



Pengaturan jadwal bimbingan skripsi mahasiswa Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Tangerang menggunakan Algoritma Welch-powell berbantuan Geogebra

Rukmono Budi Utomo ^{a,1,*}

^a Universitas Muhammadiyah Tangerang, Indonesia;

¹ rukmono.budi.u@mail.ugm.ac.id

*Correspondent Author

Received:

Revised:

Accepted:

KATAKUNCI

Jadwal Bimbingan
Skripsi
Matematika
UMT
Welch-Powell

KEYWORDS

Schedule
Final Work
Mathematics
UMT
Welch-Powell

ABSTRAK

Pembagian jadwal bimbingan Tugas Akhir (TA) memerlukan pengaturan tersendiri. Pengaturan ini dibuat agar menjamin bahwa jadwal yang terbentuk optimal dan tidak tumpang tindih. Pada kasus pembagian jadwal bimbingan TA pada prodi pendidikan matematika Universitas Muhammadiyah Tangerang (UMT), diketahui memerlukan pengaturan agar dari 12 mahasiswa, yang melakukan bimbingan dengan 7 orang dosen memiliki waktu yang optimal dan tidak tumpang tindih. Pengaturan ini yang dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi dari algoritma Welch-Powell. Algoritma Welch-Powell merupakan suatu aturan menentukan suatu penjadwalan dalam teori graf yang dilakukan dengan cara mewarnai titik-titik pada graf dari titik dengan derajat yang paling banyak dan terus dilanjutkan pada titik yang lebih sedikit. Tujuan penelitian ini tentu saja untuk mendapatkan suatu penjadwalan yang optimal dari kegiatan bimbingan TA pada prodi Pendidikan matematika UMT. Metode yang dilakukan yakni mengumpulkan sejumlah data mahasiswa dan dosen berkaitan bimbingan TA. Dalam hal ini mahasiswa berupa titik dalam graf dan data tersebut dirapikan menurut dari derajat titik dari yang paling besar. Selanjutnya dilakukan proses pewarnaan titik mengikuti algoritma Welch-Powell agar diperoleh jadwal bimbingan TA yang optimal. Pewarnaan ini menggunakan bantuan Geogebra agar visualisasi pewarnaan titik menjadi lebih mudah. Hasilnya terbentuk 7 jadwal bimbingan optimal dari penelitian ini.

Setting the schedule for thesis guidance for Mathematics Education students at the University of Muhammadiyah Tangerang using the Geogebra Assisted Welch-Powell Algorithm

The division of the Final Assignment guidance schedule (TA) requires separate arrangements. This arrangement is made to ensure that the schedules formed are optimal and do not overlap. In the case of the division of the TA guidance schedule for the mathematics education study program at the University of Muhammadiyah Tangerang (UMT), it is known that it requires arrangements so that 12 students who carry out guidance with 7 lecturers have optimal time and do not overlap. This setting is done by utilizing the application of the Welch-Powell algorithm. The Welch-Powell algorithm is a rule for determining a

schedule in graph theory which is done by coloring the points on the graph from the point with the most degrees and continuing at fewer points. The purpose of this research is of course to obtain an optimal scheduling of TA guidance activities in the UMT Mathematics Education Study Program. The method used is to collect a number of student and lecturer data related to TA guidance. In this case the student is a point in the graph and the data is tidied up according to the degree of the point from the largest. Then the dot coloring process is carried out following the Welch-Powell algorithm in order to obtain an optimal TA guidance schedule. This coloring uses the help of Geogebra to make the visualization of point coloring easier. As a result, 7 optimal guidance schedules were formed from this study.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) license.



Pendahuluan

Penjadwalan bimbingan skripsi mahasiswa prodi pendidikan matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Muhammadiyah Tangerang (UMT) memerlukan pengaturan jadwal bimbingan yang optimal. Diketahui lebih dari 40 orang mahasiswa pendidikan matematika semester akhir mengambil tugas akhir. Masalah muncul karena proporsi mahasiswa dan dosen pembimbing yang kurang proporsional. Diketahui bahwa dalam prodi pendidikan matematika FKIP UMT ini terdapat 20 dosen tetap yang tercatat, sedangkan mahasiswa yang mengambil mata kuliah skripsi atau Tugas Akhir (TA) lebih dari 40 orang. Dengan demikian hal ini menuntut penjadwalan bimbingan TA yang optimal dan tidak tumpang tindih. Dalam penelitian ini diambil sampel data jadwal bimbingan sebanyak 12 mahasiswa yang akan dicari jadwal optimal bimbingan TA. Hal ini didasari efisiensi waktu proses pewarnaan agar tidak membutuhkan waktu lama. Harapan peneliti, dapat disusun jadwal optimal ke 12 orang mahasiswa ini. Salah satu cara yang dapat digunakan dalam menyusun suatu penjadwalan agar optimal adalah dengan menerapkan algoritma Welch-Powell. Algoritma Welch-Powell adalah sebuah aturan pewarnaan titik atau simpul dalam teori graf dari titik berderajat yang paling tinggi ke titik dengan derajat yang paling rendah. Untuk mengerti akan algoritma Welch-Powell ini ada baiknya diperkenalkan terlebih dahulu tentang teori tentang graf dan pewarnaan titik pada graf.

Graf G merupakan pasangan terurut $G=(V(G),E(G))$ yang terdiri dari himpunan titik $V(G)$ dan himpunan sisi $E(G)$ yang saling lepas dari $V(G)$. Dalam hal ini $E(G) \subseteq [V(G)]^2$ dengan $[V(G)]^2 = \{\{u, v\} | u, v \in V(G)\}$. Titik v dikatakan terkait dengan sisi e jika $v \in e$. Suatu sisi $\{u, v\}$ seringkali dinotasikan dengan uv atau vu . Sembarang dua titik u dan v pada graf G dikatakan bertetangga jika uv adalah suatu sisi pada graf. Derajat titik u adalah banyaknya titik yang bertetangga dengan titik u . Misalkan $G = (V(G), E(G))$ graf hingga dan terhubung tak trivial, maka didefinisikan suatu pewarnaan titik dari G yakni $\alpha: V(G) \rightarrow \{1, 2, \dots, n\}, n \in \mathbb{N}$ sedemikian sehingga untuk setiap dua titik yang bertetangga memiliki dua warna berbeda. Adapun pewarnaan titik dapat menggunakan algoritma Welch-Powell dengan langkah-langkah sebagai berikut: Langkah pertama yakni rutkan simpul-simpul dari G dalam derajat yang menurun. Langkah kedua yakni gunakan satu warna untuk mewarnai simpul pertama yang memiliki derajat tertinggi dalam urutan yang berurutan yang tidak bertetangga dengan simpul yang pertama ini. Langkah ketiga yakni mulai kembali dengan simpul berderajat tinggi

berikutnya dalam daftar terurut yang belum diwarnai dan ulangi proses pewarnaan simpul menggunakan warna yang kedua. Terakhir, ulangi penambahan warna-warna sampai semua simpul terwarnai.

Metode

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dikatakan kualitatif, yakni metode yang hasilnya buka merupakan angka hasil olahan secara statistik. Awal mula, data jadwal bimbingan mahasiswa dengan dosen pembimbingnya dirangkum terlebih dahulu, kemudian dilakukan olahan data dengan membawa data tersebut kedalam bentuk graf. Dalam bentuk graf tersebut terdapat titik-titik sebanyak 12 buah yang merepresentasikan jumlah mahasiswa. Masing-masing titik dihitung jumlah derajatnya dan dihubungkan antar titik. Setelah itu, dilakukan tahapan demi tahapan mewarnai titik-titik tersebut dengan berbagai warna dengan menggunakan algoritma Welch-Powell. Setelah itu diambil kesimpulan terhadap hasil pewarnaan semua titik yang digunakan dalam penelitian ini.

Dalam penelitian ini penulis merujuk pada jurnal-jurnal terkait, misalnya jurnal milik Astuti, Muktyas, Harianto, Dewi, Ade Ima dan Ariesta yang pada umumnya membahas penyusunan penjadwalan dengan menggunakan algoritma Welsch-Powell. Lebih lanjut, Peneliti juga merujuk pada buku teori graf seperti buku graf karya Diestel dan Buku Matematika Diskrit Karya Munir. Adapun sumber lainnya dapat dilihat dalam daftar pustaka.

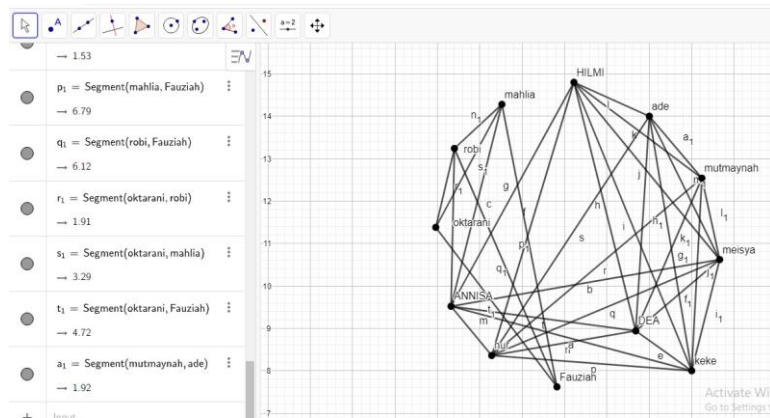
Hasil dan Pembahasan

Diberikan data bimbingan mahasiswa program studi pendidikan matematika FKIP UMT sebagaimana dapat dilihat dalam tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Pembagian Jadwal Bimbingan Mahasiswa

No	Nama Mahasiswa	Pembimbing
1	Hilmi	Fadil, M.Pd. /Barra, M.T.I.
2	Nur Hikmah (Nur)	Fadil, M.Pd. /Barra, M.T.I.
3	Annisa	Fadil, M.Pd./ Nisvu, M.Pd
4	Dea Pitaloka (Dea)	Fadil, M.Pd. /Barra, M.T.I.
5	Keke Amelda (Keke)	Sigit, M.Pd. Si./ Fadil, M.Pd.
6	Meisya Aulia (Meisya)	Sigit, M.Pd. Si./ Fadil, M.Pd.
7	Mutmaynah	Sigit, M.Pd. Si./ Barra, M.T.I.
8	Ade Vidyaningrum (Ade)	Sigit, M.Pd. Si./ Barra, M.T.I.
9	Mahlia	Rukmono, M.Sc./ Nisvu, M.Pd.
10	Robi Nur Sadiq (Robi)	Rukmono, M.Sc./ Nisvu, M.Pd.
11	Oktarani (Okta)	Rika, M.Pd./ Rukmono, M.Sc.
12	Fauziah	Rukmono, M.Sc./Dr. Hairul

Pada tabel 1 di atas, terlihat pembagian jadwal mahasiswa prodi pendidikan matematika FKIP UMT sebanyak 12 orang dengan masing-masing pembimbingnya. Selanjutnya dari data di atas, akan dilakukan proses pengaturan jadwal (waktu) bimbingan TA agar tercipta jadwal yang optimal dan tidak tumpang tindih. Cara melakukan hal tersebut digunakan aplikasi dari algoritma Welch-Powell. Mula mula dari ke 12 mahasiswa di atas digambarkan kembali dalam simbol titik atau simpul sebanyak 12 merepresentasikan banyaknya mahasiswa tersebut. Lebih lanjut, digambarkan hubungan antar titik berdasarkan tabel 1 di atas yang merepresentasikan hubungan antar titik atau dalam teori graf sering disebut dengan ketetanggaan titik (titik yang saling bertetangga). Setelah diamati, hubungan ketetanggaan antar titik-titik di atas yang merepresentasikan jumlah mahasiswa dapat digambarkan dalam gambar 1 di bawah ini yang disajikan dengan bantuan perangkat lunak geogebra classic.



Gambar 1. Gambar Graf Hubungan (Ketetanggan) Antar Titik

Perhatikan bahwa pada gambar 1 diatas, Mahasiswa atas nama Hilmi memiliki hubungan atau bertetangga dengan mahasiswa atas nama Annisa, Nur, Dea, Keke, Meisya, Mutmaynah, dan Ade. Oleh karena itu, Titik yang merepresentasikan mahasiswa atas nama Hilmi dikatakan memiliki derajat sebanyak 7, atau berderajat 7. Lebih lanjut, mahasiswa bernama Nur, bertetangga dengan Annisa, Hilmi, Dea, Keke, Ade, Mutmaynah dan Meisya dan oleh karenanya, titik yang merepresentasikan mahasiswa bernama Nur ini juga berderajat 7. Perlu diberitahukan bahwa, hubungan ketetanggan antar titik ini memberi arti bahwa antar mahasiswa yang bertetangga memiliki dosen pembimbing yang sama sebagian atau seluruhnya.

Dengan penjelasan yang sama dan dapat dilihat dalam gambar 1, titik yang merepresentasikan mahasiswa atas nama Annisa berderajat 7, begitu pula dengan titik yang merepresentasikan mahasiswa atas nama Dea, Keke dan Meisya juga memiliki derajat sebanyak 7. Titik yang merepresentasikan mahasiswa atas nama Mutmaynah dan Ade sama-sama memiliki derajat titik sebanyak 6, mahasiswa atas naman Mahlia dan Robi masing-masing memiliki derajat titik sebanyak 4, dan mahasiswa atas nama Okta dan Fauziah masing-masing memiliki derajat titik sebanyak 3. Perlu diperhatikan bahwa titik-titik yang digunakan dalam gambar 1 bernoktah hitam, namun perlu diketahui hitam disini tidak merepresentasikan warna. Pemberian warna awal mula selanjutnya akan lebih dijelaskan pada bagian yang menjelaskan langkah-langkah algoritma Welch-Powell. Lebih lanjut rangkuman derajat masing-masing titik yang merepresentasikan mahasiswa dapat dilihat dalam tabel 2 sebagai berikut.

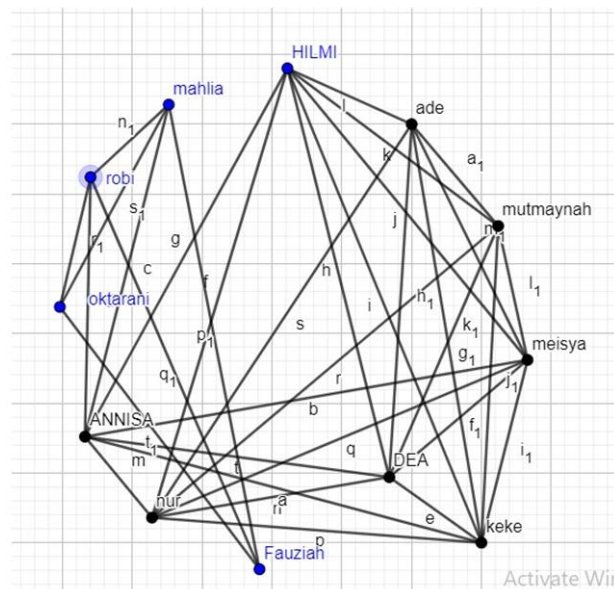
Tabel 2. Titik Mahasiswa Beserta Derajatnya

No	Nama Mahasiswa	Pembimbing	Derajat
1	Hilmi	Fadil, M.Pd. /Barra, M.T.I.	7
2	Nur Hikmah (Nur)	Fadil, M.Pd. /Barra, M.T.I.	7
3	Annisa	Fadil, M.Pd./ Nisvu, M.Pd	7
4	Dea Pitaloka (Dea)	Fadil, M.Pd. /Barra, M.T.I.	7
5	Keke Amelda (Keke)	Sigit, M.Pd. Si./ Fadil, M.Pd.	7
6	Meisya Aulia (Meisya)	Sigit, M.Pd. Si./ Fadil, M.Pd.	7
7	Mutmaynah	Sigit, M.Pd. Si./ Barra, M.T.I.	6
8	Ade Vidyaningrum (Ade)	Sigit, M.Pd. Si./ Barra, M.T.I.	6
9	Mahlia	Rukmono, M.Sc./ Nisvu, M.Pd.	4
10	Robi Nur Sadiq (Robi)	Rukmono, M.Sc./ Nisvu, M.Pd.	4
11	Oktarani (Okta)	Rika, M.Pd./ Rukmono, M.Sc.	3
12	Fauziah	Rukmono, M.Sc./Dr. Hairul	3

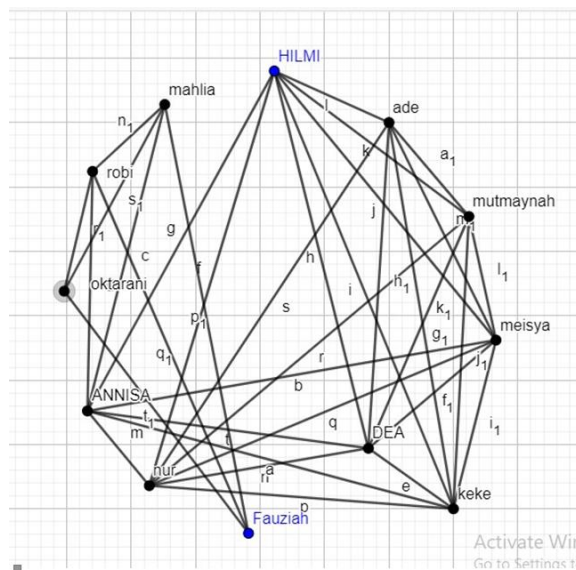
Setelah dilakukan visualisasi hubungan atau ketetanggaan antar titik yang merepresentasikan nama mahasiswa seperti terlihat pada gambar 1 dan merangkum derajat tiap titik yang digunakan seperti dalam tabel 2, langkah selanjutnya menjalankan algoritma Welch-Powell itu sendiri. Algoritma Welch-Powell bermula dari titik dengan derajat yang paling tinggi. Dalam hal ini derajat titik yang paling tinggi berjumlah 7 dan ada pada titik yang merepresentasikan mahasiswa atas nama Hilmi, Nur, Annisa, Dea, Keke dan Meisya. Tidak ada permasalahan dalam pengambilan titik dan misal diambil titik mula-mula dalam hal ini adalah Titik yang merepresentasikan mahasiswa atas nama Hilmi. Perlu diingatkan kembali bahwa noktah hitam pada titik-titik pada gambar 1 adalah bukan warna, karena warna awal akan dijelaskan dalam Langkah-Langkah Algoritma Welch-Powell sebagai berikut.

1. Langkah Pertama

Beri warna titik yang merepresentasikan mahasiswa atas nama Hilmi dengan sembarang warna, misal dalam hal ini dipilih warna biru. Beri warna biru juga titik lainnya yang tidak memiliki hubungan atau yang tidak bertetangga dengan titik Hilmi ini. Dengan melihat gambar 1, maka titik yang juga diberikan warna biru adalah titik yang merepresentasikan mahasiswa bernama Fauziah, Oktarani, Robi dan Mahlia. Titik lainnya yang bertetangga dengan titik Hilmi tidak diberikan warna terlebih dahulu. Dari gambar 2 terlihat bahwa titik Hilmi diberikan warna biru dan disusul dengan titik Fauziah, Oktarani, Robi dan Mahlia. Titik-titik yang lain yang bertetangga dengan titik Hilmi tidak diberikan warna dahulu. Lebih lanjut, apabila diperhatikan kembali, ternyata apabila diambil titik Fauziah, titik lainnya yakni Titik Oktarani, robi dan Mahlia saling bertetangga dengan titik Fauziah ini. Oleh karena itu warna biru pada ketiga titik ini dihapus atau tidak jadi diberikan warna biru (dikembalikan dalam keadaan sebelum diwarnai). Visualisasi tahapan proses ini dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3 dibawah ini.



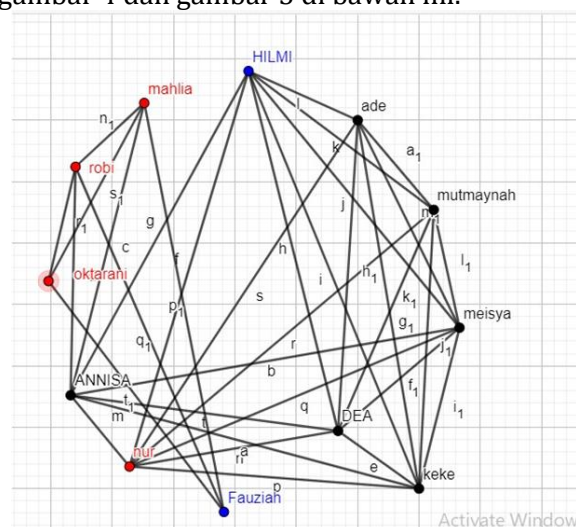
Gambar 2. Pemberian Warna Biru Titik Hilmi dan Titik lain yang tidak bertetangga.



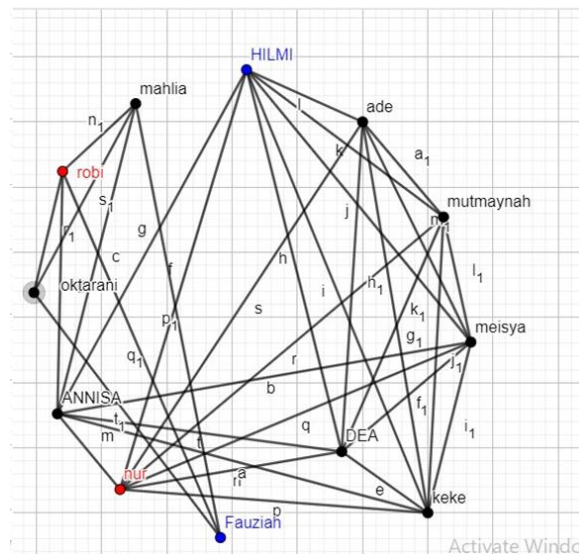
Gambar 3. Penghapusan Warna Biru Pada Titik Oktarani, robi, Mahlia

2. Langkah Kedua

Langkah ini meneruskan proses langkah pertama yakni memberi warna pada titik yang memiliki derajat tertinggi selanjutnya, misal dipilih titik Nur yang juga berderajat 7. Titik Nur diberi warna selain warna biru, misalnya dipilih warna merah. Titik lain yang tidak bertetangga oleh Titik Nur dan belum diberi warna, juga diberikan warna merah. Terlihat bahwa Titik Nur tidak bertetangga dengan titik Oktarani, robi, mahlia dan Fauziah, oleh karena itu secara teori ke empat titik ini juga diberikan warna merah, namun karena titik Fauziah sudah diberikan warna biru maka titik yang diberikan warna merah adalah titik Oktarani, robi dan Mahlia. Titik lain yang bertetangga dengan titik Nur, dibiarkan apa adanya. Lebih lanjut ternyata titik Oktarani, robi dan Mahlia saling memiliki hubungan atau bertetanggan antar ketiga titik tersebut, dengan demikian perlu dilakukan penghapusan warna merah pada dua titik dari ketiga titik tersebut. Misalkan dalam hal ini tetap dipertahankan titik robi dengan warna merahnya dan menghapus warna merah pada titik Oktarani dan Mahlia. Berdasarkan hal tersebut, kedua titik ini akan kembali dalam keadaan semula tanpa warna. Visualissi proses ini dapat dilihat dalam gambar 4 dan gambar 5 di bawah ini.



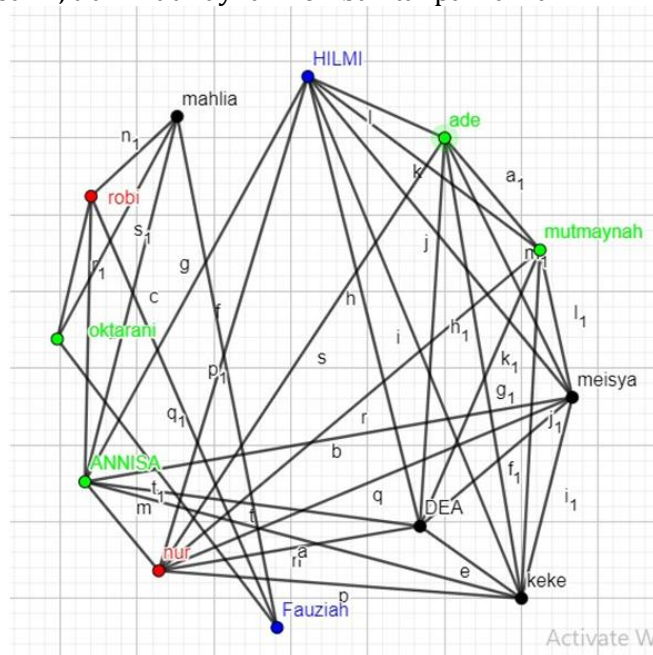
Gambar 4. Pemberian Warna Merah Titik Nur, Oktarani, robi dan Mahlia.



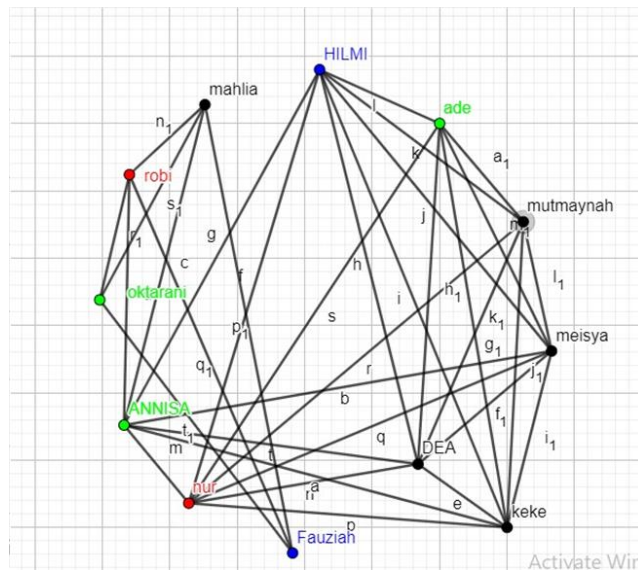
Gambar 5. Penghapusan Warna Merah Titik Oktarani dan Mahlia

3. Langkah Ketiga

Pada langkah ini dipilih titik Annisa yang memiliki derajat 7 untuk diberikan warna baru selain biru dan merah. Misalkan titik ini diberi warna hijau. Titik lain yang tidak bertetangga dengan titik Annisa dan belum diberi warna, diberikan warna hijau pula. Titik yang juga diberikan warna hijau adalah titik Oktarani, Ade dan Mutmaynah. Adapun visualisasinya dapat dilihat dalam gambar 6 sebagai berikut. Lebih lanjut dalam gambar 7 dilakukan penghapusan warna hijau pada titik Mutmaynah, karena titik ini bertetangga dengan titik Ade. Dengan demikian pada gambar 7, titik Mutmaynah kembali tanpa warna.



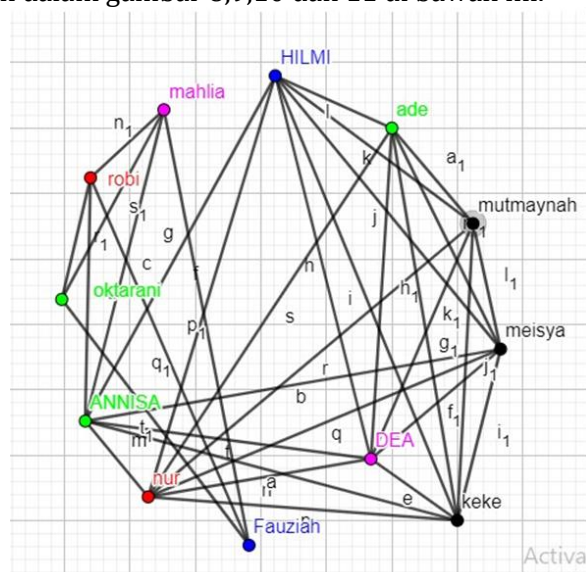
Gambar 6. Pemberian Warna Hijau Pada Titik Annisa dan Pada Titik Oktarani, Ade dan Mutmaynah



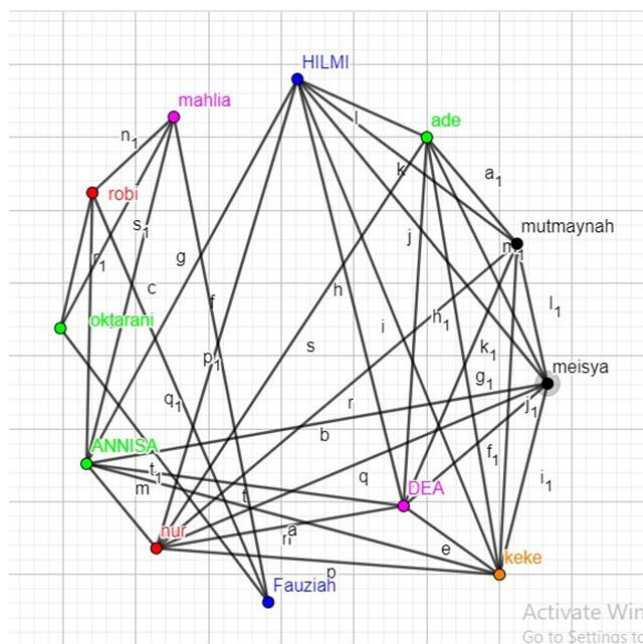
Gambar 7. Penghapusan Warna dan Hijau Titik Mutmaynah

4. Langkah Keempat

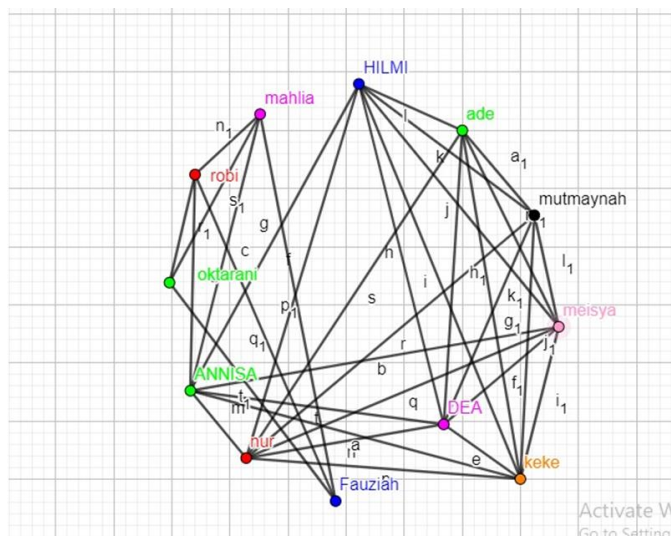
Pada tangkai ini diberi warna ungu pada titik Dea yang berderajat 7. Titik lain yang juga diberikan warna ungu adalah titik Mahlia karena titik ini tidak bertetangga dengan titik Dea. Selanjutnya titik keke yang berderajat 7 diberikan warna krem dan dilanjutkan dengan pemberian warna merah muda pada titik meisya yang berderajat 7 juga. Terakhir sisanya, titik mutmaynah yang berderajat 6 dapat diberikan warna dari warna yang belum pernah diberikan pada titik yang lain, misalnya diberikan warna abu-abu. Berdasarkan hal itu semua, selesailah langkah pemberian warna penyusunan jadwal bimbingan TA dengan menerapkan algoritma Welch-Powell ini. Adapun tahapan-tahapan penjabaran dalam langkah keempat ini dapat dilihat secara bergiliran dalam gambar 8,9,10 dan 11 di bawah ini.



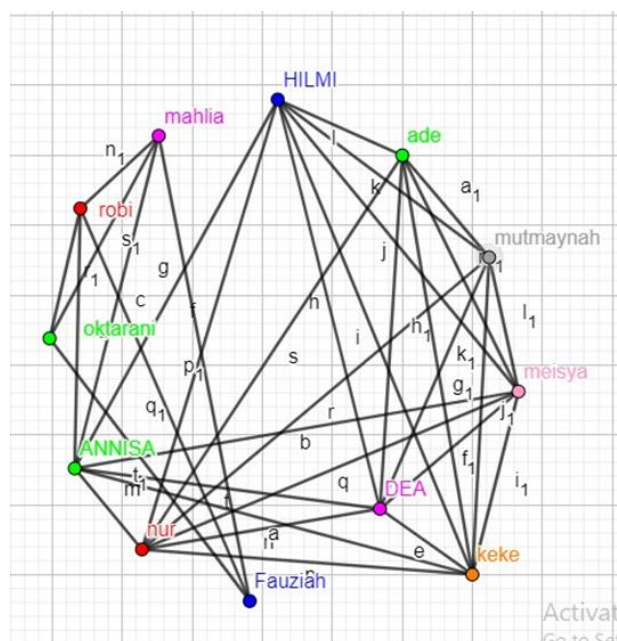
Gambar 8. Pemberian Warna Ungu Pada Titik Dan Titik Mahlia Dea



Gambar 9. Pemberian Warna Krem Pada Titik Keke



Gambar 10. Pemberian Warna Merah Muda Pada Titik Meisya



Gambar 11. Pemberian Warna Abu-Abu Pada Titik Mutaynah.

Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah terbentuknya 7 jadwal bimbingan TA mahasiswa pendidikan matematika UMT yang optimal dan tidak tumpang tindih. Ke 7 jadwal tersebut dianalogikan dibagi dalam 7 warna yang dijabarkan sebagai berikut.

1. Jadwal pertama dianalogikan dalam warna biru yakni kelompok mahasiswa atas nama Hilmi dan Fauziah.
2. Jadwal kedua dianalogikan dalam warna merah berisikan mahasiswa bernama Nur dan robu.
3. Jadwal ketiga dianalogikan dalam warna hijau berisikan mahasiswa atas nama Annisa, Oktarani dan Ade.
4. Jadwal ke empat dianalogikan dalam warna ungu berisikan mahasiswa atas nama Dea dan Mahlia.
5. Jadwal keempat krem hanya untuk mahasiswa atas nama Keke, Jadwal keenam berwarna merah muda hanya untuk mahasiswa bernama meisya dan jadwal terakhir yakni jadwal ketujuh berwarna abu-abu untuk mahasiswa bernama Mutmaynah.

Daftar Pustaka

- [1] Astuti, S. 2011. Penyusunan Jadwal Ujian Mata Kuliah Dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch Powell. Jurnal Dian, 11 (1).
- [2] Muktyas, I. B. 2010. Program Pewarnaan Graf Untuk Pemodelan Penjadwalan Ujian Semester di Jurusan Matematika Unnes. Disertasi Doktor, Universitas Negeri Semarang.
- [3] Harianto, K., Fatdha, T.S.E. 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) hal 48-54.
- [4] Dewi, F. K. S. 2010. Pembangunan Perangkat Lunak Pembangkit Jadwal Kuliah dan Ujian Dengan Metode Pewarnaan Graf. Jurnal Buana Informatika, 1(1).

-
- [5] Diestel, R. 2010. Graph Theory 4th edition. Springer.
 - [6] Munir, R. 2012. Matematika Diskrit Revisi Kelima. Informatika. Bandung.
 - [7] Bustan, Aries Wisyastuty, Salim, Rais. 2019. Penerapan Pewarnaan Graf Menggunakan Algoritma Welch-Powell Untuk Menentukan Jadwal Bimbingan Mahasiswa. Jurnal THEOREMS. Vol 4 No, hal 79- 86.
 - [8] Rahadi, A. P. 2019. Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Pewarnaan Graf Dengan Algoritma Largest First. Jurnal Padagogik Matematika. 2(1), hal 1-13.
 - [9] Wiladi, M., Rizki, N.A., Salindeho, B. M. 2019. Pengembangan Algoritma Welsh Powell Pada Penyusunan Jadwal Kuliah. Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Statistika, 75-81.
 - [10] Afifa, Ade Ima. Et.al. 2020. Aplikasi Pewarnaan Graf Dengan Metode Welch-Powell Pada Pembuatan Jadwal Ujian Proposal Skripsi Program Studi Farmasi Universitas Muhammadiyah Kudus. Jurnal Ilmu Komputer dan Matematika. Vol 1Nomer 2.
 - [11] W. Astuti, Adiwijaya. 2015. Graph Coloring Based on Evolutionary Algorithms to Support Data Hiding Scheme on Medical Images. Procedia Computer Science, Vol 74, hal. 173-177,
 - [12] J.A. Bondy, U.S.R. Murty. 2008. Graph Theory. New York, Springer,
 - [13] I K. Budayasa. 2007. Teori Graph dan Aplikasinya. Surabaya. Unesa University Press.
 - [14] Supiyandi, M. E. 2018. Penerapan Teknik Pewarnaan Graph Pada Penjadwalan Ujian Dengan. Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika, 03(01), 58-63.
 - [15] Lloyd, E. K., Chartrand, G., & Lesniak, L. 1987. Graphs and Digraphs. The Mathematical Gazette. <https://doi.org/10.2307/3616326>