

PEWARNAAN GRAF WELCH-POWELL PADA PENYUSUNAN JADWAL PERKULIAHAN DI PROGRAM STUDI AKUNTANSI UNIVERSITAS BALI DWIPA

Ida Bagus Kade Puja Arimbawa K.¹⁾ Ketut Queena Fredlina²⁾ Agung Sedayu³⁾
Universitas Bali Dwipa^{1) 3)} Universitas Primakara³⁾
kemenuh.puja@balidwipa.ac.id⁽¹⁾ queena@primakara.ac.id²⁾ day.gplayus@gmail.com³⁾

ABSTRACT

The scheduling of courses at the beginning of an academic semester can become complex because there is often a clash of schedules between courses. While scheduling individually is not difficult, it can become complicated when involving many people with different schedules. To solve this problem, one solution is to use the Graph Coloring technique that utilizes the Welch-Powell algorithm to obtain an optimal solution in scheduling courses. Thus, the routine problem at the beginning of the semester can be addressed more effectively.

Keywords: graph, coloring, schedule, Welch-Powell

ABSTRAK

Penyusunan jadwal di awal semester akademik menjadi kompleks karena sering kali terjadi bentrok jadwal antar mata kuliah. Walaupun penyusunan jadwal secara individu tidaklah sulit, namun hal tersebut dapat menjadi rumit Ketika melibatkan banyak orang dengan kesibukan yang berbeda-beda. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu solusinya adalah dengan menggunakan Teknik pewarnaan graf yang memanfaatkan algoritma Welch-Powell untuk mendapat solusi yang optimal dalam penyusunan jadwal kuliah. Dengan demikian, permasalahan rutinitas di awal semester dapat diatasi dengan lebih efektif.

Kata Kunci : kunci: graf, pewarnaan, jadwal, Welch-Powell

PENDAHULUAN

Teori graf merupakan suatu bidang ilmu matematika yang menarik untuk dibahas karena berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Saat ini, perkembangan teori graf sangat pesat karena memiliki banyak penerapan yang unik. Salah keunikan teori graf terletak pada kesederhanaan pokok bahasan yang dipelajari dan sering digunakan sebagai model permasalahan dimana informasi dapat diwakili sebagai simpul (vertex) dan sisi (edge) [1] [2].

Salah satu cabang dalam teori graf yang umumnya digunakan untuk memodelkan permasalahan adalah pewarnaan graf (*graph coloring*). Pewarnaan graf digunakan untuk

memberikan warna pada elemen graf yang akan menjadi subjek dalam memahami constraint permasalahan. Terdapat tiga macam pewarnaan graf yaitu pewarnaan simpul (*vertex*), pewarnaan sisi (*edge*) dan pewarnaan wilayah (*region*)[3]. Pewarnaan simpul digunakan untuk memberikan warna pada setiap simpul pada graf sehingga tidak ada dua simpul yang berhubungan langsung yang memiliki warna yang sama. Pewarnaan sisi mengacu pada pemberian warna pada himpunan sisi dalam suatu graf dengan ketentuan bahwa setiap sisi yang bertetangga diberi warna yang berbeda. Pewarnaan wilayah mengacu pada pemetaan warna ke wilayah-wilayah dalam suatu graf dengan

ketentuan bahwa setiap wilayah yang bertetangga memiliki warna yang berbeda. Pewarnaan graf ini telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, termasuk dalam penyusunan jadwal perkuliahan. Setiap awal semester, bagian akademik Universitas Bali Dwipa seing disibukan dengan permasalahan penyusunan jadwal perkuliahan karena adanya beberapa masalah keterbatasan ruang kuliah, dosen mengajar lebih dari satu matakuliah, dan mahasiswa yang megambil beberapa matakuliah dalam satu semester. Untuk mengatasi permasalahan ini, Teknik penjadwalan dengan pewarnaan graf dapat digunakan.

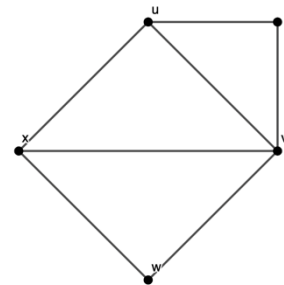
Dalam konteks ini, setiap perkuliahan yang mencakup mata kuliah, dosen dan ruang kuliah diwakili oleh simpul dalam graf. Simpul-simpul ini dihubungkan oleh sisi jika matakuliahnya diajarkan yang sama atau diadakan diruang yang sama, menandakan bahwa perkuliahan tersebut tidak dapat dilakukan secara bersamaan. Fungsi objektif dalam pewarnaan simpul graf adalah meminimalkan konflik pewarnaan, yaitu simpul-simpul yang bertetangga yang diberi warna yang sama. Hasil dari proses pewarnaan graf dapat digunakan sebagai solusi dalam penyusunan jadwal perkuliahan, di mana simpul-simpul yang diberi warna yang sama merepresentasikan pertemuan-pertemuan yang dapat dilakukan pada waktu yang sama dan jumlah warna yang digunakan merepresentasikan jumlah sesi perkuliahan.

Metode pewarnaan graf dengan algoritma Welsh-Powell merupakan salah satu metode yang digunakan dalam memecahkan masalah penjadwalan. Algoritma Welch-Powell digunakan untuk mewarnai graf dengan jumlah warna sedikit dengan mengurutkan semua simpul berdasarkan derajat, dari derajat paling besar ke derajat paling kecil[4][5].

TINJAUAN PUSTAKA

Graf

Sebuah graf G terdiri dari suatu himpunan tak kosong yang terdiri dari objek-objek yang disebut simpul (*vertex*) dan himpunan pasangan tak berurutan dari simpul-simpul yang disebut dengan sisi (*edge*). Himpunan simpul di graf G dinyatakan dengan $V(G)$ dan himpunan sisi dinyatakan dengan $E(G)$. Graf G disebut graf berhingga jika banyak simpul dan sisi berhingga. Jika u dan v adalah simpul di G dan $e = uv$ merupakan sisi di G maka simpul u dan v dihubungkan oleh e , u dan v terhubung langsung (*adjacent*) serta u, v terkait (*incident*) dengan e [2][1][3] Sebagai contoh, graf G adalah graf sederhana dengan $V(G) = \{u, v, w, x, z\}$ dan $E(G) = \{uv, vx, vw, ux, wx, uz, vz\}$ $|V(G)| = 5, E(G) = 7$.



Gambar 1. Graf G

Derajat simpul pada suatu graf G dengan simpul v dilambangkan dengan $d(v)$ yaitu banyaknya sisi graf G yang terkait dengan simpul v atau derajat simpul merupakan banyaknya sisi bertemu pada suatu simpul.

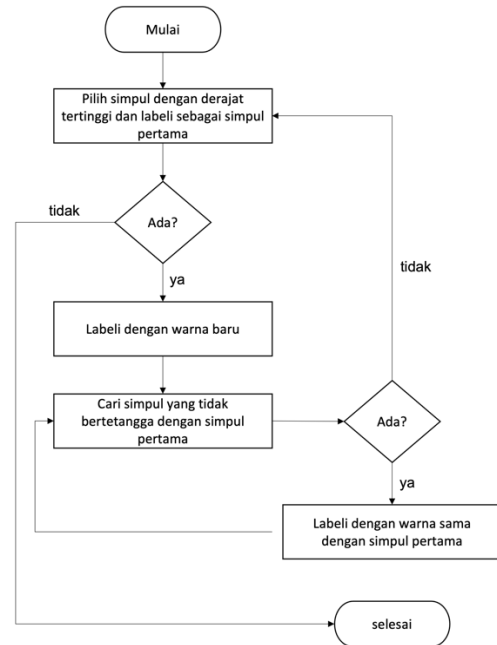
Pewarnaan Graf

Pewarnaan graf merupakan bagian dari pelabelan graf yaitu memberikan warna pada simpul-simpul pada batas tertentu. Ada tiga macam pewarnaan graf yaitu Pewarnaan simpul (*vertex coloring*), Pewarnaan sisi (*edge coloring*) dan Pewarnaan wilayah (*region coloring*). Pewarnaan simpul atau *vertex*

coloring merupakan pelabelan dengan memberi warna pada setiap simpul yang bertetangga dengan ketentuan dua simpul yang bertetangga tidak memiliki warna yang sama. Pewarnaan sisi atau *edge coloring* merupakan pelabelan dengan memberi warna pada setiap sisi pada suatu graf dengan ketentuan dua sisi yang bersesuaian tidak memiliki warna yang sama. Pewarnaan wilayah atau *region coloring* merupakan pelabelan dengan memberi warna setiap wilayah pada suatu graf dengan ketentuan tidak ada wilayah yang bersebelahan tidak memiliki warna yang sama [6][7]. Jumlah warna minimum yang dapat digunakan untuk melabeli simpul suatu graf G disebut dengan bilangan kromatik yang dilambangkan dengan $\chi(G)$. Suatu graf dengan $\chi(G) = k$ artinya graf G mempunyai k bilangan terkecil sehingga graf tersebut dapat diwarnai dengan k warna [4].

Algoritma Welch-Powell

Algoritma Welch-Powell mewarnai graf dengan cara memberi label pada simpul-simpul sesuai dengan derajatnya. Algoritma Welch-Powell menggunakan urutan derajat tertinggi dari simpul-simpul graf G untuk pewarnaan. Meskipun algoritma ini tidak selalu memberikan jumlah warna minimum yang diperlukan untuk mewarnai graf G tetapi cukup praktis untuk digunakan dalam pewarnaan simpul suatu graf [5][4]. Adapun Langkah-langkah algoritma Welch-Powell untuk suatu graf G terlihat seperti pada diagram alir berikut :



Gambar 2. Algoritma Welch-Powell

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kampus Universitas Bali Dwipa (Program Studi Akuntansi, Fakultas Humaniora dan Ilmu Sosial) beralamat di Jalan Pulau Flores No 5 Denpasar. Penelitian dilakukan selama 6 bulan, mulai dari Agustus 2022 sampai dengan Januari 2023.

Sumber dan jenis data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder dimana data primer diperoleh langsung dari Fakultas Humaniora dan Ilmu Sosial Universitas Bali Dwipa dengan cara wawancara dengan Dekan serta dokumentasi dari perkuliahan. Data sekunder dari penelitian ini berupa data yang diperoleh secara tidak langsung yaitu jurnal penelitian serta buku. Adapun data yang diperoleh berupa Nama dosen, Kode Matakuliah, Nama matakuliah dan jumlah sks masing-masing matakuliah.

Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan mengikuti Langkah-langkah sebagai berikut :

1. Identifikasi masalah, langkah ini dilakukan untuk mengetahui permasalahan dalam penyusunan jadwal perkuliahan. Proses penjadwalan yang dilakukan saat ini memerlukan waktu yang lama karena harus memastikan satu per satu jadwal dan memastikan tidak ada jadwal yang bentrok.
2. Studi pustaka, Langkah ini dilakukan dengan cara mencari literatur untuk memperoleh solusi dari masalah yang dihadapi yaitu penerapan pewarnaan graf dalam penjadwalan.
3. Pengumpulan data, Langkah ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data dalam bentuk nama dosen, kode mata kuliah, nama mata kuliah, dan jumlah sks.
4. Analisis data, data yang telah ada ditransformasikan dalam bentuk graf serta menentukan representasi graf dalam bentuk matriks ketetanggaan.
5. Pewarnaan graf, langkah ini dilakukan dengan menerapkan algoritma Welsh-Powell dengan menentukan derajat simpul yang paling besar sampai dengan simpul dengan derajat paling kecil.
6. Kesimpulan, Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah penarikan kesimpulan dari hasil pewarnaan graf. Pada Langkah ini juga diperoleh jadwal perkuliahan yang paling efektif.

Data Sebaran Mata Kuliah

Sebaran mata kuliah pada Program Studi Akuntansi, Fakultas Humaniora dan Ilmu Sosial dengan terlihat pada tabel berikut.

No.	Kode	Nama Mata kuliah	SKS	Kode Dos
1	AKN071001	Pancasila	2	IWA
2	AKN071002	Bahasa Indonesia	2	YPS
3	AKW071001	Pengantar Akuntansi	3	GAN
4	AKW071002	Pengantar Teknologi Informasi	3	AGC
5	AKW071003	Pengantar Manajemen	3	GAN
6	AKW071004	Pengantar Bisnis	3	NNT
7	AKW071005	Matematika Ekonomi	3	IBP
8	AKW071006	Statistika Bisnis	3	IBK
9	AKW071007	Bahasa Inggris I	2	IKS
10	AKW071015	Manajemen Keuangan	2	NMG
11	AKW071016	Hukum Pajak	2	IBU
12	AKW071017	Akuntansi Manajemen	3	IBP
13	AKW071018	Sistem Informasi Akuntansi	3	GAN
14	AKW071019	Akuntansi Keuangan Menengah II	3	IBP
15	AKW071020	Manajemen Operasional	2	NMG
16	AKW071021	Komunikasi Bisnis	2	IBU
17	AKW071022	Etika Bisnis dan Profesi	2	NMG
18	AKW071007	Bank dan Lembaga Keuangan Lainnya	2	NNT
19	AKP071001	Akuntansi Perpajakan	3	NMG
20	AKP071002	Analisa Laporan Keuangan	3	NNT
21	AKW071032	Pemeriksaan Akuntansi/Audit II	3	NNT
22	AKW071033	Metode Penelitian	3	KSH
23	AKW071019	Perpajakan II	3	LAI
24	AKP071010	Akuntansi Perbankan	3	LAI
25	AKP071011	Audit Internal	2	GAN
26	AKP071012	Ekonomi Pembangunan	3	IBU

Tabel 1. Sebaran Mata Kuliah

Berdasarkan tabel 1, terdapat 26 mata kuliah pada semester I, III, V dan VII semester Ganjil Tahun Akademik 2022/2023 yang diampu oleh 12 dosen.

Transformasi Graf

Komponen yang digunakan dalam penjadwalan adalah kelompok mata kuliah, kelompok dosen, kelompok mahasiswa, ketersediaan ruangan dan waktu dengan batasan setiap mata kuliah hanya ada 1 kelas. Ketentuan pembentukan graf adalah sebagai berikut.

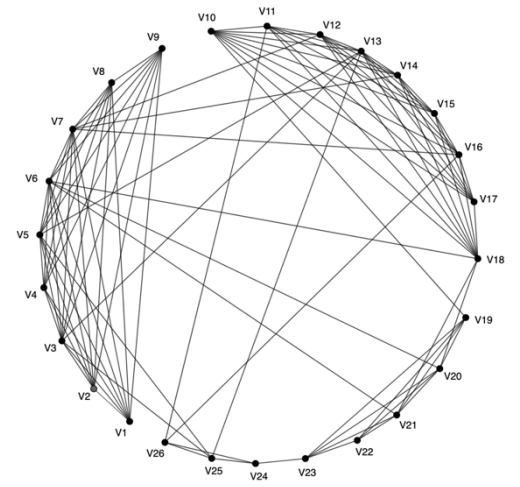
1. Simpul : Kelompok matakuliah sebagai simpul dalam graf
2. Sisi : sisi yang menghubungkan antar simpul dengan ketentuan mata kuliah yang diambil mahasiswa pada semester yang sama dan mata kuliah yang diampu oleh dosen yang sama.

Untuk mempermudah pengamatan, keterkaitan dosen dengan mata kuliah yang diampu dapat dilihat pada Tabel 2. Apabila dosen mengajar pada matakuliah tersebut maka akan diberikan angka 1, sedangkan apabila tidak maka akan diberikan angka 0.

[illegible]

Gambar 3. Matriks Adjacency

Berdasarkan *matriks adjacency* pada Gambar 3, selanjutnya dilakukan transformasi menjadi bentuk graf seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Graf Keterkaitan antar matakuliah

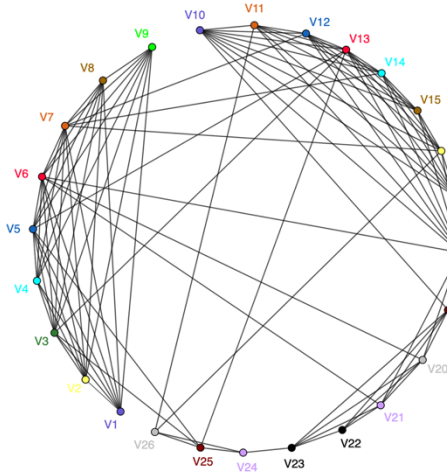
Berdasarkan gambar 4, derajat masing-masing simpul dapat dihitung dan diurutkan dari derajat terbesar sampai derajat terkecil.

Derajat	Simpul
11	V13, V18, V6
10	V3, V5, V7
9	V12, V11, V10, V16, V14
8	V1, V2, V4, V8, V9, V15, V17
7	V19
6	V20
5	V21, V25
4	V22, V23, V26
3	V24

Tabel 4. Derajat Simpul

Pewarnaan Graf
Program Studi Akuntansi memiliki 2 ruangan kelas (kelas A dan kelas B) yang dipakai untuk proses belajar mengajar sehingga dalam

pewarnaan graf, warna yang sama hanya dapat digunakan maksimal pada 2 simpul. Selanjutnya setiap simpul diwarnai dengan menggunakan algoritma Welch-Powell mengikuti Tabel 3 dan Tabel 4. Hasil pewarnaan graf dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pewarnaan Graf

Berdasarkan Gambar 5, setiap simpul dengan warna sama dipisahkan dan dikelompokkan menjadi 2 yaitu ruangan A dan ruangan B. Kelompok simpul dapat dilihat pada tabel 5.

Ruangan	Simpul												
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V19	V20	V21	V22
A	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V19	V20	V21	V22
B	V10	V16	V18	V14	V12	V13	V11	V15	V17	V25	V26	V24	V23

Tabel 6. Pengelompokan Simpul Berdasarkan Ruangan

Selanjutnya dibentuk jadwal perkuliahan untuk ruangan A dan ruangan B berdasarkan tabel 6.

Hari	Jam	Kode	Mata Kuliah	Dosen	Semester
Senin	08.00 - 09.10	AKW071001	Pancasila	Dr. Ir. I Wayan Adnyana, SH., M.Kn.	I
Senin	09.30 - 12.00	AKW071001	Pengantar Akuntansi	I Gusti Ayu Novitasari, M.Si.	I
Senin	13.00 - 15.30	AKP071001	Akuntansi Perpajakan	Ni Made Galih Masari, SE., SH., Ak., M.Si.	V
Senin	16.00 - 18.30	AKP071002	Analisa Laporan Keuangan	Ni Nyoman Tri Wahyuni, SE., MM.	V
Selasa	08.00 - 09.10	AKW071002	Bahasa Indonesia	Yoga Putra Semadi, S.Pd., M.Pd.	I
Selasa	09.30 - 12.00	AKW071002	Pengantar Teknologi Informasi	Ayu Gde Chisna Udayana, S.Pd., M.Pd.	I
Selasa	13.00 - 15.30	AKW071002	Pemeriksaan Akuntansi/Audit II	Ni Nyoman Tri Wahyuni, SE., MM.	V
Selasa	16.00 - 18.30	AKW071003	Metode Penelitian	Dr. Ir. Ketut Suriasih, M.App.Sc.	V
Rabu	08.00 - 10.30	AKW071003	Pengantar Manajemen	I Gusti Ayu Novitasari, M.Si.	I
Rabu	13.00 - 15.30	AKW071004	Pengantar Bisnis	Ni Nyoman Tri Wahyuni, SE., MM.	I
Kamis	08.00 - 10.30	AKW071005	Matematika Ekonomi	Ida Bagus Putra Yogismana, SE., M.Si.	I
Kamis	13.00 - 15.30	AKW071006	Statistika Bisnis	Ida Bagus Kade Puja Arimbawa K.S.Si., M.Si.	I
Jumat	08.00 - 09.10	AKW071007	Bahasa Inggris I	Dr. I Ketut Suardana, S.S., M.Hum.	I

Tabel 7. Jadwal Perkuliahan di Ruangan A

Hari	Jam	Kode	Mata Kuliah	Dosen	Semester
Senin	08.00 - 09.10	AKW071015	Manajemen Keuangan	Ni Made Galih Masari, SE., SH., Ak., M.Si.	III
Senin	09.30 - 12.00	AKW071017	Akuntansi Manajemen	Ida Bagus Putra Yogismana, SE., M.Si.	III
Senin	13.00 - 15.30	AKP071010	Akuntansi Perbankan	Luh Asri Jatmika, M.Si.	VII
Senin	16.00 - 18.30	AKP071012	Ekonomi Pembangunan	Ida Bagus Made Utama, SE., SH., MM.	VII
Selasa	08.00 - 10.30	AKW071017	Akuntansi Manajemen	Ida Bagus Putra Yogismana, SE., M.Si.	III
Selasa	13.00 - 15.30	AKW071018	Sistem Informasi Akuntansi	I Gusti Ayu Novitasari, M.Si.	III
Rabu	08.00 - 10.30	AKW071019	Akuntansi Keuangan Menengah II	Ida Bagus Putra Yogismana, SE., M.Si.	III
Rabu	13.00 - 15.30	AKW071018	Sistem Informasi Akuntansi	I Gusti Ayu Novitasari, M.Si.	III
Kamis	08.00 - 09.10	AKW071020	Manajemen Operasional	Ni Made Galih Masari, SE., SH., Ak., M.Si.	III
Kamis	13.00 - 15.30	AKW071019	Perpajakan II	Luh Asri Jatmika, M.Si.	V
Jumat	08.00 - 09.10	AKW071021	Komunikasi Bisnis	Ida Bagus Made Utama, SE., SH., Ak., MM.	III
Jumat	09.30 - 10.40	AKW071022	Etika Bisnis dan Profesi	Ni Made Galih Masari, SE., SH., Ak., M.Si.	III
Jumat	13.00 - 14.10	AKW071027	Bank dan Lembaga Keuangan Lainnya	Ni Nyoman Tri Wahyuni, SE., MM.	III

Tabel 8. Jadwal Perkuliahan di Ruangan B

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, algoritma Welch-Powell dapat digunakan untuk menentukan jadwal kuliah dengan cara melakukan pewarnaan graf. Dalam penelitian ini, kelompok mata kuliah dan dosen pada Program Studi Akuntansi, Fakultas Humaniora dan Ilmu Sosial, Universitas Bali Dwipa pada semester ganjil tahun akademik 2022/2023 direpresentasikan dalam bentuk graf dengan 26 simpul. Setelah dilakukan pewarnaan graf dengan algoritma Welch-Powell, 13 warna digunakan untuk mewarnai simpul pada graf. Warna-warna tersebut kemudian digunakan untuk mengelompokkan mata kuliah ke dalam 2 kelompok sesuai dengan ketersediaan ruangan. Dari hasil pengelompokan tersebut, jadwal kuliah yang efektif berhasil disusun tanpa terjadi tumpang tindih pada hari, jam, atau dosen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Munir, *Matematika Diskrit*. Bandung, 2015.
- [2] I. K. Budayasa, "Teori graf dan Aplikasinya," in *Unesa University Press*, 2013.
- [3] J. J. Siang, *Matematika Diskrit dan Aplikasinya pada Ilmu Komputer*. Yogyakarta: Andi Offset, 2009.
- [4] Sagala, V. and F. Mekar Sari, "Optimasi Pengaturan Lalulintas Raya Gedangan dengan Penerapan Algoritma Welch-Powel dan Bilangan Khromatik," *J. Math. Its Appl.*, vol. 15, no. 1, pp. 79–88, 2018, doi: <https://doi.org/10.12962/LIMITS.V15I1.3370>.
- [5] S. Astuti, "Penyusunan Jadwal Ujian

- Mata Kuliah dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch-Powell,” *J. Dian*, vol. 11, no. 1, 2011.
- [6] M. Mahmudah and T. N. Irawati, “Aplikasi Pewarnaan Graf Terhadap Pembuatan Jadwal Ujian Semester Di Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Islam Jember.,” *KadikmA*, vol. 9, no. 2, pp. 12–21, 2018, doi: <https://doi.org/10.19184/KDMA.V9I2.8530>.
- [7] W. Abidin, “Pewarnaan Sisi Pada Graf Yang Berhubung Dengan Sikel,” *J. MSA*, vol. 2, no. 1, pp. 69–75, 2014.