Mata Kuliah Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Medan Menggunakan Algoritma Welch-Powell

Rolly Karolina Gultom[1*], Abil Mansyur[2]
[1,2] Matematika, Universitas Negeri Medan, Kota Medan, 20221, Indonesia
*Coresponding Author: Rolly.karolina@mhs.unimed.ac.id

Abstrak

Penjadwalan mata kuliah merupakan penyusunan dan pengaturan jadwal mata kuliah pada slot waktu yang tersedia selama satu minggu beserta pembagian ruang kelasnya. Penjadwalan tersebut harus memperhatikan beberapa aspek penting seperti jumlah ruang kelas, dosen, mahasiswa, dan jumlah SKS setiap mata kuliah. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah keterbatasan ruang dan fasilitas, di mana peningkatan jumlah mahasiswa serta banyaknya mata kuliah yang ditawarkan tidak diimbangi dengan ketersediaan ruangan yang memadai. Selain itu, proses penjadwalan masih dilakukan secara manual. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan algoritma Welch–Powell dalam metode pewarnaan graf guna menentukan jumlah warna minimum yang dibutuhkan dalam pewarnaan graf serta menyusun penjadwalan mata kuliah pada Jurusan Matematika. Dalam model graf yang dibangun, setiap mata kuliah direpresentasikan sebagai simpul (vertex), sedangkan konflik penjadwalan, seperti keterlibatan dosen, kelas, atau ruangan yang sama pada waktu bersamaan, direpresentasikan sebagai sisi (edge). Pewarnaan dilakukan dengan memastikan tidak ada dua simpul yang saling terhubung memiliki warna yang sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini mampu menghasilkan bilangan kromatik minimum untuk masing-masing kelompok mata kuliah. Pada Kelompok Mata Kuliah Blok I dan Blok II, diperoleh bilangan kromatik sebesar 7, yang berarti dibutuhkan 7 warna, atau 7 slot waktu berbeda, untuk menyusun jadwal tanpa terjadi konflik.
Kata Kunci: Penjadwalan, Mata Kuliah, Teori Graf, Pewarnaan Graf, Algoritma Welch Powell.

Abstract

Course scheduling is the process of arranging and organizing course timetables within available time slots during a week, along with the allocation of classrooms. The scheduling must consider several important aspects such as the number of classrooms, lecturers, students, and the credit hours (SKS) of each course. The problem addressed in this study is the limitation of rooms and facilities, where the increase in the number of students and courses offered is not matched by the availability of adequate rooms. Furthermore, the scheduling process is still conducted manually. This study aims to apply the Welch–Powell algorithm in the graph coloring method to determine the minimum number of colors required for graph coloring and to develop a course scheduling system for the Mathematics Department. In the constructed graph model, each course is represented as a vertex, while scheduling conflicts—such as the involvement of the same lecturer, class, or room at the same time—are represented as edges. The coloring is performed by ensuring that no two adjacent vertices share the same color. The results indicate that this method can produce the minimum chromatic number for each group of courses. For Course Groups Block I and Block II, a chromatic number of 7 was obtained, meaning that 7 colors, or 7 distinct time slots, are required to arrange the schedule without conflicts.
***Keywords**: Scheduling, Course, Graph Theory, Graph Coloring, Welch–Powell Algorithm*

Citation: Gultom, R. K., & Mansyur, A. (2025). Mata Kuliah Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Medan Menggunakan Algoritma Welch-Powell. *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika 2025*. 1- 10

PENDAHULUAN

Penjadwalan merupakan alokasi sumber daya terhadap waktu untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dilakukan secara terstruktur untuk memperoleh hasil yang maksimal. Tujuan dari dilakukannya penjadwalan ialah untuk mengefisienkan waktu kerja, meringankan beban pekerjaan, menghindari *constraint* dan *human error*. Penjadwalan ini diterapkan di berbagai bidang kegiatan maupun instansi seperti rumah sakit, universitas, penerbangan, pabrik, dan lain-lain. Beberapa penjadwalan di Universitas antara lain, penjadwalan kuliah yang harus dibuat setiap semester, jadwal ujian tengah semester, jadwal ujian akhir dan sebagainya (Qoiriah, 2014). Dalam dunia pendidikan, penjadwalan biasa dibuat untuk menyusun jadwal pembelajaran/perkuliahan yang dibuat secara rutin dalam sistem akademik di perguruan tinggi yang dilakukan setiap menghadapi semester baru. Jadwal mata kuliah yang tersusun dengan baik mencerminkan pembagian mata kuliah yang seimbang pada setiap hari, sehingga proses perkuliahan dapat berlangsung tanpa hambatan. Dalam menyusun penjadwalan perkuliahan, komponen-komponen utama yang diperlukan adalah dosen, mahasiswa, mata kuliah, waktu dan ruangan kelas (Harianto & Eiva Fatdha, 2016). Proses penjadwalan kuliah memerlukan pemikiran yang cukup kompleks untuk dapat memetakan sejumlah komponen penjadwalan (mata kuliah, dosen, mahasiswa, ruang dan waktu) ke dalam timeslot (matriks ruang dan waktu) dengan mempertimbangkan semua batasan yang ada.

Masalah penjadwalan pada dasarnya merupakan kombinasi yang cukup rumit antara dosen, mata kuliah, ruang, waktu dan kelas. Kegiatan perkuliahan dilakukan dengan mempertimbangkan jumlah dosen, ruang kelas dan slot waktu

© Jurusan Matematika - Universitas Negeri Medan

yang tersedia. Pada pelaksanaannya, sering kali jadwal yang telah dikeluarkan belum fix sehingga membutuhkan adanya penjadwalan ulang. Hal ini disebabkan karena ada beberapa hal yang tidak sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Hal ini dapat terjadi karena jenis mata kuliah yang banyak dan variasi pengambilan mata kuliah dari mahasiswa yang banyak juga, adanya kesamaan dosen pengajar pada mata kuliah yang berbeda, penggunaan ruangan yang sama untuk mata kuliah yang berbeda, dan sebagainya. Pada dasarnya dalam menentukan jadwal kuliah harus diatur sedemikian rupa sehingga semua mahasiswa dapat mengikuti perkuliahan yang diambilnya tanpa bertabrakan waktu nya (Nasir & Setyawan, 2021)

Permasalahan penjadwalan kuliah ini juga dialami oleh Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Negeri Medan. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Negeri Medan memiliki 4 program studi yaitu program studi pendidikan Matematika (PSPM), program studi matematika (PSM), program studi ilmu komputer (PSIK), dan program studi statistik (PSS). Jurusan matematika saat ini terdiri dari angkatan 2022 hingga angkatan 2025. Adapun jumlah mata kuliah yang ditawarkan sebanyak 350 mata kuliah, tenaga pengajar sebanyak 87 dosen pengampu, serta ruangan yang tersedia dan digunakan untuk melakukan proses perkuliahan terdiri dari 26 ruang, meliputi 1192.1.14, 192.2.01, 192.2.02, 192.2.11, 192.3.01, 192.3.02, 192.3.11, 192.4.01, 192.4.02, 192.5.10, 12.1.09, 12.1.10, 05.1.04A, 05.1.04B, 05.1.04C, 05.1.04D, 05.2.01A, 05.2.03A, 05.2.03B, 77.1.01, 77.1.08, 77.2.01, 77.2.07, 77.3.08, 77.3.01A, 77.3.01B.

Untuk mengetahui apasaja kendala yang dihadapi dalam penjadwalan mata kuliah di Jurusan Matematika maka dilakukan wawancara dengan sekretaris jurusan matematika. Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh kendala yang dihadapi adalah penyusunan jadwal mata kuliah di Jurusan Matematika dilakukan menggunakan Microsoft excel. Selain itu, bertambahnya jumlah mahasiswa dan mata kuliah yang ditawarkan dengan keterbatasan ruangan yang tersedia juga membuat penjadwalan mata kuliah menjadi rumit dan memerlukan waktu yang cukup lama. Sehingga dibutuhkan suatu program yang dapat membantu mengefisiensikan ruangan dan penyusunan jadwal mata kuliah dengan waktu yang lebih singkat serta memastikan tidak terjadi konflik jadwal. Masalah ini dapat diselesaikan dengan salah satu konsep dalam teori graf. Graf merupakan struktur matematis yang berfungsi untuk merepresentasikan hubungan di antara objek yang berbeda. Dalam hal ini, graf digambarkan sebagai suatu diagram yang terdiri dari sekumpulan titik *(vertex)* yang dihubungkan dengan garis (D. Hendrix et al., 2018). Teori graf merupakan struktur diskrit yang digunakan untuk merepresentasikan dua himpunan, yakni himpunan simpul/*vertex* (V) dan himpunan sisi/*edge* I yang dilambangkan dengan G = (V,E). Proses penjadwalan mata kuliah dilakukan dengan memodelkan permasalahan ke dalam bentuk graf berdasarkan data yang tersedia. Dalam representasi ini, setiap mata kuliah direpresentasikan sebagai simpul, sedangkan mahasiswa, dosen, dan ruangan direpresentasikan sebagai sisi yang menghubungkan simpul-simpul tersebut.

Salah satu topik dari teori graf adalah pewarnaan graf. Pewarnaan graf merupakan metode pewarnaan pada elemen-elemen graf. Pewarnaan graf terdiri atas tiga jenis, yaitu pewarnaan simpul *(vertex),* pewarnaan sisi *(edge),* dan pewarnaan wilayah *(region).* Pada pewarnaan simpul, setiap simpul diberi warna sedemikian rupa sehingga dua simpul yang saling terhubung tidak memiliki warna yang sama. Tujuan utama dari proses ini adalah menentukan jumlah warna paling sedikit yang dapat digunakan pada suatu graf.. Jumlah warna minimum yang dipakai dalam pewarnaan simpul disebut sebagai bilangan kromatik dari graf G yang dinotasikan dengan X(G) (Cyrenia Novella Krisnamurti, 2022). Penerapan pewarnaan graf dalam penyusunan jadwal dimulai dengan mengubah data jadwal yang ada ke dalam bentuk graf, kemudian dilakukan proses pewarnaan terhadap graf tersebut. Pada pewarnaan simpul, setiap kejadian dijadwalkan secara berurutan ke dalam periode waktu yang memungkinkan, sehingga tidak terjadi konflik antar kejadian.

Beberapa algoritma telah dikembangkan untuk melakukan pewarnaan graf, salah satunya adalah algoritma Welch-Powell. Algoritma ini mewarnai simpul berdasarkan urutan derajat tertinggi terlebih dahulu, sehingga efisien dalam menentukan jumlah warna minimum yang diperlukan untuk pewarnaan graf (Astuti, 2011). Penelitian terdahulu menunjukkan efektivitas algoritma ini dalam menyelesaikan berbagai kasus penjadwalan. Misalnya, Oktaviani dan Riti (2023) membandingkan algoritma Greedy dan Welch-Powell untuk optimasi penjadwalan ruang kuliah pada 109 mata kuliah dari empat program studi. Hasilnya menunjukkan kedua algoritma menghasilkan jumlah warna kromatik yang sama, yaitu tujuh warna, yang menunjukkan tujuh slot waktu berbeda tanpa bentrokan.

Penelitian lain oleh Via et al. (2017) menerapkan algoritma genetika dalam penjadwalan pegawai rumah sakit untuk mengatasi permasalahan penjadwalan manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan algoritma optimasi dapat mempermudah proses penjadwalan dan mengurangi kesalahan penempatan waktu kerja. Sementara itu, Syam dan Ihsan (2019) menggunakan algoritma Recursive Largest First (RLF) untuk pewarnaan graf pada penjadwalan

© Jurusan Matematika - Universitas Negeri Medan

mata kuliah dan memperoleh hasil 25 warna untuk 102 simpul, menunjukkan kebutuhan 25 slot waktu perkuliahan. Penelitian Rahma (2021) juga menerapkan algoritma Greedy untuk pewarnaan peta Provinsi Riau dan memperoleh bilangan kromatik $\chi(G) = 4$, sesuai dengan teorema empat warna.

Berdasarkan kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa teori graf, khususnya pewarnaan simpul, merupakan pendekatan yang efektif dalam menyelesaikan masalah penjadwalan. Namun, sebagian besar penelitian terdahulu hanya berfokus pada optimasi jadwal umum atau skala kecil. Penelitian ini menawarkan kebaruan ilmiah dengan menerapkan algoritma Welch-Powell dalam penyusunan jadwal kuliah berskala besar pada Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Negeri Medan yang memiliki kompleksitas tinggi dalam jumlah mata kuliah, dosen, dan ruangan.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menyusun jadwal kuliah di Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Negeri Medan menggunakan algoritma Welch-Powell berbantuan perangkat lunak MATLAB guna menghasilkan jadwal yang efisien, minim konflik, serta mampu mengoptimalkan penggunaan ruang dan waktu perkuliahan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Negeri Medan selama dua bulan. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan *(Applied Research)* yang bertujuan untuk menerapkan Algoritma Welch-Powell dalam penyusunan jadwal mata kuliah. Populasi penelitian mencakup seluruh penjadwalan mata kuliah pada Jurusan Matematika yang terdiri atas Program Studi Pendidikan Matematika, Matematika, Statistik, dan Ilmu Komputer. Sampel yang digunakan adalah jadwal mata kuliah semester ganjil tahun akademik 2024/2025 dan 2025/2026. Variabel penelitian meliputi data dosen, daftar mata kuliah, jumlah ruang kuliah, serta data kelas dari stambuk 2022 hingga 2025. Data diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan pihak jurusan, serta didukung oleh studi pustaka untuk memperkuat landasan teoritis.

Setelah mata kuliah direpresentasikan ke dalam bentuk graf, proses pewarnaan dilakukan agar setiap simpul yang merepresentasikan mata kuliah memperoleh warna sesuai aturan fungsi kendala. Dalam hal ini digunakan Algoritma Welch-Powell, yang bertujuan memberikan pewarnaan pada simpul-simpul graf dengan tetap meminimalkan jumlah warna. Pada proses pewarnaan graf menggunakan Algoritma Welch-Powell, setiap simpul yang saling bertetangga harus diberi warna berbeda. Dua simpul yang dihubungkan oleh sebuah sisi tidak diperbolehkan memiliki warna yang sama, karena hal tersebut merepresentasikan adanya konflik dalam penjadwalan. Dengan demikian, apabila dua simpul bertetangga memiliki warna yang sama, maka kedua mata kuliah yang diwakili simpul tersebut tidak dapat dijadwalkan pada waktu yang bersamaan. Adapun tahapan pewarnaan dengan algoritma Welch-Powell adalah sebagai berikut; (1) tentukan derajat masing-masing simpul, yaitu banyaknya busur atau edge yang terhubung pada simpul tersebut; (2) susun seluruh simpul berdasarkan nilai derajatnya dari yang tertinggi hingga terendah, sehingga simpul dengan derajat paling besar berada pada urutan pertama; (3) gunakan satu warna untuk mewarnai simpul pertama (yang mempunyai derajat tertinggi) dan simpul-simpul lain (dalam urutan yang terurut) yang tidak bertetangga dengan simpul yang pertama ini; (4) mulai lagi dengan simpul yang berderajat tertinggi berikutnya di dalam daftar terurut yang belum diwarnai dan ulangi proses pewarnaan simpul dengan menggunakan warna kedua.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Dalam penyusunan skripsi ini, peneliti mengumpulkan data dengan melakukan wawancara dengan pihak jurusan Matematika yang biasa melakukan penjadwalan mata kuliah. Hasil yang diperoleh berupa data mahasiswa, mata kuliah yang diambil Semester Ganjil 2024/2025 dan Semester Ganjil 2025/2026, dosen pengampu, kelas serta banyaknya ruangan yang tersedia. Dalam tahap pengumpulan data, diperoleh informasi mengenai jumlah mata kuliah, dosen, ruangan dan kelas yang akan digunakan selama proses penjadwalan perkuliahan. Secara keseluruhan, terdapat 350 mata kuliah yang diajarkan oleh 87 dosen, dengan alokasi penggunaan 26 ruangan dan 62 kelas.

Dalam proses penjadwalan ini, data perkuliahan terdiri dari 350 mata kuliah yang dibagi kedalam periode pemebelajaran yang berbeda, yaitu Blok 1 dan Blok 2. Blok 1 mencakup 172 mata kuliah, sedangkan Blok 2 mencakup 178 mata kuliah. Pembagian ini diterapkan untuk mengatur pelaksanaan mata kuliah secara lebih efektif sesuai dengan kapasitas ruangan, jumlah dosen, serta distribusi kelas. Dalam sistem ini, setiap mata kuliah tetap ditawarkan pada kedua Blok, namun kelompok kelas yang mengikuti mata kuliah tersebut berbeda. Pada Blok 1, suatu mata kuliah diikuti oleh

kelompok kelas tertentu, sedangkan pada Blok 2, mata kuliah yang sama diambil oleh kelompok kelas lainnya. Dengan demikian, apabila suatu kelas mengambil mata kuliah tertentu pada Blok 1, maka kelas tersebut tidak akan mengambil mata kuliah yang sama pada Blok 2 dan sebaliknya. Setiap mata kuliah dirancang untuk diselenggarakan dalam 16 pertemuan, dan dijadwalkan dua pertemuan dalam satu minggu. Dengan demikian, seluruh pertemuan untuk satu mata kuliah dapat diselesaikan dalam jangka waktu dua bulan. Pelaksanaan perkuliahan dimulai dengan penjadwalan mata kuliah Blok 1, kemudian dilanjutkan dengan penjadwalan mata kuliah Blok 2.

Setiap mata kuliah ditentukan terlebih dahulu dosennya, kelasnya dan ruangannya secara terurut. Dalam penelitian ini, mata kuliah yang disusun adalah mata kuliah dari jurusan matematika. Karakteristik satu mata kuliah ditentukan oleh dosen pengampu, kelas, dan ruangan. Dalam penjadwalan mata kuliah, setiap mata kuliah, dosen, ruangan dan kelas direpresentasikan ke dalam simpul graf dan disimbolkan dengan V_i. Dimana simbolnya: MK_i yaitu mata kuliah ke-*i*,, R_i yaitu ruangan ke-*i*, dan K_i yaitu kelas ke-*i*. pewarnaan graf dengan algoritma *Welch- Powell* pada mata kuliah ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Simpul yang saling bertetangga pada mata kuliah blok 1

Simpul	Tetangga	Derajat
V1	V11, V13, V25, V39, V67, V79, V90, V156	8
V2	V3, V12, V20, V26, V38, V40, V68, V80, V93, V149	10
V3	V2, V4, V13, V15, V21, V38, V70, V82, V96, V149	10
V4	V3, V14, V15, V21, V70, V77, V82, V96	8
V5	V9, V10, V17, V19, V23, V27, V41, V46, V48, V62, V69, V81, V170	13
V6	V7, V24, V28, V41, V42, V47, V56, V63, V71, V85, V95	11
V7	V6, V19, V25, V34, V41, V42, V45, V59, V63, V74, V98, V118	12
V8	V18, V26, V30, V32, V35, V47, V54, V73, V99, V105	10
V9	V5, V10, V27, V33, V36, V48, V61, V88, V100, V141, V142	11
V10	V5, V9, V22, V28, V34, V36, V37, V50, V76, V92, V108, V141, V142	13
V11	V1, V23, V35, V51, V77, V82, V83, V89, V101	9
V12	V2, V87, V110, V123, V133, V153, V165	7
V13	V1, V3, V14, V25, V39, V67, V79, V90	8
V14	V4, V13, V78, V102, V122, V132, V152, V164	8
V15	V3, V4, V16, V21, V32, V41, V70, V82, V96	9
V16	V15, V30, V33, V42, V44, V55, V72, V83, V97	9
V17	V5, V18, V25, V26, V27, V41, V43, V48, V62, V69, V81, V115, V136	13
V18	V8, V17, V25, V26, V32, V44, V47, V49, V54, V73, V99, V115, V136	13
V19	V5, V7, V39, V40, V45, V48, V50, V59, V74, V98, V118, V170	12
V20	V2, V26, V29, V38, V40, V68, V80, V93	8
V21	V3, V4, V15, V30, V39, V70, V71, V82, V96	9
V22	V10, V31, V34, V40, V47, V50, V76, V89, V92, V108	10
V23	V5, V11, V35, V46, V51, V55, V56, V77, V89, V101	10
V24	V6, V38, V47, V49, V66, V91, V93, V97, V103, V113	10
V25	V1, V7, V13, V17, V18, V26, V34, V39, V67, V79, V90, V115, V136	13
V26	V2, V8, V17, V18, V20, V25, V35, V40, V68, V80, V93, V115, V136	13
V27	V5, V9, V17, V28, V36, V41, V62, V69, V81, V141, V142, V147, V169	13
V28	V6, V10, V27, V37, V42, V56, V71, V85, V95, V141, V142, V147, V169	13
V29	V20, V37, V38, V57, V107, V146, V148	7
V30	V8, V16, V21, V39, V44, V55, V72, V83, V97	9
V31	V22, V40, V64, V106, V115, V145, V160	7
V32	V8, V15, V18, V33, V41, V47, V54, V73, V97, V99	10
V33	V9, V16, V32, V42, V48, V61, V88, V97, V100	9
V34	V7, V10, V22, V25, V49, V50, V66, V76, V92, V108, V143	11
V35	V8, V11, V23, V26, V51, V77, V89, V101, V144	9
V36	V9, V10, V27, V127, V138, V141, V142, V144, V158, V170	10
V37	V10, V28, V29, V57, V107, V108, V146, V148	8
V38	V2, V3, V20, V24, V29, V49, V66, V91, V103, V113	10
V39	V1, V13, V19, V21, V25, V30, V40, V67, V79, V90	10
V40	V2, V19, V20, V22, V26, V31, V39, V68, V80, V93	10
V41	V5, V6, V7, V15, V17, V27, V32, V42, V62, V63, V69, V81	12
V42	V6, V7, V16, V28, V33, V41, V56, V63, V71, V85, V95	11
V43	V17, V44, V48, V75, V111, V126, V136, V155, V167	9
V44	V16, V18, V30, V43, V49, V55, V72, V83, V97	9
V45	V7, V19, V50, V59, V64, V74, V98, V118, V138	9

© Jurusan Matematika - Universitas Negeri Medan

V46	V5, V23, V60, V84, V112, V150, V172	7
V47	V6, V8, V18, V22, V24, V32, V54, V73, V89, V99	10
V48	V5, V9, V17, V19, V33, V43, V61, V88, V100, V170	10
V49	V18, V24, V34, V38, V44, V66, V91, V103, V113, V143	10
V50	V10, V19, V22, V34, V45, V76, V92, V108, V153	9
V51	V11, V23, V35, V55, V56, V77, V89, V101	8
V52	V53, V68, V104, V121, V129, V139, V149, V161	8
V53	V52, V68, V116, V128, V137, V143, V157, V169	8
V54	V8, V18, V32, V47, V73, V99, V132	7
V55	V16, V23, V30, V44, V51, V56, V63, V72, V83, V97	10
V56	V6, V23, V28, V42, V51, V55, V64, V71, V85, V95	10
V57	V29, V37, V58, V65, V107, V115, V146, V148	8
V58	V57, V66, V115, V119, V130, V140, V147, V162, V171	9
V59	V7, V19, V45, V67, V74, V81, V98, V118, V124	9
V60	V46, V68, V75, V82, V84, V112, V145, V146, V150, V172	10
V61	V9, V33, V48, V69, V76, V83, V88, V100, V168	9
V62	V5, V17, V27, V41, V69, V70, V77, V81, V84	9
V63	V6, V7, V41, V42, V55, V86, V94, V114, V159	9
V64	V31, V45, V56, V106, V115, V138, V145, V160	8
V65	V57, V87, V117, V120, V135, V142, V151, V163	8
V66	V24, V34, V38, V49, V58, V91, V103, V113, V143	9
V67	V1, V13, V25, V39, V59, V79, V90, V131, V160	9
V68	V2, V20, V26, V40, V52, V53, V60, V75, V80, V82, V93	11
V69	V5, V17, V27, V41, V61, V62, V70, V76, V81, V83, V125	11
V70	V3, V4, V15, V21, V62, V69, V77, V82, V84, V96, V125	11
V71	V6, V21, V28, V42, V56, V78, V85, V89, V95	9
V72	V16, V30, V44, V55, V79, V83, V86, V90, V91, V97	10
V73	V8, V18, V32, V47, V54, V80, V87, V91, V99, V129, V130	11
V74	V7, V19, V45, V59, V81, V88, V92, V98, V118, V122, V123	11
V75	V43, V60, V68, V76, V82, V111, V126, V136, V155, V167	10
V76	V10, V22, V34, V50, V61, V69, V75, V83, V92, V108	10
V77	V4, V11, V23, V35, V51, V62, V70, V84, V89, V101	10
V78	V14, V71, V85, V89, V102, V122, V132, V152, V164	9
V79	V1, V13, V25, V39, V67, V72, V80, V86, V90	9
V80	V2, V20, V26, V40, V68, V73, V79, V87, V91, V93	10
V81	V5, V17, V27, V41, V59, V62, V69, V74, V88, V92, V124	11
V82	V3, V4, V11, V15, V21, V60, V68, V70, V75, V83, V96	11
V83	V11, V16, V30, V44, V55, V61, V69, V72, V76, V82, V97	11
V84	V46, V60, V62, V70, V77, V112, V145, V146, V150, V172	10
V85	V6, V28, V42, V56, V71, V78, V89, V92, V95, V169	10
V86	V63, V72, V79, V90, V94, V106, V107, V114, V159	9
V87	V12, V65, V73, V80, V91, V110, V123, V133, V153, V165	10
V88	V9, V33, V48, V61, V74, V81, V92, V100	8
V89	V11, V22, V23, V35, V47, V51, V71, V77, V78, V85, V101	11
V90	V1, V13, V25, V39, V67, V72, V79, V86, V158, V159	10
V91	V24, V38, V49, V66, V72, V73, V80, V87, V103, V113	10
V92	V10, V22, V34, V50, V74, V76, V81, V85, V88, V108, V169	11
V93	V2, V20, V24, V26, V40, V68, V80, V97, V101, V109, V117	11
V94	V63, V86, V95, V96, V102, V110, V114, V118, V159	9
V95	V6, V28, V42, V56, V71, V85, V94, V96, V103, V111, V119	11
V96	V3, V4, V15, V21, V70, V82, V94, V95, V104, V112, V120	11
V97	V16, V24, V30, V32, V33, V44, V55, V72, V83, V93, V105, V113, V121	13
V98	V7, V19, V45, V59, V74, V99, V106, V114, V118, V122	10
V99	V8, V18, V32, V47, V54, V73, V98, V107, V115, V123	10
V100	V9, V33, V48, V61, V88, V108, V116, V124, V148	9
V101	V11, V23, V35, V51, V77, V89, V93, V103, V109, V117	10
V102	V14, V78, V94, V104, V110, V118, V122, V132, V152, V164	10
V103	V24, V38, V49, V66, V91, V95, V101, V111, V113, V119	10
V104	V52, V96, V102, V112, V120, V121, V129, V139, V149, V161	10
V105	V8, V97, V113, V121	4
V106	V31, V64, V86, V98, V107, V114, V115, V122, V145, V160	10
V107	V29, V37, V57, V86, V99, V106, V115, V123, V146, V148	10

© Jurusan Matematika - Universitas Negeri Medan

V108	V10, V22, V34, V37, V50, V76, V92, V100, V116, V124	10
V109	V93, V101, V117, V125, V134, V154, V166, V167	8
V110	V12, V87, V94, V102, V118, V123, V126, V133, V153, V165	10
V111	V43, V75, V95, V103, V119, V126, V136, V155, V167	9
V112	V46, V60, V84, V96, V104, V120, V150, V172	8
V113	V24, V38, V49, V66, V91, V97, V103, V105, V121, V171	10
V114	V63, V86, V94, V98, V106, V122, V159, V165	8
V115	V17, V18, V25, V26, V31, V57, V58, V64, V99, V106, V107, V123, V145, V160	14
V116	V53, V100, V108, V124, V127, V128, V137, V143, V157, V169	10
V117	V65, V93, V101, V109, V120, V135, V142, V151, V163	9
V118	V7, V19, V45, V59, V74, V94, V98, V102, V110, V139	10
V119	V58, V95, V103, V111, V130, V140, V147, V162, V171	9
V120	V65, V96, V104, V112, V117, V135, V142, V151, V163	9
V121	V52, V97, V104, V105, V113, V129, V139, V149, V161, V164	10
V122	V14, V74, V78, V98, V102, V106, V114, V123, V132, V152, V164	11
V123	V12, V74, V87, V99, V107, V110, V115, V122, V133, V153, V165	11
V124	V59, V81, V100, V108, V116, V131, V141, V156, V168	9
V125	V69, V70, V109, V132, V134, V139, V145, V154, V166	9
V126	V43, V75, V110, V111, V133, V136, V140, V146, V155, V167	10
V127	V36, V116, V128, V134, V138, V141, V144, V158, V170	9
V128	V53, V116, V127, V135, V137, V142, V143, V157, V169	9
V129	V52, V73, V104, V121, V130, V136, V139, V143, V149, V161	10
V130	V58, V73, V119, V129, V137, V140, V144, V147, V162, V171	10
V131	V67, V124, V138, V141, V147, V148, V156, V160, V168	9
V132	V14, V54, V78, V102, V122, V125, V139, V145, V152, V164	10
V133	V12, V87, V110, V123, V126, V140, V146, V153, V165	9
V134	V109, V125, V127, V135, V141, V154, V157, V166	8
V135	V65, V117, V120, V128, V134, V142, V151, V157, V163	9
V136	V17, V18, V25, V26, V43, V75, V111, V126, V129, V143, V155, V167	12
V137	V53, V116, V128, V130, V143, V144, V154, V155, V157, V169	10
V138	V36, V45, V64, V127, V131, V144, V147, V148, V158, V170	10
V139	V52, V104, V118, V121, V125, V129, V132, V145, V149, V161	10
V140	V58, V119, V126, V130, V133, V146, V147, V162, V171	9
V141	V9, V10, V27, V28, V36, V124, V127, V131, V134, V142, V147, V156, V168, V169	14
V142	V9, V10, V27, V28, V36, V65, V117, V120, V128, V135, V141, V147, V151, V163, V169	15
V143	V34, V49, V53, V66, V116, V128, V129, V136, V137, V157, V169	11
V144	V35, V36, V127, V130, V137, V138, V158, V170	8
V145	V31, V60, V64, V84, V106, V115, V125, V132, V139, V146, V160	11
V146	V29, V37, V57, V60, V84, V107, V126, V133, V140, V145, V148	11
V147	V27, V28, V58, V119, V130, V131, V138, V140, V141, V142, V148, V162, V169, V171	14
V148	V29, V37, V57, V100, V107, V131, V138, V146, V147	9
V149	V2, V3, V52, V104, V121, V129, V139, V156, V160, V161	10
V150	V46, V60, V84, V112, V161, V172	6
V151	V65, V117, V120, V135, V142, V162, V163	7
V152	V14, V78, V102, V122, V132, V161, V163, V164	8
V153	V12, V50, V87, V110, V123, V133, V157, V164, V165	9
V154	V109, V125, V134, V137, V155, V158, V166	7
V155	V43, V75, V111, V126, V136, V137, V154, V159, V167	9
V156	V1, V124, V131, V141, V149, V160, V168	7
V157	V53, V116, V128, V134, V135, V137, V143, V153, V164, V169	10
V158	V36, V90, V127, V138, V144, V154, V159, V170	8
V159	V63, V86, V90, V94, V114, V155, V158	7
V160	V31, V64, V67, V106, V115, V131, V145, V149, V156	9
V161	V52, V104, V121, V129, V139, V149, V150, V152	8
V162	V58, V119, V130, V140, V147, V151, V163, V171	8
V163	V65, V117, V120, V135, V142, V151, V152, V162	8
V164	V14, V78, V102, V121, V122, V132, V152, V153, V157	9
V165	V12, V87, V110, V114, V123, V133, V153	7
V166	V109, V125, V134, V154, V167	5
V167	V43, V75, V109, V111, V126, V136, V155, V166	8
V168	V61, V124, V131, V141, V156	5
V169	V27, V28, V53, V85, V92, V116, V128, V137, V141, V142, V143, V147, V157, V170, V171, V172	16

© Jurusan Matematika - Universitas Negeri Medan

V170	V5, V19, V36, V48, V127, V138, V144, V158, V169, V171, V172	11
V171	V58, V113, V119, V130, V140, V147, V162, V169, V170, V172	10
V172	V46, V60, V84, V112, V150, V169, V170, V171	8

Dalam menentukan jumlah warna minimum suatu graf memiliki fungsi objektif dan fungsi kendala. Adapun fungsi tujuan *(Objective Function)* yaitu meminimalkan jumlah warna yang digunakan untuk mewarnai seluruh simpul graf, yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Minimize \ \sum_{i}^{172} x_i \quad (1)$$

dimana x_i adalah variabel keputusan yang menunjukan warna yang diberikan kepada simpul ke-*i,* sedangkan fungsi kendala *(Constraint Function)* yaitu setiap dua simpul yang bertetangga harus memiliki warna yang berbeda. Ini dapat dirumuskan sebagai himpunan kendala berikut:

$$\text{subject to } x_i \neq x_j, \text{ untuk setiap } (i,j) \in E \quad (2)$$

dimana E adalah himpunan edge dalam graf, dan x_i dan x_j adalah warna yang diberikan kepada simpul *i* dan *j* secara berturut-turut (West, 2018). Berikut 20 fungsi kendala teratas yang diturunkan langsung dari Tabel 1 diatas

$x_1 \neq x_{11}$ $x_1 \neq x_{156}$ $x_2 \neq x_{68}$
$x_1 \neq x_{13}$ $x_2 \neq x_3$ $x_2 \neq x_{80}$
$x_1 \neq x_{25}$ $x_2 \neq x_{12}$ $x_2 \neq x_{93}$
$x_1 \neq x_{39}$ $x_2 \neq x_{20}$ $x_2 \neq x_{149}$
$x_1 \neq x_{67}$ $x_2 \neq x_{26}$ $x_3 \neq x_4$
$x_1 \neq x_{79}$ $x_2 \neq x_{38}$ $x_2 \neq x_{13}$
$x_1 \neq x_{90}$ $x_2 \neq x_{40}$

Pada Tabel 1, setiap mata kuliah direpresentasikan sebagai sebuah simpul. Mata kuliah yang memiliki dosen, kelas, atau ruangan yang sama dihubungkan melalui sebuah busur. Berdasarkan data pada tabel tersebut, dapat dibentuk sebuah graf yang menggambarkan hubungan antar simpul yang saling bertetangga sebagai berikut:



Gambar 1. Representasi simpul yang bertetangga pada mata kuliah blok 1

Setelah mata kuliah direpresentasikan kedalam graf, langkah berikutnya ialah memberi pewarnaan pada setiap simpul dengan menggunakan Algoritma Welch Powell. Langkah pertama proses pewarnaan graf dilakukan dengan memberi warna awal pada simpul yang memiliki derajat paling tinggi. Simpul 169 merupakan simpul dengan derajat terbesar yaitu 16 sehingga simpul 169 akan diberikan warna pertama yaitu warna merah. Selanjutnya, simpul-simpul meliputi: 5, 7, 36, 38, 39, 68, 70, 73, 76, 79, 89, 95, 97, 100, 104, 110, 115, 122, 131, 134, 136, 146, 150, 159, 162 juga diberikan warna merah karena tidak memiliki ketetanggaan dengan simpul 16 maupun dengan simpul-simpul lain yang telah diberikan warna merah.

Pada tahap selanjutnya yang memiliki derajat tertinggi yang belum diwarnai, yaitu simpul 142 dengan derajat simpulnya sebanyak 15. Simpul tersebut akan diwarnai dengan warna kedua, yaitu warna kuning. Selanjutnya, simpul-simpul yang tidak bertetangga meliputi: 2, 6, 8, 17, 19, 23, 33, 34, 37, 67, 72, 82, 102, 103, 112, 114, 116, 121, 123, 126, 130, 138, 145, 154, 15. Simpul-simpul tersebut juga akan diberikan warna kedua yaitu kuning. Sama seperti tahap sebelumnya, proses pewarnaan dilanjutkan dengan memilih simpul berikutnya dalam urutan yang memiliki derajat terbesar dan belum diberi warna. Simpul yang dipilih adalah simpul 141, yang memiliki derajat sebesar 14 dan akan diberikan warna ketiga, yaitu warna hijau. Setelah itu, simpul-simpul yang tidak memiliki keterhubungan dengan simpul

© Jurusan Matematika - Universitas Negeri Medan

141 yang meliputi: 18, 22, 24, 41, 43, 56, 58, 60, 74, 77, 80, 83, 90, 96, 105, 106, 109, 132, 133, 135, 143, 148, 149, 170 akan diberikan warna yang sama dengan simpul 141, yaitu warna hijau.

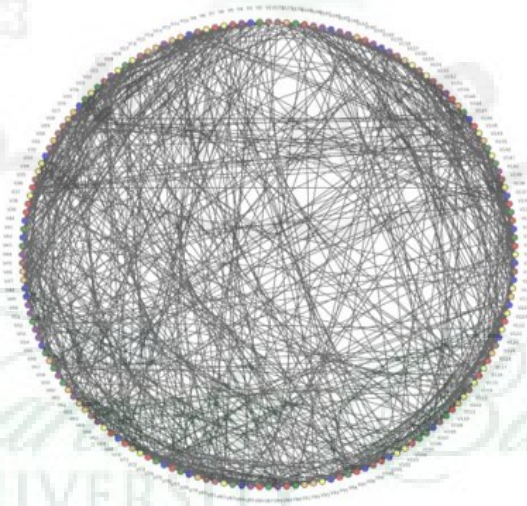
Proses pewarnaan kemudian dilanjutkan dengan langkah yang sama, yaitu memilih simpul yang memiliki derajat tertinggi dan belum diberikan warna. Simpul yang terpilih adalah simpul 147, dengan derajat 14, yang selanjutnya diberi warna keempat, yakni warna biru. Setelah itu, simpul-simpul yang tidak memiliki hubungan ketetanggaan dengan simpul 147, yang meliputi: 1, 3, 10, 26, 32, 42, 48, 49, 55, 69, 75, 78, 84, 87, 93, 94, 98, 107, 120, 124, 127, 129, 137, 160 akan diberikan warna yang sama dengan simpul 141, yaitu warna biru. Tahap pewarnaan berikutnya dilakukan dengan memilih simpul selanjutnya dalam urutan yang memiliki derajat tertinggi dan belum memperoleh warna. Simpul yang dipilih adalah simpul 27, yang memiliki derajat 13, dan diberi warna kelima, yaitu warna orange. Setelah itu, simpul-simpul yang tidak berhubungan langsung dengan simpul 27, yang meliputi: 11, 12, 14, 15, 25, 30, 40, 46, 47, 51, 52, 57, 61, 63, 64, 71, 91, 92, 111, 118, 144, 157, 163, 171 diberi warna yang sama dengan simpul 27, yaitu warna orange.

Dengan cara yang sama, akan diwarnai simpul yang memiliki derajat terbesar dan belum diwarnai. Simpul 28 yang memiliki derajat terbesar yaitu berderajat 13 yang akan diberikan warna keenam yaitu warna coklat. Selanjutnya yang tidak bertetangga meliputi: 9, 16, 21, 28, 29, 31, 45, 65, 81, 86, 99, 101, 108, 113, 119, 128, 139, 152, 153, 155, 158, 166, 168, 172 akan diberikan warna yang sama dengan simpul 28, yaitu warna coklat. Sama seperti tahapan sebelumnya, proses pewarnaan dilanjutkan dengan memilih simpul berikutnya dalam daftar yang memiliki derajat tertinggi dan belum diberi warna. Simpul yang terpilih adalah simpul 85, dengan derajat 10, yang kemudian diberikan warna terakhir, yakni warna ungu. Selanjutnya, simpul-simpul yang tidak bertetangga dengan simpul 85 yang meliputi: 4, 20, 35, 44, 50, 53, 54, 59, 62, 66, 85, 88, 117, 125, 140, 151, 161, 164, 165, 167 akan diberikan warna yang sama dengan simpul 85, yaitu warna ungu.

Derajat terbesar dari simpul-simpul pada graf tersebut adalah 16, maka berdasarkan Teorema Brooks pewarnaan dapat dilakukan dengan bilangan kromatik tidak lebih dari 16, yaitu $X(G) \leq 16$. Sedangkan berdasarkan pewarnaan graf menggunakan algoritma welch powell diperoleh sebanyak 7 warna, sehingga bilangan kromatik sekurang-kurangnya adalah 7. Diperoleh

$$7 \leq X(G) \leq 16.$$

Pada Gambar 2 diperlihatkan hasil pewarnaan graf untuk mata kuliah Blok 1:



Gambar 2. Hasil pewarnaan graf mata kuliah blok I

Berdasarkan pewarnaan simpul graf pada algoritma welch powell diatas, diperoleh hasil bilangan kromatik sebanyak 7 yang terbagi menjadi 7 warna utama, yakni merah, kuning, hijau, biru, orange, coklat dan ungu. Adapun 7 warna pada penjadwalan mata kuliah ditetapkan menjadi 7 slot waktu yang disusun pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Tabel hasil pewarnaan graf pada matakuliah blok 1

Pertemuan Pertama		Pertemuan Kedua	
Label	Keterangan	Label	Keterangan
Warna 1	Senin, 08.00 – 10.30	Warna 7	Senin, 13.50 – 16.20
Warna 2	Selasa, 08.00 – 10.30	Warna 3	Selasa, 13.50 – 16.20
Warna 7	Rabu, 08.00 – 10.30	Warna 4	Rabu, 10.30 – 13.00
Warna 3	Kamis, 08.00 – 10.30	Warna 1	Rabu, 13.50 – 16.20
Warna 4	Jumat, 08.00 - 10.30	Warna 5	Kamis, 10.30 – 13.00

© Jurusan Matematika - Universitas Negeri Medan

Warna 5	Senin, 10.30 – 13.00	Warna 2	Kamis, 13.50 – 16.20
Warna 6	Selasa, 10.30 – 13.00	Warna 6	Jumat, 13.50 – 16.20

Tabel tersebut menunjukan hasil pewarnaan graf yang dilakukan menggunakan Algoritma Welch-Powell. Dalam proses pewarnaan graf, setiap warna mewakili kelompok waktu yang tidak mengalami konflik jadwal antar mata kuliah. Konflik yang dimaksud adalah konflik dosen, kelas, serta ketersediaan ruangan. Dari hasil pewaraan diperoleh tujuh warna yang merepresentasikan tujuh slot waktu berbeda dalam satu minggu untuk Blok 1. Tabel di atas menunjukkan pengelompokan waktu perkuliahan untuk pertemuan pertama dan kedua setiap mata kuliah. Penjadwalan perkuliahan yang disusun berlangsung mulai pukul 08.00 hingga 16.20. Penjadwalan disusun dengan ketentuan bahwa setiap hari maksimal terdapat 6 SKS. Setiap mata kuliah dijadwalkan 2 kali dalam satu minggu dengan selisih minimal satu hari, maka setiap warna pada pertemuan pertama memiliki pasangan waktu pada pertemuan kedua dengan hari yang berbeda.

Proses pewarnaan graf juga diterapkan pada mata kuliah Blok 2 dengan tahapan yang sama seperti pada Mata Kuliah Blok 1, yaitu melalui pembentukan graf keterhubungan antar mata kuliah, kemudian dilakukan pewarnaan menggunakan algoritma Welch Powell. Hasil pewarnaan graf pada Mata Kuliah Blok 2 menunjukkan bahwa diperoleh tujuh warna yang merepresentasikan tujuh kelompok waktu perkuliahan tanpa adanya bentrokan jadwal, sama seperti hasil pada Mata Kuliah Blok 1.

KESIMPULAN

Penerapan algoritma *Welch-Powell* dalam penyusunan jadwal mata kuliah semester ganjil Tahun Ajaran 2025/2026 di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Medan menghasilkan jadwal yang terstruktur dan bebas dari konflik. Penerapan algoritma Welch-Powell dalam penyusunan jadwal mata kuliah semester ganjil Tahun Ajaran 2025/2026 di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Medan. Penjadwalan perkuliahan yang disusun berlangsung mulai pukul 08.00 hingga 16.20. Proses penyusunannya dibantu dengan program MATLAB untuk memperoleh jumlah warna yang merepresentasikan slot waktu berdasarkan algoritma pewarnaan graf. Melalui penerapan algoritma Welch-Powell, diperoleh hasil bilangan kromatik sebanyak 7 warna untuk Kelompok Mata Kuliah Blok 1 dan 7 warna untuk Kelompok Mata Kuliah Blok 2. Melalui pendekatan ini, setiap mata kuliah yang memiliki konflik tidak akan ditempatkan pada slot waktu yang sama, karena masing-masing diberikan warna yang berbeda. Dengan demikian, potensi konflik jadwal dapat dihindari secara sistematis. Selain itu, penjadwalan ini juga memperhatikan beban belajar dengan menetapkan batas maksimal 6 SKS per hari, sehingga jadwal yang terbentuk tidak menjadi beban berlebihan bagi mahasiswa maupun dosen. Penggunaan metode ini menjadikan proses penyusunan jadwal lebih efisien, karena tidak diperlukan lagi penyesuaian manual untuk menghindari konflik. Hasil jadwal yang diperoleh juga lebih terstruktur, konsisten, dan mudah disesuaikan apabila terjadi perubahan data mata kuliah, dosen, maupun kelas di masa mendatang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Abil Mansyur, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing skripsi atas bimbingan, arahan, dan dukungan yang diberikan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada keluarga serta rekan-rekan yang telah memberikan motivasi dan bantuan hingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, S. (2011). Penyusunan Jadwal Ujian Mata Kuliah Dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch Powell. *Jurnal Dian, 11(1)*, 68-74.

Krisnamurti, C. N., & Ivana (2022). Algoritma welch-powell untuk menyusun jadwal perkuliahan program studi pendidikan fisika universitas sanata dharma. *Jurnal sains matematika dan statistika, 8(2),* 123-132 https://dx.doi.org/10.24014/jsms.v8i2.18453

Harianto, K., & Eiva Fatdha, T. S. (2016). Penerapan Pewarnaan Simpul Graf untuk Menentukan Jadwal Ujian Skripsi pada STMIK Amik Riau Menggunakan Algoritma Welch-powell. *SATIN - Sains Dan Teknologi Informasi*, *1*(2), 48–54. https://doi.org/10.33372/stn.v1i2.27

Hendrikx, D., Thewissen, L., Smith, A., Naulaers, g., Allegaert, K., Van Huffel, S., & Caicedo, A. (2018). Using Graph Theory to Assess The Interaction Between Celebral Function, Brain Hemodynamics, and Systemic Variables in Premature Infants. *Complexity*. Article 6504039. https://doi.org/10.1155/2018/6504039.

Nasir, A. M., & Setyawan, D. (2021). Optimalisasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Teori Pewarnaan Graf. *Proximal:*

© Jurusan Matematika - Universitas Negeri Medan

Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika, *5(1)*, 57–69.

Oktaviani, Y. C., & Riti, Y. F. (2023). Perbandingan Algoritma Welch Powell dan Algoritma Greedy dalam Optimasi Penjadwalan Ruang Kuliah Semester Genap Fakultas Teknik. *Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan*, *7(3)*, 87–95.

Qoiriah, A. (2014). Penjadwalan Ujian Akhir Semester dengan Algoritma Genetika Studi Kasus Jurusan Teknik UNESA: Studi Kasus Jurusan Teknik Informatika UNESA. *Jurnal Manajemen Informatika, 3(2),* 33-38.

Rahma, A. N. (2021). Aplikasi Pewarnaan Graf Peta Provinsi Riau Menggunakan Algoritma Greedy. *Journal of Mathematics and Mathematics Education*. *3*(1), 41–55.

Syam, R., & Ihsan, H. (2019). Aplikasi Pewarnaan Graf dengan Algoritma Recursive Largest First pada Penjadwalan Mata Kuliah. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics. 2(1),* 63–69.

Via, Y. V., Munir, M. S., & Muhammad, A. (2017). Optimasi penjadwalan pegawai rumah sakit menggunakan algoritma genetika 1. Jurnal SCAN. *XII*, 81–88.

West, D, B. (2018). *Introduction to Graph Theory.* (Second Edition). New York: Pearson

© Jurusan Matematika - Universitas Negeri Medan