

Penjadwalan Mata Pelajaran dengan Pewarnaan Graf Menggunakan Algoritma Greedy

Eka Susilowati^{1*}, Riski Aspriyani²

^{1,2}Program Studi Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap, Indonesia

e-mail: eka250@gmail.com

Abstrak

Penjadwalan mata pelajaran merupakan salah satu permasalahan penting dalam dunia pendidikan yang bertujuan untuk mengatur waktu pembelajaran secara efektif tanpa terjadi benturan antar mata pelajaran, dan guru. Permasalahan ini termasuk dalam kategori optimasi kombinatorial yang kompleks, sehingga diperlukan metode yang efisien untuk menyelesaikannya. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah pewarnaan graf dengan algoritma greedy. Dalam penelitian ini, setiap mata pelajaran direpresentasikan sebagai simpul (vertex), sedangkan konflik antar mata pelajaran, seperti penggunaan guru pada waktu bersamaan, direpresentasikan sebagai sisi (edge). Proses penjadwalan dilakukan dengan menerapkan algoritma greedy pada pewarnaan graf, di mana setiap simpul diberi warna yang merepresentasikan slot waktu tertentu dengan aturan bahwa simpul yang bertetangga tidak boleh memiliki warna yang sama dan pewarnaan dimulai dari urutan subgraph lengkap dengan derajat tertinggi terlebih dahulu. Hasil penerapan algoritma greedy menunjukkan bahwa metode ini mampu menghasilkan jadwal yang valid dengan waktu komputasi yang relatif cepat. Hal ini dikarenakan algoritma Greedy tidak memerlukan proses pengurutan simpul berdasarkan derajat, langsung mengambil keputusan pada setiap langkah, memiliki tahapan algoritma yang lebih sederhana sehingga waktu komputasinya lebih kecil. Meskipun tidak selalu menghasilkan solusi optimal global, pendekatan ini cukup efektif dan praktis untuk digunakan dalam skala permasalahan nyata. Dengan demikian, pewarnaan graf menggunakan algoritma greedy dapat menjadi solusi alternatif dalam penyusunan jadwal mata pelajaran yang efisien dan minim konflik.

Kata kunci— Algoritma Greedy, Bentrok Jadwal, Optimasi, Pewarnaan Graf, Penjadwalan.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan pilar utama dalam pengembangan sumber daya manusia, di mana sekolah menjadi wadah formal untuk proses transfer ilmu pengetahuan. Dalam operasionalnya, sekolah menghadapi tantangan manajerial yang kompleks, salah satunya adalah penyusunan jadwal mata pelajaran. Penjadwalan yang efektif sangat krusial untuk memastikan proses belajar mengajar berjalan optimal tanpa adanya konflik sumber daya. Namun, pada realitanya, penyusunan jadwal seringkali menjadi kendala besar. Masalah utama yang sering muncul adalah bentrok jadwal, di mana seorang guru, satu ruangan, atau sekelompok siswa terjadwal pada waktu yang bersamaan dalam dua kegiatan berbeda. Secara teoretis, permasalahan ini termasuk dalam kategori *Combinatorial Optimization* yang sangat rumit jika diselesaikan secara manual, terutama pada sekolah dengan jumlah kelas dan guru yang besar. Dalam menghadapi kompleksitas tersebut, pendekatan dapat digunakan adalah penerapan algoritma Greedy (Ihtiara & Muthalib, 2024).

Penjadwalan mata pelajaran merupakan salah satu aspek penting dalam pengelolaan kegiatan akademik di sekolah. Penjadwalan adalah salah satu kegiatan perencanaan untuk menentukan kapan dan dimana setiap operasi sebagai bagian dari pekerjaan secara keseluruhan harus dilakukan dan ada di setiap bidang pekerjaan dari akademis maupun non akademis, namun banyak hal yang harus diperhatikan sebelum membuat jadwal (Roihan et al., 2022). Proses penyusunan jadwal yang baik harus mempertimbangkan berbagai kendala, seperti ketersediaan guru, ruang kelas, serta tidak adanya benturan waktu bagi siswa maupun tenaga pengajar. Penyusunan jadwal secara manual sering kali menimbulkan konflik dan membutuhkan waktu yang lama, terutama ketika jumlah mata pelajaran, kelas, dan guru semakin banyak. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang sistematis dan efisien untuk menghasilkan jadwal yang optimal.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan adalah dengan memodelkannya ke dalam bentuk graf. Teori graf sangat banyak membantu untuk mengatasi permasalahan sehari-hari terkait penyusunan atau pengaturan objek-objek (Rozi et al., 2022). Dalam teori graf, setiap mata pelajaran dapat direpresentasikan sebagai simpul (*vertex*), sedangkan konflik antar mata pelajaran, seperti penggunaan guru atau kelas yang sama, direpresentasikan sebagai sisi (*edge*). Permasalahan penjadwalan kemudian dapat diselesaikan menggunakan teknik pewarnaan graf (*graph coloring*), yaitu memberikan warna pada setiap simpul sedemikian rupa sehingga tidak ada dua simpul yang bertetangga memiliki warna yang sama. Warna dalam hal ini merepresentasikan slot waktu pelaksanaan mata Pelajaran (Diestel, 2017). Dalam representasi ini, setiap mata pelajaran dianggap sebagai simpul (*vertex*), dan hubungan bentrok antara dua mata pelajaran direpresentasikan sebagai sisi (*edge*). Tujuan utamanya adalah memberikan warna pada setiap simpul sedemikian rupa sehingga tidak ada dua simpul yang terhubung langsung (bertetangga) memiliki warna yang sama. Setiap warna yang berbeda nantinya akan merepresentasikan slot waktu yang berbeda.

Untuk melakukan pewarnaan graf, salah satu algoritma yang dapat digunakan adalah algoritma greedy. Algoritma greedy bekerja dengan memberikan warna pada simpul satu per satu berdasarkan urutan tertentu, kemudian memilih warna terkecil yang belum digunakan oleh simpul-simpul yang bertetangga (Cormen & All, 2009). Algoritma Greedy merupakan salah satu algoritma yang paling populer digunakan dalam pewarnaan graf. Algoritma Greedy adalah algoritma komputasi untuk mencari jarak terpendek, dari teori tersebut kemudian diadopsi menjadi algoritma komputasi untuk mencari nilai terendah dalam kombinasi pada penjadwalan matakuliah (Yasmin Math Khader1, Youllia Indrawaty Nurhasanah2, 2018). Metode ini memiliki keunggulan dalam hal kesederhanaan dan efisiensi waktu komputasi, sehingga cocok diterapkan pada kasus penjadwalan dengan jumlah data yang cukup besar. Kecepatan dan kemudahan dalam menghasilkan solusi adalah keunggulan utama dari algoritma greedy (Irawan et al., 2024). Algoritma ini bekerja dengan cara mengambil keputusan langkah demi langkah secara lokal optimal dengan harapan akan mencapai solusi global yang baik. Karakteristik algoritma Greedy yang sederhana namun cepat menjadikannya pilihan yang relevan untuk mengatasi kompleksitas penjadwalan sekolah yang bersifat dinamis. Dalam penjadwalan mata pelajaran algoritma Greedy akan digunakan untuk mengoptimalkan dan memastikan alokasi waktu, ruang kelas, dan guru yang efektif. (Rizal, 2024).

Meskipun demikian, algoritma greedy tidak selalu menghasilkan jumlah warna minimum (solusi optimal), karena hasilnya sangat dipengaruhi oleh urutan pemilihan simpul. Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai penerapan algoritma greedy dalam pewarnaan graf untuk mengetahui sejauh mana metode ini mampu menghasilkan jadwal mata pelajaran yang efisien dan minim konflik.

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas penggunaan metode ini. Penelitian oleh (Robin J. Wilson, 1996) menyatakan bahwa pewarnaan graf mampu meminimalkan penggunaan slot waktu dalam penjadwalan akademik. Sementara itu, algoritma Greedy memiliki tingkat efisiensi yang tinggi dalam memproses data dalam jumlah besar dibandingkan dengan perhitungan manual yang memakan waktu sehari-hari.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada penerapan metode pewarnaan graf (*graph coloring*) menggunakan Algoritma Greedy untuk mengotomatisasi penyusunan jadwal mata pelajaran. Penerapan metode ini diharapkan mampu menghasilkan jadwal yang bebas dari konflik (bentrok) serta meningkatkan efisiensi pengelolaan waktu dalam proses penjadwalan di sekolah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengimplementasikan metode pewarnaan graf menggunakan Algoritma Greedy dalam penyusunan jadwal mata pelajaran serta mengevaluasi kinerja algoritma tersebut dalam menghasilkan solusi penjadwalan yang efektif dan efisien.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini berfokus pada representasi data mata pelajaran, guru, dan ruang kelas ke dalam model graf yang terdiri atas simpul (*vertex*) dan sisi (*edge*). Selanjutnya, penelitian ini mengimplementasikan Algoritma Greedy dalam proses pewarnaan graf untuk mengalokasikan slot waktu sehingga tidak terjadi konflik penjadwalan. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis efektivitas Algoritma Greedy dalam mengoptimalkan jumlah slot waktu (*chromatic number*) yang diperlukan untuk menghasilkan jadwal mata pelajaran yang efisien.

Tujuan penelitian ini adalah memodelkan permasalahan penjadwalan mata pelajaran ke dalam bentuk teori graf secara sistematis, mengembangkan prosedur atau sistem penjadwalan yang menerapkan Algoritma Greedy untuk mengalokasikan slot waktu secara otomatis, serta menghasilkan jadwal mata pelajaran yang

bebas dari konflik antara guru, kelas, dan ruang kelas dengan penggunaan slot waktu yang efisien. Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak membahas permasalahan yang terlalu luas, ruang lingkup penelitian dibatasi pada penyusunan jadwal mata pelajaran reguler di SMP Negeri 75 Jakarta. Parameter yang digunakan dalam proses penjadwalan meliputi ketersediaan waktu guru dan jumlah jam pelajaran untuk setiap mata pelajaran, tanpa mempertimbangkan preferensi khusus guru terhadap hari atau waktu tertentu. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini dibatasi pada penggunaan Algoritma Greedy sebagai teknik pewarnaan graf. Adapun keluaran yang dihasilkan berupa jadwal mata pelajaran mingguan yang memuat informasi mengenai mata pelajaran, kelas, dan alokasi slot waktu pada setiap kegiatan pembelajaran.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang menggunakan data sekunder berupa data penjadwalan mata pelajaran di SMP Negeri 75 Jakarta. Data diperoleh dari penelitian (Rahadi, 2019) yang meliputi daftar guru, mata pelajaran yang diampu, jumlah kelas, jumlah jam pelajaran, dan ketersediaan waktu mengajar guru. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam pemodelan graf dan penyusunan jadwal mata pelajaran.

2.2 Pemodelan Graf

Permasalahan penjadwalan dimodelkan menggunakan teori graf. Setiap simpul (*vertex*) merepresentasikan satu unit penjadwalan yang terdiri atas kombinasi mata pelajaran, guru, dan kelas. Sementara itu, sisi (*edge*) menghubungkan dua simpul yang memiliki potensi konflik, seperti penggunaan guru atau kelas yang sama pada waktu yang bersamaan. Hubungan antar simpul kemudian direpresentasikan dalam bentuk matriks ketetanggaan (*adjacency matrix*) sebagai dasar proses pewarnaan graf.

2.3 Implementasi Algoritma Greedy

Proses pewarnaan graf dilakukan menggunakan Algoritma Greedy. Tahapan implementasi diawali dengan penyusunan matriks ketetanggaan, kemudian simpul diurutkan berdasarkan derajat (*degree*) dari yang terbesar hingga terkecil. Simpul dengan derajat terbesar diberi warna terlebih dahulu, kemudian setiap simpul berikutnya diberikan warna bernomor paling kecil yang belum digunakan oleh simpul-simpul yang bertetangga. Proses ini diulangi hingga seluruh simpul memperoleh warna tanpa terjadi konflik. Setiap warna yang dihasilkan merepresentasikan satu slot waktu dalam jadwal mata pelajaran.

2.4 Evaluasi Hasil

Evaluasi dilakukan terhadap jadwal yang dihasilkan untuk memastikan tidak terdapat konflik penjadwalan, baik pada guru maupun kelas. Selain itu, jumlah warna (*chromatic number*) yang digunakan dianalisis sebagai indikator efisiensi penggunaan slot waktu. Jadwal yang dihasilkan dinilai efektif apabila seluruh mata pelajaran memperoleh alokasi waktu sesuai kebutuhan tanpa terjadi bentrok penjadwalan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemodelan Data Penjadwalan Mata Pelajaran

Tahap awal penelitian ini adalah memodelkan data penjadwalan mata pelajaran ke dalam bentuk graf. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang meliputi distribusi jam pelajaran, daftar mata pelajaran, serta pasangan kode guru dengan mata pelajaran yang diampu. Ketiga jenis data tersebut digunakan sebagai dasar dalam membangun representasi graf yang selanjutnya diproses menggunakan algoritma Greedy.

Distribusi jam pelajaran yang digunakan sebagai acuan penyusunan jadwal ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan daftar mata pelajaran beserta kode mata pelajaran disajikan pada Tabel 2. Adapun pasangan kode guru dengan mata pelajaran yang diampu disajikan pada Tabel 3. Informasi tersebut menjadi dasar dalam menentukan keterhubungan antar mata pelajaran yang diajarkan oleh guru pada setiap kelas.

Tabel 1. Distribusi Jam Pelajaran

Senin - Kamis				Jumat			
Jam ke	7A-7F	8A-8F	9A-9F	Jam ke	7A-7F	8A-8F	9A-9F
1	12.45-13.15	12.45-13.15	12.45-13.15		13.15-13.45	13.15-13.45	13.15-13.45
2	13.15-13.45	13.15-13.45	13.15-13.45	2	13.45-14.15	13.45-14.15	13.45-14.15
3	13.45-14.15	13.45-14.15	13.45-14.15	3	14.15-14.45	14.15-14.45	14.15-14.45
4	14.15-14.45	14.15-14.45	14.15-14.45	4	14.45-15.15	14.45-15.15	14.45-15.15
5	14.45-15.15	14.45-15.15	14.45-15.15	Istirahat	15.15-15.45	15.15-15.45	15.15-15.45
Istirahat	15.15-15.45	15.15-15.45	15.15-15.45	5	15.45-16.15	15.45-16.15	15.45-16.15
6	15.45-16.15	15.45-16.15	15.45-16.15	6	16.15-15.45	16.15-15.45	16.15-15.45
7	16.15-15.45	16.15-15.45	16.15-15.45	7	16.45-17.15	16.45-17.15	16.45-17.15
8	16.45-17.15	16.45-17.15	16.45-17.15				

Tabel 2. Daftar Mata Pelajaran

No	Mata Pelajaran	Kode
1	Matematika	MTK
2	Bahasa Indonesia	B.IND
3	Ilmu Pengetahuan Alam	IPA
4	Ilmu Pengetahuan Sosial	IPS
5	Pendidikan Kewarganegaraan	PKN
6	Bimbingan Konseling	BK
7	Bahasa Inggris	B.ING
8	Pendidikan Jasmani, Rohani, dan Kesehatan	PJOK
9	Pendidikan Seni dan Budaya	PSB
10	Pendidikan Agama	PA
11	Prakarya	PRAK

Tabel 3. Daftar Kode Guru dan Mata Pelajaran

No.	Mata Pelajaran	No.	Mata Pelajaran
1	PSB	19	Agama Kristen
2	Pendidikan Jasmani, Rohani, Kesehatan	20	Pendidikan Kewarganegaraan
3	Bahasa Indonesia	21	Bahasa Indonesia
4	Pendidikan Kewarganegaraan	22	Bahasa Inggris
5	Bahasa Indonesia	23	Bahasa Inggris
6	Pendidikan Seni dan Budaya	24	Ilmu Pengetahuan Sosial
7	Prakarya	25	Matematika
8	Bimbingan Konseling	26	Ilmu Pengetahuan Sosial
9	Matematika	27	Agama Budha
10	Bahasa Inggris	28	Agama Hindu
11	Ilmu Pengetahuan Alam	29	Bahasa Inggris
12	Agama Islam	30	Pendidikan Jasmani, Rohani, Kesehatan
13	Agama islam	31	Pendidikan Seni dan Budaya
14	Ilmu Pengetahuan Alam	32	Prakarya
15	Matematika	33	Pendidikan Jasmani, Rohani, dan Kesehatan
16	Ilmu Pengetahuan Sosial	34	Ilmu Pengetahuan Sosial
17	Ilmu Pengetahuan Alam	35	Agama Islam
18	Bahasa Indonesia	36	Ilmu Pengetahuan Alam

Pada tahap pemodelan, setiap pasangan guru dan mata pelajaran direpresentasikan sebagai simpul (vertex), sedangkan setiap kelas yang mengambil beberapa mata pelajaran direpresentasikan sebagai sisi (edge) yang menghubungkan simpul-simpul tersebut. Dengan representasi ini, setiap kelas membentuk sebuah

subgraf lengkap (*complete subgraph*) yang menunjukkan keterhubungan antar mata pelajaran yang harus dijadwalkan pada kelas yang sama. Representasi graf tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar proses pewarnaan graf menggunakan algoritma Greedy untuk menghasilkan jadwal pelajaran yang bebas konflik.

3.2 Representasi Graf dan Pewarnaan Kelas VII

Implementasi algoritma Greedy diawali dengan pembentukan representasi graf berdasarkan data mata pelajaran yang diajarkan pada kelas VII hari Senin. Jumlah jam pelajaran pada hari Senin sebanyak delapan jam digunakan sebagai acuan dalam menentukan kombinasi mata pelajaran yang akan dijadwalkan pada setiap kelas. Hubungan antara mata pelajaran dengan kelas direpresentasikan dalam bentuk matriks biner sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

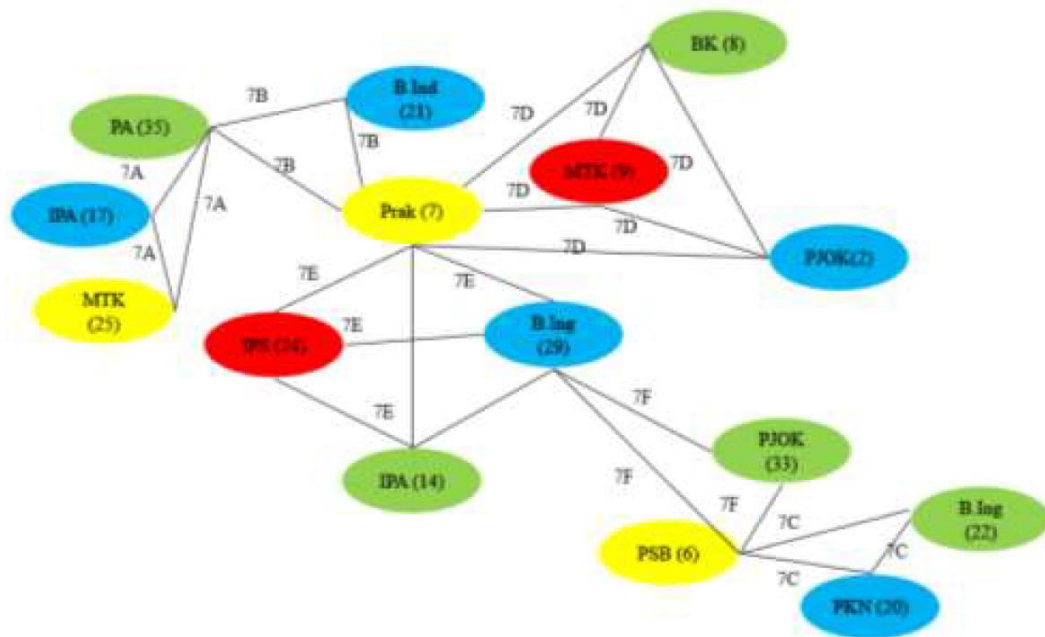
Tabel 4. Mata Pelajaran dan Kelas untuk Kelas 7 Pada Hari Senin

	PA (35)	PKN (20)	B.Ind (18)	B.Ind (21)	B.Ing (22)	B.Ing (29)	MTK (9)	MTK (15)	MTK (25)
7A	1	0	0	0	0	0	0	0	1
7B	1	0	0	1	0	0	0	0	0
7C	0	1	0	0	1	0	0	0	0
7D	0	0	0	0	0	0	1	0	0
7E	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7F	0	0	0	0	0	1	0	0	1

IPA (14)	IPA (17)	IPA (36)	IPS (24)	IPS (34)	PSB (6)	PJOK (2)	PJOK (33)	Prak (7)	BK (8)
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	0	1	0	0

Pada matriks tersebut, nilai 1 menunjukkan bahwa suatu kelas mengambil mata pelajaran tertentu, sedangkan nilai 0 menunjukkan bahwa kelas tersebut tidak mengambil mata pelajaran tersebut. Berdasarkan matriks tersebut diperoleh himpunan mata pelajaran yang diajarkan pada masing-masing kelas, yaitu 7A, 7B, 7C, 7D, 7E, dan 7F. Himpunan tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam membangun representasi graf.

Pada proses pembentukan graf, setiap pasangan guru dan mata pelajaran direpresentasikan sebagai simpul (*vertex*), sedangkan setiap kelas direpresentasikan sebagai sisi (*edge*) yang menghubungkan simpul-simpul yang diajarkan pada kelas tersebut. Dengan demikian, setiap kelas membentuk sebuah subgraf lengkap (*complete subgraph*), karena seluruh mata pelajaran pada kelas yang sama saling berhubungan. Hasil representasi graf untuk kelas VII ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pewarnaan Graf menggunakan Algoritma Greedy kelas 7

Berdasarkan Gambar 1, graf yang terbentuk terdiri atas 15 simpul yang merepresentasikan pasangan guru dan mata pelajaran, serta 6 subgraf yang masing-masing mewakili kelas VIIA hingga VIIF. Selanjutnya dilakukan proses pewarnaan graf menggunakan algoritma Greedy dengan memilih subgraf lengkap yang memiliki derajat tertinggi terlebih dahulu. Strategi ini bertujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya konflik penjadwalan pada simpul-simpul yang memiliki tingkat keterhubungan paling tinggi. Hasil pewarnaan menghasilkan 5 warna, yang kemudian digunakan sebagai dasar penyusunan slot waktu pembelajaran.

Proses pewarnaan dimulai dari subgraf dengan derajat tertinggi, kemudian dilanjutkan ke subgraf berikutnya dengan tetap mempertahankan warna pada simpul yang telah diwarnai sebelumnya. Untuk setiap subgraf, simpul-simpul yang saling bertetangga diberikan warna yang berbeda sehingga tidak terjadi konflik. Tahapan ini dilakukan secara berulang hingga seluruh simpul memperoleh warna sesuai dengan aturan pewarnaan graf. Hasil akhir pewarnaan menjadi acuan dalam penentuan urutan mata pelajaran pada setiap jam pembelajaran.

Berdasarkan hasil pewarnaan tersebut, setiap warna dipetakan ke dalam slot waktu pembelajaran pada hari Senin. Proses pemetaan dilakukan dengan tetap memperhatikan bahwa guru yang sama tidak mengajar pada waktu yang bersamaan di kelas yang berbeda. Jadwal pelajaran yang dihasilkan dari proses ini disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Jadwal pelajaran hari Senin kelas 7

Waktu	Jam ke-	7A	7B	7C	7D	7E	7F
12.45 – 13.15	1	MTK (25)	B.Ind (21)	PSB (6)	Prak (7)	B.Ind (29)	PJOK (33)
13.13 – 13.45	2	MTK (25)	B.Ind (21)	PSB (6)	Prak (7)	B.Ind (29)	PJOK (33)
13.45 – 14.15	3	PA (35)	B.Ind (21)	B.Ind (22)	BK (8)	IPA (14)	PJOK (33)
14.15 – 14.45	4	PA (35)	Prak (7)	B.Ind (22)	PJOK (2)	IPA (14)	PSB (6)
14.45 – 15.15	5	PA (35)	Prak (7)	B.Ind (22)	PJOK (2)	IPS (24)	PSB (6)
15.15 – 15.45							
15.45 – 16.15	6	IPA (17)	PA (35)	PKN (20)	PJOK (2)	IPS (24)	PSB (6)
16.15 – 16.45	7	IPA (17)	PA (35)	PKN (20)	MTK (25)	Prak (7)	B.Ind (29)
16.45 – 17.15	8	IPA (17)	PA (35)	PKN (20)	MTK (25)	Prak (7)	B.Ind (29)

3.3 Representasi Graf dan Pewarnaan Kelas VIII

Implementasi algoritma Greedy selanjutnya diterapkan pada penjadwalan mata pelajaran kelas VIII untuk hari Senin. Proses ini menggunakan tahapan yang sama dengan kelas VII, yaitu membentuk representasi graf berdasarkan keterhubungan antara pasangan guru–mata pelajaran dengan kelas yang diajar. Hubungan tersebut disusun dalam bentuk matriks biner sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

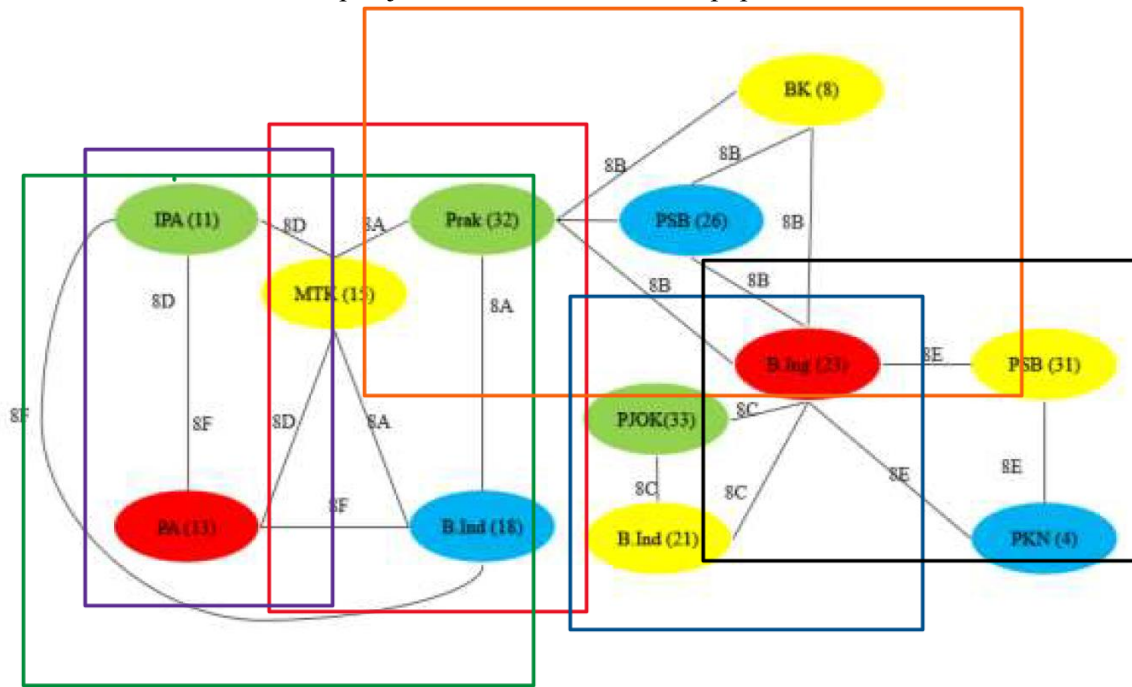
Tabel 6. Mata Pelajaran dan Kelas untuk Kelas 8 Pada Hari Senin

	PA (35)	PKN (4)	B.Ind (5)	B.Ind (18)	B.Ind (21)	B.Ing (22)	B.Ing (23)	MTK (15)	IPA (11)
8A	0	0	0	1	0	0	0	1	0
8B	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8C	0	0	0	0	1	0	1	0	0
8D	1	0	0	0	0	0	0	1	1
8E	0	1	0	0	0	0	1	0	0
8F	1	0	0	1	0	0	0	0	1

IPA (17)	IPS (16)	IPS (26)	PSB (26)	PSB (31)	PJOK (30)	PJOK (33)	Prak (32)	BK (8)
0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pada matriks tersebut, nilai 1 menunjukkan bahwa suatu kelas mengambil mata pelajaran tertentu, sedangkan nilai 0 menunjukkan bahwa kelas tersebut tidak mengambil mata pelajaran tersebut. Berdasarkan data tersebut diperoleh himpunan mata pelajaran yang diajarkan pada masing-masing kelas VIII, yaitu 8A, 8B, 8C, 8D, 8E, dan 8F. Himpunan ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam membentuk representasi graf penjadwalan.

Setiap pasangan guru dan mata pelajaran direpresentasikan sebagai simpul (*vertex*), sedangkan setiap kelas direpresentasikan sebagai sisi (*edge*) yang menghubungkan simpul-simpul yang terdapat pada kelas tersebut. Dengan representasi ini, setiap kelas membentuk sebuah subgraf lengkap (*complete subgraph*), sehingga hubungan antar mata pelajaran yang diajarkan pada kelas yang sama dapat divisualisasikan dengan jelas. Hasil representasi graf untuk kelas VIII ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pewarnaan Graf menggunakan Algoritma Greedy kelas 8

Proses pewarnaan graf dilakukan menggunakan algoritma Greedy dengan prinsip yang sama seperti pada kelas VII, yaitu memilih subgraf lengkap yang memiliki derajat tertinggi terlebih dahulu, kemudian memberikan warna pada setiap simpul dengan memperhatikan warna simpul yang telah ditetapkan sebelumnya. Proses tersebut dilakukan secara bertahap hingga seluruh simpul memperoleh warna yang berbeda terhadap simpul-simpul yang bertetangga, sehingga tidak terjadi konflik penjadwalan.

Hasil pewarnaan graf kemudian dipetakan ke dalam slot waktu pembelajaran pada hari Senin. Setiap warna merepresentasikan satu slot waktu sehingga mata pelajaran yang diajarkan oleh guru yang sama tidak ditempatkan pada waktu yang bersamaan di kelas yang berbeda. Jadwal pelajaran hasil implementasi algoritma Greedy untuk kelas VIII disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Jadwal pelajaran hari Senin kelas 8

Waktu	Jam ke-	8A	8B	8C	8D	8E	8F
12.45 – 13.15	1	MTK (15)	BK (8)	B.Ind (23)	PA (13)	PSB (31)	B.Ind (18)
13.13 – 13.45	2	MTK (15)	Prak (32)	B.Ind (23)	PA (13)	PSB (31)	B.Ind (18)
13.45 – 14.15	3	MTK (15)	Prak (32)	PJO (2)	PA (13)	PSB (31)	B.Ind (18)
14.15 – 14.45	4	Prak (32)	PSB (26)	PJO (2)	MTK (15)	B.Ind (23)	IPA (11)
14.45 – 15.15	5	Prak (32)	PSB (26)	PJO (2)	MTK (15)	B.Ind (23)	IPA (11)
15.15 – 15.45							
15.45 – 16.15	6	B.Ind (18)	PSB (26)	B.Ind (21)	IPA (11)	PKN (4)	PA (13)
16.15 – 16.45	7	B.Ind (18)	B.Ind (23)	B.Ind (21)	IPA (11)	PKN (4)	PA (13)
16.45 – 17.15	8	B.Ind (18)	B.Ind (23)	B.Ind (21)	IPA (11)	PKN (4)	PA (13)

Berdasarkan hasil penjadwalan tersebut, seluruh mata pelajaran dapat dialokasikan ke dalam delapan jam pelajaran tanpa menimbulkan konflik penggunaan guru pada waktu yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma Greedy mampu menghasilkan jadwal yang memenuhi kebutuhan penjadwalan dengan tetap mempertimbangkan keterbatasan sumber daya guru dan alokasi waktu pembelajaran.

3.4 Perbandingan Hasil dengan Penelitian Sebelumnya

Hasil implementasi algoritma Greedy pada penelitian ini kemudian dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Wicaksono, 2020) yang menggunakan algoritma Welch–Powell untuk menyelesaikan

permasalahan penjadwalan mata pelajaran. Meskipun kedua metode sama-sama memanfaatkan konsep pewarnaan graf (*graph coloring*), mekanisme pemilihan simpul dan proses pewarnaan yang diterapkan memiliki perbedaan sehingga menghasilkan urutan penjadwalan yang tidak selalu sama.

Pada penelitian ini, proses pewarnaan dilakukan dengan memprioritaskan subgraf lengkap yang memiliki derajat tertinggi. Pendekatan tersebut memungkinkan simpul-simpul yang memiliki tingkat konflik paling tinggi diselesaikan terlebih dahulu sehingga proses penentuan warna pada simpul berikutnya menjadi lebih sederhana. Sebaliknya, algoritma Welch–Powell mengharuskan seluruh simpul diurutkan terlebih dahulu berdasarkan derajatnya sebelum proses pewarnaan dilakukan. Perbedaan mekanisme tersebut menyebabkan urutan pewarnaan maupun hasil penjadwalan yang diperoleh dapat berbeda, meskipun menggunakan data penjadwalan yang sama.

Perbandingan karakteristik algoritma Greedy yang dimodifikasi dengan algoritma Welch–Powell disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Algoritma Greedy Modifikasi dan Welch–Powell)

Aspek	Greedy Modifikasi	Welsh-Powell
Cara kerja	Memilih solusi terbaik yang tersedia pada setiap langkah secara langsung dari derajat tertinggi graf lengkapnya. Pemilihan warna yang dipasangkan dengan penjadwalan apa (misal mata kuliah atau mata pelajaran) apa bisa membuat jadwal yang berbeda	Harus mengurutkan simpul berdasarkan derajat (jumlah konflik) terlebih dahulu, kemudian melakukan pewarnaan graf.
Tahapan	Lebih sederhana, langsung mengalokasikan jadwal.	Memiliki tahap tambahan berupa pengurutan simpul sebelum penjadwalan.
Kompleksitas	Umumnya lebih rendah jika hanya memilih slot yang tersedia.	Lebih tinggi karena ada proses sorting dan pewarnaan graf.
Waktu eksekusi	Biasanya lebih cepat.	Cenderung lebih lama, terutama jika jumlah mata pelajaran banyak.

Berdasarkan hasil implementasi, algoritma Greedy yang digunakan pada penelitian ini mampu menghasilkan jadwal pelajaran tanpa konflik penugasan guru pada waktu yang sama. Selain itu, tahapan implementasinya relatif lebih sederhana karena tidak memerlukan proses pengurutan seluruh simpul sebelum pewarnaan dilakukan. Dengan demikian, algoritma Greedy dapat menjadi alternatif yang efektif dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan mata pelajaran, khususnya pada data dengan jumlah mata pelajaran dan guru yang cukup banyak, tanpa mengurangi kualitas jadwal yang dihasilkan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil sebagai hasil penelitian ini adalah :

1. Penjadwalan mata Pelajaran dengan menggunakan algoritma Greedy lebih praktis dalam tahapan pewarnaan grafnya dibandingkan Algoritma Welch-Powell. Greedy lebih cepat daripada Welsh-Powell karena tidak memerlukan proses pengurutan simpul berdasarkan derajat, langsung mengambil keputusan pada setiap langkah, memiliki tahapan algoritma yang lebih sederhana sehingga waktu komputasinya lebih kecil.
2. Penentuan warna pada saat mewarnai gambar subgraph juga dapat berbeda dan urutan pewarnaan yang mana yang lebih dahulu jika derajat subgrafnya sama masih secara acak tanpa ketentuan tertentu kecuali didasarkan node kunci(node beririsan).
3. Penentuan warna mana yang menjadi mata pelajaran jam pertama dan seterusnya menentukan jadwal mata pelajaran secara keseluruhan berbeda.
4. Penjadwalan mata Pelajaran masih diterapkan pada kasus yang sederhana, penelitian bisa dilanjutkan ke kasus yang lebih kompleks dengan subgraph lebih banyak dan menggunakan bantuan software,

DAFTAR PUSTAKA

- Cormen, T. H., & All, E. (2009). *Introduction to Algorithms*.
- Diestel, R. (2017). *Graph Theory, 5th edition 2017*.
- Ihtiar, A., & Muthalib, M. A. (2024). *Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Greedy dengan Mempertimbangkan Preferensi Dosen*. 1(2), 37–46.
- Irawan, D., Saputra, Y., Komputer, T., Karanganyar, U. M., & Informasi, S. T. (2024). *PENERAPAN ALGORITMA GREEDY UNTUK PENYUSUNAN*. 31–40.
- Rahadi, A. P. (2019). GRAF DENGAN ALGORITMA LARGEST FIRST. *Jurnal Padagogik*, 2(1), 1–13.
- Rizal, M. F. (2024). *PENERAPAN ALGORITMA GREEDY UNTUK OPTIMALISASI PENJADWALAN MATA PELAJARAN PADA SISTEM INFORMASI AKADEMIK SMK NEGERI 5 KENDAL BERBASIS WEB*.
- Robin J. Wilson. (1996). *Introduction Graph Theory*.
- Roihan, A., Nasution, K., & Siambaton, M. Z. (2022). *Implementasi Algoritma Greedy Kombinasi dengan Perulangan pada Aplikasi Penjadwalan Praktikum*.
- Rozi, S., Rarasati, N., & Syelly, R. (2022). *Efisiensi Pengaturan Jadwal Perkuliahan Menggunakan Pendekatan Pewarnaan Graf*. 10(1), 26–36.
- Wicaksono, P. S. (2020). ANALISIS PENJADWALAN MATA PELAJARAN MENGGUNAKAN ALGORITMA WELCH-POWELL. *Prismatika : Jurnal Pendidikan Dan Riset Matematika*, 3(1), 1–21.
- Yasmin Math Khader1, Youllia Indrawaty Nurhasanah2, A. D. K. (2018). *PENJADWALAN MATAKULIAH MENGGUNAKAN ALGORITMA GREEDY (STUDI KASUS PENJADWALAN SEMESTER GANJIL 2017-2018*. IV(3), 207–213.