

PROSIDING RITEKTRA

MAKASSAR, 2 - 3 AGUSTUS 2018

<http://ritektra.uajm.ac.id>

ISBN 978-602-07094-7-6



Supported By:



Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan VIII

REKAYASA DAN INOVASI IPTEKS DALAM MEMBANGUN NEGARA MARITIM

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE 8
(RITEKTRA VIII) 2018**

REKAYASA DAN INOVASI IPTEKS DALAM MEMBANGUN NEGARA MARITIM



PERGURUAN TINGGI PENYELENGGARA SEMINAR



PERGURUAN TINGGI PELAKSANA



UNIVERSITAS ATMA JAYA MAKASSAR
Alamat: Jl. Tanjung Alang, No 23, Makassar
Telp. (0411)871038/871733, Fax. (0411)870294
Website: www.uajm.ac.id

**Diterbitkan Oleh:
Fakultas Teknik
Unika Atma Jaya Jakarta, Jakarta Pusat**

SUSUNAN DEWAN REDAKSI
SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE 8
(RITEKTRA VIII) 2018

Diseminarkan pada tanggal 02 Agustus 2018, di Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar

Pelindung	:Rektor Universitas Atma Jaya Makassar
Pengarah	:Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Makassar
Ketua Panitia	:Ir. Yuada Rumengan,M.T.
Sekretaris	:Erick Alfons Lisangan,S.T.,M.Sc.
Kesekretariatan	:Simon Patabang,S.T.,M.T. Elisabeth,S.Kom,M.SI. Markus Reken
Seksi Acara	:Yudith Helene Mustakim,S.T.,M.T.
Editor dan Penata Letak	: Simon Patabang,S.T.,M.T.
Desain Sampul	: Elisabeth,S.Kom,M.SI.

Penelaah/Reviewer:

1. Dr. Ir. Iswanjono, M.T. (Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)
2. Lianly Rompis, S.T., M.ITS (Universitas De La Salle Manado)
3. Bernadeta Wuri Harini, MT (Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)
4. Jeremias Leda, S.T., M.Sc. (Universitas Atma Jaya Makassar)
5. Ir. Kinley Aritonang, Msie., Ph. D. (Universitas Parahyangan Bandung)
6. Ronald Rachmadai, S.T., M.T. (Universitas De La Salle Manado)
7. Dr. Melani Adrian (Universitas De La Salle Manado)
8. Debby Paseru, S.T., MMSI., M.Ed (Universitas De La Salle Manado)
9. Immanuella Saputro, S.Si., M.T. (Universitas De La Salle Manado)
10. N. Tri Suswanto Saptadi, S.Kom, M.M., M.T. (Universitas Atma Jaya Makassar)
11. Adi Chandra Syarif, M.Sc. (Universitas Atma Jaya Makassar)
12. Dr. Muhammad Dani Supardan, S.T., M.T. (Universitas Syiah Kuala)
13. I Gusti Ketut Puja, M.T. (Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)
14. Jeri T Siang, S.T., M.T. (Universitas Atma Jaya Makassar)
15. Tri Basuki Joewono, S.T., M.T., Ph.D. (Universitas Parahyangan Bandung)
16. Dr. Ir. Firdaus Chaeruddin, M.S. (Universitas Atma Jaya Makassar)
17. Richard Frans, S.T., M.T. (Universitas Atma Jaya Makassar)

Tema Seminar:

**REKAYASA DAN INOVASI IPTEKS DALAM MEMBANGUN NEGARA
MARITIM**

ISBN 978-602-97094-7-6

© Agustus 2018

Diterbitkan Oleh:

Fakultas Teknik

Universitas Katolik Atma Jaya Jakarta

DAFTAR ISI

SAMPUL JUDUL	i
SUSUNAN DEWAN REDAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
SAMBUTAN KETUA PANITIA RITEKTRA 8	iv
SUSUNAN ACARA RITEKTRA 8	v
JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T1	
Konsentrasi: Teknik Sipil dan Arsitektur	vi
JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T2	
Konsentrasi: Teknik Sipil dan Arsitektur	vii
JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T3	
Konsentrasi: Teknik Mesin dan Teknik Industri.....	viii
JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T4	
Konsentrasi: Teknik Elektro	ix
JADWAL SESI PARALEL RUANGAN T5	
Konsentrasi: Informatika.....	x
JADWAL SESI PARALEL RUANGAN RB	
Konsentrasi: Sains dan Teknologi, Teknik Mesin, Teknik Industri	xi
DAFTAR ISI	xii

KEYNOTES SPEAKERS

**REMOVAL OF HAZARDOUS SUBSTANCES FROM WATER AND
WASTEWATER USING POLYMET BASED NANOCOMPOSITE AS
ADSORBENT**

Felicia Edi Soetaredjo KS-1

**INNOVATION, SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR SUSTAINABLE CONSTRUCTION IN A DEVELOPING
MARITIME COUNTRY**

Emilia.L.C. van Egmond KS-7

POWER QUALITY IN MODERN HEALTH FACILITY

Rusdy Hartungi KS-26

KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK SIPIL (TS)

- PENGUNAAN ABU SERABUT KELAPA DENGAN PEMBAKARAN 8000 DAN 10000 CELCIUS SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN PADA BETON**
Ade Lisantono dan Jap Yovita Natalie TS-1
- PEMODELAN DEMAND PENUMPANG DI BANDAR UDARA FRANS SEDA MAUMERE**
J.Dwijoko Anusanto dan Alfrendo Satriawan Kabupung TS-7
- KEBIJAKAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PADA KONTRAKTOR DI DKI JAKARTA**
Harijanto Setiawan dan Primawardani TS-13
- CRITICAL SUCCESS FACTORS (CSF) HUBUNGAN KERJA SAMA ANTARA KONTRAKTOR DENGAN PEMASOK PROYEK KONSTRUKSI: PENDEKATAN KAJIAN LITERATUR**
Heru Utama TS-21
- FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KONTRAKTOR MENGADOPSI TEKNOLOGI BETON PRACETAK**
Jaka Aditya Rama Pranajaya TS-31
- PENGARUH SERBUK BATU KAPUR SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON**
Nelwan Rante Tondok, Jonie Tanijaya, dan Hendry Tanoto Kalangi TS-41
- PERILAKU GESER TANAH YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR - ABU SEKAM PADI DAN TULANGAN SERAT POLYESTER**
Hendra Suryadharma dan John Tri Hatmoko TS-48
- PERUBAHAN PERILAKU GESER TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN SEMEN OLEH PENGARUH TEMPERATUR PEMERAMAN**
John Tri Hatmoko dan Hendra Suryadharma TS-58
- APLIKASI VEKTOR BEBAN PENENTU LOKASI KERUSAKAN PADA STRUKTUR PLANE STRESS**
Richard Frans dan Yoyong Arfiadi TS-68
- ANALISA FAKTOR PENGARUH TENAGA KERJA TERHADAP PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PASANGAN DINDING BATAKO**
Sebastianus B. Henong, Elias G Kilok , dan Agustinus H. Pattiraja TS-76
- IMPLEMENTASI KONSTRUKSI BERKELANJUTAN PADA PENANGANAN BANGUNAN PASCA KEBAKARAN DENGAN FIBER REINFORCED POLYMER (FRP) DAN JACKETING (Studi Kasus Pada Pasar 'X' Semarang)**
Stefanus Erik Susanto, Ivan Hidayat, Hermawan, David Widiyanto, dan Albertus Kriswandhono TS-83
- INISIASI KONSTRUKSI HIJAU UNTUK PROYEK GEDUNG DI INDONESIA**
Wulfram I. Ervianto TS-92

KAJIAN KECUKUPAN INFRASTRUKTUR PARIWISATA DI TORAJA PROVINSI SULAWESI SELATAN Peter F Kaming dan Fritswel Ratmadi Payung	TS-98
IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH DALAM ESTIMASI BIAYA TIDAK LANGSUNG PROYEK KONSTRUKSI Marinus Linggi Kala' Lino	TS-108
PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR PADA PENINGKATAN KUAT TEKAN BATA TANAH LIAT KAPUR PRESS Kristiana Bebbe dan Richardus Daton	TS-116
REDUKSI UKURAN MODEL UNTUK ANALISIS DINAMIK DENGAN CARA KONDENSASI DINAMIK Yoyong Arfiadi dan Richard Frans	TS-123
PENGARUH LINGKUNGAN KERJA DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA TERHADAP PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA Gerald Winardi, Yuada Rumengan, dan Yudith Helene Mustakim	TS-133
PROGRAM SIMULASI WUFI-2D UNTUK PENGGAMBARAN TRANSPORT PANAS PADA BANGUNAN GEDUNG (Studi Kasus Gedung Thomas Aquinas Unika Soegijapranata Semarang) L.M.F. Purwanto	TS-141
<u>KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK ARSITEKTUR (TA)</u>	
PERANCANGAN PERMUKIMAN PADAT PENDUDUK PINGGIR SUNGAI DENGAN PENDEKATAN SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS DI SRENGSENG JAKARTA BARAT,INDONESIA Yanita Mila Ardiani, Noegroho, dan Carolina	TA-1
ANALISIS PROFIL LULUSAN ARSITEKTUR Suzzana Winda Artha Mustika, Yohanes Dicka Pratama, dan R. Kristoforus Jawa Bendi	TA-10
VISUALISASI DATA MEDIA SOSIAL UNTUK MEMBANGUN PETA PENGUNAAN RUANG KOTA Sushardjanti Felasari dan M. Sani Roychansyah	TA-22
KEBERLANJUTAN DAN PERUBAHAN” ORIENTASI PERMUKIMAN KAJIAN FENOMENA PERMUKIMAN AIRMATA DI BANTARAN KALI KACA KOTA KUPANG Reginaldo Christophori Lake	TA-28
HARMONISASI PENGEMBANGAN KAMPONG ORGANIK BERBASIS KOMUNITAS DI KOTA YOGYAKARTA Paulus Bawole, Haryati B Sutanto, dan Winarna	TA-37
KONSEP ”AMONG TANI DAGANG LAYAR” TATA RUANG WILAYAH DIY DAN PEMBANGUNAN KAWASAN WISATA BAHARI Amos Setiadi	TA-43

KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK MESIN (TM)

KAJIAN PEMBEBANAN STATIS PADA DESAIN PURWARUPA SASIS MOBIL LISTRIK DRIYARKARA BERBASIS APLIKASI ELEMEN HINGGA

Achilleus Hermawan Astyanto, Yana Resti Yanto, Stephanus Debby, Adolf Baskoro Wisnu Aji, dan Freddy Saputra Romanti TM-1

CONCEPTUAL DESIGN OF HIGH SPEED CRAFT FOR ENSURING SAFETY OF LIFE AT SEA AND HAZARDOUS COLLISION

Fred Wenehenubun TM-8

ANALYTICAL STUDY ON THE ILLUMINATION OF OFFICE TO SUPPORT HEALTHY WORKING SPACES

Fred Wenehenubun TM-17

PENGUJIAN PROKSIMASI LIMBAH KULIT BIJI JAMBU MENTE HASIL PIROLISIS

Inong Oskar, Andi Erwin Eka Putra, dan Effendy Arif TM-28

RANCANG BANGUN PEMBUAT BENANG PLA

Djoko Setyanto, Marten Darmawan, dan Charvin Chandra TM-32

KARAKTERISTIK TEKANAN PADA BADAN RAMPUMP DENGAN VARIASI SAMBUNGAN-T

Juanda Saroha Sihotang dan Dwiseno Wihadi TM-39

INVESTIGASI MIKROSTRUKTUR DARI BAJA YANG DISAMBUNGAN SECARA DIFFUSI ISOSTATIS

Widodo Widjaja Basuki TM-45

KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRO (TE)

RANCANG BANGUN MESIN PENGERING BUAH PINANG TENAGA SURYA HYBRID HEMAT ENERGI

Andrew Joewono, Julius Mulyono, Fian Agustino W, Laurentius Nico W, dan Ahmad Hasan K TE-1

RANCANG BANGUN MESIN PENGGORENG KERUPUK SINGKONG OTOMATIS-HEMAT ENERGI

Andrew Joewono, Fian Agustino W, Laurentius Nico W, Ahmad Hasan K, dan Dewi Wulandari TE-8

RANCANG BANGUN SISTEM TENAGA SURYA DENGAN BATTERY CHARGE CONTROLLER HYBRID

Andrew Joewono, Rasional Sitepu, Peter R Angka, dan Andrian T TE-21

RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK OTOMATIS

Andrew Pranata, Melisa Mulyadi, dan Harlianto Tanudjaja TE-31

MONITOR SISA CAIRAN INFUS INTRAVENA DENGAN PENIMBANGAN BERAT

Hartono Pranjoto, Lanny Agustine, Yesiana D. W. Werdani, Diana Lestariningsih, dan B. Brian Teja Pahar TE-39

SISTEM PENGENDALI LEVEL AIR DENGAN ALGORITMA PROPORTIONAL, INTEGRAL, DERRIVATIVE BERBASIS SUPERVISORY, CONTROL, AND DATA ACQUISITION Brian Wijaya dan Melisa Mulyadi	TE-48
STUDI ALIRAN DAYA PADA SISTEM KELISTRIKAN SULAWESI SELATAN Jeremias Leda dan Simon Patabang	TE-57
PEMBELAJARAN SCADA BAGI MAHASISWA TEKNIK ELEKTRO UNTUK MENJAWAB TANTANGAN DAN PELUANG REVOLUSI INDUSTRI 4.0 Th. Prima Ari Setiyani dan Martanto	TE-71
UPLINK PADA NON ORTHOGONAL MULTIPLE ACCESS Renaldo Liojaya dan Theresia Ghozali	TE-80
SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH DENGAN RFID BERBASIS WIRELESS ESP8266 Ryan Laksmana Singgeta, Pinrolinvic D.K. Manembu, dan Mark D. Rembet	TE-87
PENERAPAN FUZZY C-MEAN UNTUK PEMETAAN PRESTASI AKADEMIK MAHASISWA BERDASARKAN TEST POTENSI AKADEMIK PADA PENERIMAAN CALON MAHASISWA Tjendro, Vincent Suhartono, dan Romi Satrio Wahono	TE-97
PENGAMATAN BADAI CUACA UNTUK MENDUKUNG AKTIVITAS PELUNCURAN SATELIT Wayan Suparta	TE-105
UNJUK KERJA KECEPATAN EKSEKUSI PADA DEEP CONVOLUTIONAL NETWORK Wiwien Widyastuti dan Budi Darmawan	TE-112
ANALISIS TAHANAN KONTAK PERMUKAAN PADA PENGHANTAR TEMBAGA DAN TEMBAGA BERLAPIS TIMAH Syahir Mahmud dan Limbran Sampebatu	TE-117

KELOMPOK KONSENTRASI TEKNIK INDUSTRI (TI)

SISTEM ANTRIAN KANTOR PAJAK DENGAN MODEL SIMULASI (STUDI KASUS JALAN KAPTEN A. RIVAI) Achmad Alfian	TI-1
ANALISIS KECACATAN PRODUK WALL TILE PADA PT. MULIA KERAMIK INDAHRAJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN KUALITAS Chendrasari Wahyu Oktavia, Riana Magdalena, dan Jessica Ardelia Gotama	TI-14
PENGGUNAAN METODE KANO UNTUK MANGANALISIS KUALITAS LAYANAN BOOKING HOTEL MELALUI TRAVELOKA Wibawa Prasetya dan Debby Karini	TI-25

OPTIMASI KUAT TEKAN PAVING BLOCK DENGAN METODE RESPONSE SURFACE (STUDI KASUS : DI UD. X) Riky Yudha Pratama, Luh Juni Asrini, dan Martinus Edy Sianto	TI-34
PENERAPAN METODE SUBSTITUSI METRIS PADA FISIKA PEMUAIAN DENGAN TEMPERATUR DINAMIS SEKITAR NILAI TERTENTU Stephanus Ivan Goenawan	TI-44
PENERAPAN STRATEGI PERAWATAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) PADA MESIN CONVERSION (STUDI KASUS PT. XYZ) Liberty Sopaheluwakan, Hadi Santosa, dan Ivan Gunawan	TI-49
EVALUASI DAN PERBAIKAN SISTEM PELAYANAN LOKET BADAN PENYELENGGARA JAMINAN SOSIAL (BPJS) CABANG SURABAYA MENGGUNAKAN SIMULASI Agatha Nusamaris Keban, Ig. Jaka Mulyana, dan Luh Juni Asrini	TI-59
USULAN PENGUKURAN PRODUKTIVITAS DENGAN METODE OBJECTIVE MATRIX PADA PT. XYZ Riana Magdalena, Wibawa Prasetya, dan Steffi Ratnadewi	TI-65
PERANCANGAN ALAT BANTU UNTUK MENGANGKUT KACANG KEDELAI (STUDI KASUS DI CV. Z) Luizinho Antonio Ximenes Moreira, Julius Mulyono, dan Hadi Santosa	TI-73
<u>KELOMPOK KONSENTRASI INFORMATIKA (IK)</u>	
IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEANS DAN J48 DALAM MENGIDENTIFIKASI DIABETES INSIPIDUS PADA USIA PRODUKTIF: MAHASISWA Apriandy Angdresey dan Jeniver Matruty	IK-1
PENGELOMPOKAN TINGKAT KRIMINALITAS DI KOTA YOGYAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN METODE CLUSTERING Eduardus Hardika Sandy Atmaja	IK-7
APLIKASI PENENTUAN JALUR TERDEKAT KE LOKASI ATM MENGGUNAKAN ALGORITMA DIJKSTRA Gledys F Sigarlaki, Debby Paseru, dan Thomas Suwanto	IK-16
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN PASAR TRADISIONAL DI KOTA KUPANG BERBASIS WEB Jetri Nabuasa dan Natalia Magdalena R. Mamulak	IK-24
PENGGUNAAN FUNGSI HEURISTIK SEDERHANA PADA NON-PLAYER CHARACTER PERMAINAN LUDO R. Kristoforus Jawa Bendi dan Amelia Sibagariang	IK-31

IMPLEMENTASI MODEL GAMIFIKASI DENGAN MDA FRAMEWORK PADA APLIKASI PENGELOLAAN MATA KULIAH Michael George Sumampouw	IK-42
PERBANDINGAN METODE NEWTON-RAPHSON MODIFIKASI DAN METODE SECANT MODIFIKASI DALAM PENENTUAN AKAR PERSAMAAN Patrisius Batarius	IK-53
RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION DENGAN AKSES MULTI-LEVEL BERBASIS WEB Pinrolinvic Manembu dan Debby Paseru	IK-64
REKOMENDASI MAKANAN DENGAN PENDEKATAN TECHNIQUE FOR ORDER PERFORMANCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS) Robertus Adi Nugroho	IK-72
PENERAPAN TEKNIK PEWARNAAN SIMPUL GRAF PADA PERMASALAHAN PENJADWALAN KULIAH Theresia Sunarni, R. Kristoforus Jawa Bendi, dan Achmad Alfian	IK-83
APLIKASI WEB GAMIFIKASI MATA KULIAH Escobar Sumampouw, Thomas Suwanto, dan Rinaldi Munir	IK-92
DEVELOP SMART CITY GOVERNANCE THROUGH SOCIETY PERCEPTION CHANGE BASED ON GOOGLE FORM APPLICATION N. Tri Suswanto Saptadi dan Ferdinandus Sampe	IK-101
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN PROGRAM STUDI DI UNIVERSITAS KATOLIK DE LA SALLE MANADO MENGUNAKAN METODE AHP Vivie Deyby Kumenap	IK-111
 <u>KELOMPOK KONSENTRASI SAINS DAN TEKNOLOGI</u>	
NANO ADSORBEN DARI BIOPOLIMER SELULOSA SEBAGAI PENYERAP TEMBAGA DALAM AIR Shella Permatasari Santoso	ST-1
PENGEMBANGAN MODEL VERTICAL CONSTRUCTED WETLAND SEBAGAI ALTERNATIF SISTEM PENGOLAHAN LIMBAH DOMESTIK PERMUKIMAN KAMPUNG KOTA Haryati Sutanto dan Paulus Bawole	ST-8
ANALISIS DATA KETAHANAN HIDUP DENGAN MODEL REGRESI COX PROPORSIONAL HAZARDS Etri Amiani dan Ig. Aris Dwiatmoko	ST-17
PENYELESAIAN MASALAH PENGEPAKAN BARANG DENGAN ALGORITMA GENETIKA Christina Eka Septyaningsih dan Hartono	ST-25

**PIROLISIS PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR KENDARAAN
BERMOTOR**

Setiyadi Celerina dan Ronny A

ST-35

**SIMULASI NUMERIS GELOMBANG PERIODIK DI PANTAI
BERTOPOGRAFI MIRING MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK
ANUGA**

Sudi Mungkasi

ST-41

PENERAPAN TEKNIK PEWARNAAN SIMPUL GRAF PADA PERMASALAHAN PENJADWALAN KULIAH

Theresia Sunarni¹, R. Kristoforus Jawa Bendi², Achmad Alfian³

^{1,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Katolik Musi Charitas
Jalan Bangau No. 60, Palembang 30113
Telp. (0711)366326

² Program Studi Informatika, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Katolik Musi Charitas
Jl. Bangau No.60, Palembang 30113

E-mail: t_sunarni@ukmc.ac.id, kristojb@ukmc.ac.id, a_alfian@ukmc.ac.id

ABSTRAK

Penjadwalan perkuliahan merupakan suatu cara mengalokasikan mahasiswa yang mengambil mata kuliah, dosen yang mengampu mata kuliah, dan ruang yang digunakan untuk perkuliahan pada slot waktu yang tersedia. Permasalahan yang kerap muncul dalam proses penjadwalan perkuliahan adalah terjadinya bentrok mata kuliah karena dosen atau mahasiswa dengan semester yang sama dijadwalkan pada slot waktu yang sama, dan terjadi pelanggaran dalam penjadwalan terhadap permintaan dosen untuk tidak dijadwalkan pada slot waktu tertentu. Untuk itu, penjadwalan mata kuliah perlu diperbaiki untuk mengoptimalkan sumberdaya yang ada. Teknik pewarnaan simpul graf dengan algoritma Welsh Powell dipilih sebagai metode penjadwalan dalam penelitian ini. Dengan teknik pewarnaan graf setiap kejadian akan dihitung derajat keterhubungannya dengan kejadian lain dan kemudian diberikan warna tertentu berdasarkan urutan derajatnya. Setelah itu setiap kejadian akan ditempatkan secara sekuensial ke dalam periode waktu berdasarkan prioritas batasan yang dibuat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pewarnaan menjadi dasar dalam pengalokasian slot waktu dan ruang dalam proses penjadwalan. Pada penelitian ini proses tersebut dibuat 2 skenario dengan perbedaan sesi yang tersedia, ruang yang tersedia, dan hari yang tersedia. Dari kedua skenario tersebut menunjukkan bahwa dengan skenario 3 slot waktu, 2 ruang, dan 6 hari mendapatkan hasil yang optimal dimana pelanggaran constraint terjadi paling sedikit.

Kata Kunci: penjadwalan kuliah, pewarnaan graf, algoritma welsch-powell

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

University Timetable Problem (UTP) telah menjadi salah satu topik penelitian yang telah banyak dilakukan (Dewi, 2010; Hiryanto & Thio, 2011; Lumbantoruan, 2014). Jat & Yang (2008) menyebutkan bahwa UTP sebagai persoalan alokasi yang bersifat multidimensi, di mana mahasiswa dan dosen dialokasikan dalam mata kuliah, kelas-kelas mata kuliah dan preferensi waktu (baik dosen maupun mahasiswa) dialokasikan dalam ruang (*classrooms*) dan slot waktu (*timeslots*). UTP merupakan jenis permasalahan alokasi waktu yang diselesaikan dengan mengevaluasi batasan-batasan yang diberikan.

Penjadwalan perkuliahan merupakan kegiatan rutin yang dilakukan setiap semester pada sebuah perguruan tinggi. Penjadwalan perkuliahan merupakan suatu cara mengalokasikan mahasiswa yang mengambil mata kuliah, dosen yang mengampu mata kuliah, dan ruang yang digunakan untuk perkuliahan pada slot waktu yang tersedia. Kegiatan perkuliahan dilakukan dengan mempertimbangkan jumlah dosen dan ruang kelas dan slot waktu yang tersedia.

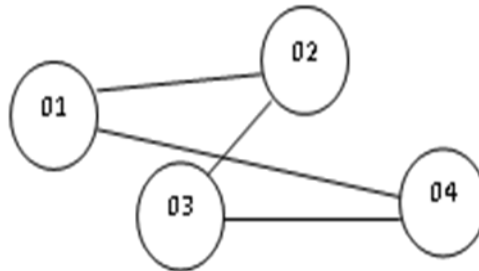
Sering kali pada proses penyusunan jadwal perkuliahan terjadi konflik atau bentrok antar mata kuliah, dosen, atau ruang kuliah pada suatu slot waktu tertentu. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: (a) seorang dosen mengampu beberapa mata kuliah yang berbeda, (b) penggunaan ruangan yang sama untuk mata kuliah yang berbeda, (c) keterbatasan jumlah ruang kuliah yang tersedia, (d) kebutuhan ruangan tertentu (khusus) untuk beberapa mata kuliah, dan (e) permintaan dosen yang bersangkutan untuk tidak mengajar pada slot waktu tertentu. Penyusunan jadwal perkuliahan pada program studi Informatika dan program studi Sistem Informasi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Katolik Musi Charitas (FST UKMC) juga masih menghadapi kendala terjadinya bentrok dan belum terpenuhinya permintaan dosen untuk tidak dijadwalkan pada slot waktu tertentu. Penyusunan jadwal yang dilakukan dengan menempatkan mata kuliah tertentu pada suatu ruang dan slot waktu tertentu, selanjutnya untuk mata kuliah yang lain dengan mencari slot-slot waktu yang masih kosong. Penjadwalan yang dilakukan dengan cara coba-coba seperti ini tentunya akan menyulitkan dan membutuhkan waktu yang lama karena harus melakukan perbaikan berulang kali.

1.2 Tinjauan Pustaka

Terdapat berbagai metode penjadwalan yang telah dikembangkan sebelumnya. Burke & Sanja (2002) menyebutkan setidaknya ada empat kelompok metode yang telah digunakan dalam berbagai penelitian, antara lain metode sekuensial, metode klaster, metode berbasis konstrain, dan meta-heuristik. Salah satu metode yang sering digunakan untuk permasalahan penjadwalan kuliah adalah metode pewarnaan graf. Teknik ini termasuk dalam kelompok metode sekuensial.

Pewarnaan graf menempatkan kejadian setiap kejadian secara sekuensial ke dalam periode waktu yang valid sedemikian sehingga tidak ada konflik antar kejadian. Teknik ini menggunakan representasi graf, dimana kejadian direpresentasikan sebagai verteks dan konflik direpresentasikan sebagai jalur/simpul (Burke & Petrovic, 2002). Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan algoritma yang sering digunakan dalam pewarnaan graf adalah algoritma *Welch-Powell* (Astuti, 2011; Bozyer et al, 2011; Cauvery, 2011; Dandashi & Al-Mouhamed, 2010; Hiryanto & Thio, 2011; Susiloputro et al, 2012; Qu et al, 2009, Tasari 2012).

Graf (*graph*) adalah struktur diskrit yang terdiri dari simpul (*vertex*) dan sisi (*edge*), atau dengan kata lain, graf adalah pasangan himpunan (V,E) dengan V adalah himpunan tidak kosong dari vertex dan E adalah himpunan sisi yang menghubungkan sepasang simpul dalam graf tersebut. Gambar 1 merupakan contoh penggambaran simpul, sisi dan perhitungan derajat. Pada gambar 1 ditunjukkan ada 4 mata kuliah (01, 02, 03, dan 04) dengan garis penghubung (sisi) antar mata kuliah yang menunjukkan adanya kesamaan dosen pengampu dan semester. Derajat simpul dihitung berdasarkan jumlah sisi yang dimiliki sebuah simpul. Besarnya derajat simpul 01 adalah 2, simpul 02 adalah 3, simpul 03 adalah 2, dan simpul 04 adalah 3.



Gambar 1. Judul Gambar, juga menggunakan *sentence case* (huruf awalnya besar)

Dalam teori graf dikenal istilah pewarnaan graf (*graph coloring*), yaitu sebuah metode untuk memberi label pada sebuah graf. Label tersebut bisa diberi pada simpul, sisi maupun wilayah (*region*) (Astuti, 2011). Pewarnaan simpul dari sebuah graf adalah memberi warna pada simpul-simpul suatu graf sedemikian sehingga tidak ada dua simpul bertetangga yang memiliki warna yang sama. Kita dapat memberikan sembarang warna pada simpul-simpul asalkan berbeda dengan simpul-simpul tetangganya.

Algoritma *welch powell* merupakan salah satu algoritma pewarnaan graf yang melakukan pewarnaan berdasarkan derajat tertinggi dari simpul-simpulnya, disebut *Largest Degree Ordering* (LDO). Algoritma *welch powell* dapat digunakan untuk mewarnai sebuah graf G secara efisien dan praktis, walaupun tidak selalu memberikan jumlah warna minimum yang diperlukan untuk mewarnai G . Adapun tahapan pewarnaan dengan algoritma *welch powell* adalah sebagai berikut:

- 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 berurutan) yang tidak bertetangga dengan simpul pertama ini.
- 3) Mulai lagi dengan simpul berderajat tertinggi berikutnya di dalam daftar terurut yang belum diwarnai dan ulangi proses pewarnaan simpul dengan menggunakan warna kedua.
- 4) Ulangi penggunaan warna-warna sampai semua simpul telah diwarnai.

1.3 Metodologi Penelitian

Tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah (1) pengumpulan dan kodifikasi data, (2) proses pewarnaan graf, (3) pengalokasian slot waktu, dan (4) analisis optimasi. Tahapan dalam penjadwalan dimulai mengumpulkan dan melakukan kodifikasi data. Pada tahap berikut, dilakukan identifikasi hubungan antar verteks dalam hal ini mata kuliah, berdasarkan kesamaan dosen pengampu, program studi dan semester. Hubungan yang terbentuk menjadi dasar dalam penghitungan derajat mata kuliah yang digunakan dalam pewarnaan graf. Berikutnya hasil pewarnaan graf menjadi dasar dalam pengalokasian slot waktu dan ruang pada jadwal. Pengalokasian dilakukan

dengan memperhatikan constraints yang telah ditetapkan. Pada tahap ini, proses pengalokasian dilakukan dalam dua skenario. Langkah terakhir adalah membandingkan hasil pengalokasian berdasarkan skenario yang telah ditetapkan untuk melihat hasil yang paling optimal.

2. PEMBAHASAN

2.1 Pengumpulan dan Kodifikasi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data perkuliahan semester ganjil 2016/2017 pada program studi Informatika dan program studi Sistem Informasi, Universitas Katolik Musi Charitas (Tabel 2). Terdapat 39 mata kuliah dengan 18 dosen pengampu. Total sks untuk seluruh mata kuliah adalah 112 sks atau 56 sesi kuliah, dimana pada setiap sesi kuliah akan dilaksanakan sebanyak 2 sks. Total mata kuliah yang menggunakan laboratorium sebanyak 48 sks atau dibutuhkan 24 sesi yang harus dilaksanakan di laboratorium (Tabel 2). Terdapat 4 laboratoium yang digunakan. Sisanya sebanyak 32 sesi kuliah dilaksanakan di ruang kuliah. Ruang kuliah yang tersedia sebanyak 3 ruang.

Untuk memudahkan proses pengolahan data, pertama-tama dilakukan kodifikasi data. Setiap data akan direpresentasikan secara numerik berdasarkan ketentuan yang diberikan (Tabel 1).

Tabel 1. Representasi Kodifikasi Data

<i>Representasi Kriteria</i>	<i>Kode</i>	<i>Kode</i>
Mata Kuliah	1 sampai 39	setiap mata kuliah direpresentasikan dengan sebuah nomor. Misalnya MK001 akan diberi kode 1, demikian seterusnya
Dosen	1 sampai 18	setiap dosen direpresentasikan dengan sebuah angka. Misalnya dosen D001 akan diberi kode 1, demikian seterusnya
sks	2 atau 4	2 = mata kuliah dengan beban 2 sks, 4 = mata kuliah dengan beban 4 sks
program studi	1 sampai 3	1 = program studi Informatika (IF), 2 = program studi Sistem Informasi (SI), 3 = kelas gabungan program studi IF dan SI
semester	1 sampai 8	1 = semester 1, 2 = semester 2, demikian seterusnya

Tabel 2. Data penelitian

No	Mata Kuliah	Kode Mata Kuliah	Dosen	Kode Dosen	Program Studi	Prodi	SKS	Semester	Kode Simpul
1	MK001	1	D007	7	SI	2	4	1	01/07/2/4/1
2	MK002	2	D008	8	IF/SI	3	2	3	02/08/3/2/3
3	MK003	3	D013	13	SI	2	4	5	03/13/2/4/5
4	MK004	4	D013	13	IF	1	4	5	04/13/1/4/5
5	MK005	5	D014	14	IF	1	4	7	05/14/1/4/7
6	MK006	6	D010	10	IF/SI	3	2	7	06/10/3/2/7
7	MK007	7	D001	1	IF/SI	3	2	7	07/01/3/2/7
8	MK008	8	D009	9	IF	1	4	5	08/09/1/4/5
9	MK009	9	D007	7	IF	1	4	5	09/07/1/4/5
10	MK010	10	D005	5	SI	2	2	3	10/05/2/2/3
11	MK011	11	D016	6	IF	1	4	3	11/16/1/4/3
12	MK012	12	D002	2	SI	2	2	5	12/02/2/2/5
13	MK013	13	D010	10	SI	2	2	6	13/10/2/2/6
14	MK014	14	D010	10	SI	2	4	1	14/10/2/4/1
15	MK015	15	D014	14	SI	2	2	6	15/14/2/2/6
16	MK016	16	D007	7	IF	1	4	8	16/07/1/4/8
17	MK017	17	D011	11	SI	2	4	5	17/11/2/4/5
18	MK018	18	D011	11	IF	1	4	5	18/11/1/4/5
19	MK019	19	D006	6	SI	2	2	3	19/06/2/2/3
20	MK020	20	D006	6	IF	1	2	3	20/06/1/2/3
21	MK021	21	D006	6	IF/SI	3	2	3	21/06/3/2/3
22	MK022	22	D017	17	IF/SI	3	2	3	22/17/3/2/3
23	MK023	23	D003	3	SI	2	2	1	23/03/2/2/1
24	MK024	24	D015	15	SI	2	4	1	24/15/2/4/1
25	MK025	25	D010	10	SI	2	2	1	25/10/2/2/1
26	MK026	26	D002	2	SI	2	2	5	26/02/2/2/5
27	MK027	27	D009	9	SI	2	2	7	27/09/2/2/7
28	MK028	28	D010	10	SI	2	2	3	28/10/2/2/3
29	MK029	29	D004	4	IF	1	4	5	29/04/1/4/5
30	MK030	30	D002	2	SI	2	4	5	30/02/2/4/5

No	Mata Kuliah	Kode Mata Kuliah	Dosen	Kode Dosen	Program Studi	Prodi	SKS	Semester	Kode Simpul
31	MK031	31	D014	14	IF	1	2	6	31/14/1/2/6
32	MK032	32	D018	18	SI	2	2	5	32/18/2/2/5
33	MK033	33	D002	2	SI	2	2	7	33/02/2/2/7
34	MK034	34	D010	10	SI	2	2	3	34/10/2/2/3
35	MK035	35	D015	15	IF	1	2	3	35/15/1/2/3
36	MK036	36	D005	5	SI	2	4	3	36/05/2/4/3
37	MK037	37	D016	16	IF	1	4	3	37/16/1/4/3
38	MK038	38	D009	9	IF/SI	3	2	3	38/09/3/2/3
39	MK039	39	D012	12	SI	2	4	1	39/12/2/4/1
							112		

2.2 Proses Pewarnaan Graf

Setelah kodifikasi data dilakukan, tahap berikutnya adalah melakukan pewarnaan graf. Dalam hal ini, mata kuliah adalah simpul (vertex) dari graf, sedangkan dosen, prodi dan semester menjadi sisi (edge) yang menghubungkan satu simpul dengan simpul lainnya. Setiap mata kuliah yang diampu oleh dosen yang sama dianggap memiliki sisi yang berhubungan. Demikian juga jika mata kuliah tersebut berada dalam satu prodi dan semester yang sama akan dianggap memiliki sisi yang berhubungan.

Tahap pertama dalam pewarnaan graf adalah menghitung banyaknya sisi atau derajat dari setiap simpul. Sebagai contoh, MK001 akan memiliki sisi yang terhubung ke MK009 dan MK016 karena diampu oleh dosen yang sama yaitu D007. MK001 juga akan memiliki sisi yang terhubung dengan MK023, MK024, MK025 dan MK039 karena kelima mata kuliah tersebut berada dalam satu program studi (SI) pada semester yang sama (semester 1). Selain itu MK001 juga akan terhubung dengan MK006, MK007, MK014, dan MK015 karena keempat mata kuliah tersebut merupakan mata kuliah gabungan IF dan SI. Dengan demikian MK001 akan memiliki 10 sisi yang terhubung ke simpul lain atau diberi nilai derajat = 7. Contoh lainnya, MK002 merupakan mata kuliah gabungan prodi IF dan prodi SI pada semester 3. Dengan demikian MK002 akan terhubung mata kuliah MK001, MK010, MK018, MK019, serta mata kuliah gabungan IF/SI (MK006, MK007, MK014, MK015). Dengan demikian MK002 akan memiliki nilai derajat = 8.

Tabel 3. Derajat dan Warna Simpul

No	Mata Kuliah	Jumlah edge yang terbentuk karena kesamaan Dosen	Jumlah edge yang terbentuk karena kesamaan Prodi dan semester	Derajat	Warna	Urutan pengisian slot
1	MK001	2	8	10	5	21
2	MK002	0	8	8	5	7
3	MK003	1	4	5	8	37
4	MK004	1	5	6	5	6
5	MK005	2	5	7	5	10
6	MK006	5	12	17	1	1
7	MK007	0	12	12	4	4
8	MK008	2	1	3	5	22
9	MK009	2	5	7	5	20
10	MK010	2	8	10	5	16
11	MK011	1	5	6	5	12
12	MK012	3	5	8	5	14
13	MK013	5	7	12	5	24
14	MK014	5	12	17	2	2
15	MK015	2	12	14	3	3
16	MK016	2	3	5	5	19
17	MK017	1	5	6	5	9
18	MK018	1	8	9	5	8
19	MK019	2	8	10	5	18
20	MK020	2	4	6	6	33
21	MK021	2	4	6	6	30
22	MK022	0	7	7	6	25
23	MK023	0	7	7	6	28
24	MK024	1	7	8	6	26
25	MK025	5	3	8	7	36
26	MK026	3	5	8	5	15
27	MK027	2	2	4	6	32
28	MK028	5	5	10	6	34
29	MK029	0	5	5	5	5

30	MK030	3	4	7	6	35
31	MK031	2	1	3	5	10
32	MK032	0	4	4	6	29
33	MK033	3	0	3	6	31
34	MK034	5	0	5	9	38
35	MK035	1	4	5	10	39
36	MK036	0	5	5	5	17
37	MK037	1	5	6	5	13
38	MK038	2	5	7	5	23
39	MK039	0	4	4	6	27

Setelah derajat setiap mata kuliah dihitung, langkah berikutnya adalah memberikan warna pada setiap mata kuliah dimulai dari mata kuliah dengan derajat tertinggi. Setelah itu, warna yang sama akan diberikan pada seluruh mata kuliah yang tidak memiliki sisi dengan mata kuliah yang telah diwarnai. Sebagai contoh, MK006 adalah simpul dengan derajat tertinggi, maka MK006 akan diberi warna 1. Setelah itu akan dicari seluruh simpul yang tidak memiliki sisi yang terhubung ke MK006. Seluruh simpul yang tidak memiliki sisi terhubung ke MK006 akan diberi warna yang sama dengan MK006, yakni warna 1. Langkah selanjut memilih simpul dengan derajat tertinggi berikut yang belum diwarnai. Dalam hal ini MK014 akan terpilih sebagai simpul yang akan diwarnai. MK014 akan diberi warna 2. Kemudian akan dicari seluruh simpul yang tidak bersisian dengan MK014 untuk diberikan warna yang sama. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang hingga seluruh simpul mendapatkan warna. Tabel 3 menyajikan derajat dari setiap mata kuliah dan hasil perwarnaannya.

2.3 Pengalokasian Slot Waktu

Langkah pertama pada proses pengalokasian adalah menentukan preferensi waktu dosen dan preferensi ruang mata kuliah. Yang dimaksudkan dengan preferensi waktu dosen adalah waktu yang tersedia (*available*) bagi seorang dosen. Sedangkan preferensi ruang mata kuliah adalah mata kuliah yang membutuhkan atau harus dilaksanakan pada ruang tertentu, misalnya mata kuliah praktikum harus dilaksanakan di laboratorium. Penentuan preferensi dibutuhkan untuk menentukan prioritas pengalokasian slot. Tabel 4 memperlihatkan preferensi waktu dosen. Sedangkan Tabel 5 memperlihatkan preferensi ruang mata kuliah.

Tabel 4. Preferensi waktu dosen

No	Dosen	Senin			Selasa			Rabu			Kamis			Jumat			Sabtu			Jumlah preferensi
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	D001		v	v			v		v	v			v		v	v				8
2	D002	v	v	v	v	v	v	v	v	v				v	v	v				13
3	D003		v	v		v	v		v	v	v	v		v	v					10
4	D004										v	v	v							3
5	D005	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v			v	v	v				13
6	D006	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v			v	v	v				13
7	D007	v	v	v	v	v	v	v	v	v				v	v	v				13
8	D008	v	v		v	v		v	v					v	v					8
9	D009	v	v	v	v	v	v	v	v	v				v	v	v				13
10	D010	v	v	v	v	v	v	v	v	v				v	v	v				13
11	D011	v	v	v	v	v	v	v	v	v				v	v					11
12	D012	v	v		v	v		v	v		v	v		v	v					10
13	D013										v	v	v				v	v		5
14	D014	v	v	v	v	v	v	v	v	v				v	v	v				12
15	D015	v	v		v	v		v	v		v			v	v					9
16	D016	v	v	v	v	v	v	v	v	v				v	v					12
17	D017										v			v			v	v	v	5
18	D018	v	v	v	v	v	v	v	v	v				v	v	v				12

Tabel 5. Preferensi ruang kuliah

Mata Kuliah	Kode Ruang	Ruang
MK001	L1	Lab Pemrograman Dasar
MK003	L4	Lab Pemrograman Lanjut
MK004	L4	Lab Pemrograman Lanjut
MK008	L5	Lab Multimedia
MK009	L5	Lab Multimedia
MK010	L2	Lab Perangkat Keras

MK011	L2	Lab Perangkat Keras
MK016	L5	Lab Multimedia
MK017	L1	Lab Pemrograman Dasar
MK018	L1	Lab Pemrograman Dasar
MK021	L5	Lab Multimedia
MK036	L4	Lab Pemrograman Lanjut
MK037	L4	Lab Pemrograman Lanjut
MK038	L5	Lab Multimedia

Mata kuliah akan dialokasikan ke dalam slot-slot waktu berdasarkan *constraint* atau batasan-batasan penjadwalan yang ditentukan. Ada dua jenis *constraint* yang ditentukan, yakni *hard constraint* dan *soft constraint*. *Hard constraint* merupakan batasan yang harus dipenuhi atau tidak boleh dilanggar pada saat penyusunan jadwal. Sedangkan *soft constraint* merupakan batasan yang sebisa mungkin dipenuhi. *Hard constraint* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Seorang dosen tidak dapat dijadwalkan pada waktu yang bersamaan untuk dua atau lebih mata kuliah.
2. Sebuah mata kuliah tidak dapat dijadwalkan bersamaan dengan mata kuliah lain yang bersamaan semester dalam program studi yang sama
3. Sebuah mata kuliah yang dijadwalkan pada ruang tertentu hanya dapat dilaksanakan pada ruang tersebut

Sedangkan *soft constraint* yang digunakan sebagai berikut.

1. Seorang dosen diusahakan dijadwalkan sesuai dengan preferensi waktu yang tersedia
2. Mata kuliah dengan semester yang sama diusahakan dijadwalkan maksimum 2 mata kuliah per hari.

Pada saat pengalokasian, data ditempatkan dalam slot berdasarkan prioritas. Prioritas pengalokasian sebagai berikut.

1. Mata kuliah gabungan akan dijadwalkan terlebih dahulu.
2. Dosen dengan preferensi waktu yang paling kecil akan dijadwalkan terlebih dahulu.
3. Mata kuliah dengan preferensi kebutuhan ruang tertentu akan dijadwalkan terlebih dahulu.
4. Mata kuliah dengan semester yang lebih tinggi akan dijadwalkan terlebih dahulu.
5. Mata kuliah dengan jumlah sks yang lebih tinggi, akan dijadwalkan terlebih dahulu.

Karena proses pengisian mata kuliah ke dalam slot merupakan proses sekuensial, maka langkah berikutnya adalah menentukan urutan mata kuliah yang akan dialokasikan ke dalam slot waktu. Penentuan urutan mata kuliah dilakukan dengan langkah-langkah berikut: (1) dimulai dari warna terkecil, misalkan dimulai dari warna = 1 dan seterusnya, (2) untuk seluruh mata kuliah yang dipilih pada langkah (1), pilih mata kuliah dengan preferensi dosen terkecil, (3) untuk seluruh mata kuliah yang dipilih pada langkah (2), pilih mata kuliah dengan preferensi ruang tertentu, (4) untuk seluruh mata kuliah yang dipilih pada langkah (3), pilih mata kuliah dengan semester tertinggi, (5) untuk seluruh mata kuliah yang dipilih pada langkah (4), pilih mata kuliah dengan sks tertinggi, (6) untuk seluruh mata kuliah yang dipilih pada langkah (5), pilih mata kuliah dengan kode mata kuliah terkecil, (7) tempatkan mata kuliah yang dipilih pada langkah (6) pada urutan pertama dan seterusnya, (8) kembali ke langkah (2) hingga seluruh mata kuliah dengan warna = 1 selesai urutkan, (9) kembali ke langkah (1). Hasil pengurutan dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada tahap proses pengisian slot, langkah pertama adalah merancang skenario slot. Dalam analisis ini digunakan dua skenario (Tabel 6). Penentuan skenario ini didasarkan pada jumlah data yang harus dialokasikan. Dari 56 sesi kuliah terdapat 18 sesi yang harus dialokasikan pada ruang khusus, sedangkan 38 sesi sisanya perlu dialokasikan dalam pada ruang kelas. Karena itu, slot waktu yang disediakan minimal 56 slot, dengan minimal 18 slot ruang khusus dan 38 slot untuk ruang kelas.

Tabel 6. Skenario penjadwalan

Skenario	Jml Hari	Jml Ruang Kelas	Jml ruang khusus	Jml Sesi/Hari	Total slot untuk ruang kelas	Total slot untuk ruang khusus
1	5	4	4	2	40	40
2	5	3	4	3	45	60

Keterangan: total slot untuk ruang kelas pada skenario 2 dijadikan 40 slot.

Proses pengalokasian data ke dalam slot merupakan proses pengisian sel matriks sesi dan ruang. Proses pengisian sel dilakukan secara sekuensial dimulai dari sel pertama dan seterusnya dengan memperhatikan preferensi dosen, preferensi ruang serta *constraints* telah yang ditetapkan. Hasil pengalokasian mata kuliah dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

2.4 Analisis Optimasi

Tabel 7 menunjukkan hasil pengalokasian slot untuk skenario 1. Berdasarkan Tabel 7 tersebut, terlihat adanya pelanggaran *soft constraint* yang ditunjukkan dengan adanya mata kuliah yang ditempatkan tidak sesuai dengan preferensi waktu dosen (20/06/1/4/5, 01/07/2/2/3, 04/13/2/4/1, 04/13/2/4/1). Pada skenario 2 (Tabel 8), terlihat bahwa pelanggaran *soft constraint* terjadi pada satu mata kuliah (04/13/2/4/1).

Tabel 7. Jadwal skenario 1

Slot Waktu		T1	T2
Senin	R1	06/10/3/2/3	14/10/3/2/3
	R2	31/14/2/2/6	39/12/1/4/5
	R3	39/12/1/4/5	33/02/1/4/8
	R4	27/09/1/4/7	35/15/3/2/7
	L1	17/11/2/4/1	17/11/2/4/1
	L2	11/16/2/2/5	
	L4		37/16/2/2/5
Selasa	L5	16/07/2/2/7	08/09/2/2/6
	R1	15/14/3/2/3	02/08/2/2/3
	R2	12/02/2/4/5	05/14/2/2/1
	R3	32/18/1/4/5	12/02/2/4/5
	R4	27/09/1/4/7	34/10/1/2/6
	L1		
	L2		
Rabu	L4	36/05/2/2/1	03/13/3/2/7
	L5		21/06/1/4/5
	R1	26/02/2/4/5	07/01/3/2/3
	R2	24/15/1/4/3	26/02/2/4/5
	R3	32/18/1/4/5	20/06/1/4/5
	R4	25/10/2/2/7	
	L1	18/11/2/2/3	
Kamis	L2		
	L4		
	L5	38/09/2/4/1	38/09/2/4/1
	R1	29/04/2/4/1	29/04/2/4/1
	R2	22/17/1/4/3	23/03/1/2/3
	R3	33/02/1/4/8	20/06/1/4/5
	R4	28/10/2/4/5	
Jumat	L1		01/07/2/2/3
	L2	10/05/2/2/3	
	L4		
	L5	21/06/1/4/5	
	R1	19/06/2/4/3	19/06/2/4/3
	R2	22/17/1/4/3	24/15/1/4/3
	R3	30/02/1/4/5	28/10/2/4/5
Sabtu	R4	13/10/1/2/3	30/02/1/4/5
	L1		
	L2		
	L4	04/13/2/4/1	04/13/2/4/1
	L5	09/07/2/2/5	

Keterangan: data dalam sel didasarkan pada kode simpul pada Tabel 2

Tabel 8. Jadwal skenario 2

Slot Waktu		T1	T2	T3
Senin	R1	06/10/3/2/3	14/10/3/2/3	15/14/3/2/3
	R2	31/14/2/2/6	39/12/1/4/5	05/14/2/2/1
	R3	39/12/1/4/5	33/02/1/4/8	12/02/2/4/5
	L1	17/11/2/4/1	17/11/2/4/1	
	L2	11/16/2/2/5		
	L4		37/16/2/2/5	
	L5	16/07/2/2/7	08/09/2/2/6	21/06/1/4/5
Selasa	R1	02/08/2/2/3	12/02/2/4/5	07/01/3/2/3
	R2	26/02/2/4/5	24/15/1/4/3	26/02/2/4/5
	R3	13/10/1/2/3	32/18/1/4/5	23/03/1/2/3

	L1		18/11/2/2/3	
	L2			
	L4	36/05/2/2/1		
	L5	21/06/1/4/5	38/09/2/4/1	38/09/2/4/1
	R1	19/06/2/4/3	32/18/1/4/5	19/06/2/4/3
Rabu	R2	24/15/1/4/3	27/09/1/4/7	27/09/1/4/7
	R3	30/02/1/4/5	28/10/2/4/5	28/10/2/4/5
	L1			
	L2			
	L4	04/13/2/4/1		
Kamis	L5	09/07/2/2/5	10/05/2/2/3	
	R1	29/04/2/4/1	29/04/2/4/1	
	R2	22/17/1/4/3		
	R3	20/06/1/4/5		
	L1	01/07/2/2/3		
Jumat	L2			
	L4	03/13/3/2/7		04/13/2/4/1
	L5			
	R1	22/17/1/4/3	30/02/1/4/5	25/10/2/2/7
	R2	20/06/1/4/5	34/10/1/2/6	
	R3	35/15/3/2/7	35/15/3/2/7	
	L1			
	L2			
	L4			
	L5			

Keterangan: data dalam sel didasarkan pada kode simpul pada Tabel 2

Berdasarkan kedua skenario tersebut kemudian dilakukan analisis optimasi. Analisis didasarkan pada jumlah pelanggaran *constraint* dan utilisasi slot waktu. Hasil analisis (Tabel 9) menunjukkan bahwa skenario 1 lebih optimal dibandingkan dengan skenario 2. Hal ini menunjukkan bahwa kendati terjadi pelanggaran *soft constraints* pada skenario 1, namun dari sisi utilisasi slot waktu lebih efisien.

Tabel 9. Analisis Optimasi

Skenario	Pelanggaran <i>hard constraints</i>	Pelanggaran <i>soft constraints</i>	utilisasi slot ruang khusus	utilisasi slot ruang kelas	rerata
1	0%	7,1%	45,0%	95,0%	36,8%
2	0%	3,6%	30,0%	84,4%	29,5%

3. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pewarnaan graf dengan algoritma *welch powell* dapat digunakan untuk menghasilkan jadwal kuliah. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengoptimasi hasil penjadwalan yang telah diperoleh. Dengan demikian, diharapkan seluruh *constraint* yang ditetapkan dapat terpenuhi. Penelitian ini masih akan dilanjutkan dengan melakukan penjadwalan dengan cakupan yang lebih luas dan akan dibuat perangkat lunak untuk penjadwalan dengan pewarnaan graf menggunakan algoritma *welch-powell*.

PUSTAKA

- Astuti, S., 2011, "Penyusunan Jadwal Kuliah Dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch Powell", Jurnal Dian, Vol. 11 No1, hlm. 68-74.
- Bozyer, Z., Basar, M. S., & Aytakin, A., 2011, "A Novel Approach of Graph Coloring for Solving University Course Timetabling Problem", The Second International Symposium on Computing in Science & Engineering, hlm. 560-566, Kusadasi, Aydin, Turkey: Gediz University Publications.
- Burke, E. K., & Petrovic, S., 2002, "Recent Research Directions In Automated Timetabling", European Journal of Operational Research, hlm. 266-280.
- Cauvery, N. K., 2011, "Timetable Scheduling using Graph Coloring", International Journal of P2P Network Trends and Technology, Vol 1 No 2, hlm. 57-62.
- Dandashi, A., & Al-Mouhamed, M., 2010, "Graph Coloring for Class Scheduling", IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications, hlm. 1-4, Hammamet: IEEE.
- Dewi, F. K., 2010, "Pembangunan Perangkat Lunak Pembangkit Jadwal Kuliah dan Ujian Dengan Metode Pewarnaan Graf", Buana Informatika, Vol 1 No1, hlm. 57-68.

- Hiryanto, L., & Thio, J. S., 2011, "Pengembangan Metode Graph Coloring Untuk University Course Timetable Problem Pada Fakultas Teknologi Informasi Universitas Tarumanagara", *Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi*, Vol 4 No 2, hlm. 82-91.
- Jat, S. N., & Yang, S., 2008, "A Memetic Algorithm for the University Course Timetabling Problem", *IEEE International Conference on Tools With Artificial Intelligence*, hlm. 427-433, IEEE.
- Lumbantoruan, I., 2014, "Perancangan Aplikasi Penjadwalan Bimbingan Belajar Dina Education Center Menggunakan Metode Welch Powell. Pelita Informatika Budi Darma", Vol 7 No 2, hlm. 141-146. Diambil kembali dari <http://www.pelita-informatika.com/berkas/jurnal/24.%20imelda.pdf>
- Qu, R., Burke, E. K., McCollum, B., Merlot, L. T., & Lee, Y. S., 2009, "A Survey of Search Methodologies and Automated System Development for Examination Timetabling", *Journal of Scheduling*, hlm. 55-89.
- Susiloputro, A., Rochmad, & Alamsyah., 2012, "Penerapan Pewarnaan Graf Pada Penjadwalan Ujian Menggunakan Algoritma Welsh Powell", *UNNES Journal Of Mathematics*, Vol 1 No 1, hlm. 1-7.
- Tasari, 2012, "Aplikasi Pewarnaan Graf Pada Penjadwalan Perkuliahan Di Program Studi Pendidikan Matematika Unwidha Klaten", *Magistra*, No 82 Th 24 Desember 2012, hlm.70-78.

Ucapan Terima Kasih

Tulisan ini merupakan bagian dari Program Hibah Penelitian Strategis Nasional Institusi tahun 2018 yang dibiayai Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh responden yang telah bersedia memberikan data. Juga kepada pimpinan dan kolega di Universitas Katolik Musi Charitas atas dukungan dan semangatnya.