

SKRIPSI

PEMODELAN DURASI NYALA LAMPU LALU LINTAS DI  
PERSIMPANGAN DAGO BANDUNG MENGGUNAKAN  
ALJABAR *MAX-PLUS*



AL-VINDA TANIA NUR ATHIFA PUNGKAS

NPM: 2016710025

PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
2021



**FINAL PROJECT**

**MODELING OF TRAFFIC LIGHTS DURATION AT THE  
INTERSECTION OF DAGO BANDUNG USING THE  
MAX-PLUS ALGEBRA**



**AL-VINDA TANIA NUR ATHIFA PUNGKAS**

**NPM: 2016710025**

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2021**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**PEMODELAN DURASI NYALA LAMPU LALU LINTAS DI  
PERSIMPANGAN DAGO BANDUNG MENGGUNAKAN  
ALJABAR *MAX-PLUS***

**AL-VINDA TANIA NUR ATHIFA PUNGKAS**

**NPM: 2016710025**

**Bandung, 9 Februari 2021**

**Menyetujui,**

**Pembimbing**

**Iwan Sugiarto, M.Si.**

**Ketua Tim Penguji**

**Anggota Tim Penguji**

**Prof. Dr. Julius Dharma Lesmono**

**Dr. Ferry Jaya Permana**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi**

**Dr. Erwinna Chendra**



## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**PEMODELAN DURASI NYALA LAMPU LALU LINTAS DI  
PERSIMPANGAN DAGO BANDUNG MENGGUNAKAN ALJABAR  
*MAX-PLUS***

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,  
Tanggal 9 Februari 2021

AL-VINDA TANIA NUR ATHIFA PUNGKAS  
NPM: 2016710025



## ABSTRAK

Persimpangan adalah salah satu tempat terjadinya kemacetan. Salah satu penyebab kemacetan di persimpangan adalah kurang baiknya durasi nyala lampu lalu lintas. Persimpangan Dago adalah salah satu persimpangan di Bandung dengan tingkat kemacetan yang tinggi khususnya pada saat-saat tertentu seperti pagi dan sore hari. Tidak jarang terdapat persimpangan yang memiliki durasi fase hijau dan fase merah yang tidak seimbang. Lamanya durasi fase hijau di setiap jalur tergantung tingkat kepadatan dari jalur tersebut. Untuk itu pada skripsi ini akan dibahas pemodelan durasi nyala lampu lalu lintas agar dapat mengurangi kemacetan. Metode Aljabar *Max-Plus* akan diaplikasikan untuk mengatasi permasalahan kemacetan yang disebabkan oleh durasi nyala lampu lalu lintas dengan menggunakan data durasi nyala fase hijau dan fase *clear*. Dari model yang sudah diperoleh, akan ditentukan nilai eigen dan vektor eigen yang menjadi unsur utama dalam penentuan durasi nyala lampu lalu lintas. Hasil perhitungan durasi nyala lampu lalu lintas di persimpangan Dago lebih lama dibandingkan durasi awal. Harapannya, dengan durasi baru yang didapatkan, dapat meminimalisir terjadinya kemacetan di simpang Dago.

**Kata-kata kunci:** Aljabar *Max-Plus*, Nilai Eigen, Vektor Eigen, Lampu Lalu Lintas, Durasi Nyala Lampu Lalu Lintas.



## ABSTRACT

The intersection is one of the places where traffic jams happen. One of the causes of congestion at intersections is the lack of duration of traffic lights. Dago intersection is one of the intersections in Bandung with a high level of congestion, especially at certain times such as morning and evening. It is not uncommon for intersections that have a green phase duration and an unbalanced red phase. The duration of the green phase in each lane depends on the density of the track. Therefore, this thesis will be discussed modeling the duration of traffic lights in order to reduce congestion. The Max-Plus Algebra method will be applied to address congestion problems caused by the duration of the traffic lights by using data on the duration of the green phase and clear phase. From the model that has been obtained, it will be determined eigen value and eigen vector which is the main element in determining the duration of the traffic light. The results of the calculation of the duration of the traffic lights at the Dago intersection are longer than the initial duration. Hopefully, with the new duration obtained, can minimize the occurrence of congestion at Dago intersection.

**Keywords:** Max-Plus Algebra, Eigen Value, Eigen Vector, Traffic Lights, Duration of Traffic Lights.



*Teruntuk Mamah dan Bapak juga semua orang tersayang ...*



## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur yang terpanjat atas kehadiran Allah SWT dalam Rahmat dan Karunia-Nya kepada penulis dalam menjalankan aktivitasnya, tak lupa Shalawat dan salam selalu tercurah limpah kepada Baginda Rasul Muhammad SAW beserta sahabatnya yang telah berjuang membawa kita dari zaman jahiliyah ke zaman terang benderang. Alhamdulillah atas inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "PEMODELAN DURASI NYALA LAMPU LALU LINTAS DI PERSIMPANGAN DAGO BANDUNG MENGGUNAKAN ALJABAR *MAX-PLUS*" sebagai syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 (S1), Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katholik Parahyangan (UNPAR), Bandung.

Selama perkuliahan dan proses penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan dukungan dari banyak orang. Maka dari itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

- Kedua orangtua tercinta, Mamah dan Bapak, atas doa yang tidak pernah terlewat, kasih sayang dan dukungannya baik moral dan materil kepada penulis.
- Kaka dan Adik tersayang, Dea Priandana dan Ghefira Labitha atas dukungannya selama ini.
- Bapak Iwan Sugiarto, M.Si. selaku Dosen Pembimbing atas waktu, ilmu, saran, pengarahan dan dukungannya selama perkuliahan dan khususnya selama proses penyusunan skripsi ini.
- Bapak Liem Chin, M.Si. selaku Dosen Koordinator Skripsi atas bimbingannya dalam menyusun skripsi ini.
- Bapak Prof. Dr. Julius Dharma Lesmono dan Bapak Dr. Ferry Jaya Permana selaku Dosen Penguji atas waktu, kritik dan saran untuk skripsi ini.
- Bapak Taufik Limansyah, M.T. selaku Dosen Wali yang memberi nasihat mengenai perkuliahan.
- Seluruh Dosen, Staf Tata Usaha dan Pekarya di FTIS atas ilmu dan bantuannya selama perkuliahan.
- Civi Agotabi: Ayu, Devi, Dini, Indhira dan Innes atas dukungan, tempat cerita, juga hiburan selama ini walaupun waktu tidak banyak mempertemukan.
- Civi Aigatcyu: Raisa Esther Tiurma dan Mutiara Permata Deis atas waktu selama perkuliahan dan luar perkuliahan, bantuannya selama perkuliahan dan skripsi dan dukungannya yang terus menerus hingga memotivasi penulis menyelesaikan skripsi ini.
- Keluarga Sayuran: Arina, Hashina dan Tasya yang menjadi tempat segudang cerita, teman menari, dan selalu memberi dukungan kepada penulis selama perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
- Gadis Suing: Bestari, Fajrin, Denia dan Mayang yang sangat memberi banyak hiburan sederhana dan dukungan selama ini.
- Ka Ifandi Kirnarata, atas kehadirannya ketika penulis membutuhkan motivasi, membantu, menemani dan menyemangati selama penyusunan skripsi ini.
- Ka Putri dan Ka Debo, atas motivasi dan waktu luangnya ketika penulis butuh penyegaran.
- Teman-teman Joged Club: Ka Jere, Ka Egi, Ka Citra, Ka Putri, Ka Debo, Ka Adit, Ica, Azis dan Jeje yang selalu memberi semangat dan hiburan dikala penat.
- Teman-teman Barudak Kamu: Ijal, Jeremi, Oby, Jingga, Icap, Gem, Prim dan Vero atas waktu luangnya ketika penulis butuh hiburan.
- Teman-teman Kenangan lama: Vinda, Dini, Anisya, Elvina, Anneke dan Tri yang selalu memberi dukungan, saran, hiburan dan doa di setiap kesempatan hingga skripsi ini dapat

diselesaikan.

- Teman-teman Macan: Resty, Maya, Sabila dan Ratna yang selalu memberikan dukungan dan tempat cerita menuju masa depan.
- Suryani dan Aretha, atas dukungan, bantuan dan waktunya selama perkuliahan hingga skripsi ini selesai.
- Teman-teman Barkos Chang: Fransiskus, Deva, Isa, Janaka, Leo, Niko, Faza, Davyn, Salomo, Melia, Mutiara, Claresta, Evelyne, Nevan dan Raisa, atas tempat singgahnya, waktunya dan bantuannya selama perkuliahan hingga skripsi ini selesai.
- Grup Family selaku keluarga besar yang selalu mendoakan dari awal perkuliahan hingga saat ini.
- Nevan dan Mutiara sebagai teman seperjuangan dan saling berbagi informasi mengenai skripsi.
- Teman-teman Matematika 2016: Melia, Gresel, Leo, Nur, Laureen, Nitya, JC, Fanny, Ivan, Suryani, Agnes, Rudi, Fenny, Janaka, Fransiskus, Davyn, Daniel, Aretha, Wilbert, Gerald, Raisa, Avel, Yohannes, Aldo, Isa, Vheren, Muti, Niko, Vivian, Julius, Bahri, Adin, Khema, Lucas, Febrizio, Deva, Faza, Chrestella, Nevan, Triny, Irsyad dan Farand yang telah berbagi ilmu, pengalaman dan kenangan selama perkuliahan.
- Teman-teman seperjuangan skripsi: Alma, Alvita, Aretha, Asen, Bahri, Edsel, Elizabeth, Bang Evan, Bang Indra, Fanny, Farand, Febri, Ananda, Nadine, Ivander, Khema, Maria, Mutiara, Natasha, Nevan, Nicholas, Nitya, Ronald, Rudi, Salman, Salomo, Suryani, Triny, Wilbert, Yofrin dan Yonathan yang membantu, saling mengingatkan, dan memberi semangat selama penyusunan skripsi ini.
- Teman-teman Matematika Universitas Katolik Parahyangan angkatan 2014, 2015, 2017, dan 2018 yang sudah memberikan ilmu dan kenangan yang tidak bisa disebut satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan penulis. Penulis berterimakasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dan memohon maaf apabila ada nama yang tidak tercantumkan. Namun, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan pihak yang berkepentingan dan memiliki solusi yang efektif untuk mengurangi kemacetan khususnya di persimpangan Dago.

Bandung, 9 Februari 2021

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xxi</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	1
1.3 Tujuan . . . . .	2
1.4 Batasan Masalah . . . . .	2
1.5 Metodologi . . . . .	2
1.6 Sistematika Pembahasan . . . . .	2
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>3</b>
2.1 Aljabar <i>Max-Plus</i> . . . . .	3
2.1.1 Definisi . . . . .	3
2.1.2 Sifat-sifat yang memenuhi Aljabar <i>Max-Plus</i> . . . . .	3
2.1.3 Aljabar <i>Max-Plus</i> dalam Matriks . . . . .	4
2.2 Teori Graf . . . . .	5
2.2.1 Definisi Graf . . . . .	5
2.2.2 Lintasan dan Sirkuit . . . . .	5
2.2.3 Graf Berarah . . . . .	5
2.2.4 Graf Berbobot . . . . .	5
2.3 Representasi Graf Dalam Bentuk Matriks . . . . .	6
<b>3 NILAI EIGEN DAN VEKTOR EIGEN ALJABAR <i>MAX-PLUS</i></b>	<b>7</b>
3.1 Menentukan Nilai Eigen . . . . .	7
3.2 Menentukan Vektor Eigen . . . . .	8
3.3 Algoritma untuk Nilai Eigen dan Vektor Eigen . . . . .	9
<b>4 PENJADWALAN DURASI NYALA LAMPU LALU LINTAS</b>	<b>11</b>
4.1 Penentuan Jalur . . . . .	11
4.2 Data dan Penentuan Graf . . . . .	13
4.3 Aturan Sinkronisasi . . . . .	14
4.4 Pembentukan Model . . . . .	15
<b>5 PENUTUP</b>	<b>19</b>
5.1 Kesimpulan . . . . .	19
5.2 Saran . . . . .	19
<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>21</b>



## DAFTAR GAMBAR

2.1	Graf Berarah. . . . .	5
2.2	Graf Berbobot. . . . .	6
3.1	Graf G Representasi Matriks A . . . . .	8
4.1	Denah Persimpangan Dago. . . . .	11
4.2	Denah Persimpangan Dago yang Memberlakukan Lampu Lalu Lintas. . . . .	12
4.3	Graf Berarah Antar Jalur. . . . .	14
4.4	Graf Sinkrosisasi Antar Jalur. . . . .	15



## DAFTAR TABEL

3.1	Bobot Rata-Rata Graf G . . . . .	9
4.1	Data Penelitian Durasi Nyala Fase Hijau . . . . .	13
4.2	Data Rata-rata Durasi Nyala Fase hijau . . . . .	13
4.3	Data Durasi Fase <i>Clear</i> . . . . .	13
4.4	Data Inisiasi Pada Setiap Jalur . . . . .	15
4.5	Durasi Nyala Lampu Lalu Lintas Baru . . . . .	18
4.6	Perbandingan Durasi Nyala Lampu Hijau di Persimpangan Dago . . . . .	18



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Meningkatnya kesibukan manusia terlihat dari ramainya aktivitas di luar rumah. Egosentris manusia yang begitu besar untuk menggunakan kendaraan pribadi dalam kesehariannya dapat mengakibatkan kemacetan di jalan raya. Kemacetan di wilayah perkotaan sudah menjadi hal yang umum, tidak terkecuali di kota Bandung. Permasalahan kemacetan di perkotaan sering terjadi di titik pertemuan arus seperti persimpangan dimana adanya jalur dari berbagai arah mengakibatkan penumpukan kendaraan. Banyak kerugian yang diakibatkan oleh kemacetan seperti menghambat waktu produktifitas manusia, menurunkan energi manusia, meningkatkan polusi udara dan mengganggu kelancaran kendaraan darurat.

Salah satu persimpangan di Bandung yang hampir selalu terjadi kemacetan terutama pada pagi dan sore hari adalah persimpangan Dago. Persimpangan Dago memiliki jalur Dipati Ukur dan jalur Dago yang tergolong dalam daerah yang ramai di Kota Bandung. Mulai dari tempat kuliner, *fashion* dan jalur menuju tempat rekreasi harus melewati persimpangan Dago yang mengakibatkan volume kendaraan semakin tinggi dan menyebabkan kemacetan. Salah satu cara untuk meminimalkan terjadinya kemacetan adalah dengan memasang lampu lalu lintas dengan durasi yang tepat sehingga menghasilkan kekondusifan lalu lintas. Durasi yang kurang baik akan menimbulkan penumpukan kendaraan yang membuat terjadinya kemacetan. Tidak jarang ditemui lampu lalu lintas yang memiliki durasi waktu lampu merah lebih lama dan durasi waktu lampu hijau yang singkat. Oleh karena itu, untuk memaksimalkan kerja lampu lalu lintas, diperlukan perhitungan pada durasi nyala lampu lalu lintas khususnya di persimpangan yang memiliki kepadatan kendaraan yang tinggi. Alasan penulis memilih persimpangan Dago, selain karena memiliki tingkat kemacetan yang tinggi, juga karena persimpangan Dago yang memiliki durasi nyala lampu hijau yang unik pada salah satu jalurnya.

Hal ini yang memacu penulis untuk meneliti lebih dalam mengenai durasi nyala lampu lalu lintas khususnya di persimpangan Dago dengan metode penelitiannya yaitu Aljabar *Max-Plus*. Aljabar *Max-Plus* digunakan karena pengoperasiannya yang tergolong mudah yaitu menggunakan sebuah matriks. Selain itu, variabel yang digunakan dalam skripsi dapat dibentuk ke dalam sebuah aturan sinkronisasi yang selanjutnya digunakan dalam pembentukan model. Dari model tersebut, akan ditentukan nilai eigen dan vektor eigen yang menjadi unsur utama dalam penentuan durasi nyala lampu lalu lintas yang baru dengan menggunakan aplikasi *Scilab*. Vektor eigen akan digunakan untuk menentukan waktu awal nyala fase hijau yang disimpan pada fase ke-1, sedangkan nilai eigen digunakan untuk mencari keperiodikan waktu nyala fase hijau pada jalur selanjutnya yang diharapkan dapat mengatasi masalah kemacetan di persimpangan Dago.

### 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah :

1. Bagaimana menentukan aturan sinkronisasi dan memodelkan permasalahan durasi nyala lampu lalu lintas di persimpangan Dago?

2. Bagaimana mencari nilai eigen dan vektor eigen Aljabar *Max-Plus*?
3. Bagaimana nilai eigen dan vektor eigen Aljabar *Max-Plus* digunakan untuk menentukan durasi nyala lampu lalu lintas di persimpangan Dago?
4. Bagaimana analisis hasil perhitungan durasi nyala lampu lalu lintas di persimpangan Dago?

### 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penulisan skripsi ini adalah :

1. Menentukan aturan sinkronisasi dan memodelkan durasi nyala lampu lalu lintas di persimpangan Dago.
2. Mencari nilai eigen dan vektor eigen Aljabar *Max-Plus*.
3. Menerapkan nilai eigen dan vektor eigen untuk menentukan durasi nyala lampu lalu lintas yang baru di persimpangan Dago.
4. Menganalisis hasil perhitungan durasi nyala lampu lalu lintas di persimpangan Dago.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat dalam makalah ini adalah :

1. Jalur yang dipilih hanya jalur yang mengikuti isyarat lampu lalu lintas.
2. Durasi fase *clear* tidak berubah.
3. Data diperoleh dengan mengambil sampel sebanyak tiga kali artinya, lampu hijau di titik yang sama menyala sebanyak 3 kali. Data diambil selama lima hari berturut-turut (senin-jumat) dengan waktu kemacetan tinggi yaitu antara jam 16:00 - 17:30 yang mewakili permasalahan.

### 1.5 Metodologi

Metodologi pada skripsi ini adalah menggunakan Aljabar *Max-Plus* yang digunakan dalam pembentukan model untuk mencari durasi nyala lampu lalu lintas yang baru. Selanjutnya model diubah ke dalam sebuah matriks yang digunakan untuk mencari nilai eigen dan vektor eigennya menggunakan aplikasi *Scilab*.

### 1.6 Sistematika Pembahasan

Untuk mempermudah pemahaman materi, maka skripsi dibagi kedalam beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

#### **Bab 1 : Pendahuluan**

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan.

#### **Bab 2 : Landasan Teori**

Bab ini membahas teori pendukung yang dipakai yaitu Aljabar *Max-Plus*, dan teori graf.

#### **Bab 3 : Nilai Eigen dan Vektor Eigen Aljabar *Max-Plus***

Bab ini membahas langkah-langkah menentukan nilai eigen dan vektor eigen dalam Aljabar *Max-Plus*.

#### **Bab 4 : Penjadwalan Durasi Nyala Lampu Lalu Lintas**

Bab ini membahas aturan sinkronisasi, pembuatan model durasi nyala lampu lalu lintas dan menentukan nilai eigen dan vektor eigen Aljabar *Max-Plus* untuk mendapatkan durasi nyala lampu lalu lintas yang baru di persimpangan Dago menggunakan aplikasi bantuan *Scilab*.

#### **Bab 5 : Penutup**

Bab ini berisi simpulan yang mencakup semua bab juga saran untuk mengembangkan skripsi ini.