

Penerapan Pewarnaan Simpul Graf untuk Menentukan Jadwal Ujian Skripsi pada STMIK Amik Riau Menggunakan Algoritma *Welch-powell*

Koko Harianto

Jurusan Teknik Informatika STMIK-AMIK Riau
koko@stmik-amik-riau.ac.id

T. Sy. Eiva Fatdha

Jurusan Teknik Informatika STMIK-AMIK Riau
eifa_fatdha@stmik-amik-riau.ac.id

Abstrak

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AMIK (STMIK-AMIK) Riau merupakan Perguruan Tinggi Swasta yang menyelenggarakan pendidikan di provinsi Riau. Pelaksanaan ujian skripsi mahasiswa di STMIK-AMIK Riau dilaksanakan sebanyak 2 (dua) kali, yaitu ujian proposal dan ujian komprehensif. Setiap mahasiswa akan diuji oleh 3 (tiga) orang dosen, yakni 1 orang dosen pembimbing dan 2 orang dosen penguji, sedangkan 1 orang dosen dapat menjadi penguji pada beberapa mahasiswa, sehingga dalam penyusunan jadwal ujian skripsi harus mempertimbangkan ketersediaan waktu masing-masing dosen yang akan menguji. Penyusunan jadwal ujian skripsi di STMIK-AMIK Riau saat sekarang ini dilakukan secara manual, sehingga masih ditemukannya jadwal ujian skripsi yang tumpang tindih. Jadwal ujian yang tumpang tindih mengakibatkan pelaksanaan ujian tidak maksimal, sehingga diperlukan teknik dalam penyusunan jadwal ujian skripsi. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk membentuk jadwal adalah pewarnaan simpul graf dengan menggunakan algoritma *Welch-powell*. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa algoritma *Welch-powell* dapat diterapkan dalam pembuatan jadwal ujian skripsi dengan memberikan hasil penjadwalan yang lebih baik dari metode sebelumnya. Jadwal ujian skripsi yang dihasilkan tidak lagi memperlihatkan jadwal ujian yang saling tumpang tindih sehingga pelaksanaan ujian skripsi berjalan dengan lebih baik.

Kata Kunci : Penjadwalan, Ujian, Skripsi, *Welch-Powell*

1. Pendahuluan

Penyusunan jadwal ujian skripsi di STMIK-AMIK Riau saat sekarang ini dilakukan secara manual, sehingga masih ditemukannya jadwal ujian skripsi yang tumpang tindih. Jadwal ujian yang tumpang tindih mengakibatkan pelaksanaan ujian tidak

maksimal, sehingga diperlukan teknik dalam penyusunan jadwal ujian skripsi. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk membentuk jadwal adalah pewarnaan simpul graf.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Imelda Lumbantoruan memberikan kesimpulan bahwa Algoritma *Welch-Powell* mampu memberikan solusi dalam penyusunan jadwal bimbingan belajar yang menginginkan waktu tertentu dan menghasilkan jadwal bimbingan belajar yang optimal [1]. Agus Susiloputro *et al* juga telah melakukan penelitian dengan judul “Penerapan Pewarnaan Graf Pada Penjadwalan Ujian Menggunakan Algoritma *Welsh Powell*” dan memberikan hasil bahwa pewarnaan graf dengan menggunakan algoritma *welsh powell* (*welch-powell*) dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan ujian akhir semester sedemikian hingga tidak terjadi tumpang tindih [2]. Berdasarkan penjelasan di atas penulis tertarik melakukan penelitian untuk menerapkan teknik pewarnaan simpul graf dalam membentuk jadwal ujian skripsi agar tidak ditemukannya lagi jadwal ujian yang tumpang tindih.

2. Teori Graf

Suatu graf G terdiri dari dua himpunan yaitu himpunan V dan himpunan E . V (Vertex) merupakan himpunan simpul yang terbatas dan tidak kosong, sedangkan E (Edge) merupakan himpunan busur yang menghubungkan sepasang simpul. Simpul graf dapat merupakan objek seperti kota, lampu lalu lintas, rumah, dan sebagainya. Busur dapat menunjukkan hubungan (relasi) sembarang seperti jalan raya, sambungan telepon, dan lain-lain. Notasi graf adalah $G(V,E)$ artinya graf G memiliki V simpul dan E busur [3]. Graf G adalah pasangan $(V(G), E(G))$, dimana $V(G)$ adalah himpunan berhingga tidak kosong, yang elemen- elemennya disebut simpul (verteks), dan $E(G)$ adalah himpunan pasangan- pasangan tak berurut dari elemen- elemen $V(G)$ yang berbeda disebut sisi (edge) [4].

Menurut Rinaldi Munir, secara matematis, graf didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V,E) , ditulis dengan notasi $G = (V,E)$, yang dalam hal ini V adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (vertices

atau node) dan E adalah himpunan sisi (edge atau arc) yang menghubungkan sepasang simpul, himpunan E boleh kosong. Sebuah graf dimungkinkan tidak mempunyai sisi satu buah pun, tetapi simpulnya harus ada, minimal satu. Graf yang hanya mempunyai satu buah simpul tanpa sebuah sisi pun dinamakan graf trivial. Simpul pada graf dapat dinomori dengan huruf, bilangan asli ataupun gabungan keduanya [5].

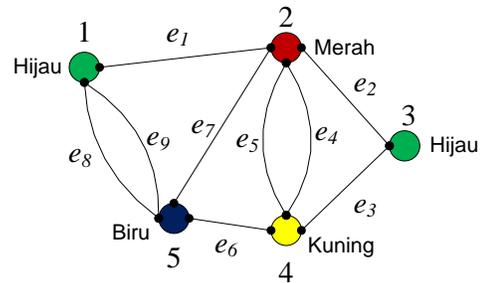
3. Pewarnaan Simpul Graf

Pewarnaan graf dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu pewarnaan sisi (edge), titik/simpul (vertex), dan wilayah (region) (Rahmat, Hasmawati, Hendra, 2013). Pewarnaan graf dibagi menjadi 3 macam [6] yaitu:

1. Pewarnaan simpul (vertex colouring), merupakan pemberian warna atau label pada setiap simpul sehingga tidak ada 2 simpul bertetangga yang memiliki warna yang sama.
2. Pewarnaan Sisi (edge colouring), merupakan pemberian warna pada setiap sisi pada graf sehingga sisi-sisi yang berhubungan tidak memiliki warna yang sama.
3. Pewarnaan wilayah (region colouring), merupakan pemberian warna pada setiap wilayah pada graf sehingga tidak ada wilayah yang bersebelahan yang memiliki warna yang sama.

Pada penelitian ini penulis menggunakan pewarnaan simpul graf atau pewarnaan titik. Pewarnaan titik adalah bagaimana mewarnai titik pada suatu graf sedemikian sehingga dua titik yang bertetangga memiliki warna yang berbeda. Tujuan utama pewarnaan titik pada graf adalah mendapatkan banyaknya warna minimum dari suatu graf yang biasa disebut bilangan khromatik (Rahmat, Hasmawati, Hendra, 2013). Pewarnaan simpul adalah memberi warna pada simpul-simpul di dalam graf sedemikian sehingga setiap dua simpul bertetangga mempunyai warna yang berbeda [5].

Sebuah graf $G(V,E)$ dikatakan sebagai graf dengan n warna jika G dapat diwarnai dengan n warna dan tidak terdapat simpul-simpul saling bertetangga yang memiliki warna sama. Lebih lanjut, bila n menunjukkan jumlah minimum warna yang digunakan sehingga G tetap dapat diwarnai dan tidak terdapat simpul bertetangga dengan warna yang sama, maka n dikatakan sebagai bilangan khromatik dari G yang dinotasikan dengan $\chi(G)$ [7]. Berikut ini merupakan contoh penerapan pewarnaan simpul graf terhadap graf tak sederhana.



Gambar 1. Contoh simpul graf yang berwarna.

Pada graf di atas terlihat bahwa ada 4 (empat) warna yang dapat dibentuk terhadap 5 (lima) buah simpul, sehingga graf di atas memiliki $\chi(G) = 4$. Di antara 5 simpul tersebut terdapat 2 buah simpul yang saling lepas, yaitu simpul 1 dan simpul 3, sehingga simpul 1 dan simpul 3 dapat diberikan warna yang sama.

Untuk graf dengan jumlah simpul yang sedikit, maka akan dengan mudah dalam menentukan bilangan khromatiknya, namun untuk graf yang besar dengan jumlah simpul yang banyak, maka diperlukan suatu program komputer. Ada beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk pemrograman komputer diantaranya ialah algoritma Welch-powell.

4. Algoritma Welch-powell

Menurut Rinaldi Munir Algoritma Welch-Powell dapat digunakan untuk mewarnai sebuah graf G secara mangkus atau efektif. Adapun algoritma welch-powell adalah [5]:

1. Urutkan simpul-simpul dari G dalam derajat yang menurun.
2. Gunakan satu warna untuk mewarnai simpul pertama (yang mempunyai derajat tertinggi) dan simpul-simpul lain (dalam urutan yang berurut) yang tidak bertetangga dengan simpul pertama ini.
3. Mulai lagi dengan simpul derajat tertinggi berikutnya di dalam daftar terurut yang belum diwarnai dan ulangi proses pewarnaan simpul dengan menggunakan warna kedua.
4. Ulangi penambahan warna-warna sampai semua simpul telah diwarnai.

5. Penjadwalan Ujian Skripsi

Penjadwalan merupakan alokasi dari sumber daya terhadap waktu untuk menghasilkan sebuah kumpulan pekerjaan [8]. Penyelesaian kasus penjadwalan pada hakikatnya adalah berupaya untuk mengalokasikan sejumlah aktifitas yang mengandung constraint atau batasan ke dalam timeslot (matriks ruang dan waktu). Jumlah timeslot yang tersedia juga memiliki batasan, baik berupa maupun waktu penggunaannya. Oleh karena itu, penjadwalan yang baik haruslah dapat

menyesuaikan sejumlah keterbatasan resource atau sumber daya yang ada agar seluruh aktifitas dapat tetap terlaksana tanpa melanggar constraint-nya. Pewarnaan graf mengakomodasi hal tersebut dengan bilangan kromatik [9].

Berdasarkan pengertian diatas maka penjadwalan adalah suatu proses pengalokasian sumber daya yang ada untuk menghasilkan suatu jadwal yang teratur dan sesuai dengan permintaan. Pada penelitian ini penjadwalan ujian skripsi dimaksudkan untuk membentuk jadwal ujian skripsi oleh mahasiswa agar tidak lagi ditemukan jadwal ujian yang tumpang tindih.

Ujian skripsi di STMIK-AMIK Riau dilaksanakan sebanyak 2 (dua) kali yaitu ujian proposal dan ujian komprehensif dalam rentang waktu tertentu. Selain mahasiswa, ujian skripsi juga melibatkan dosen penguji. Setiap mahasiswa akan diuji oleh 3 (tiga) orang dosen yaitu 1 (satu) orang dosen pembimbing dan 2 (dua) orang dosen penguji. Setiap dosen penguji akan menguji lebih dari 1 (satu) mahasiswa, dengan demikian akan ditemukan beberapa mahasiswa diuji oleh dosen yang sama. Apabila terdapat lebih dari satu mahasiswa memiliki dosen penguji yang sama, maka pelaksanaan ujiannya mahasiswa tersebut seharusnya tidak boleh dilaksanakan pada waktu yang bersamaan.

6. Implementasi Algoritma Welch-powell

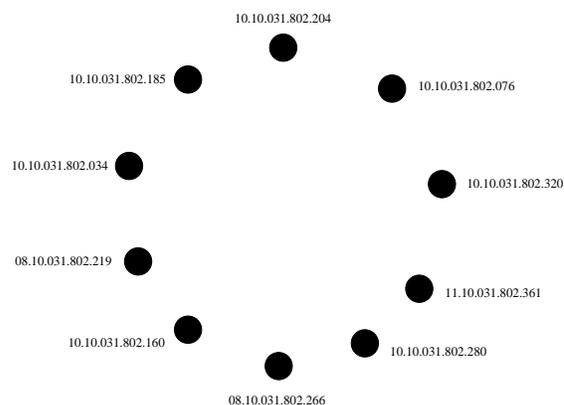
Penerapan algoritma Welch-powell pada penelitian ini dilakukan terhadap 10 (sepuluh) orang peserta ujian skripsi yang terlihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Data peserta ujian skripsi

NIM/ Nama Mahasiswa	Dosen Pembimbing	Dosen Penguji
10.10.031.802.076/ Didik Sudyana	Edwar Ali, M.Kom	Herwin, M.Kom Fransiskus Zoromi, S.Kom
10.10.031.802.204/ Nurdin	Rahmiati, M.Kom	Edwar Ali, M.Kom Hamdani, M.Kom
10.10.031.802.280/ Tarya Liyanti	Triyani Arita Fitri, M.Kom	Edwar Ali, M.Kom Tashid, M.Kom
11.10.031.802.361/ Toy Iman	Tashid, M.Kom	Edwar Ali, M.Kom Hamdani, M.Kom
08.10.031.802.266/ Suwarso	Torkis Nasution, M.Kom	Tashid, M.Kom Wirta Agustin, M.Kom
10.10.031.802.160/ M. Khairul Anam	Rahmaddeni, M.Kom	Triyani Arita Fitri, M.Kom Rahmiati, M.Kom

10.10.031.802.185/ Muhammad Jamaris	Rahmaddeni, M.Kom	Nurjayadi, M.Kom Herwin, M.Kom
10.10.031.802.320/ William	Triyani Arita Fitri, M.Kom	Torkis Nasution. M.Kom Dwi Haryono, M.Kom
08.10.031.802.219/ Rispi Rianto	Susandri, M.Kom	Helda Yenni, M.Kom Fransiskus Zoromi, S.Kom
10.10.031.802.034/ Andri Wahyudi	T.Sy. Eiva Fatdha, M.Kom	Rahmiati, M.Kom Nurjayadi, M.Kom

Untuk dapat menerapkan teknik pewarnaan simpul graf terhadap data yang akan dianalisa, maka setiap mahasiswa akan diwakili oleh sebuah simpul, seperti yang terlihat pada gambar 4.1, kemudian apabila terdapat mahasiswa yang memiliki dewan penguji yang sama, maka mahasiswa-mahasiswa tersebut dikatakan saling terhubung. Berdasarkan teori yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya mengenai representasi data pada graf, apabila terdapat simpul yang saling berhubungan, maka simpul-simpul tersebut akan dihubungkan dengan sebuah garis lurus seperti yang terlihat pada gambar berikut.

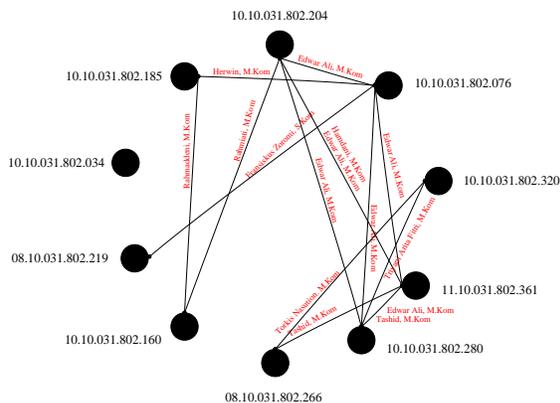


Gambar 2. Representasi peserta ujian pada graf.

Gambar di atas merupakan representasi dari 10 data pertama dari data yang diperoleh pada graf. Pada gambar di atas, setiap simpul penulis beri nama berupa Nomor Induk Mahasiswa (NIM) peserta ujian. Tidak ada aturan khusus yang digunakan untuk menyusun letak simpul dalam suatu graf, namun dalam penelitian ini penulis menyusun sedemikian hingga menyerupai lingkaran dikarenakan dengan pola tersebut akan memberi kemudahan dalam penarikan garis lurus untuk relasi masing-masing simpul.

Setelah merepresentasikan mahasiswa dalam suatu simpul graf, maka selanjutnya adalah menggambarkan

relasi dari masing-masing simpul graf tersebut. Graf yang digunakan pada penelitian ini adalah graf tak-berarah, sehingga relasi dari masing-masing simpul akan direpresentasikan oleh garis tak-berarah seperti gambar berikut.



Gambar 3. Representasi mahasiswa yang saling terhubung.

Gambar di atas merupakan representasi data yang digunakan pada tahapan analisa, dimana pada gambar tersebut terdapat 1 (satu) mahasiswa yang tidak terhubung dengan simpul lainnya, artinya mahasiswa tersebut tidak mempengaruhi ataupun dipengaruhi oleh mahasiswa lainnya dalam pembentukan jadwal ujian.

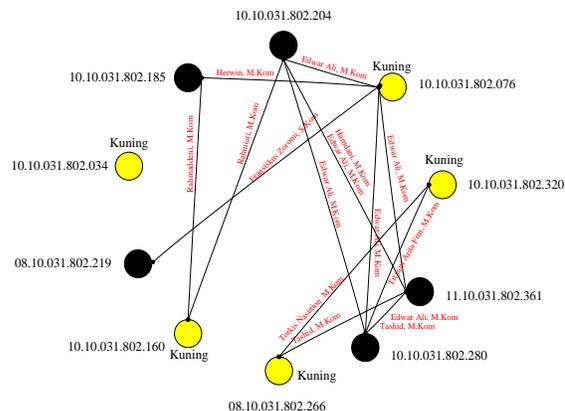
Sebelum menerapkan algoritma Welch-powell untuk memberikan warna simpul graf, terlebih dahulu melakukan perhitungan jumlah derajat masing-masing simpul kemudian simpul disusun terurut berdasarkan jumlah derajat tertinggi. Urutan simpul pada graf di atas akan diperlihatkan pada berikut.

Tabel 2. Urusan simpul graf terhadap peserta ujian skripsi

Simpul	Simpul Relasinya	Jumlah Derajat
10.10.031.802.076	10.10.031.802.204, 10.10.031.802.280, 11.10.031.802.361, 08.10.031.802.219, 10.10.031.802.185	5
10.10.031.802.204	10.10.031.802.160, 10.10.031.802.076, 10.10.031.802.280, 11.10.031.802.361	4
10.10.031.802.280	10.10.031.802.320, 10.10.031.802.076, 10.10.031.802.204, 11.10.031.802.361	4
11.10.031.802.361	08.10.031.802.266, 10.10.031.802.076, 10.10.031.802.204, 10.10.031.802.280	4
08.10.031.802.266	10.10.031.802.320,	2

	11.10.031.802.361	
10.10.031.802.160	10.10.031.802.185, 10.10.031.802.204	2
10.10.031.802.185	10.10.031.802.160, 10.10.031.802.076	2
10.10.031.802.320	10.10.031.802.280, 08.10.031.802.266	2
08.10.031.802.219	10.10.031.802.076	1
10.10.031.802.034	-	

Setelah semua simpul terurut berdasarkan jumlah simpul tertinggi, selanjutnya menerapkan algoritma Welch-powell untuk menentukan warna masing-masing simpul. Terlebih dahulu berikan warna pertama (misalnya kuning) pada simpul “10.10.031.802.076”, karena simpul tersebut merupakan simpul dengan jumlah derajat tertinggi. Selanjutnya berikan juga warna yang sama untuk semua simpul lainnya yang tidak terhubung terhadap simpul “10.10.031.802.076”. Berikut ini merupakan gambaran dari warna simpul yang dihasilkan untuk simpul “10.10.031.802.076” serta simpul lainnya yang dibolehkan memiliki warna yang sama.



Gambar 4. Pemberian warna pertama.

Gambar di atas yang merupakan hasil pemberian warna pertama menggunakan algoritma Welch-powell yang memberikan solusi bahwa ada 4 (empat) simpul lainnya yang diperbolehkan memiliki warna yang sama dengan simpul “10.10.031.802.076” karena 4 (empat) simpul lainnya tersebut tidak terhubung dengan simpul “10.10.031.802.076”. Namun jika diperhatikan dengan cermat terdapat kesalahan untuk simpul “08.10.031.802.266” dan simpul “10.10.031.802.320”. Kedua simpul tersebut tidak terhubung dengan “10.10.031.802.076”, namun keduanya saling terhubung sehingga akan terjadi kesalahan jika keduanya diberikan warna yang sama. Untuk menghindari hal tersebut, maka salah satu simpul harus dilepaskan dari warna kuning, yaitu simpul “10.10.031.802.320”, seperti terlihat pada gambar berikut.

7. Hasil

Dengan selesainya proses pemberian warna simpul yang diperlihatkan pada gambar 8 di atas, maka proses pembentukan jadwal terhadap 10 mahasiswa tersebut telah selesai. Tahapan selanjutnya adalah mengelompokkan peserta ujian berdasarkan warna simpul. Berdasarkan warna simpul yang dihasilkan, maka diperoleh jadwal ujian skripsi sebanyak 4 (empat) kelompok ujian berdasarkan warna seperti yang diperlihatkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Daftar kelompok ujian.

Kelompok Ujian Ke-	NIM
1 (Kuning)	10.10.031.802.076
	08.10.031.802.266
	10.10.031.802.160
	10.10.031.802.034
2 (Biru)	10.10.031.802.204
	10.10.031.802.185
	10.10.031.802.320
	08.10.031.802.219
3 (Merah)	10.10.031.802.280
4 (Hijau)	11.10.031.802.361

Proses pembentukan jadwal ujian menggunakan algoritma *Welch-powell* yang telah dimodifikasi memberikan hasil yang baik seperti yang terlihat pada gambar 8 dan tabel 3.

8. Penjadwalan Oleh Sistem

Pada penelitian ini, implementasi algoritma Welch-powell akan diuji terhadap 10 (sepuluh) data peserta ujian skripsi yang terdapat pada tabel 1 di atas. Secara teori, implementasi algoritma terhadap 10 (sepuluh) data tersebut memberikan kesimpulan bahwa dibutuhkan 4 (empat) kelompok jadwal ujian seperti yang terdapat pada tabel 3.



Gambar 9. Tampilan data mahasiswa peserta ujian.

Setelah proses pendaftaran terhadap 10 (sepuluh) peserta ujian skripsi, kemudian akses menu “Kandidat

S. Kompre.”, maka data-data tersebut akan terlihat seperti gambar 9. Gambar 10 dan gambar 11 merupakan kelompok waktu ujian yang dibentuk terhadap 10 peserta ujian skripsi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada tabel 3 di atas.

Jadwal Sudah Berhasil Dibentuk dengan 4 Kelompok Waktu Ujian untuk 10 Mahasiswa!

Kelompok Waktu Ujian Ke : 1

NIM	Nama Mahasiswa	Judul Skripsi
08.10.031.802.266	Suwarso	Aplikasi Sistem Seleksi Calon Mahasiswa Baru Berbasis Online pada STMIK-AMIK Riau
10.10.031.802.034	Andri Wahyudi	Membangun Sistem Informasi Parawisata Memanfaatkan E-Tourism Propinsi Riau
10.10.031.802.076	Didik Sudyana	Virtualisasi Server Dengan Perovox Untuk Pengoptimisasian Penggunaan Resource Server Pada UPT Teknologi Komunikasi Pendidikan
10.10.031.802.160	M. Khairul Anam	Sistem Pengelolaan Kegiatan dan Penelitian Hasil Praktek Mahasiswa (Studi Kasus di Laboratorium Komputer STMIK-AMIK Riau)

Gambar 10. Tampilan kelompok ujian ke – 1.

Kelompok Waktu Ujian Ke : 2

NIM	Nama Mahasiswa	Judul Skripsi
08.10.031.802.219	Rispi Rianto	Sistem Informasi keuangan berbasis web pada Madrasah Tsanawiyah Negri Pekanbaru
10.10.031.802.185	Muhammad Jamaris	Membangun Aplikasi Uji Kopelensi Berbasis Client Server Pada SMK Hasanah Pekanbaru
10.10.031.802.204	Nurdin	Sistem Informasi Aktifitas Kelompok Simpan Pinjam Pada Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat Mandiri di Kecamatan Penghajian Ketinci
10.10.031.802.320	William	Sistem Absensi Karyawan Dengan Control Rekam Image dan Scan Id Card

Kelompok Waktu Ujian Ke : 3

NIM	Nama Mahasiswa	Judul Skripsi
10.10.031.802.280	Tarya Liyanti	Implementasi Metode Profil Matching Dalam Seleksi Ahli Golongan Kepolisian Pada Kepolisian Daerah Riau

Kelompok Waktu Ujian Ke : 4

NIM	Nama Mahasiswa	Judul Skripsi
11.10.031.802.361	Toy Iman	Sistem Informasi Geografis untuk membantu mencari mesin ATM dengan Rute terdekat berbasis Web menggunakan Algoritma Dijkstra.

Gambar 11. Tampilan kelompok ujian ke – 2, 3, dan 4.

9. Simpulan

Berdasarkan hasil dan implementasi yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa teknik pewarnaan simpul graf dengan menggunakan algoritma Welch-powell dapat diterapkan untuk membentuk jadwal ujian skripsi di STMIK-AMIK Riau, sehingga sistem penjadwalan ujian skripsi yang dibentuk dapat menghasilkan jadwal ujian skripsi yang terhindar dari tumpang tindih waktu pelaksanaan.

10. Saran

Secara keseluruhan tujuan penelitian sudah tercapai, namun sistem ini belum dilengkapi dengan keamanan data dan keamanan sistem, sehingga penulis memberikan saran bagi peneliti berikutnya untuk membuat sistem keamanan sehingga dapat menyempurnakan sistem penjadwalan ujian skripsi di STMIK-AMIK Riau.

Referensi

- [1] Imelda Lumbantoruan “Perancangan Aplikasi Penjadwalan Bimbingan Belajar Dina Education Center Menggunakan Metode Welch-Powell.” Pelita Informatika Budi Darma Vol 7 No 2, Agustus 2014.
- [2] Agus Susiloputro, Rochmad, dan Alamsyah “ Penerapan Pewarnaan Graf Pada Penjadwalan Ujian Menggunakan Algoritma Welsh Powell” UNNES Journal of Mathematics, UJM, 2012.
- [3] Riwinoto, R. Yogo Kartono Isal “Simulasi Optimasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Di Kota Depok Dengan Menggunakan Pendekatan Greedy Berbasis Graf” Seminar Nasional Sistem dan Informatika 2010, Bali, November 2010.
- [4] Rahmat Januar Noor, Hasmawati dan Hendra “ Implementation of Sequent Algorithm in Coloring Vertex on Simple Graph.”, MANASIR Vol 1 No 1 Hal 19-22, 2013.
- [5] Rinaldi Munir “Matematika Diskrit Revisi Kelima” Bandung : Informatika, 2012.
- [6] Heni Jusuf “Pewarnaan Graph Pada Simpul Untuk Mendeteksi Konflik Penjadwalan Kuliah” Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009, 20 Juni 2009.
- [7] Ridwan Ardiyansah dan Darmaji “ Bilangan Kromatik Graf Hasil Amalgamasi Dua Buah Graf.” JURNAL SAINS DAN SENI POMITS Vol 2 No 1, 2013.
- [8] Dedi Masyoyo “Analisa Dan Implementasi Algoritma Priority Dispatching Dalam Penjadwalan Pembagian Ruang Ujian” Informasi dan Teknologi Ilmiah Vol 2 No 2, Februari 2014.
- [9] Setia Astuti “Penyusunan Jadwal Ujian Mata Kuliah Dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch Powell” Jurnal Dian Vol 11 No 1, Januari, 2011.