

APLIKASI TEORI GRAF DALAM PENGATURAN LAMPU

LALU LINTAS



SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih
Gelar Sarjana Sains Jurusan Matematika
pada Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar*

Oleh :

MIFTAHURRAHMAH

60600111034

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan penuh kesadaran, penyusun yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya penyusun sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Makassar, Januari 2016

Penyusun,

MIFTAHURRAHMAH

NIM:60600111034

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “Aplikasi Teori Graf dalam Pengaturan Lampu Lalu Lintas”, yang disusun oleh Saudari **MIFTAHURRAHMAH**, Nim: **60600111034** Mahasiswa Jurusan Matematika pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang *munaqasyah* yang diselenggarakan pada hari Kamis tanggal **14 Januari 2016 M**, bertepatan dengan **04 Rabiul Akhir 1437 H**, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.).

Makassar, 14 Januari 2016 M
04 Rabiul Akhir 1437 H

DEWAN PENGUJI

Ketua	: Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag.	(.....)
Sekretaris	: Ermawati, S.Pd., M.Si.	(.....)
Munaqisy I	: Try Azisah Nurman, S.Pd., M.Pd.	(.....)
Munaqisy II	: Muhammad Ridwan, S.Si., M.Si.	(.....)
Munaqisy III	: Muh. Rusydi Rasyid, S.Ag., M.Ed	(.....)
Pembimbing I	: Wahidah Alwi, S.Si., M.Si.	(.....)
Pembimbing II	: Wahyuni Abidin, S.Pd., M.Pd.	(.....)

Diketahui oleh:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar



Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag
Nip. 19691205 199303 1 001

PERSEMBAHAN

Dengan iringan do'a dan rasa syukur yang sangat besar karya ini penulis persembahkan sebagai cinta kasih dan bakti penulis untuk:

Kedua orangtuaku tercinta; Ayah dan Ibu yang selalu mendidik mencintai dan menyayangiku.... Semoga Allah selalu memberikan kesehatan, kebahagiaan dunia akhirat dan umur panjang..... Amin

Keluarga besarku dan Sandara-saudaraku yang selalu memberikan spirit, motivasi, dan kepercayaannya. Canda tawa kalian selalu penulis rindukan.;

Seluruh Guru dan Dosenku yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu dengan ikhlas kepadaku selama menempuh jenjang pendidikan. Terima kasih atas segala ilmu yang telah Engkau berikan, semoga bermanfaat dan barokah.

Teman-teman jurusan Matematika angkatan tahun 2011 "LIMIT" yang penulis sayangi, terima kasih atas support dan bantuan kalian

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan”.

(QS Al-Insyirah: 6)

“Hariku adalah hari ini,

bukan lusa atau besok

yang belum tentu matahari bersinar di dalamnya”.

(Laa Tahzan Aidh Al-Qorn)

“Kemampuan manusia itu ada batasnya,

Akan tetapi usaha manusia tidak ada batasnya,

Asalkan kemungkinannya tidak 0%,

Maka masih terlalu cepat untuk menyerah”.

(Hiruma Yoroichi)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini dengan baik.

Skripsi dengan judul “**Aplikasi Teori Graf Dalam Pengaturan Lampu Lalu Lintas**“ yang merupakan tugas akhir dalam menyelesaikan studi dan sebagai salah satu syarat yang harus terpenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada program studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

Perjalanan dalam meraih pengetahuan selama ini merupakan pengalaman yang sangat berharga dengan nilai yang tak terhingga. Ketekunan dan keseriusan senantiasa diiringi do'a telah mengantar penulis untuk mendapatkan semestinya, walaupun tidak seutuhnya. Penulis tidak dapat memungkiri bahwa apa yang diperoleh selama ini adalah perjuangan bersama. Dukungan, semangat dan perhatian yang tulus menjadi semangat baru dalam mengiringi perjalanan penulis untuk menyelesaikan pengembaraan dalam dunia pengetahuan ini. Sejatinya keberhasilan dan kesuksesan ini tidak lepas dari berbagai dukungan dan peran dari berbagai elemen yang terlibat didalamnya.

Secara khusus penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda yang telah mempertaruhkan seluruh hidupnya untuk kesuksesan anaknya, dan Ibunda yang telah melahirkan,

membesarkan dan mendidik dengan sepenuh hati dalam buaian kasih sayang kepada penulis.

Dalam kesempatan ini pula, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak, Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Musafir Pababbari, M.Si., selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar dalam hal ini, Kampus II Samata, Gowa, beserta seluruh jajarannya.
2. Bapak Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag.,selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
3. Bapak Irwan, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika dan Ibu Wahidah Alwi, S.Si., M.Si selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
4. Pembimbing I Ibu Wahidah Alwi, S.Si., M.Si, dan Ibu Wahyuni Abidin, S.Pd., M.Pd selaku pembimbing II yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu dan pemikirannya untuk memberikan bimbingan, arahan, dan petunjuk mulai dari membuat proposal hingga rampungnya skripsi ini.
5. Seluruh dosen jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar yang telah menyalurkan ilmunya kepada penulis selama berada di bangku kuliah.
6. Segenap karyawan dan karyawanati Fakultas Sains dan Teknologi yang telah bersedia melayani penulis dari segi administrasi dengan baik selama penulis

terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar

7. Seluruh keluarga besar penulis, terkhusus dan teristimewa untuk saudara-saudaraku yang telah memberikan dukungan yang tiada hentinya buat penulis.
8. Untuk teman-teman terdekatku, Aswan, Darmawanto, Eriyant, Eka, Echi, Herianti, Hikmah, Ilham, Rusdi, Sri, Syaif, dan Wanti yang telah menjadi saudara yang terbaik bagi penulis dan terima kasih atas bantuannya selama ini.
9. Teman-teman dan saudara-saudara LIMIT seperjuangan yang telah menjadi teman sekaligus saudara yang terbaik bagi penulis, HMJ Matematika, Senior maupun Junior Matematika UIN Alauddin Makassar yang selama ini memberikan banyak motivasi, dan bantuan bagi penulis..
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dengan ikhlas dalam banyak hal yang berhubungan dengan penyelesaian studi penulis.

Semoga skripsi yang penulis persembahkan ini dapat bermanfaat. Akhirnya, dengan segala kerendahan hati, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan dan keterbatasan dalam penulisan skripsi ini. Saran dan kritik yang membangun tentunya sangat dibutuhkan untuk penyempurnaan skripsi ini.

Wassalamu Alaikum Wr.Wb

Makassar, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar belakang	1
B. Rumusan masalah	8
C. Tujuan penelitian	8
D. Batasan masalah	8
E. Manfaat penelitian	8
F. Sistematika penulisan	9
Bab II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sejarah graf	11
B. Pengertian graf	12
C. Jenis-jenis graf	13
D. Terminologi dasar	18
E. Graf komptibilitas	31

F. Gambaran umum persimpangan lampu lalu lintas	33
G. Metode Webster	37
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Jenis penelitian	41
B. Sumber data	41
C. Lokasi dan waktu penelitian	41
D. Prosedur penelitian	41
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil penelitian	45
B. Pembahasan	56
BAB V. PENUTUP	
A. Kesimpulan	61
B. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	64
RIWAYAT HIDUP PENULIS	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sebuah graf	12
Gambar 2.2. Graf sederhana	14
Gambar 2.3. Graf ganda	15
Gambar 2.4. Graf semu	15
Gambar 2.5. Graf tak berarah	16
Gambar 2.6. Graf berarah	16
Gambar 2.7. Graf berhingga	17
Gambar 2.8. Graf tak berhingga	17
Gambar 2.9. Graf bertetangga	18
Gambar 2.10. Graf bersisian	19
Gambar 2.11. Simpul terpencil	20
Gambar 2.12. Graf kosong	20
Gambar 2.13. Sebuah graf	21
Gambar 2.14. Sebuah graf	22
Gambar 2.15. Sebuah graf	23
Gambar 2.16. Graf G_1 dan G_2	23

Gambar 2.17. Dua buah graf	24
Gambar 2.18. Tiga buah graf	25
Gambar 2.19. Dua buah graf	26
Gambar 2.20. Sebuah graf	26
Gambar 2.21. Graf berbobot	27
Gambar 2.22. Graf ganda	28
Gambar 2.23. Graf berarah	28
Gambar 2.24. Graf ganda berarah berbobot	29
Gambar 2.25. Graf K_3 dan K_4	30
Gambar 2.26. Graf lingkaran	30
Gambar 2.27. Graf roda	31
Gambar 2.28. Graf G teratur dan graf H teratur	31
Gambar 2.29. Persimpangan jalan	32
Gambar 2.30. Bentuk graf kompatibel	33
Gambar 4.1. Persimpangan jalan	45
Gambar 4.2. Persimpangan jalan	49
Gambar 4.3. Simpul-simpul	50

Gambar 4.4. Graf kompatibel	50
Gambar 4.5. Graf kompatibel	52
Gambar 4.6. Graf ganda berarah berbobot	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Arus jenuh di persimpangan	37
Tabel 2.2. Batasan panjang waktu siklus	39
Tabel 4.1. Lama siklus lampu lalu lintas	46
Tabel 4.2. Volume lalu lintas Jl. Usman Salengke (Selatan)	47
Tabel 4.3. Volume lalu lintas Jl. Usman Salengke (Utara)	48
Tabel 4.4. Volume lalu lintas Jl. Poros Malino	48
Tabel 4.5. Volume lalu lintas Jl. K.H.Wahid Hasyim	48

ABSTRAK

Nama : Miftahurrahmah

Nim : 60600111034

Judul : Aplikasi Teori Graf Dalam Pengaturan Lampu Lalu Lintas

Pada persimpangan jalan banyak ditemui lampu lalu lintas dengan durasi lampu hijau yang singkat dan lampu merah yang lama. Misalnya di persimpangan jalan Usman Salengke-Poros Malino-K.H.Wahid Hasyim, sehingga sering terjadi kemacetan. Oleh karena itu perlu adanya pengaturan lampu lalu lintas yang baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaturan durasi lampu lalu lintas menggunakan teori graf dan metode Webster. Jenis penelitian yang digunakan adalah terapan, data yang digunakan adalah data primer yang meliputi data geometri jalan dan volume lalu lintas. Hasil perhitungan menggunakan graf kompatibel dan metode Webster diperoleh untuk jalan Usman Salengke (bagian selatan dan utara) durasi lampu hijau 39 detik, kuning 5 detik, dan merah 51 detik. Untuk jalan Poros Malino durasi lampu hijau 28 detik, kuning 5 detik, dan merah 62 detik. Untuk jalan K.H.Wahid Hasyim, durasi lampu hijau 17 detik, kuning 5 detik, dan merah 73 detik. Hasil ini terlihat lebih optimal dibanding dengan yang ada di lapangan saat ini.

Kata kunci ; lampu lalu lintas, graf kompatibel, subgraf, graf berbobot, metode Webster.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Teori graf merupakan pokok bahasan yang sudah tua usianya namun memiliki banyak terapan sampai saat ini. Graf digunakan untuk mempresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut. Representasi visual dari graf adalah dengan menyatakan objek dinyatakan sebagai noktah, bulatan, atau titik, sedangkan hubungan antara objek dinyatakan dengan garis.¹ Graf adalah himpunan pasangan terurut (V, E) , dimana V adalah himpunan vertex/titik dan E adalah edge/rusuk.²

Secara kasar, graf adalah suatu diagram yang memuat informasi tertentu jika diinterpretasikan secara tepat. Dalam kehidupan sehari-hari, graf digunakan untuk menggambarkan berbagai macam struktur yang ada. Tujuannya adalah sebagai visualisasi objek-objek agar lebih mudah dimengerti. Beberapa contoh graf yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, antara lain struktur organisasi, bagan alir pengambilan mata kuliah, peta, rangkaian listrik, dan sebagainya.³ Salah aplikasi konkritnya, graf kompatibilitas yang sering diaplikasikan untuk menentukan waktu tunggu total dan mengatur pergerakan arus lalu lintas.

Lampu lalu lintas (menurut UU no. 22/2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan : adalah alat pemberi isyarat lalu lintas) adalah lampu

¹ Rinaldi Munir, *Matematika Diskrit*, Informatika, Bandung, 2012, h.354

² Samuel Wibisono, *Matematika Diskrit*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004, h.116

³ Jong Jeng Siang, *Matematika Diskrit dan Aplikasinya*, Andi, Yogyakarta, 2006, h. 217

yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (*zebra crooss*), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu ini menandakan waktu kendaraan waktu kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah. Lampu lalu lintas yang tersedia di persimpangan jalan mempunyai beberapa tujuan antara lain menghindari hambatan karena adanya perbedaan arus jalan bagi pergerakan kendaraan, memfasilitasi pejalan kaki agar dapat menyeberang dengan aman dan mengurangi tingkat kecelakaan yang diakibatkan oleh tabrakan karena perbedaan arus jalan.⁴

Persimpangan Sungguminasa merupakan salah satu persimpangan yang banyak dilewati kendaraan karena merupakan salah satu akses jalan untuk pergi ke sekolah, kampus, pasar, atau bekerja. Pada setiap persimpangan terdapat satu buah lampu lalu lintas, dimana untuk jalan Usman Salengke (selatan) durasi merah sebesar 81 detik, kuning sebesar 5 detik dan hijau sebesar 17 detik. Untuk jalan Poros Malino dan jalan K.H.Wahid Hasyim durasi merah sebesar 90 detik, kuning sebesar 5 detik dan hijau sebesar 33 detik. Untuk jalan Usman Salengke (utara) durasi merah sebesar 72 detik, kuning sebesar 5 detik dan hijau sebesar 48 detik. Perlu pengaturan lampu lalu lintas yang baik, karena di persimpangan Sungguminasa sering terjadi kemacetan yang terkadang disebabkan kendaraan yang berjalan semauanya. Banyak metode yang dapat digunakan untuk menentukan waktu tunggu total, salah satunya adalah graf

⁴ Cahyo Heni Meiliana, Dwi Maryono, *JIPTEK*, Vol. VII No. 1, januari 2014, h.25

kompatibel. Graf kompatibel digunakan secara luas dalam memecahkan masalah yang melibatkan pengaturan data dalam urutan tertentu. Arus lalu lintas tertentu dapat disebut kompatibel jika kedua arus tersebut tidak akan menghasilkan kecelakaan yang disebabkan oleh kendaraan. Sebagaimana dijelaskan dalam QS. As-Shaff (61 : 4) tentang keteraturan suatu barisan yang berbunyi :⁵

إِنَّ اللَّهَ مُحِبُّ الَّذِينَ يُقَاتِلُونَ فِي سَبِيلِهِ صَفًّا كَأَنَّهُمْ بُنْيَانٌ مَّرصُورٌ ﴿٤﴾

Terjemahnya :

“Sesungguhnya Allah mencintai orang-orang yang berperang di jalan-Nya dalam barisan yang teratur, mereka seakan-akan seperti suatu bangunan yang tersusun kukuh”

Kata (صَفًّا) *shaffan*/barisan adalah sekelompok dari sekian banyak anggotanya yang sejenis dan kompak serta berada dalam satu wadah yang kukuh lagi teratur. Kata (مَرصُورٌ) *marshush* berarti berdempet dan tersusun dengan rapi. Yang dimaksud dari ayat di atas adalah kekompakan anggota barisan, kedisiplinan mereka yang tinggi, serta kekuatan mental mereka menghadapi ancaman dan tantangan.⁶

Ayat ini mengajarkan kepada kita akan pentingnya kedisiplinan dalam setiap pekerjaan, makan, tidur, olah raga dan pendidikan anak-anaknya, tanpa memusatkan satu pekerjaan di atas pekerjaan lain. Keseriusan mempunyai waktu sendiri, olah raga mempunyai waktu yang

⁵ Departemen Agama RI, *Al-Qur'anku* (Jakarta : Lautan Lestari), h. 551

⁶ M.Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah*, Lentera Hati, Jakarta, h.189-191.

lain, dan tidur juga mempunyai waktu tersendiri pula. Kedisiplinan saat berada di jalan dengan mematuhi rambu-rambu lalu lintas.

Di dalam surat Al- Mujadalah Ayat 11, Allah SWT berfirman yang berbunyi :

يَتَأْتِيهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ
 اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ أَنْشُرُوا فَأَنْشُرُوا يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا
 الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ﴿١١﴾

Terjemahnya :

“Hai orang-orang beriman apabila kamu dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majlis", Maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu", Maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan”.

Kata (تَفَسَّحُوا) *tafassahu* dan (افسحوا) *ifsahu* terambil dari kata (فسح) *fasahu* yaitu lapang. Sedang kata (انشُرُوا) *unshuru* terambil dari kata (نشور) *nusyuz* yakni tempat yang tinggi. Perintah tersebut pada mulanya berarti beralih ke tempat yang tinggi. Yang dimaksud pindah di sini pindah ke tempat lain untuk memberi kesempatan kepada yang lebih wajar duduk atau berada di tempat yang wajar pindah itu, atau bangkit melakukan suatu aktivitas positif. Kata (مجالس) *majalis* adalah bentuk jamak dari kata (مجلس) *majlis*. Pada mulanya berarti tempat duduk. Dalam konteks ayat ini adalah tempat Nabi

Muhammad saw memberi tuntunan agama ketika itu. Tetapi yang dimaksud di sini adalah tempat keberadaan secara mutlak, baik tempat duduk, tempat berbaring atau bahkan tempat berbaring. Karena tujuan perintah atau tuntunan ayat ini adalah memberi tempat yang wajar serta mengalah kepada orang-orang yang dihormati atau yang lemah. Seorang tua non muslim sekalipun, jika Anda-wahai yang muda-duduk di bus, atau kereta, sedang dia tiding mendapat tempat duduk, maka adalah wajar dan beradab jika Anda berdiri dan memberinya tempat duduk.⁷

Masalah transportasi secara umum dan lalu lintas pada khususnya adalah merupakan fenomena yang terlihat sehari-hari dalam kehidupan manusia. Semakin tinggi tingkat mobilitas warga suatu kota, akan semakin tinggi juga tingkat perjalanannya. Jika peningkatan perjalanan ini tidak diikuti dengan peningkatan prasarana transportasi yang memadai, maka akan terjadi suatu ketidakseimbangan antara permintaan (*demand*) dan penyediaan (*supply*) yang akhirnya akan menimbulkan suatu ketidak-lancaran dalam mobilitas yaitu berupa kemacetan.⁸ Kemacetan lalu lintas di suatu kota atau tempat sekarang ini bukan merupakan hal yang asing lagi yang dapat terjadi di suatu ruas ataupun persimpangan jalan, kemacetan timbul karena adanya konflik pergerakan yang datang tiap arah kaki simpangnya dan untuk mengurangi konflik ini banyak dilakukan

⁷ M.Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah*, Lentera Hati, Jakarta, h.77-79

⁸ Adhi Dwi Nugroho, *Analisis Penerapan Belok Kiri Langsung Terhadap Tundaaan Lalu Lintas Pada pendekatan Persimpangan Bersinyal*, Tesis, Universitas Diponegoro, Semarang, h.3

pengendalian untuk mengoptimalkan persimpangan dengan menggunakan lampu lalu lintas.

Lalu lintas adalah suatu keadaan dengan pengaturan menggunakan lampu lalu lintas yang terpasang pada persimpangan dengan tujuan untuk mengatur arus lalu lintas. Pengaturan arus lalu lintas pada persimpangan pada dasarnya dimaksudkan untuk bagaimana pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar arus yang ada. Ada berbagai jenis kendali dengan menggunakan lampu lalu lintas di mana pertimbangan ini sangat bergantung pada situasi dan kondisi persimpangan seperti volume, geometri simpang, dan sebagainya.

Sistem pengatur lalu lintas adaptif dan sinkron telah banyak digunakan di beberapa negara maju. Dengan adanya sistem pengaturan lalu lintas adaptif, durasi merah dan hijau disesuaikan dengan kepadatan kedatangan kendaraan. Dengan sistem ini, diharapkan durasi waktu tunggu kendaraan dari semua arah cenderung sama dan tidak akan melebihi satu siklus. Dengan kata lain tidak ada kendaraan yang mengalami isyarat merah dua kali. Adanya sistem pengaturan lalu lintas sinkron untuk mengurangi waktu tempuh jalan utama. Pengaturan saling disinkronkan satu dengan yang lain agar sebagian besar kendaraan di jalan utama tidak terlalu lama menanti isyarat hijau.

Pengaturan lalu lintas sinkron digunakan untuk mengurangi durasi waktu tunggu kendaraan di jalan utama. Proses sinkronisasi pada

pengaturan lalu lintas sinkron cukup rumit. Penentuan waktu dan durasi hijau melibatkan banyak parameter, seperti : waktu hijau arah utama pengaturan lalu lintas disebelahnya, kecepatan dan percepatan kendaraan, serta waktu tempuh kendaraan dari suatu pengaturan lalu lintas ke pengaturan lalu lintas yang lain. Perhitungan waktu hijau juga harus di dukung oleh sensor keberadaan kendaraan di jalan utama yang jumlahnya cukup banyak. Agar tetap sinkron, suatu pengatur lalu lintas sinkron tidak dapat bersifat adaptif.

Adanya peningkatan kepadatan kedatangan kendaraan dari suatu arah dapat meningkatkan durasi waktu tunggu kendaraan dari arah tersebut untuk mendapatkan isyarat lampu hijau. Pada penelitian ini, penulis membuat konsep sistem pengatur lalu lintas sinkron adaptif. Sistem tidak disinkronkan dengan pengatur lalu lintas lain, namun dengan runtuh data kepadatan kedatangan kendaraan dari arah utama. Dengan sistem ini, meskipun terdapat perubahan kepadatan kedatangan kendaraan dari beberapa arah, diharapkan durasi waktu tunggu kendaraan dapat dibuat minimal terutama untuk arah utama.

Peneliti sebelumnya dengan judul “*Aplikasi Logika Fuzzy untuk menentukan Waktu Nyala Lampu pada Pengaturan Lampu Lalu Lintas*” yang ditulis oleh Sumarni (2011), mahasiswa Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Pada penelitian ini di bahas pengendalian logika fuzzy untuk menentukan waktu nyala lampu pada pengaturan lampu lalu lintas.

Penelitian di atas memberikan inspirasi untuk melakukan penelitian mengenai “*Aplikasi Teori Graf dalam Pengaturan Lampu Lalu Lintas*”. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian ini menggunakan teori graf sementara penelitian sebelumnya menggunakan logika fuzzy. Dengan adanya penelitian ini diharapkan bisa menjadi solusi bagi pengguna jalan dalam rangka mempercepat masa tunggu ketika lampu merah menyala.

B. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaturan lampu lalu lintas menggunakan teori graf dan metode Webster?

C. Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaturan lampu lalu lintas menggunakan teori graf dan metode Webster.

D. Batasan Masalah

Agar penulisan skripsi ini tidak meluas, maka pembahasan hanya difokuskan pada simpang empat (jalan Usman Salengke – K. H. Wahid Hasyim – Poros Malino). Yang akan dilakukan peneliti yaitu menghitung berapa lama waktu hijau pada setiap ruas di persimpangan tersebut.

E. Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut dan tujuan penelitian yang telah dikemukakan di atas, maka manfaat yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, sebagai sarana untuk mengaplikasikan ilmu matematika yang telah diterima dalam bidang keilmuannya.
2. Bagi Universitas, dari hasil penelitian ini dapat menjadi referensi yang berkaitan dengan teori graf dalam menyelesaikan masalah menghitung waktu tunggu total optimal.
3. Bagi pengembang ilmu pengetahuan, menambah wawasan dan mempertegas keilmuan matematika mengenai pewarnaan graf, khususnya pewarnaan simpul dengan menggunakan algoritma Welch-Powell dan pengaplikasiannya pada sistem lampu lalu lintas.
4. Bagi instansi, dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan masukan bagi Dinas Perhubungan untuk menghitung jumlah waktu tunggu total optimal pada persimpangan jalan.

F. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini secara garis besar dibagi menjadi tiga bagian pokok, yaitu bagian awal, bagian isi, dan bagian akhir.

1. Bagian awal memuat :
 - a. Halaman sampul
 - b. Halaman judul
 - c. Halaman persetujuan dosen pembimbing

- d. Lembar pengesahan
 - e. Motto dan persembahan
 - f. Kata pengantar
 - g. Daftar isi
 - h. Daftar tabel
 - i. Daftar gambar
 - j. Abstrak
2. Bagian isi memuat :
- a. Bab I : Pendahuluan
Mengemukakan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
 - b. Bab II : Landasan Teori
Berisi uraian teoritis atau teori-teori yang mendasari pemecahan tentang masalah-masalah yang berhubungan dengan judul skripsi.
 - c. Bab III : Metode penelitian
Berisi tentang jenis penelitian, sumber data, lokasi dan waktu penelitian, dan prosedur penelitian.
 - d. Bab IV : Hasil dan pembahasan
Berisi tentang hasil-hasil dari tahapan penelitian.
 - e. Bab V : Penutup
Berisi kesimpulan dan saran.

3. Bagian akhir memuat :
 - a. Daftar pustaka
 - b. Daftar lampiran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sejarah Graf

Teori graf lahir pada tahun 1736 melalui tulisan Euler yang berisi tentang upaya pemecahan masalah jembatan Königsberg yang sangat terkenal di Eropa. Kurang lebih seratus tahun setelah lahirnya tulisan Euler tersebut tidak ada perkembangan yang berarti berkenaan dengan teori graf. Tahun 1847, G. R. Kirchoff (1824 – 1887) berhasil mengembangkan teori pohon yang digunakan dalam persoalan jaringan listrik. A. Cayley (1821 – 1895) juga menggunakan konsep pohon untuk menjelaskan permasalahan kimia yaitu hidrokarbon. Pada masa Kirchoff dan Cayley juga telah lahir dua hal penting dalam teori graf. Salah satunya berkenaan dengan konjektur empat warna.⁹

Para ahli teori graf berkeyakinan bahwa orang yang pertama kali mengemukakan masalah empat warna adalah A. F. Mobius (1790 – 1868). Sepuluh tahun kemudian, A. Demorgan (1806 – 1871) kembali membahas masalah ini bersama ahli – ahli matematika lainnya di kota London. Hal yang penting untuk dibicarakan sehubungan dengan perkembangan teori graf adalah yang dikemukakan oleh Sir W. R. Hamilton (1805 – 1865). Pada tahun 1859 dia berhasil menemukan suatu permainan. Permainan tersebut dari kayu yakni berupa sebuah polihedron 12 muka dan 20 pojok.

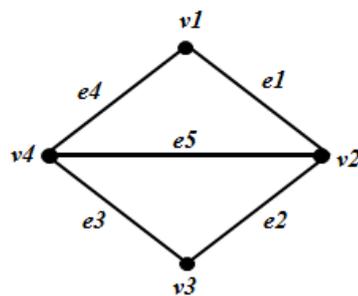
⁹ Heri Sutarno, Nanang Priatna dan Nurjanah, *Matematika Diskrit*, JICA, Bandung, 2013, h.58

Tiap pojok dari polihedron dipasangkan dengan sebuah kota terkenal seperti London, Paris, dll. Masalah dalam permainan ini adalah untuk mencari suatu rute melalui sisi – sisi dari polihedron sehingga tiap kota yang ada dapat dilalui tepat satu kali.¹⁰

B. Pengertian Graf

Sebuah graf G berisikan dua himpunan yaitu himpunan berhingga tak kosong $V(G)$ dari objek-objek yang disebut titik dan himpunan berhingga (mungkin kosong) yang elemen-elemennya disebut sisi sedemikian hingga setiap elemen e dalam $E(G)$ merupakan pasangan tak berurutan dari titik-titik $V(G)$. Himpunan $V(G)$ disebut himpunan sisi G . Sebuah graf G dapat dipresentasikan dalam bentuk diagram (gambar) dimana setiap titik G digambarkan dengan sebuah noktah dan setiap sisi yang menghubungkan dua titik di G digambarkan dengan sebuah kurva sederhana (ruas garis) dengan titik-titik akhir di kedua titik tersebut.¹¹

Untuk lebih jelas, perhatikan Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 . Sebuah graf

¹⁰ Heri Sutarno, Nanang Priatna dan Nurjanah, *Matematika Diskrit*, JICA, Bandung, 2013, h.58

¹¹ Wahyuni Abidin, *Matematika Diskrit*, Alauddin University Press, Makassar, 2013, h.82

Pada Gambar 2.1, di atas v_1, v_2, v_3, v_4 adalah simpul, sedangkan e_1, e_2, e_3, e_4 adalah sisi.

Graf digunakan untuk menggambarkan berbagai macam struktur yang ada, misalnya struktur organisasi, rute jalan, dan bagan alir pengambilan mata kuliah. Tujuannya untuk menggambarkan objek-objek agar lebih mudah dimengerti. Suatu graf G terdiri dari:

1. Suatu graf terdiri dari dua himpunan yang berhingga, yaitu himpunan simpul-simpul tak kosong $V(G)$ dan himpunan sisi $E(G)$.
2. Setiap sisi berhubungan dengan satu atau dua titik.
3. Sisi yang berhubungan dengan satu titik di sebut Loop.¹²

C. Jenis – Jenis Graf

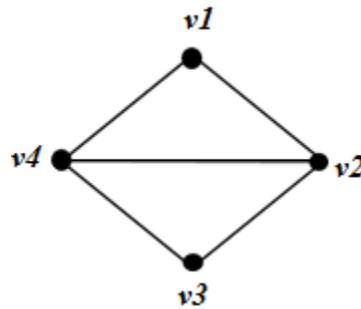
Graf dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori (jenis) bergantung pada sudut pandang pengelompokannya:

1. Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf, maka secara umum graf dapat dikelompokkan menjadi dua jenis:¹³
 - a. Graf sederhana

Graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi-ganda dinamakan graf sederhana. Contoh graf sederhana:

¹² Danny Manongga dan Yessica Nataliani, *Matematia Diskrit*, Kencana, Jakarta, 2013, h.

¹³ Rinaldi Munir, *matematika Diskrit, informatika, bandung,2012,h.357-358*



Gambar 2.2. Graf sederhana

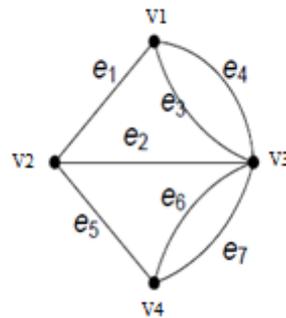
Gambar 2.2 adalah contoh graf sederhana yang mempresentasikan jaringan komputer. Simpul menyatakan komputer, sedangkan sisi menyatakan saluran telepon untuk berkomunikasi. Saluran telepon dapat beroperasi pada dua arah. Pada graf sederhana, sisi adalah pasangan tak berurut. Jadi menuliskan sisi (u, v) sama saja dengan (v, u) . Kita dapat juga mendefinisikan graf sederhana $G = (V, E)$ terdiri dari himpunan tidak kosong simpul – simpul dan E adalah himpunan pasangan tak berurut yang disebut sisi.

b. Graf tak sederhana

Graf yang mengandung sisi ganda atau gelang dinamakan graf tak sederhana. Ada dua macam graf tak sederhana, yaitu:¹⁴

- i. Graf ganda adalah graf yang mengandung sisi ganda. Sisi ganda yang menghubungkan sepasang simpul bisa lebih dari dua buah.

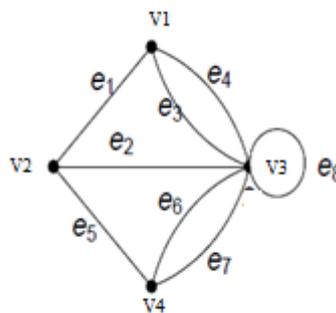
¹⁴ Rinaldi Munir, matematika Diskrit, informatika, bandung, 2012, h.357-358



Gambar 2.3. Graf ganda

Gambar 2.3 adalah graf ganda. Sisi ganda dapat diasosiasikan sebagai pasangan tak terurut yang sama. Kita dapat juga mendefinisikan graf ganda $G = (V, E)$ terdiri dari himpunan tidak kosong simpul-simpul dan E adalah himpunan ganda yang mengandung sisi ganda.

- ii. Graf semu adalah graf yang mengandung gelang. Perhatikan Gambar 2.4 di bawah ini :



Gambar 2.4. Graf semu

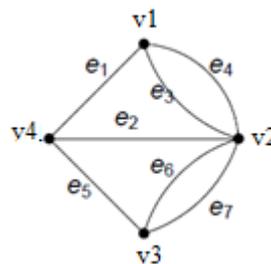
Gambar 2.4 adalah graf semu. Graf semu lebih umum daripada graf ganda, karena sisi pada graf semu lebih umum daripada graf ganda.¹⁵

¹⁵Rinaldi Munir, *Matematika Diskrit*, Informatika, Bandung, 2012, h.357-358

2. Berdasarkan orientasi arah pada sisi, maka secara umum graf dibedakan atas dua jenis, yaitu:¹⁶

- a. Graf yang semua sisinya tidak berarah dinamakan graf tak berarah

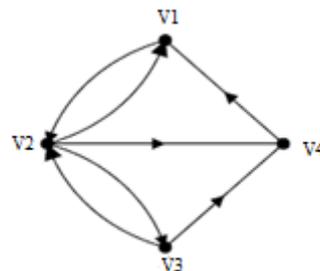
Perhatikan Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Graf tak berarah

- b. Graf yang semua sisinya berarah dinamakan graf berarah.

Perhatikan Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Graf berarah

3. Berdasarkan jumlah simpul pada suatu graf, maka secara umum graf dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu:¹⁷

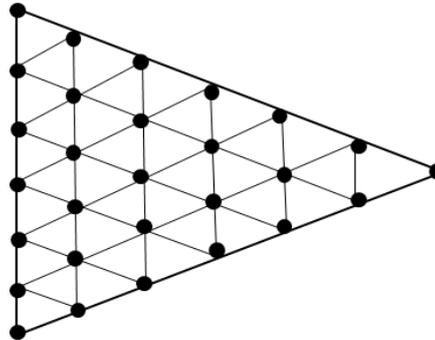
- a. Graf berhingga

¹⁶ Danny Manogga, *Matematika Diskrit*, Kencana, Jakarta, 2013, h.150

¹⁷ Heri Purwanto, Gina Indriani, Erlina Dayanti, *Matematika Diskrit*, Ercontara Rajawali, Cirebon, 2006, h.153

Graf berhingga adalah graf yang jumlah simpulnya, n , berhingga.

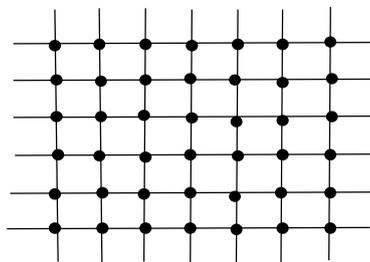
Perhatikan gambar 2.7.



Gambar 2.7. Graf berhingga

b. Graf tak berhingga

Graf yang jumlah simpulnya n , tidak berhingga banyaknya disebut graf tak berhingga. Perhatikan Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Graf tak berhingga¹⁸

D. Terminologi Dasar

1. Bertetangga (*adjacent*)

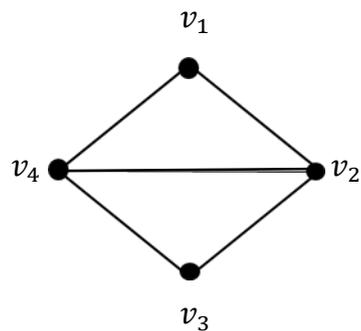
Dua buah simpul dikatakan bertetangga jika kedua simpul tersebut terhubung langsung oleh suatu sisi.

¹⁸ Heri Purwanto, Gina Indriani, Erlina Dayanti, *Matematika Diskrit*, Ercontara Rajawali, Cirebon, 2006, h.153

Definisi 1 :

Dua buah simpul pada graf tak – berarah G dikatakan bertetangga bila keduanya terhubung langsung dengan sebuah sisi. Dengan kata lain, u bertetangga dengan v jika (u, v) adalah sebuah sisi pada graf G .

Perhatikan Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Graf bertetangga¹⁹

Pada Gambar 2.9 : simpul v_1 bertetangga dengan simpul v_2 dan v_4 , tetapi simpul v_1 tidak bertetangga dengan simpul v_3 .²⁰

2. Bersisian (*incident*)

Suatu sisi e dikatakan bersisian dengan simpul v_1 dan simpul v_2 jika e menghubungkan kedua simpul tersebut, dengan kata lain $e = (v_1, v_2)$

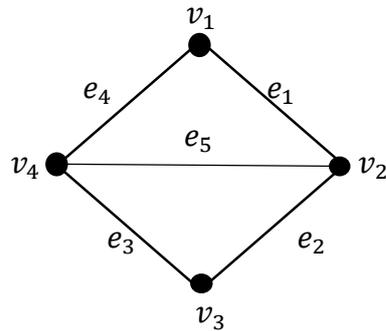
Definisi 2 :

Untuk sembarang sisi $e = (u, v)$, sisi e dikatakan bersisian dengan simpul u dan simpul v .

Perhatikan Gambar 2.10.

¹⁹ Adi Wijaya, matematika diskrit, bandung : uninersitas Telkom, 2014, h.12

²⁰ Rinaldi Munir, matematika Diskrit, informatika, bandung,2012,h.357



Gambar 2.10. Graf bersisian

Pada Gambar 2.10 sisi e_1 bersisian dengan simpul v_1 dan simpul v_2 , sisi e_3 bersisian dengan simpul v_4 dan v_3 , tetapi sisi e_4 tidak bersisian dengan simpul v_3 .

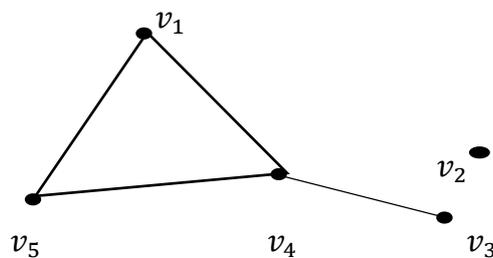
3. Simpul terpencil (*isolated vertex*)

Jika suatu simpul tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya maka simpul tersebut dinamakan simpul terpencil

Definisi 3 :

Simpul terpencil ialah simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya. Atau, dapat juga dikatakan bahwa simpul terpencil adalah simpul yang tidak bertetangga dengan simpul – simpul lainnya.²¹

Perhatikan Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Simpul terpencil

²¹ Rinaldi Munir, matematika Diskrit, informatika, bandung,2012,h.357

Pada graf di 2.11 simpul v_2 adalah simpul terpendek.

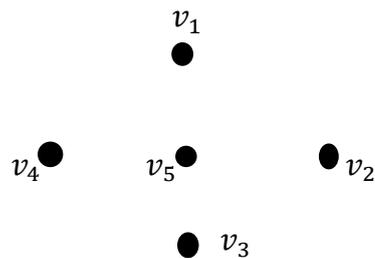
4. Graf kosong (*null graph atau empty graph*)

Graf kosong adalah graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong.²²

Definisi 4 :

Graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong disebut sebagai graf kosong dan ditulis dengan N_n , yang dalam hal ini n adalah jumlah simpul.

Perhatikan Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Graf kosong

Graf di atas adalah graf N_5

5. Derajat (*degree*)

Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.

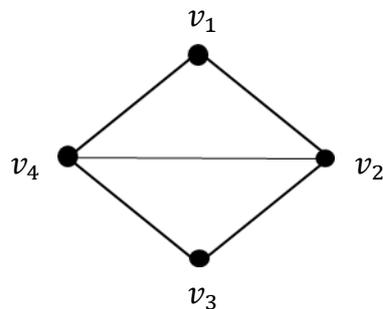
Definisi 5 :

Derajat suatu simpul pada graf tak berarah adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.

Notasi : $d(v)$ menyatakan derajat simpul v .

²² Danny Manogga , *Matematika Diskrit*, Kencana, Jakarta, 2013, h.150

Contoh perhatikan Gambar 2.13.



Gambar 2.13. Sebuah Graf²³

Pada gambar 2.13 :

$$d(v_1) = d(v_3) = 2$$

$$d(v_2) = d(v_4) = 3$$

6. Lintasan (*path*)

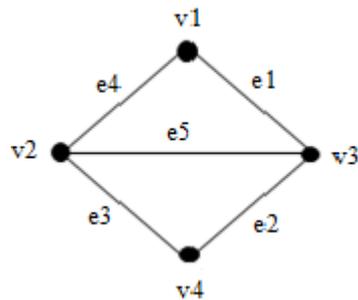
Lintasan merupakan tapak di mana semua simpulnya berlainan, kecuali jika lintasan tersebut merupakan lintasan tertutup sehingga simpul awal sama dengan simpul akhir.

Definisi 6 :

Lintasan yang panjangnya n dari simpul awal v_0 ke simpul tujuan v_n di dalam graf G ialah barisan yang berselang – selang simpul – simpul dan sisi – sisi yang berbentuk $v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, v_{n-1}, e_n, v_n$ sedemikian sehingga $e_1 = (v_0, v_1), e_2 = (v_1, v_2), \dots, e_n = (v_{n-1}, v_n)$ adalah sisi dari graf G .

Perhatikan Gambar 2.14.

²³ Heri Purwanto, Gina Indriani, Erlina Dayanti, *Matematika Diskrit*, Ercontara Rajawali, Cirebon, 2006, h.158



Gambar 2.14. Sebuah graf²⁴

Pada gambar 2.14 : v_1, e_4, v_2, e_3, v_4 adalah lintasan dari simpul v_1 ke simpul v_4 yang melalui sisi e_4 dan e_3 .

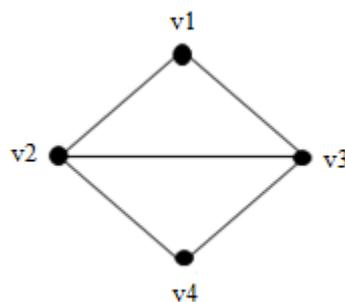
7. Siklus (*cycle*) atau sirkuit (*circuit*)

Sirkuit adalah lintasan yang tertutup.

Definisi 7 :

Lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama disebut sirkuit atau siklus.

Perhatikan Gambar 2.15.



Gambar 2.15. Sebuah Graf²⁵

Pada Gambar 2.15. v_1, v_2, v_3, v_1 adalah sirkuit sederhana karena berawal dan berakhir di simpul yang sama.

²⁴ Heri Purwanto, Gina Indriani, Erlina Dayanti, *Matematika Diskrit*, Ercontara Rajawali, Cirebon, 2006, h.153

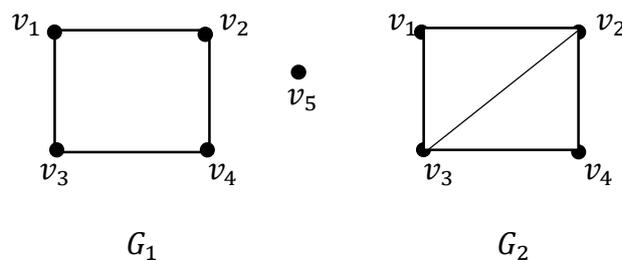
²⁵ Heri Purwanto, Gina Indriani, Erlina Dayanti, *Matematika Diskrit*, Ercontara Rajawali, Cirebon, 2006, h.153

8. terhubung (*connected*) dan tidak terhubung (*Disconnected*)

Dua buah simpul v_1 dan simpul v_2 terhubung jika terdapat lintasan dari v_1 ke v_2 .

Definisi 8 :

Graf tak – berarah G disebut graf terhubung (*connected graph*) jika untuk setiap pasang simpul u dan v di dalam himpunan V terdapat lintasan dari u ke v (yang juga harus berarti ada lintasan dari u ke v). Jika tidak, maka G disebut graf tak – terhubung (*disconnected graph*).



Gambar 2.16. Graf G_1 dan G_2

Pada gambar 2.16, graf G_1 merupakan graf tak terhubung, sedangkan graf G_2 merupakan graf terhubung.

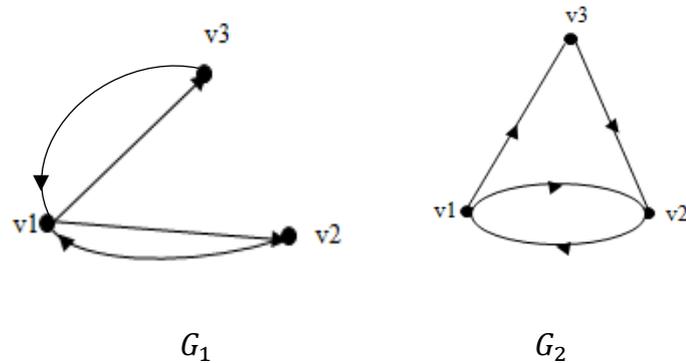
Definisi 9 :

Graf berarah G dikatakan terhubung jika graf tak – berarahnya terhubung (graf tak – berarah dari G diperoleh dengan menghilangkan arahnya).

Definisi 10 :

Graf berarah G disebut graf terhubung kuat (*strongly connected graph*) apabila untuk setiap pasang simpul sembarang v_i dan v_j di G terhubung kuat. Kalau tidak, G disebut graf terhubung lemah.

Perhatikan Gambar 2.16.



Gambar 2.17. Dua buah Graf²⁶

Pada Gambar 2.17, G_1 merupakan graf terhubung kuat karena terdapat lintasan berarah dari V_1 ke V_2 , V_2 ke V_1 dan G_2 merupakan graf terhubung lemah karena tidak terdapat lintasan berarah dari V_3 ke V_1 .

9. upagraf (*subgraph*) dan komplemen upagraf

Definisi 11 :

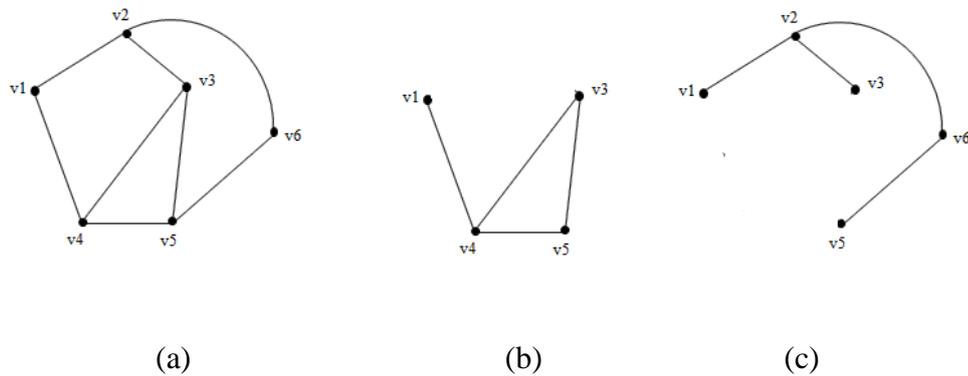
Misalkan $G = (V, E)$ adalah sebuah graf. $G_1 = (V_1, E_1)$ adalah upagraf (subgraph) dari G jika $V_1 \subseteq V$ dan $E_1 \subseteq E$.

Definisi 12 :

Komplemen dari upagraf G_1 terhadap graf G adalah graf $G_2 = (V_2, E_2)$ sedemikian sehingga $E_2 = E - E_1$ dan V_2 adalah himpunan simpul yang anggota – anggota E_2 bersisian dengannya.

Perhatikan Gambar 2.1

²⁶ Adi Wijaya, matematika diskrit, Bandung : universitas Telkom, 2014, h

Gambar 2.18. Tiga buah graf²⁷

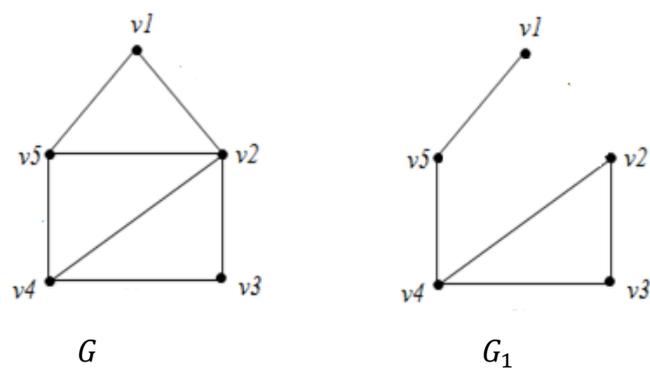
Pada gambar 2.18, (a) adalah graf G , (b) adalah upagraf dari G_1 , dan (c) adalah komplemen dari upagraf.

10. Upagraf merentang (*Spanning Subgraph*)

Definisi 13 :

Upagraf $G_1 = (V_1, E_1)$ dari $G = (V, E)$ dikatakan upagraf merentang jika $V_1 = V$ (yaitu G_1 mengandung semua simpul dari G).

Perhatikan Gambar 2.19.

Gambar 2.19. Dua buah graf²⁸

²⁷ Heri Purwanto, Gina Indriani, Erlina Dayanti, *Matematika Diskrit*, Ercontara Rajawali, Cirebon, 2006, h.162

²⁸ Heri Purwanto, Gina Indriani, Erlina Dayanti, *Matematika Diskrit*, Ercontara Rajawali, Cirebon, 2006, h.163

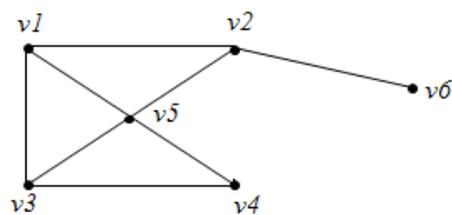
Pada gambar 2.19 G_1 adalah upagraf merentang dari G

11. Cut - set

Definisi 14 :

Cut – set dari graf terhubung G adalah himpunan sisi yang bila dibuang dari G menyebabkan G tidak terhubung. Jadi, cut – set selalu menghasilkan dua buah komponen terhubung.

Perhatikan Gambar 2.20.



Gambar 2.20. Sebuah graf²⁹

Pada Gambar 2.20, himpunan $\{(v_1, v_2), (v_1, v_5), (v_3, v_5), (v_3, v_4)\}$ adalah cut-set.

12. Graf berbobot

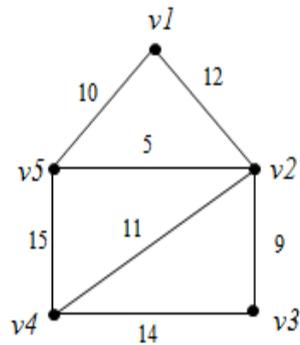
Definisi 15 :

Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya diberi sebuah harga (bobot).³⁰

Perhatikan Gambar 2.21.

²⁹ Rinaldi Munir, *Matematika Diskrit*, Informatika, Bandung, 2012, h.376

³⁰ Rinaldi Munir, *Matematika Diskrit*, Informatika, Bandung, 2012, h.365-376



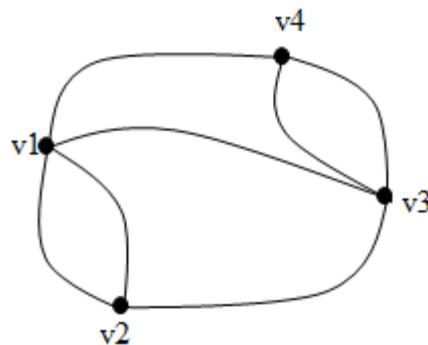
Gambar 2.21. Graf berbobot

Gambar 2.21, adalah sebuah graf yang memiliki bobot.

Berikut ini adalah beberapa graf yang sering digunakan :³¹

a Graf ganda

Graf ganda adalah graf yang memiliki lebih dari satu sisi untuk menghubungkan dua simpul. Contoh graf ganda di tunjukkan pada Gambar 2.22.



Gambar 2.22. Graf ganda

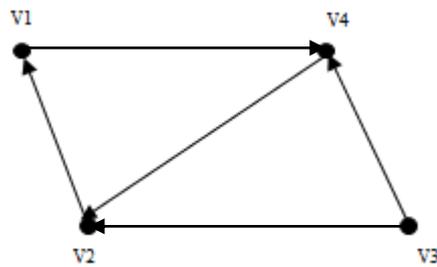
Pada Gambar 2.22 adalah graf yang memiliki sisi ganda. Sisi yang menghubungkan simpul v_1 dan v_2 adalah sisi ganda karena terdapat dua sisi yang menghubungkan simpul v_1 dan v_2 , maka graf tersebut dinamakan graf ganda.³²

³¹ Adi Wijaya, matematika diskrit, bandung : uninersitas Telkom, 2014, h.80-84

³² Adi Wijaya, matematika diskrit, bandung : uninersitas Telkom, 2014, h.80-84

b Graf berarah

Graf berarah adalah graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah. Contoh graf berarah ditunjukkan pada Gambar 2.23.

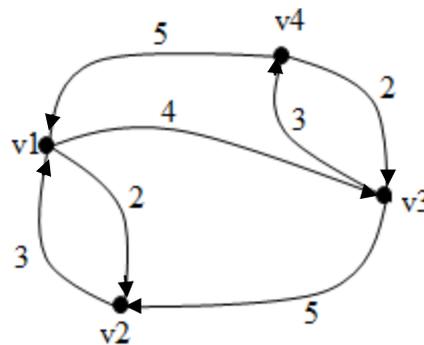


Gambar 2.23. Graf berarah

Pada Gambar 2.23 adalah graf berarah karena setiap sisinya di beri orientasi arah.

c Graf ganda berarah berbobot

Graf ganda berarah berbobot adalah gabungan dari graf ganda, graf berarah dan graf berbobot. Contoh graf ganda berarah berbobot ditunjukkan pada Gambar 2.24.



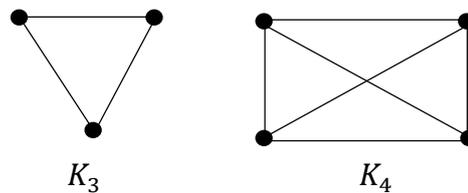
Gambar 2.24. Graf ganda berarah berbobot³³

³³ Teddy Pandu Wirawan, *Pemodelan Sistem Lalu Lintas dengan Graf Ganda Berarah Berbobot*. Teknik informatika ITB, Bandung, 2008

Pada Gambar 2.24 adalah graf ganda berarah berbobot karena memiliki sisi ganda, memiliki arah, dan bobot.

d Graf lengkap

Graf lengkap merupakan graf sederhana yang setiap simpulnya terhubung (oleh satu sisi) ke semua simpul lainnya. Dengan kata lain setiap simpulnya bertetangga. Graf lengkap dengan n buah simpul dilambangkan dengan K_n . Contoh graf lengkap pada Gambar 2.25.

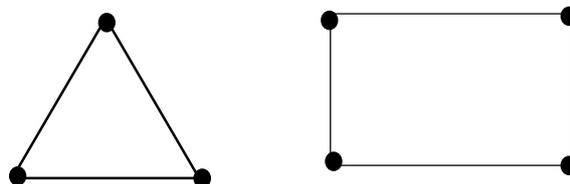


Gambar 2.25. Graf K_3 dan K_4

Gambar 2.25 menunjukkan graf lengkap dengan 3 simpul (K_3) dan 4 simpul (K_4).

e Graf lingkaran

Graf lingkaran merupakan graf sederhana yang setiap simpulnya berderajat dua. Graf lingkaran n simpul dilambangkan dengan C_n . Perhatikan Gambar 2.26.

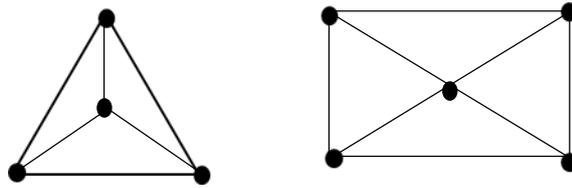


Gambar 2.26. Graf lingkaran³⁴

³⁴ Heri Purwanto, Gina Indriani, Erlina Dayanti, *Matematika Diskrit*, Ercontara Rajawali, Cirebon, 2006, h.165

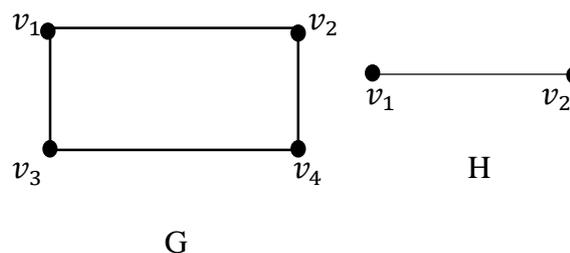
f Graf roda

Graf roda merupakan graf yang diperoleh dengan cara menambahkan satu simpul pada graf lingkaran C_n , dan menghubungkan simpul baru tersebut dengan semua simpul pada graf lingkaran tersebut. Perhatikan Gambar 2.27.

Gambar 2.27. Graf Roda³⁵

g Graf teratur

Graf teratur merupakan graf yang setiap simpulnya mempunyai derajat sama. Apabila derajat setiap simpul pada graf teratur adalah r , maka graf tersebut dinamakan graf teratur berderajat r . Perhatikan contoh di bawah ini.

Gambar 2.28. Graf G teratur dan graf H teratur³⁶

Tampak pada Gambar 2.28 bahwa setiap simpul pada graf G mempunyai derajat yang sama yaitu 2 dan setiap simpul pada graf

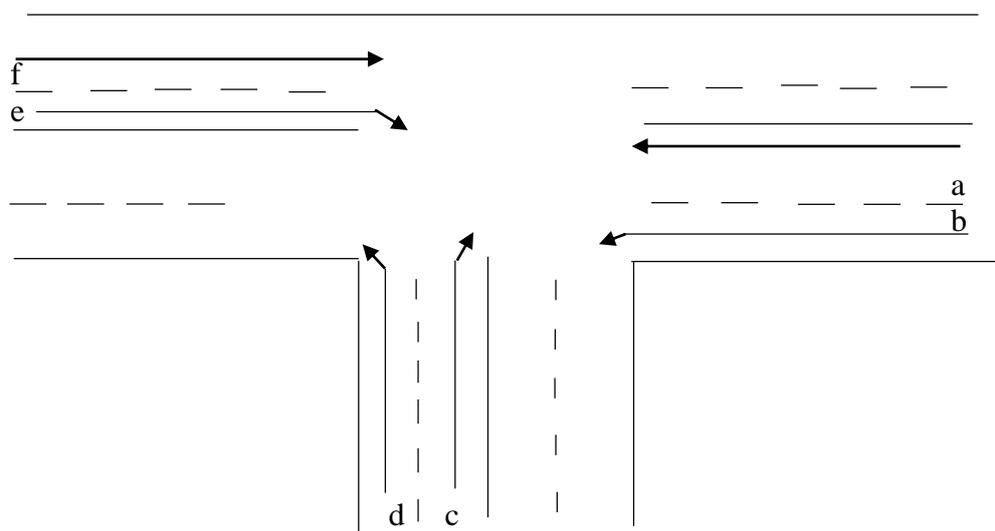
³⁵ Adi Wijaya, matematika diskrit, bandung : uninersitas Telkom, 2014, h.31

³⁶ Heri Purwanto, Gina Indriani, Erlina Dayanti, *Matematika Diskrit*, Ercontara Rajawali, Cirebon, 2006, h.165

H juga mempunyai derajat yang sama yaitu 1, sehingga dapat disimpulkan bahwa graf G dan graf H keduanya merupakan graf teratur.

E. Graf Kompatibilitas

Graf – graf kompatibilitas digunakan secara luas dalam memecahkan masalah yang melibatkan pengaturan data dalam urutan tertentu. Dalam graf ini, simpul-simpulnya menunjukkan objek-objek yang akan di atur, dan sisi-sisinya menunjukkan pasangan objek yang kompatibel (sesuai).³⁷ Aplikasi graf kompatibel yang akan dibahas adalah pengaturan lampu lalu lintas Perhatikan persimpangan jalan pada Gambar 2.28. Beberapa arus lalu lintas pada persimpangan jalan ini adalah kompatibel, yaitu arus ini dapat berjalan pada waktu bersamaan tanpa saling membahayakan.



Gambar 2.29. persimpangan jalan

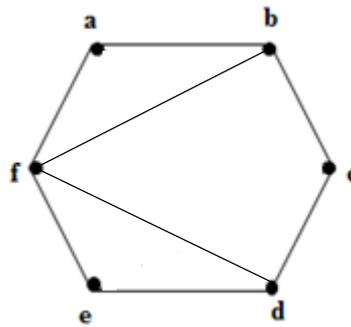
³⁷ Ririn Dwi Hardianti, Penerapan *Graf Komptibel pada Penentuan Waktu Tunggu Total Optimal Lampu Lalu lintas di Persimpangan Jalan*, <http://lib.unnes.ac.id/18423/415048022.pdf>. Diakses pada hari jumat tanggal 4 September 2015

Keterangan:

----- = arus lalu lintas

—————> = menghubungkan pasangan titik yang kompatibel

Penjelasan dari Gambar 2.29 adalah arus a kompatibel dengan arus b, d dan f , tetapi tidak dengan c , dan e . Sedangkan arus f kompatibel dengan arus a, b, c, d , dan e . Kompatibel tersebut dapat ditunjukkan dengan graf komptibel, yaitu simpulnya mewakili arus lalu lintas dan sisinya menghubungkan pasangan simpul yang arusnya kompatibel.



Gambar 2.30. Bentuk graf kompatibel

Untuk a menunjukkan arus lalu lintas di a , titik b menunjukkan arus lalu lintas di b , titik c menunjukkan arus lalu lintas di c , dan begitu pula dengan titik d, e, f .

F. Gambaran Umum Persimpangan Lalu Lintas

Persimpangan jalan dapat diartikan sebagai dua jalur atau lebih ruas jalan yang berpotongan, dan termasuk di dalamnya fasilitas jalur jalan dan tepi jalan. Sedangkan setiap jalan yang memancar dan merupakan bagian dari persimpangan tersebut disebut lengan persimpangan. Persimpangan

jalan merupakan suatu hal yang penting untuk dianalisa karena sangat berpengaruh terhadap aliran dan keselamatan berlalu lintas.

Persimpangan dapat dikatakan sebagai bagian yang penting dari jalan perkotaan sebab sebagian besar dari efisiensi, kapasitas lalu lintas, kecepatan, biaya produksi, waktu perjalanan, kenyamanan dan keamanan akan tergantung pada perencanaan suatu persimpangan.

Untuk peningkatan hal-hal di atas maka perencanaan suatu persimpangan dan pengaturan lalu lintas pada suatu persimpangan merupakan sesuatu yang tidak dapat diabaikan, karena persimpangan tidak hanya digunakan oleh kendaraan tetapi juga oleh para pejalan kaki. Kompleksitas arus kendaraan pada persimpangan akan konflik.

Pada persimpangan dengan arus lalu lintas yang perlu diadakan perencanaan dan pengaturan lalu lintas diantaranya dalam bentuk penggunaan lampu lalu lintas. Untuk melintasi suatu persimpangan masing-masing aliran kendaraan harus saling bergantian terjadi tundaan, perhentian, dan antrian. Pengaturan dengan lampu lalu lintas ini diharapkan dapat mengurangi antrian yang dialami oleh kendaraan dan juga kemungkinan terjadinya kecelakaan dipersimpangan akan dapat dikurangi dibandingkan jika tidak menggunakan lampu lalu lintas.³⁸

³⁸ Fuzi Syahputra, *Optimasi simpang jl. Ngumban Surbakti-Tanjung Sari dan Alternatif Aplikasi teori fuzzy dalam perhitungan kinerja persimpangan*, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/12356789/11788/1/10E01007.pdf>. Diakses pada hari rabu tanggal 29 April 2015

1. Karakteristik Lampu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas adalah suatu alat kendali dengan menggunakan lampu yang terpasang pada persimpangan dengan tujuan menggunakan lampu yang terpasang pada persimpangan dengan tujuan untuk mengatur arus lalu lintas. Pengaturan arus lalu lintas pada persimpangan pada dasarnya dimaksudkan untuk bagaimana pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar arus yang ada. Ada berbagai jenis kendali dengan menggunakan lampu lalu lintas dimana pertimbangan ini sangat tergantung pada situasi dan kondisi persimpangan yang ada seperti volume, geometri, simpang dan lain sebagainya.

Kondisi geometri dan lalu lintas akan berpengaruh terhadap kapasitas dan kinerja lalu lintas pada persimpangan. Oleh karena itu, perencanaan harus dapat merancang sedemikian rupa sehingga mampu mendistribusikan waktu kepada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan secara proposional sehingga memberikan kinerja yang sebaik-baiknya.

Sistem lampu lalu lintas menggunakan jenis nyala lampu sebagai berikut: ³⁹

³⁹ Fuzi Syahputra, *Optimasi simpang jl. Ngumban Surbakti-Tanjung Sari dan Alternatif Aplikasi teori fuzzy dalam perhitungan kinerja persimpangan*, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/12356789/11788/1/10E01007.pdf>. Diakses pada hari rabu tanggal 29 April 2015

- a. Lampu hijau (green) ; adalah kendaraan yang mendapatkan isyarat harus bergerak maju.
- b. Lampu kuning ; adalah kendaraan yang mendapatkan isyarat harus melakukan antisipasi apabila memungkinkan untuk mengambil keputusan untuk berlakunya nyala lampu lalu lintas berikutnya (lampu hijau atau merah).
- c. Lampu merah (red) ; adalah kendaraan yang mendapatkan isyarat harus berhenti pada sebelum garis henti (stop line).

Perlu diketahui dengan adanya peraturan lampu lalu lintas yang baru untuk kendaraan yang belok kiri selama tidak di atur secara khusus maka kendaraan boleh belok jalan terus. Perlampuan dengan berbagai nyala lampu tersebut diterapkan untuk memisahkan nyala lampu lalu lintas berdasarkan waktu.

2. Kondisi dan gerakan lalu lintas

Terdapat empat bentuk tipe dasar pergerakan lalu lintas pada persimpangan yang dilihat dari sifat dan tujuan gerakan, yaitu:⁴⁰

- a. *Diverging* (gerakan memisah)

Diverging adalah peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur yang lain.

⁴⁰ Ririn Dwi Hardianti, Penerapan *Graf Komptibel pada Penentuan Waktu Tunggu Total Optimal Lampu Lalu lintas di Persimpangan Jalan*, <http://lib.unnes.ac.id/18423/415048022.pdf>. Diakses pada hari jumat tanggal 4 September 2015

b. *Merging* (gerakan bergabung)

Peristiwa bergabungnya kendaraan yang bergerak di beberapa ruas jalan ketika bergabung pada satu titik persimpangan, dan juga ada saat kendaraan melakukan pergerakan membelok dan bergabung.

c. *Weaving* (bersilangan)

Weaving (bersilangan) adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan di jalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas.

d. *Crossing* (perpotongan)

Peristiwa perpotongan antar arus kendaraan dari satu jalur lain pada persimpangan biasanya keadaan demikian akan menimbulkan konflik pada persimpangan jalan.

G. Metode Webster

Metode Webster adalah metode yang digunakan untuk menentukan waktu penyalan lampu lalu lintas yang telah dikembangkan oleh F.V. Webster. Untuk menentukan waktu penyalan lampu lalu lintas dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut.⁴¹

⁴¹ Staf pengajar ITP, *Diktat Kuliah 9 RLL*, <http://sisfo.itp.ac.id/bahabajar>. Diakses pada hari sabtu tanggal 3 Oktober 2015

1. Menentukan arus jenuh

Tabel 2.1. Arus jenuh di persimpangan (metode Webster)

Lebar jalan (m)	3,05	3,35	3,65	3,95	4,25	4,60	4,90	5,20
Arus jenuh(smp/j)	1850	1875	1900	1950	2075	2250	2475	2700

Sumber :, *Diktat Kuliah 9 RLL*, Staf pengajar ITP

Jika lebar (l) melebihi ini, maka arus jenuh = $l \times 525$ (smp/j)

Khusus untu persimpangan yang baik (bebas pandangan, dan sebagainya) angka tersebut di tambah 20%, dan untuk persimpangan kurang baik (tanjakan, pandangan kurang bebas, dan sebagainya) angka-angka itu hendaknya dikurangi 15%.

Ratio arus normal terhadap arus jenuh (y), adalah $y = \frac{Q}{S}$

Ukuran kemacetan dinyatakan sebagai Ratio Fase, $FR = \sum y_{max}$

Dimana: S = Arus jenuh (smp/j)

Q = Arus nyata (smp/j)

2. Menentukan waktu siklus optimum

Faktor yang diperlukan untuk menghitung siklus waktu maksimum (*the optimum cycletime setting*) adalah waktu hilang (L), yaitu lama waktu satu siklus penuh pada saat tidak ada kendaraan. Hal ini dilakukan tidak hanya waktu merah semua dan waktu merah/merah/kuning tetapi juga sebagai waktu persiapan jalan (*starting-up*) dan persiapan berhenti (*tailing-off*) yang terjadi pada saat perubahan warna lampu. Waktu yang terbuang dihitung dengan rumus :

$$Lt = 2n + R$$

n = Banyaknya fase

R = Waktu semua merah dan waktu merah/merah/kuning ($2+3 = 5$ detik)

Lt = Dapat juga didefinisikan sebagai jumlah kurun waktu hijau dikurangi satu detik setiap hijau.

Oleh laboratorium penelitian jalan di Inggris, memberikan waktu siklus optimum (C_o) adalah

$$C_o = \frac{1,5 \times Lt + 5}{1 - FR}$$

Waktu hilang yang diperkenankan terhadap nilai y pada setiap arah :

$$\frac{FR_1}{FR_2} = \frac{q_1 + 1}{q_2 + 1}, \text{ sehingga; } g_1 = \frac{y_1(C_o - Lt)}{FR} - 1 \text{ detik}$$

$$g_2 = \frac{y_2(C_o - Lt)}{FR} - 1 \text{ detik}$$

Tundaan :

$$d = 0,9 \frac{S(C_o - g)^2}{2C_o(S - q)} \times \frac{1800 \times q \times C_o^2}{q \times S(q \cdot S - q \cdot C_o)}$$

dimana : d = tundaan (detik/smp)

C_o = waktu siklus (detik)

g = kurun waktu hijau (detik)

q = arus kendaraan (kend/jam)

S = arus jenuh (kend/jam)

Tabel 2.2. Batasan panjang waktu siklus

Jumlah fase	Panjang waktu siklus yang disarankan
2	40-80 detik
3	50-100 detik
4	80-130 detik

Waktu hijau aktual

$$ga = g + k - Lt$$

Dimana : ga = waktu hijau aktual (detik)

g = waktu hijau siklus (detik)

k = waktu kuning

Lt = waktu hilang (*lost time*)

Kapasitas praktis (C_p)

$$C_p = 0,9 \frac{1-Lt}{C_0}$$

Dimana : C_p = kapasitas praktis

Lt = waktu hilang

C_0 = waktu siklus ⁴²

⁴² Staf pengajar ITP, *Diktat Kuliah 9 RLL*, <http://sisfo.itp.ac.id/bahabajar>. Diakses pada hari sabtu tanggal 3 Oktober 2015

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah terapan, yaitu salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaturan lampu lalu lintas di simpang empat jalan Usman Salengke- K. H. W Hasyim- Poros Malino kab. Gowa.

B. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer, Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Data yang akan diambil sedemikian rupa sehingga tiap objek penelitian dari populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk dipilih. Objek populasi dari penelitian ini adalah jumlah kendaraan serta jumlah lajur yang ada pada persimpangan simpang empat jalan Usman Salengke- K. H. W Hasyim- Poros Malino kab. Gowa.

C. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah simpang empat jalan Usman Salengke- K. H. Wahid Hasyim- Poros Malino kab. Gowa, waktu penelitian dimulai Agustus – Oktober .

D. Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah untuk mencapai tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan data yang meliputi :

a Data geometri

Data geometri yang dimaksud adalah data nama jalan dan lebar jalan.

b Volume lalu lintas

Volume lalu lintas dicatat per 15 menit selama 1 jam (jam puncak). Kemudian dalam pengolahan datanya di konversi ke satuan jam. Komposisi pergerakan lalu lintas yang melewati empat lengan persimpangan adalah sebagai berikut.

1. *Light vehicle* (LV), yaitu kendaraan ringan yang beroda empat meliputi kendaraan penumpang, oplet, mikro bis dan *pick up*.
2. *Heavy vehicle* (HV), yaitu kendaraan berat beroda lebih dari 4 roda.
3. *Motor cycle* (MC), yaitu kendaraan bermotor beroda dua atau tiga, seperti becak motor atau sepeda motor.

Waktu pengambilan data akan di bagi pada tiga periode waktu, yaitu:

- a. Pagi hari, dibatasi pada pukul 07-00-08.00 WITA, dengan asumsi banyaknya pekerja dan pelajar yang berangkat pada jam tersebut.
- b. Siang hari, dibatasi pada pukul 12.30-13.30 WITA, dengan asumsi banyaknya pelajar yang pulang dan aktivitas lain pada jam tersebut.

- c. Sore hari, dibatasi pada pukul 16.30-17.30 WITA, dengan asumsi banyak pekerja yang pulang
2. Menggambar bentuk persimpangan jalan.
 3. Mengubah bentuk persimpangan jalan ke dalam bentuk graf kompatibel, dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a. Membuat simpul-simpul, simpul mempresentasikan arus,
 - b. Menentukan sisi untuk menghubungkan 2 simpul yang saling melintas atau berseberangan. Sisi menunjukkan pasangan objek yang kompatibel
 4. Menyederhanakan graf kompatibel.
 5. Mengubah graf kompatibel ke graf ganda berarah berbobot, dengan ketentuan sebagai berikut.⁴³

Lebar jalan

- a. Untuk jalan di bawah 4 meter di beri nilai 4
- b. Antara 4-5 meter di beri nilai 3
- c. Lebih dari 5 sampai 6 meter di beri nilai 2
- d. Lebih dari 6 meter di beri nilai 1

Volume kendaraan

- a. Di atas 2000 kend/jam, nilai 5
- b. 1500-2000 kend/jam, nilai 4
- c. 1999-1499 kend/jam, nilai 3

⁴³ Teddy Pandu Wirawan, *Pemodelan Sistem Lalu Lintas dengan Graf Ganda Berarah Berbobot*. Teknik informatika ITB, Bandung, 2008

- d. 500-998 kend/jam, nilai 2
- e. 0 – 499 kend/jam, nilai 1
6. Menentukan waktu siklus optimum

$$C_o = \frac{1,5 \times Lt + 5}{1 - FR}$$

7. Menentukan jumlah siklus waktu hijau maksimum

$$\text{Jumlah siklus waktu hijau} = C_o - Lt$$

8. Menentukan waktu hijau untuk fase 1, 2, dan 3

$$Fase_n = \frac{y_{\max n} \times \text{jumlah siklus waktu hijau maksimum}}{FR}$$

9. Waktu merah untuk fase 1, 2, dan 3

$$Fase_n = C_o - \text{waktu hijau} - \text{waktu kuning}$$

BAB IV

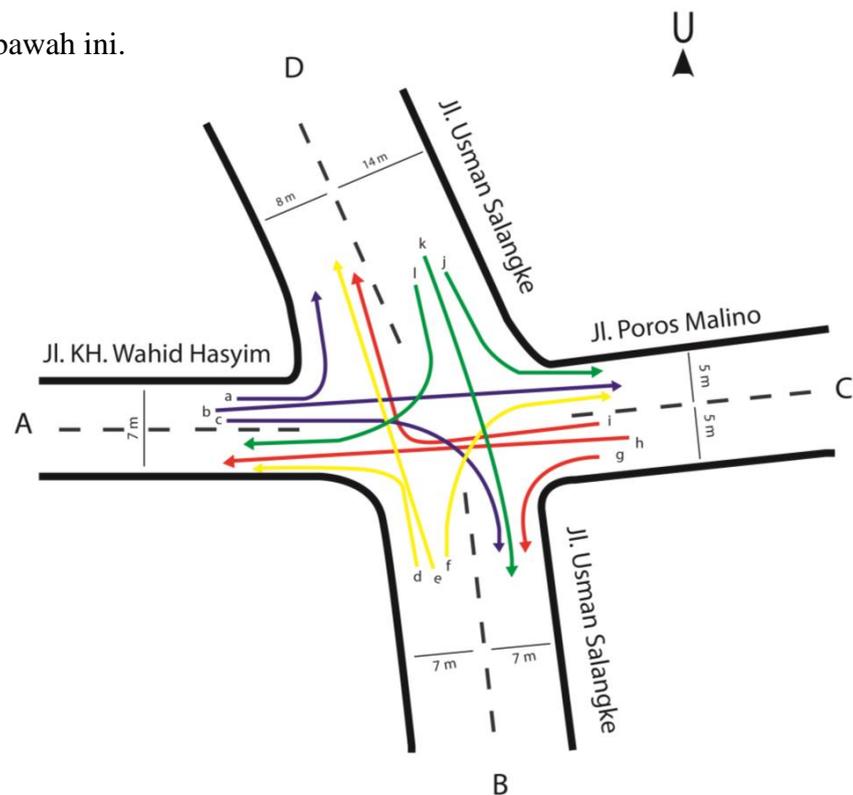
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Pengambilan data

a Data geometri

Persimpangan yang dijadikan lokasi penelitian berada di Sungguminasa, kab. Gowa. Persimpangan yang dimaksud adalah simpang empat jalan Usman Salengke (selatan), Poros Malino, Usman Salengke Utara dan K.H. Wahid Hasyim. Gambaran geometri simpang empat jalan tersebut dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.1. Persimpangan jalan

Pada Gambar 4.1, mempunyai keterangan sebagai berikut:

- i. Bagian utara merupakan jalan Usman Salengke yang memiliki 2 jalur, dengan lebar jalur masuk dan jalur keluar masing masing sebesar 8 m. pada jalur masuk terdapat lajur belok kiri langsung dengan lebar sebesar 6 m.
 - ii. Bagian selatan merupakan jalan Usman Salengke memiliki 2 jalur dengan lebar jalur masuk dan keluar masing-masing sebesar 7 m.
 - iii. Bagian barat merupakan jalan K.H.Wahid Hasyim memiliki 2 jalur dengan lebar jalur masuk dan keluar masing-masing sebesar 3,5 m.
 - iv. Bagian timur merupakan jalan Poros Malino yang memiliki 2 jalur dengan lebar jalur masuk dan keluar sebesar 5 m.
- b Data lama siklus lampu lalu lintas pada simpang empat Jl. Usman Salengke- Poros Malino- K.H.Wahid Hasyim.

Tabel 4.1. Lama siklus lampu lalu lintas

Ruas jalan	Merah (detik)	Kuning (detik)	Hijau (detik)
Usman Salengke (selatan)	81	5	17
Poros Malino	90	5	33
Usman Salengke (utara)	72	5	48
K. H. Wahid Hasyim	90	5	33

c Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas diperoleh dengan melakukan survey dan mencatat semua jenis kendaraan yang melewati simpang empat tersebut. Pencatat volume lalu lintas selama 15 menit setiap jamnya, yang kemudian dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam.

Pengambilan data arus lalu lintas dilakukan selama tiga hari, yaitu Hari Senin, 12 Oktober 2015, mewakili hari kerja efektif; dan Hari Ahad 18 Oktober 2015 mewakili aktivitas hari libur (*off peak*). Dari kedua hari pengamatan di lapangan, maka diperoleh arus puncak yaitu pada periode hari senin 12 oktober 2015 yang menjadi data volume dan komposisi lalu lintas pada penelitian ini. Berikut data hasil pengamatan volume lalu lintas pada arus puncak yang dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Senin, 12 Oktober 2015

Tabel 4.2. Volume lalu lintas pada ruas jalan usman salengke
(selatan)

waktu	(LV)		(HV)		(MC)		Jumlah	
	emp = 1,0		emp = 1,3		emp = 0,2			
	kend	smp	kend	smp	kend	smp	Kend/jam	Smp/jam
1	2	3	4	5	6	7	8=2+4+6	9=3+5+7
07.00-08.00	936	936	4	5,2	1888	377,6	2828	1318,8
12.00-13.00	504	504	4	5,2	1532	306,4	2040	815,6
16.30-17.30	104	104	0	0	216	43,2	320	147,2

Tabel 4.3. Volume lalu lintas pada ruas jalan usaman salengke (utara)

waktu	(LV)		(HV)		(MC)		Jumlah	
	emp = 1,0		emp = 1,3		emp = 0,2			
	kend	smp	kend	smp	kend	smp	Kend/jam	Smp/jam
1	2	3	4	5	6	7	8=2+4+6	9=3+5+7
07.00-08.00	56	56	0	0	172	34,4	228	90,4
12.00-13.00	660	660	8	10,2	1108	221,6	1776	891,8
16.30-17.30	980	980	8	10,2	1964	392,8	2952	1383

Tabel 4.4. Volume lalu lintas pada ruas jalan poros malino

waktu	(LV)		(HV)		(MC)		Jumlah	
	emp = 1,0		emp = 1,3		emp = 0,2			
	kend	smp	kend	smp	kend	smp	Kend/jam	Smp/jam
1	2	3	4	5	6	7	8=2+4+6	9=3+5+7
07.00-08.00	628	628	4	5,2	964	192,8	1596	826
12.00-13.00	180	180	4	5,2	456	91,2	640	276,4
16.30-17.30	84	84	4	5,2	180	36	268	125,2

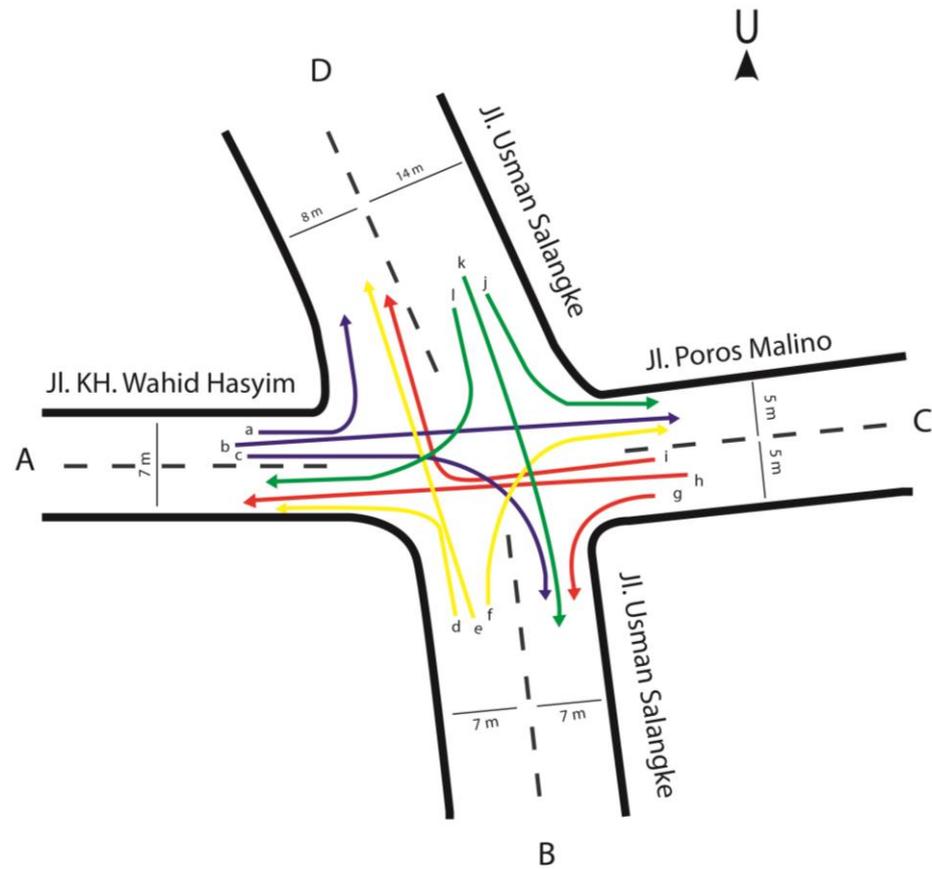
Tabel 4.5. Volume lalu lintas pada ruas jalan K.H. Wahid Hasyim

waktu	(LV)		(HV)		(MC)		Jumlah	
	emp = 1,0		emp = 1,3		emp = 0,2			
	kend	smp	kend	smp	kend	smp	Kend/jam	Smp/jam
1	2	3	4	5	6	7	8=2+4+6	9=3+5+7
07.00-08.00	102	102	0	0	141	28,2	243	130,2
12.00-13.00	60	60	0	0	92	18,4	152	78,4
16.30-17.30	196	196	4	5,2	444	88,8	644	290

Keterangan

- (LV) = *Light Vehicle* (Kendaraan Ringan)
- (HV) = *Heavy Vehicle* (Kendaraan Berat)
- (MC) = *Motorcycle* (Sepeda Motor)

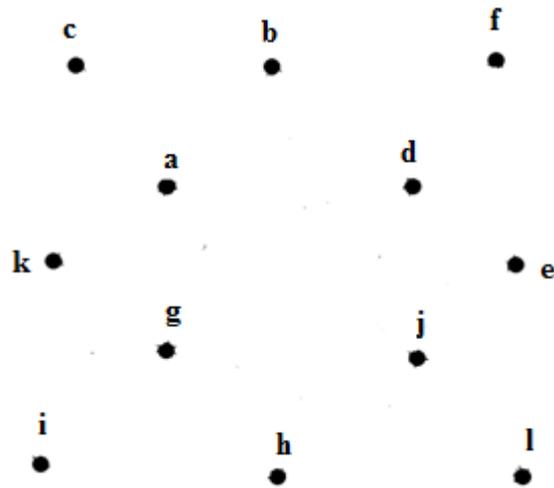
2. Gambar bentuk persimpangan jalan



Gambar 4.2. Persimpangan jalan

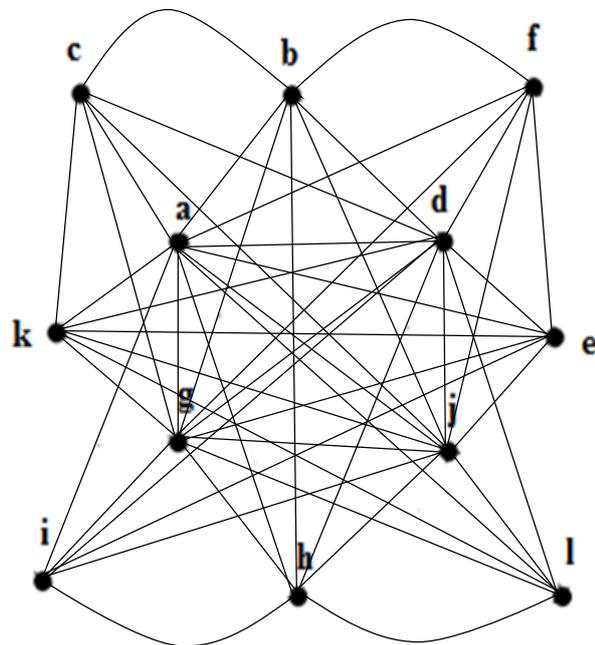
3. Mengubah bentuk persimpangan jalan ke dalam bentuk graf kompatibel.

a Membuat simpul-simpul



Gambar 4.3. Simpul-simpul

b Menentukan sisi



Gambar 4.4. Graf kompatibel

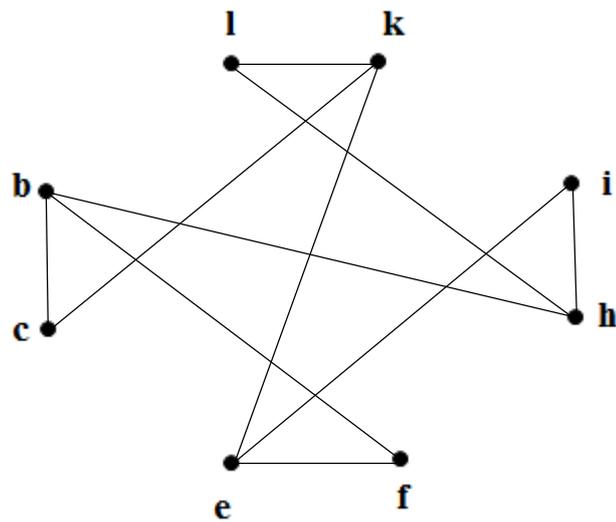
Pada gambar 4.4, Simpang jalan Usman Salengke-Poros Malino-K.H.Wahid Hasyim terdiri dari 12 lajur dengan nama masing-masing $a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k$, dan l . Titik a menunjukkan arus lalu lintas di a , titik b menunjukkan arus lalu lintas di b , titik c menunjukkan arus lalu lintas di c , dan begitu pula dengan titik d, e, f, g, h, i, j, k , dan l . Untuk lebih jelasnya dapat di lihat Tabel 4.6. Arus Kompatibel dan Tidak Kompatibel.

Tabel 4.6. Arus Kompatibel dan Tidak Kompatibel

Arus Lalu Lintas	Kompatibel Dengan	Tidak kompatibel dengan
a	b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,dan l	-
b	a,c,d,f,g,h,dan j	e,i,k, dan l
c	a,b,d,g,j, dan k	e,f,h,i, dan l
d	a,b,c,e,f,g,h,i,j,k,dan l	-
e	a,d,f,g,i,j,dan k	b,c,h, dan l
f	a,b,d,e,g,dan j	c,h,l,k,dan l
g	a,b,c,d,e,f,h,i,j,k,dan l	-
h	a,b,d,g,i,j,dan l	c,e,f,dan k
i	a,d,e,g,h,dan j	b,c,f,k,dan l
j	a,b,c,d,e,f,g,h,i,,k,dan l	-
k	a,c,d,e,g,j,dan l	b,f,h,dan i
l	a,d,g,h,j,dan k	b,c,e,f,dan i

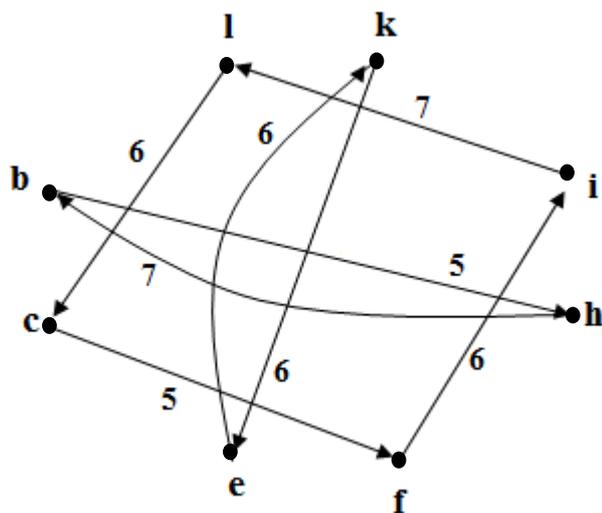
4. Menyederhanakan graf kompatibel

Karena simpul a, d, g , dan l kompatibel ke semua lajur, maka dari Gambar 4.4, simpul a, d, g , dan l dihilangkan sehingga Gambar 4.4 berubah menjadi Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Graf Kompatibel

5. Mengubah graf kompatibel ke graf ganda berarah berbobot



Gambar 4.6. Graf Ganda Berarah Berbobot

Pada Gambar 4.6, simpul b dan c adalah arus lalu lintas di jalan K.H.Wahid Hasyim yang memiliki bobot 10. Simpul e dan f adalah arus lalu lintas di jalan Usman Salengke (selatan) yang memiliki bobot 12. Simpul i dan h adalah arus lalu lintas di jalan Poros

Malino yang memiliki bobot 14. Simpul k dan l adalah arus lalu lintas di jalan Usman Salengke Utara yang memiliki bobot 12. Karena jalan Usman Salengke (utara) dan Usman Salengke (selatan) memiliki bobot yang sama, sehingga jumlah fase pada persimpangan adalah tiga.

6. Setelah mendapatkan jumlah fase maka langkah selanjutnya adalah menentukan waktu siklus optimum (C_o)

$$C_o = \frac{1,5 \cdot Lt + 5}{1 - FR}$$

Untuk mendapatkan waktu siklus optimum, terlebih dahulu di tentukan

- a. Waktu kuning (R)= 5 detik
- b. Arus jenuh pada tiap persimpangan

$$\text{Untuk arah utara} = 14 \times 525 = 7350 \frac{\text{smp}}{\text{jam}}$$

$$\text{Untuk arah selatan} = 7 \times 525 = 3675 \frac{\text{smp}}{\text{jam}}$$

$$\text{Untuk arah timur} = 6 \times 526 = 3150 \frac{\text{smp}}{\text{jam}}$$

$$\text{Untuk arah Barat} = 1875 \frac{\text{smp}}{\text{jam}}$$

- c. Menentukan nilai y

$$y_u = \frac{1383}{7350} = 0,1881$$

$$y_s = \frac{1318}{3675} = 0,3586$$

$$y_t = \frac{826}{3150} = 0,2622$$

$$y_b = \frac{290}{1875} = 0,1546$$

$$\begin{aligned}
 FR &= \sum y_{max} \\
 &= 0,3586 + 0,2622 + 0,1546 \\
 &= 0,7736
 \end{aligned}$$

d. Menentukan waktu hilang (Lt)

$$\begin{aligned}
 Lt &= 2n + R \\
 &= 2(3) + 5 \\
 &= 11
 \end{aligned}$$

Sehingga waktu siklus optimum adalah:

$$C_o = \frac{1,5 \times Lt + 5}{1 - FR}$$

$$C_o = \frac{1,5 \times 11 + 5}{1 - 0,7736}$$

$$C_o = \frac{21,5}{0,2264}$$

$$C_o = 95 \text{ detik}$$

7. Jumlah siklus waktu hijau maksimum adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah siklus waktu hijau maksimum} &= C_o - Lt \\
 &= 95 - 11 \\
 &= 84 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

8. Waktu hijau

$$\begin{aligned}
 \text{Fase I} &= \frac{0,3586 \times 84}{0,7736} \\
 &= \frac{30,1224}{0,7736}
 \end{aligned}$$

$$= 39 \text{ detik}$$

$$\text{Fase II} = \frac{0,2622 \times 84}{0,7736}$$

$$= \frac{22,0248}{0,7736}$$

$$= 28 \text{ detik}$$

$$\text{Fase I} = \frac{0,1546 \times 84}{0,7736}$$

$$= \frac{12,9864}{0,7736}$$

$$= 17 \text{ detik}$$

9. Waktu merah

$$\text{Fase I} = C_0 - \text{waktu hijau} - \text{waktu kuning}$$

$$= 95 - 39 - 5$$

$$= 51 \text{ detik}$$

$$\text{Fase I} = C_0 - \text{waktu hijau} - \text{waktu kuning}$$

$$= 95 - 28 - 5$$

$$= 62 \text{ detik}$$

$$\text{Fase I} = C_0 - \text{waktu hijau} - \text{waktu kuning}$$

$$= 95 - 17 - 5$$

$$= 73 \text{ detik}$$

Tabel 4.7. Durasi lampu lalu lintas yang baru

Arah	Hijau	Kuning	Merah
Utara	39	5	51
Timur	28	5	62
Selatan	39	5	51
Barat	17	5	73

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil yang telah diuraikan sebelumnya, kemudian dilakukan pembahasan mengenai aplikasi teori graf pada pengaturan lampu lalu lintas di simpang empat jalan Usman Salengke, Poros Malino dan K.H. Wahid Hasyim kab. Gowa. Pembahasan yang dilakukan meliputi data geometri simpang, volume kendaraan, graf kompatibel, waktu siklus optimum, waktu hijau dan waktu merah.

Keadaan geometri simpang empat Jl. Usman Salengke(utara), jl. Poros Malino, jl. Usman Salengke (selatan) dan jl. K.H.Wahid Hasyim tidak memiliki median jalan, dimana arus masuk dan keluar berada pada satu jalur yang sama. Pada simpang empat tersebut tidak terdapat kanalisasi dikarenakan keterbatasan lahan.

Berdasarkan Tabel 4.1 bahwa data lama siklus lampu lalu lintas di persimpangan Jl. Usman Salengke-Poros Malino-K.H.Wahid Hasyim, menggunakan 3 fase, dimana untuk jalan Usman Salengke (selatan) durasi

merah sebesar 81 detik, kuning sebesar 5 detik dan hijau sebesar 17 detik. Untuk jalan Poros Malino dan jalan K.H.Wahid Hasyim durasi merah sebesar 90 detik, kuning sebesar 5 detik dan hijau sebesar 33 detik. Untuk jalan Usman Salengke (utara) durasi merah sebesar 72 detik, kuning sebesar 5 detik dan hijau sebesar 48 detik. Persimpangan jalan Usman Salengke-Poros Malino-K.H.Wahid Hasyim merupakan persimpangan yang sering terjadi kemacetan, hal ini di sebabkan karena tingginya volume kendaraan.

Volume lalu lintas puncak dari 2 hari pengamatan di peroleh pada periode sore hari senin, 12 oktober 2015 yaitu pada pukul 16.30-17.30 WITA. Berdasarkan Tabel 4.2 bahwa volume arus lalu lintas Jl. Usman Salengke (selatan), volume *peak hour* terjadi pada pagi hari pada pukul 07.00-08.00 WITA, dengan jumlah kendaraan ringan sebesar 936 kend/jam, kendaraan berat sebesar 4 kend/jam dan sepeda motor sebesar 1888 kend/jam, semua jenis kendaraan di konversi ke satuan mobil penumpang (smp), sehingga di peroleh 936 smp/jam untuk kendaraan ringan, 5,2 smp/jam untuk kendaraan berat dan 377,6 untuk sepeda motor, sehingga di peroleh volume peak hour sebesar 1318,8 smp/jam.

Berdasarkan Tabel 4.3 bahwa volume arus lalu lintas Jl. Usman Salengke (utara), volume *peak hour* terjadi pada sore hari pada pukul 16.30-17.30 WITA, dengan jumlah kendaraan ringan sebesar 980 kend/jam, kendaraan berat sebesar 8 kend/jam dan sepeda motor sebesar 1964 kend/jam, semua jenis kendaraan di konversi ke satuan mobil penumpang (smp), sehingga di peroleh 980 smp/jam untuk kendaraan ringan, 10,2

smp/jam untuk kendaraan berat dan 392,8 untuk sepeda motor, sehingga di peroleh volume peak hour sebesar 1383 smp/jam.

Berdasarkan Tabel 4.4 bahwa volume arus lalu lintas Jl. Poros Malino, volume *peak hour* terjadi pada pagi hari pada pukul 07.00-08.00 WITA, dengan jumlah kendaraan ringan sebesar 628 kend/jam, kendaraan berat sebesar 4 kend/jam dan sepeda motor sebesar 964 kend/jam, semua jenis kendaraan di konversi ke satuan mobil penumpang (smp), sehingga di peroleh 628 smp/jam untuk kendaraan ringan, 5,2 smp/jam untuk kendaraan berat dan 192,8 untuk sepeda motor, sehingga di peroleh volume peak hour sebesar 826 smp/jam.

Berdasarkan Tabel 4.5 bahwa volume arus lalu lintas Jl. K.H.Wahid Hasyim, volume *peak hour* terjadi pada sore hari pada pukul 16.30-17.30 WITA, dengan jumlah kendaraan ringan sebesar 196 kend/jam, kendaraan berat sebesar 4 kend/jam dan sepeda motor sebesar 444 kend/jam, semua jenis kendaraan di konversi ke satuan mobil penumpang (smp), sehingga di peroleh 196 smp/jam untuk kendaraan ringan, 5,2 smp/jam untuk kendaraan berat dan 88,8 untuk sepeda motor, sehingga di peroleh volume peak hour sebesar 290 smp/jam.

Persimpangan jalan di ubah ke dalam bentuk graf kompatibel dan diperoleh arus-arus yang kompatibel. Berdasarkan Tabel 4.6, diperoleh bahwa simpul a, d, g, dan j kompatibel ke semua simpul lainnya, setelah di dapatkan arus-arus yang kompatibel, mengubah graf kompatibel ke graf ganda berarah berbobot dan di peroleh untuk jalan K.H.Wahid Hasyim

memiliki bobot 10, jalan Usman Salengke (selatan) memiliki bobot 12, jalan Poros Malino memiliki bobot 14, dan jalan Usman Salengke Utara yang memiliki bobot 12. Karena jalan Usman Salengke (utara) dan Usman Salengke (selatan) memiliki bobot yang sama, sehingga jumlah fase pada persimpangan adalah tiga..

Waktu siklus optimum pada simpang empat tersebut sebesar 95 detik, ini terlihat lebih optimal, dibandingkan waktu siklus optimum di lapangan sebesar 128 detik.

Jumlah siklus waktu hijau maksimum di peroleh dengan mengurangi waktu siklus optimal dengan waktu hilang (Lt), sehingga diperoleh jumlah siklus waktu hijau maksimum sebesar 84 detik.

Waktu hijau untuk setiap fase diperoleh dengan mengalikan y_{max} tiap fase dengan jumlah siklus waktu maksimum, dibagi dengan ratio fase, sehingga diperoleh Waktu hijau untuk Jl. Usman Salengke (utara) sebesar 39 sedangkan waktu hijau di lapangan sebesar 26 detik. Untuk waktu hijau Jl. Poros Malino sebesar 28 detik, sedangkan waktu hijau di lapangan sebesar 33 detik. Untuk waktu hijau Jl. Usman Salengke (selatan) sebesar 39 detik, sedangkan waktu hijau di lapangan sebesar 17 detik dan waktu hijau Jl. K. H. Wahid Hasyim sebesar 17 detik, sedangkan waktu hijau di lapangan sebesar 33 detik. Ini terlihat lebih efisien dibandingkan waktu hijau yang ada di lapangan.

Waktu merah tiap fase di peroleh dengan mengurangi waktu siklus optimum dikurangi waktu hijau dan waktu kuning, sehingga diperoleh

waktu merah untuk Jl. Usman Salengke (utara) sebesar 51, sedangkan waktu merah di lapangan sebesar 72 detik. Untuk waktu merah Jl. Poros Malino sebesar 62 detik, sedangkan waktu di lapangan sebesar 90 detik. Untuk waktu merah Jl. Usman Salengke (selatan) sebesar 51 detik, sedangkan waktu merah di lapangan sebesar 81 detik dan waktu merah Jl. K. H. Wahid Hasyim sebesar 73 detik, sedangkan waktu merah di lapangan sebesar 90 detik. Ini terlihat lebih efisien dibandingkan waktu hijau yang ada di lapangan

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan tujuan penelitian yaitu bagaimana pengaturan durasi lampu lalu lintas menggunakan teori graf dan metode Webster diperoleh hasil untuk jalan Usman Salengke (Utara), durasi lampu hijau 39 detik, kuning 5 detik, dan merah 51 detik. Untuk jalan Poros Malino, durasi lampu hijau 28 detik, kuning, 5 detik, dan merah 62 detik. Untuk jalan Usman Salengke (Selatan), durasi lampu hijau 39 detik, kuning 5 detik, dan merah 51 detik. Untuk jalan K.H.Wahid Hasyim, durasi lampu hijau 17 detik, kuning 5 detik, dan merah 73 detik.

B. Saran

Adapun saran dalam penelitian ini yaitu agar peneliti selanjutnya menyempurnakan graf kompatibel pada persimpangan Usman Salengke-Poros Malino-K.H.Wahid Hasyim, dengan menambah asumsi-asumsi dan variabel-variabel yang digunakan.

AFTAR PUSTAKA

- Abidin, Wahyuni. (2013). *Matematika Diskrit*. Makassar: Alauddin University Press.
- Arniati, *Pewarnaan Titik/Simpul*.
<https://arniatu.files.wordpress.com/2010/12/pewarnaan-titik-w1.docx>.
Diakses pada hari sabtu tanggal 27 Juni 2015.S
- Cahyo Heni Meliana., D. M. (2014). Aplikasi Pewarnaan Graf untuk Optimalisasi Pengaturan Traffic Light di Sukoharjo. *JIPTEK*, 25.
- Danny Manongga., Y. N. (2013). *Matematika Diskrit*. Jakarta: Kencana.
- Departemen Agama RI. (2013). *Al-Qur'anku*. Jakarta: Lautan Lestari.
- Hardianti,Ririn, Dwi,Penerapan Graf Komptibel pada Penentuan Waktu Tunggu Total Optimal Lampu Lalu lintas di Persimpangan Jalan,
<http://lib.unnes.ac.id/18423/415048022.pdf>. Diakses pada hari jumat tanggal 4 September 2015
- Heri Purwanto., G. I. (2006). *Matematika Diskrit*. Cirebon: Ercontara Rajawali.
- Heri Sutarno., N. P. (2013). *Matematika Diskrit*. Bandung: JICA.
- Munir, Rinaldi. (2012). *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika.
- Pengajar, Staf ITP, *Diktat Kuliah 9 RLL*, <http://sisfo.itp.ac.id/bahabajar>. Diakses pada hari sabtu tanggal 3 Oktober 2015
- Shihab,Quraish,M. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati
- Siang, J. J. (2006). *Matematika Diskrit dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Andi.
- Syahputra Fuzi, *Optimasi simpang jl. Ngumban Surbakti-Tanjung Sari dan Alternatif Aplikasi teori fuzzy dalam perhitungan kinerja persimpangan*,
<http://repository.usu.ac.id/bitstream/12356789/11788/1/10E01007.pdf>.
Diakses pada hari rabu tanggal 29 April 2015
- Wibilsono, Samuel. (2004). *Matematika Diskrit*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wijaya, A. (2009). *Matematika Diskrit*. Bandung: Politeknik Telkom.
- Wijaya, A. (2014). *Matematika Diskrit*. Bandung: Politeknik Telkom.

Wirawan,P,T. *Pemodelan Sistem Lalu Lintas dengan Graf Ganda Berarah Berbobot*. Teknik informatika ITB, Bandung, 2008

Yusuf, H. (2009). *Pewarnaan Graf Untuk Mendeteksi Konflik Penjadwalan*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika.

Riwayat Penulis

LAMPIRAN

Jalan Usman Salengke (Utara)



Lebar jalan K.H.Wahid Hasyim







KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) ALAUDDIN MAKASSAR
FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Kampus I: Jl. Sultan Alauddin No.63 Telp. 864924 (Fax 864923)
Kampus II: Jl. Sultan Alauddin No.36 Telp. 5622375-424835 (Fax 424836)

Nomor : ST.VI.1/PP.009/8940/2015
Sifat : Penting
Lamp : -
Hal : Izin Penelitian
Untuk Menyusun Skripsi

Makassar, 27 Oktober 2015

Kepada Yth
Kepala Dinas Perhubungan Kab. Gowa
Di-

Tempat

Assalamu Alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat kami sampaikan, bahwa mahasiswa UIN Alauddin Makassar yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama	: Miftahurrahmah
NIM	: 60600111034
Semester	: IX
Fakultas	: Sains & Teknologi UIN Alauddin Makassar
Jurusan	: Matematika
Pembimbing	: 1. Wahidah Alwi, S.Si., M.Si 2. Wahyuni Abidin, S.Pd., M.Pd

Bermaksud melakukan penelitian dalam rangka penyusunan Skripsi berjudul " **Aplikasi Teori Graf dalam Pengaturan lampu Lalu Lintas**" sebagai salah satu syarat penyelesaian Studi akhir Sarjana/S.1.

Untuk maksud tersebut kami mengharapkan kiranya kepada mahasiswa yang bersangkutan diberi izin untuk penelitian di **Dinas Perhubungan Kab. Gowa**

Demikian harapan kami, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.



Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag.
NIP. 19691205 199303 1 001

Tembusan:

1. Ketua Prodi/Jurusan Matematika Fak. Sainstek UIN Alauddin
2. Arsip



PEMERINTAH KABUPATEN GOWA
DINAS PERHUBUNGAN KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA
Jln. Raya Pallangga No. Telp. (0411) 507 1244 Kec. Pallangga

Sungguminasa, 5 November 2015

K e p a d a

Nomor : /Dishubkominfo/IX/2015
Lampiran : 1 (satu) Eksp.
Perihal : Ijin Penelitian

Yth. Dekan Fakultas Sains &
Teknologi UIN Alauddin
Makassar

di

Makassar

Dengan hormat,

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Sains & Teknologi UIN Alauddin Makassar Nomor ST.VI.1/PP.009/3940/2015 tanggal 30 Oktober 2015 perihal Izin Penelitian Untuk Menyusun Skripsi.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, dapat disampaikan bahwa pada prinsipnya kami dapat menyetujui izin penelitian yang akan dilakukan oleh :

Nama : Miftahurrahmah
NIM : 60600111034
Semester : IX
Fakultas : Sains & Teknologi UIN Alauddin Makassar
Jurusan : Matematika

Dalam rangka penyusunan skripsi berjudul "Aplikasi Teori Graf dalam Pengaturan Lampu Lalu Lintas".

Demikian disampaikan untuk bahan seperlunya.

KEPALA DINAS

H. Muli Hjjrah, SE, MM
Pangkat : Pembina TK.I
NIP. 19590107 199307 1 001

