;
end
J(p,k) = -A(p,k)/A(p,p);
end
u(p,1) = B(p,1)/A(p,p);
end
for k = 1:n-1
J(n,k) = -A(n,k)/A(n,n);
end
u(n,1) = B(n,1)/A(n,n);
```

Lajur 1 : Merah(62detik) dan Hijau(20detik)

Lajur 2 : Merah(65detik) dan Hijau(17detik)

Lajur 3 : Merah(62detik) dan Hijau(20detik)

Lajur 4 : Merah(57detik) dan Hijau(25detik)

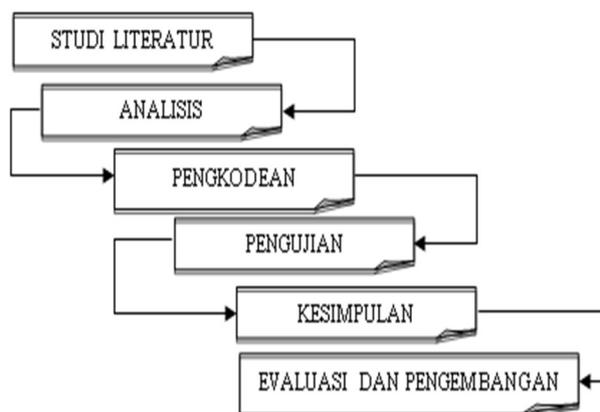
Dengan demikian program dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang programkan pada awalnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah Metode Eksperimen. Metode eksperimen merupakan bagian dari metode kuantitatif, dan memiliki ciri khas tersendiri terutama dengan adanya kelompok kontrol. Dalam bidang sains, penelitian-penelitian dapat menggunakan desain eksperimen karena variabel-variabel dapat dipilih dan variabel-variabel lain yang dapat mempengaruhi proses eksperimen itu dapat dikontrol secara ketat. Sehingga dalam metode ini, peneliti memanipulasi paling sedikit satu variabel, mengontrol variabel lain yang relevan, dan mengobservasi pengaruhnya terhadap variabel terikat. Manipulasi variabel bebas inilah yang merupakan salah satu karakteristik yang membedakan penelitian eksperimental dari penelitian-penelitian lain.

Menurut Wiersma (1991) dalam Emzir (2009) mendefinisikan eksperimen sebagai suatu situasi penelitian yang sekurang-kurangnya satu variabel bebas, yang disebut sebagai variabel eksperimental, sengaja dimanipulasi oleh peneliti.[8] Arikunto (2006) mendefinisikan eksperimen adalah suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat (hubungan kausal) antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi atau mengurangi atau menyisihkan faktor-faktor lain yang mengganggu.[9]

Prosedur Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Prosedur Penelitian

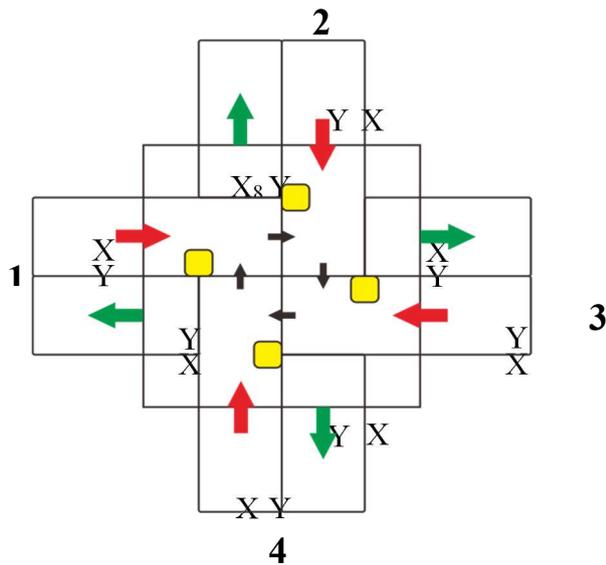
Studi Literatur

Dalam studi literatur dilakukan pencarian informasi mengenai segala sesuatu yang berkaitan dengan penelitian ini, diantaranya:

- Lampu lalu lintas adalah suatu alat kendali (kontrol) dengan menggunakan lampu yang terpasang pada persimpangan dengan tujuan untuk mengatur arus lalu lintas.
- Software dan pemrograman menggunakan MATLAB
- Iterasi Gauss Seidel, Pengkodean Gauss Seidel dan Implementasi pada sistem kerja yang dibentuk

Analisis

Setelah adanya studi literatur, diadakan analisis permasalahan dari literatur dan permasalahan yang dialami disekitar. Setelah itu diadakan pengumpulan data baik melalui survey lapangan ataupun wawancara. Berikut adalah analisis dari rancangan sistem lampu lalu lintas yang akan dilakukan penelitian.



Gambar 3. Rancangan Persimpangan dan Kemungkinan untuk Perhitungan

Ket :

- Panah hijau : Kendaraan Masuk
- Panah Merah : Kendaraan Keluar
- Panah Hitam : Berpindah Jalur
- Kotak Kuning : Lampu Lalin
- X : lajur Lurus

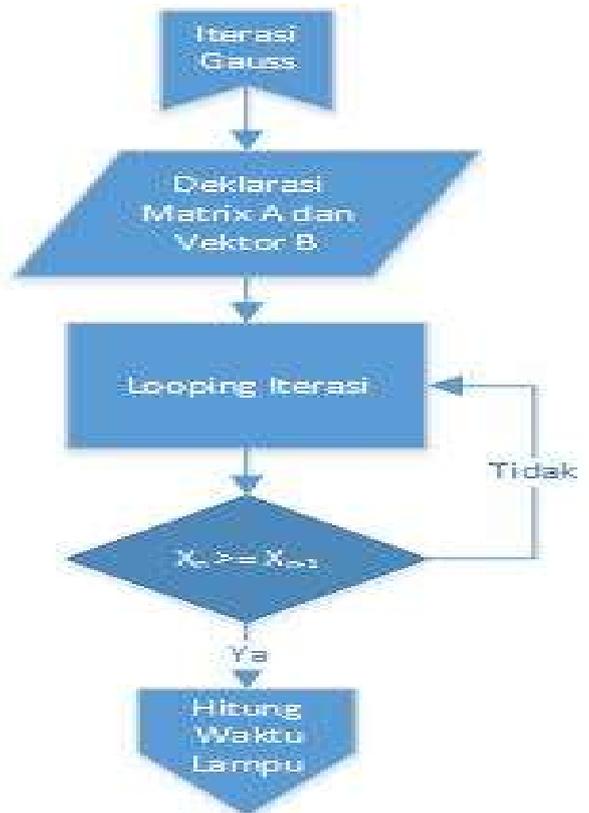
Y : Lajur Menyeberang

Pengkodean

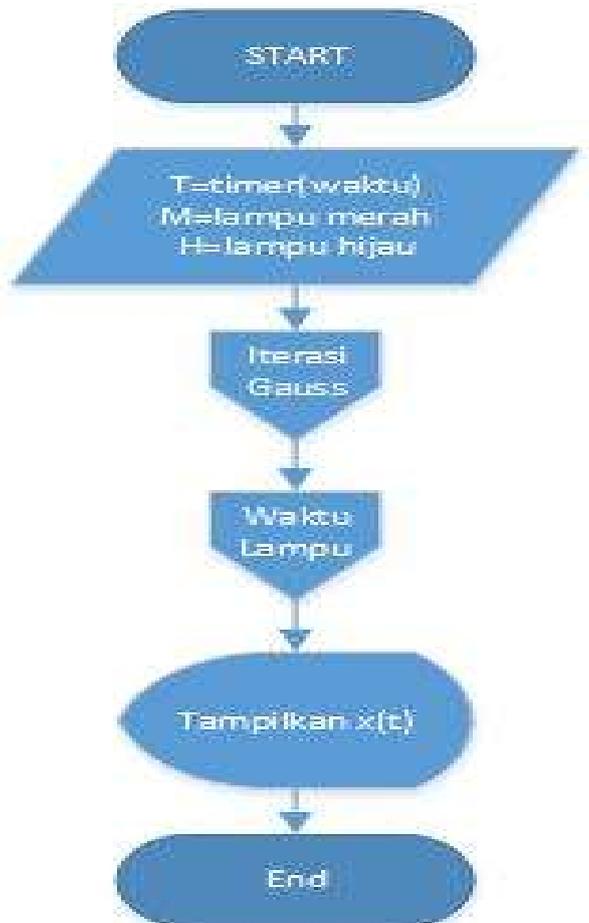
Sebelum melakukan pengkodean kedalam iterasi Gauss-Seidel, matrix dari permasalahan diatas haruslah ditentukan terlebih dahulu. Setelah melalui proses analisis dan studi literatur. Matrix yang didapatkan:

- Jalur 1 : $X_1 + X_2 + Y_1 + Y_2 = 0$
- Jalur 2 : $X_3 + X_4 + Y_3 + Y_4 = 0$
- Jalur 3 : $X_5 + X_6 + Y_5 + Y_6 = 0$
- Jalur 4 : $X_7 + X_8 + Y_7 + Y_8 = 0$

Setelah menentukan matrix yang akan dihitung, dilanjutkan dengan proses pengkodean atau menyusun kodingan untuk program pada aplikasi yang sudah ditentukan. Setelah pengkodean dilakukan dan variabel dari matrix telah diinput maka proses pengkodean dapat dilanjutkan ketahap penyelesaian dan siap diuji.



Gambar 3. Flowchart Program



Gambar 4. Program Iterasi Gauss



Gambar 5. Flowchart Program Menghitung Waktu Lampu

Analisis Sumber Daya

Analisis Perangkat Keras

Personal Computer (PC) atau Laptop

- o Sistem Operasi : Windows 7; 8; 8,1; 10
- o Processor : Intel or AMD x86-64 processor
- o Kapasitas : 2 GB untuk MATLAB saja, 4–6 GB untuk pelengkap lain
- o RAM : Minimal 2 GB, recommended
- o Grafik : Tidak ada spesifikasi spesial

Analisis Perangkat Lunak

MATLAB

MATLAB (Matrix Laboratory) adalah sebuah lingkungan komputasi numerikal dan bahasa pemrograman komputer generasi keempat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dan Pembahasan

Dibentuk sebuah permasalahan pada persimpangan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 (-5)X_1 + (-4)Y_1 + 8X_2 + 6Y_2 &= 1 \\
 (-12)X_3 + (-6)Y_3 + 3X_4 + 2Y_4 &= 1 \\
 (-8)X_5 + (-2)Y_5 + 5X_6 + 3Y_6 &= 1 \\
 (-3)X_7 + (-3)Y_7 + 12X_8 + 4Y_8 &= 1
 \end{aligned}$$

Kemudian bentuk matrix diinput kedalam MATLAB dan dilanjutkan dengan metode Gauss-Seidel dengan pengkodean:

Pengkodean Matrix :

```
%-----x1---y1---x2---y2
```

```
A = [-5 -4 8 6;
     -12 -6 3 2;
     -8 -2 5 3;
     -3 -3 12 4];
```

```
B = [ 1 ; 1 ; 1 ; 1];
n = length(A);
```

Pengkodean Gauss Seidell

```
%---- Perhitungan matrik J dan vektor u-----
```

```
J = zeros(4);
for p = 1:n-1
for k = 1:n
if k == p
k = k+1;
end
J(p,k) = -A(p,k)/A(p,p);
end
u(p,1) = B(p,1)/A(p,p);
end
for k = 1:n-1
J(n,k) = -A(n,k)/A(n,n);
end
u(n,1) = B(n,1)/A(n,n);
```

Matrix A

Hasil Perhitungan Gauss

```
>> A
A =
    -5    -4     8     6
   -12    -6     3     2
    -8    -2     5     3
    -3    -3    12     4
Vektor A

>> B
B =
     1
     1
     1
     1
Vektor B

>> u
u =
   -0.2000
  -0.1667
   0.2000
   0.2500
Vektor U

>> |
```

Gambar 6. Perhitungan Gauss

Pengkodean Lampu Lalu Lintas

```
q = 100*abs(u(1,1));
w = 100*abs(u(2,1));
e = 100*abs(u(3,1));
r = 100*abs(u(4,1));
```

% Menghitung waktu lampu merah

```
m = [ round(w+e+r);
      round(q+e+r);
      round(q+w+r);
      round(q+w+e)];
h = [ round(q);
      round(w);
      round(e);
      round(r)];
```

Hasil Perhitungan Lampu Lalu Lintas

```
>> m
m =
    62    Jalur 1
    65    Jalur 2
    62    Jalur 3
    57    Jalur 4
           Lampu Merah

>> h
h =
    20    Jalur 1
    17    Jalur 2
    20    Jalur 3
    25    Jalur 4
           Lampu Hijau

>> |
```

Gambar 7. Hasil Waktu Lampu Merah dan Hijau

Pembahasan

Dari persamaan linier yang ada berdasarkan kemungkinan yang terjadi di jalan raya, didapatkan hasil untuk waktu masing-masing lajur.

Waktu yang diperoleh sebagai berikut:

Lajur 1 : Merah(62detik) dan Hijau(20detik)

Lajur 2 : Merah(65detik) dan Hijau(17detik)

Lajur 3 : Merah(62detik) dan Hijau(20detik)

Lajur 4 : Merah(57detik) dan Hijau(25detik)

Dengan demikian program dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang programkan pada awalnya.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Program sudah dapat dimanfaatkan untuk keperluan memba Jalur 4 gatasi kemacetan pada persimpangan dengan dibantu oleh seorang operator tetap

- Diperoleh hitungan hasil dari sistem persamaan linier yang diharapkan menggunakan rumusan Gauss Seidel pada hasil program
- Kemudian dari hasil Gauss Seidel diperoleh kembali hasil untuk kemungkinan waktu lampu merah dan lampu hijau untuk tahap akhir

Saran

- Ditambahkan beberapa kemungkinan lain yang akan terjadi di lampu merah dan diproses kembali didalam program
- Perbaiki program dan pengembangan dalam bidang mikrokontroller agar dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan umum tanpa menggunakan operator tetap

Daftar Pustaka

Sunu Jatmika, Indra Andiko. 2014. Simulasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Data Image Processing Kepadatan Kendaraan Berbasis Mikrokontroler Atmega16 : STMIK Asia Malang

Kandaga, Tjatur dan Elvina Tjahjadi. 2011. Aplikasi Simulasi Hubungan Antrian yang Terjadi dan Penentuan Waktu Hidup Lampu Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan : Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Maranatha

Taufik, Rahmat, Supriyono dan Sukarman. 2008. Rancang Bangun Simulator Kendali Lampu Lalu Lintas Dengan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler : Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN

Azizul Hakim Prabowo. 2010. Eliminasi Gauss, Gauss-Jordan, Gauss-Seidel, Selisih Maju, Selisih Mundur Dan Selisih Pertengahan. (<http://borjois.blogspot.co.id/2010/11/eliminasi-gauss-gauss-jordan-gauss.html>)

Metode Gauss Seidel. 2013. Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas.

Emzir. 2009. Metodologi Penelitian Pendidikan, Kuantitatif dan Kualitatif : Raja Grafindo Persada, Jakarta

Arikunto, Suharsimi. 2006. Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktik : Rineka Cipta, Jakarta