



KNM XVII

Konferensi Nasional Matematika

ISBN : 978-602-96426-3-6

PROSIDING

Peranan Matematika dan Statistika
Menyongsong ASEAN *Economics Community*



Himpunan Matematika Indonesia (IndoMS)
bekerjasama dengan
Jurusan Matematika dan Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember





KNM XVII

Konferensi Nasional Matematika

ISBN 5

PROSIDING

Panitia Pengarah

Panitia Pelaksana

Tim Prosiding

Tim Reviewer

Sambutan Ketua Panitia

Sambutan Presiden IndoMS

Makalah Pembicara Utama

Daftar Makalah

Panitia Pengarah (*Steering Committee*):

Ketua : Prof. Dr. Budi Nurani (Universitas Padjadjaran)

Sekretaris : Prof. Dr. Erna Apriliani, M.Si (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Anggota :

1. Dr. Kiki Ariyanti Sugeng (Universitas Indonesia)
2. Prof. Dr. Zulkardi (Universitas Sriwijaya)
3. Prof. Dr. Tulus (Universitas Sumatera Utara)
4. Dr. Ema Carnia (Universitas Padjadjaran)
5. Dr. Nursanti Anggriani (Universitas Padjadjaran)
6. Prof. Dr. Basuki Widodo, M.Sc (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
7. Prof. Agus Suryanto (Universitas Brawijaya)
8. Prof. Dr. Edy Tri Baskoro (Institut Teknologi Bandung)
9. Prof. Dr. Didi Suryadi (Universitas Pendidikan Indonesia)
10. Dr. Muhammad Mashuri, M.T.(Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

PANITIA PELAKSANA

Ketua Pelaksana	: Dr. Erna Apriliani M.Si
Wakil Ketua	: Dr. Sutikno, S.Si., M.Si.
Sekretaris 1	Dr. Dwi Ratna Sulistyaningrum, MT
Sekretaris 2	Dr. Vita Ratnasari, S.Si., M.Si.
Bendahara	: Dr. Mardlijah,, MT.
Sie Sidang dan Acara	: Dr. Darmaji, S.Si., MT. Suhartono, S.Si., M.Sc., Dr.
Sie Makalah	: Soleha, S.Si., M.Si. Mohammad Iqbal, S.Si, M.Si. Dr. Santi Puteri Rahayu, S.Si. Yunita Hari Listyowati
<i>Reviewer Extended Abstrak + Makalah</i>	: Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si Prof. Basuki Widodo, Drs., M.Sc.

Sie Prosiding	: Dr. Setiawan, M.Si Erma, S.Si, M.Si Endah, RMP, S.Si, M.Si
Sie Akomodasi dan Transportasi	: Drs. Daryono Budi Utomo, M.Si. Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si.
Sie Konsumsi	: Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si Santi Wulan Purnami, S.Si., M.Si.
Sie Publikasi dan Dokumentasi dan Pengelolaan web	: Dr. Budi Setiyono, MT., MT. Yusuf, ST Achmet Usman Ali
Perlengkapan	: Dr. Chairul Imron, M.Ikomp Anas, ST
Sie Ekskursi / TOUR	: Didik Khusnul, S.Si,M.Si
Sie Keamanan dan Kesehatan	: Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si Muhammad Sjahid Akbar, M.Si.
Sie Sponsorship dan Public Relation	: Drs. Soehardjoepri, M.Si. Dr. Imam Mukhlash, S.Si, MT. Dwi Endah Kusri, S.Si., M.Si.

TIM PROSIDING

KOORDINATOR

Endah Rokhmati M.P., Ph.D

EDITOR

- a) Muhammad Syifa'ul Mufid, M.Si.
- b) Kistosil Fahim, M.Si.
- c) Tahiyatul Asfihani, M.Si

TIM TEKNIS

- a) Soleha, S.Si, M.Si
- b) Iqbal S.Si., M.SI
- c) Dr. Santi Puteri Rahayu, S.Si
- d) Erma Oktania, S.Si, M.Si

LAYOUT & COVER

- e) Achmet Usman Ali, S.Kom
- f) Maftucha

Tim Reviewer

1. Prof. Dr. Hendra Gunawan (Institut Teknologi Bandung)
2. Prof. Dr. Pudji Astuti (Institut Teknologi Bandung)
3. Prof. Dr. Nyoman Budiantara (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
4. Prof Budi Nurani (Universitas Padjajaran)
5. Prof. Dr. Basuki Widodo, M.Sc (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)6.
- Prof. Dr. M. Isa Irawan (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
7. Prof Dr. Erna Apriliani, M.Si(Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
8. Dr. Agung Lukito, M.Sc (Universitas Negeri Surabaya)
9. Dr. Imam Mukhlash, MT (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
10. Subchan, Ph.D (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
11. Dr. Suhartono. M.Sc (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
12. Prof. Abdur Rahman As'ari (Universitas Negeri Malang)
13. Dr. Chairul Imron, M.Ikomp (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
14. Dr. Hartono , M.Si (Universitas Negeri Yogayakarta)
15. Dr. Agus Suharsono (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
16. Dr. Budi Setiyono, MT (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
17. Dr. Darmaji, MT (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
18. Dr. Dwi Ratna Sulistyaningrum, MT (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
19. Endah Rokhmati M.P., Ph.D (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
20. Dr. Heri Kuswanto, M.Si (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
21. Dr. Imam Mukhlash, MT(Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
22. Dr. Mardlijah, MT (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
23. Dr. Purhadi, M.Sc (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
24. Prof. Dr. Slammin (Universitas Negeri Jember)

DAFTAR ISI PROSIDING KNM

BIDANG : ALJABAR DAN GEOMETRI (7)

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
1	PEMODELAN JADWAL MONOREL DAN TREM MENGGUNAKAN ALJABAR MAX-PLUS UNTUK TRANSPORTASI MASA DEPAN SURABAYA <i>Kistosil Fahim, Lukman Hanafi, Subiono, dan Tahiyatul Asfihani</i>	1
2	SIFAT-SIFAT ALJABAR DARI PEMETAAN TOPOLOGI TOPOGRAFI FUZZY <i>Muhammad Abdy</i>	9
3	EKSISTENSI PENYELESAIAN SISTEM PERSAMAAN LINEAR DALAM ALJABAR MAKS-PLUS INTERVAL <i>Siswanto, Ari Suparwanto, dan M. Andy Rudhito</i>	15
4	DIAGNOSIS SUATU PENYAKIT MENGGUNAKAN MATRIKS D-DISJUNCT <i>Siti Zahidah</i>	25
5	KARAKTERISTIK ELEMEN SIMETRIS ANGGOTA RING DENGAN ELEMEN SATUAN YANG DILENGKAPI INVOLUSI <i>Titi Udjiani SRRM, Budi Surodjo, dan Sri Wahyuni</i>	37
6	ASSOSIASI PRIMA PADA MODUL FRAKSI ATAS SEBARANG RING <i>Uha Isnaini dan Indah Emilia Wijayanti</i>	47
7	KAJIAN KEINJEKTIFAN MODUL (MODUL INJEKTIF, MODUL INJEKTIF LEMAH, MODUL MININJEKTIF) <i>Baidowi dan Yunita Septriana Anwar</i>	59

BIDANG : ANALISIS (8)

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
8	PERSAMAAN DIFERENSIAL FRAKSIONAL DAN SOLUSINYA MENGGUNAKAN TRANSFORMASI LAPLACE <i>Endang Rusyaman, Kankan Parmikanti, dan Emacarnia</i>	69
9	INTEGRAL HENSTOCK-KURZWEIL FUNGSI BERNILAI $C[a, b]$: TEOREMA KEKONVEGENAN SERAGAM <i>Firdaus Ubaidillah, Soeparna Darmawijaya, dan CH. Rini Indrati</i>	77
10	KAJIAN KELENGKUNGAN PERSAMAAN KURVA DI <i>Iis Herisman dan Komar Baihaqi</i>	85
11	KONSTRUKSI TRANSFORMASI MP-WAVELET TIPE A <i>Kistosil Fahim dan Mahmud Yunus</i>	93
12	PENERAPAN GARIS BERAT SEGITIGA CENTROID UNTUK MENENTUKAN KELOMPOK PADA ANALISIS DISKRIMINAN <i>I Komang Gede Sukarsa, I Putu Eka Nila Kencana, dan NM. Dwi Kusumawardani</i>	105
13	BEBERAPA SIFAT DARI KLAS FUNGSI P-SUPREMUM BOUNDED VARIATION FUNCTIONS <i>Moch Aruman Imron' Ch. Rini Indrati, dan Widodo</i>	113
14	KEKONTINUAN SIMETRIS FUNGSI BERNILAI REAL PADA RUANG METRIK <i>Manuharawati</i>	121

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
15	PENENTUAN POSISI SUMBER ARUS LISTRIK LEMAH DALAM OTAK DENGAN METODE INVERS <i>Muhammad Abdy</i>	127

BIDANG : ILMU KOMPUTER (18)

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
16	PELATIHAN JARINGAN FUNGSI BASIS RADIAL MENGGUNAKAN EXTENDED KALMAN FILTER UNTUK IDENTIFIKASI INSTRUMEN GAMELAN JAWA <i>Abduh Riski, Mohammad Isa Irawan, dan Erna Apriliani</i>	133
17	EKSTRAKSI CIRI MFCC PADA PENGENALAN LAFAL HURUF HIJAIYAH <i>Agus Jamaludin, dan Arief Fatchul Huda, S.Si., M.Kom</i>	143
18	PEMILIHAN GURU BERPRESTASI BERDASARKAN PENILAIAN KINERJA GURU DENGAN METODE ANALYTIC NETWORK PROCESS (ANP) <i>Alvida Mustika Rukmi, M. Isa Irawan, dan Nuriyatin</i>	153
19	SEGMENTASI CITRA DENGAN MENGGUNAKAN MODIFIKASI ROBUST FUZZY C-MEANS <i>Charista Christie Tjokrowidjaya dan Zuherman Rustam</i>	165
20	PERBANDINGAN METODE LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) UNTUK PREDIKSI PENYAKIT JANTUNG KORONER <i>Desy Lusiyanti dan M. Isa Irawan</i>	175
21	DETEKSI KECACATAN PERMUKAAN LOSONG AMUNISI BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL <i>Dwi Ratna Sulistyanningrum, Budi Setiyono, dan Dyah Ayu Erniasanti</i>	183
22	PENERAPAN VEKTOR PADA APLIKASI WINDOWS PHONE BERBASIS AUGMENTED REALITY <i>Erick Paulus, Stanley P. Dewanto, InoSuryana, dan Septya Happytasari S</i>	191
23	METODE BACKPROPAGATION JARINGAN SYARAF TIRUAN DALAM MEMPREDIKSI HARGA SAHAM <i>Feni Andriani dan Ilmiyati Sari</i>	197
24	PEMODELAN VOLATILITAS SAHAM MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DAN ALGORITMA GENETIKA <i>Hasbi Yasin</i>	205
25	APLIKASI METODE FUZZY PADA PERAMALAN JUMLAH WISATAWAN AUSTRALIA KE BALI <i>I Putu Eka Nila Kencana dan IBK. Puja Arimbawa K</i>	211
26	PREDIKSI CUACA EKSTRIM MENGGUNAKAN ALGORITMA CLUSTERING BERDASARKAN ROUGH SET <i>Mohammad Iqbal dan Hanim Maria Astuti</i>	221
27	KAJIAN LANJUTAN TERHADAP KUNCI LEMAH ALGORITMA SIMPLIFIED IDEA <i>Retno Indah dan Sari Agustini Hafman</i>	229
28	PENGGUNAAN METODE PCA UNTUK REDUKSI DATA IMAGE PEMBULUH DARAH VENA <i>Rifki Kosasih</i>	241
29	IMPLEMENTASI KALIBRASI KAMERA ZHANG PADA ESTIMASI JARAK <i>Shofwan Ali Fauji dan Budi Setiyono</i>	249
30	KONSTRUKSI POHON FILOGENETIK MENGGUNAKAN ALGORITMA NEIGHBOR JOINING UNTUK IDENTIFIKASI HOST DAN PENYEBARAN EPIDEMI SARS <i>Siti Amiroch dan M. Isa Irawan</i>	259

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
31	DESAIN PENGENDALI UMPAN BALIK LINIER BERORDE MINIMUM PADA SISTEM BILINIER PEMBANGKIT LISTRIK DENGAN ALGORITMA GENETIKA <i>Taufan Mahardhika, Roberd Saragih, dan Bambang Riyanto Trilaksono</i>	269
32	APLIKASI ENTHROPI FUZZY C-MEANS UNTUK MENDIAGNOSA CANCER BERDASARKAN KONSENTRASI UNSUR KIMIA DALAM DARAH <i>Zuherman Rustam</i>	279
33	MODEL MANAJEMEN POLA TANAM MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN FUNGSI RADIAL BASIS <i>Alven Safik Ritonga dan Mohammad Isa Irawan</i>	285

BIDANG : MATEMATIKA KEUANGAN (3)

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
34	ESTIMASI VALUE AT RISK PADA SAHAM PT. "X" DENGAN METODE EXTRIM VALUE THEORY <i>Mochammad Afandi dan Santi Puteri Rahayu</i>	297
35	CONDITIONAL VALUE-AT-RISK DI BAWAH MODEL ASET LIABILITAS DENGAN VOLATILITAS TAK KONSTAN <i>Sukono, Sudradjat Supian, dan Dwi Susanti</i>	305
36	ESTIMASI VOLATILITAS UNTUK PENGHITUNGAN VALUE at RISK (VaR) SAHAM LQ-45 MENGGUNAKAN MODEL GARCH <i>Tarno dan Hasbi Yasin</i>	315

BIDANG : MATEMATIKA PENDIDIKAN (44)

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
37	THE IMPLEMENTATION OF COOPERATIVE LEARNING BASED ON NEWMAN'S ERROR ANALYSIS PROCEDURES TO IMPROVE STUDENTS' MATHEMATICAL LEARNING <i>Yoga Dwi Windy Kusuma Ningtyas</i>	327
38	PERMAINAN TRADISIOANAL "ICAK-ICAKAN" PADA MATERI PERSENTASE LABA RUGI UNTUK SISWA CENDERUNG KINESTETIK <i>Fadila Hasmita, Oryza Zafivani, dan Rully Charitas Indra Prahmana</i>	335
39	PENERAPAN PENDEKATAN PMRI UNTUK MELATIH KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI BALOK DAN KUBUS <i>Dimas Danar Septiadi</i>	343
40	MATCHAN (MATHEMATICS DAKOCAN) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERHITUNG SISWA SEKOLAH DASAR <i>Dwi Wulandari dan Ira Silviana Rahman</i>	355
41	PENGGUNAAN BACKWARD DESIGN DALAM MERANCANG PEMBELAJARAN MATEMATIKA YANG BERNUANSA OBSERVATION-BASED LEARNING <i>Abdur Rahman As'ari</i>	363
42	PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATERI SEGIEMPAT BERBASIS REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION (RME) UNTUK MELATIH KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS VII SMP <i>Abdur Rohim, Ipung Yuwono, dan Sri Mulyati</i>	371
43	PENGEMBANGAN SOAL BERBASIS LITERASI MATEMATIKA DENGAN MENGGUNAKAN KERANGKA PISA TAHUN 2012 <i>Ahmad Wachidul Kohar dan Zulkardi</i>	379

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
44	ANALISIS KEMAMPUAN <i>ADVANCED MATHEMATICAL THINKING</i> MAHASISWA PADA MATA KULIAH STATISTIKA MATEMATIKA <i>Andri Suryana</i>	389
45	KONSTRUKSI TEORITIK TENTANG BERPIKIR REFLEKTIF SEBAGAI AWAL TERJADINYA BERPIKIR REFRAKSI DALAM MATEMATIKA <i>Anton Prayitno, Akbar Sutawidjaja, Subanji, dan Makbul Muksar</i>	397
46	MENGHIDUPKAN TAHAP MENANYA PADA IMPLEMENTASI PENDEKATAN SAINTIFIK DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA DI SEKOLAH <i>Djamilah Bondan Widjajanti</i>	405
47	PENGEMBANGAN BAHAN AJAR PERSAMAAN DIFERENSIAL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN KOMUNIKASI MATEMATIS MAHASISWA MELALUI BLENDED LEARNING DENGAN STRATEGI PROBING-PROMPTING <i>Hapizah</i>	415
48	PROFIL PEMAHAMAN SUBJEK UJI COBA 6 TERHADAP FILOSOFI, PRINSIP, DAN KARAKTERISTIK PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK <i>Hongki Julie, St. Suwarsono, dan Dwi Juniati</i>	423
49	ANALISIS PENGUASAAN KONSEP DASAR DAN KETUNTASAN PEMAHAMAN MATERI PENCACAHAN DALAM MATEMATIKA DISKRET <i>Luh Putu Ida Harini, I Gede Santi Astawa, dan I Gusti Ayu Made Srinadi</i>	433
50	FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI KEPUTUSAN SISWA SMA MELANJUTKAN STUDI S1 DI UNIVERSITAS UDAYANA <i>Made Susilawati, I Putu Eka Nila Kencana, dan Ni Made Dwi Yana Putri</i>	443
51	PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ENSIKLOPEDIA MATEMATIKA DIGITAL DALAM KOMUNITAS DAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA <i>Mahmuddin Yunus, Indriati Nurul H, dan Lucky Tri O.</i>	451
52	PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK OLIMPIADE MATEMATIKA BERBASIS WEB DENGAN PENDEKATAN STRATEGI PEMECAHAN MASALAH <i>Mahmuddin Yunus dan Tjang Daniel Chandra</i>	459
53	EFEKTIVITAS METODE GRUP INVESTIGASI DI KELAS KALKULUS I PADA JURUSAN MATEMATIKA DAN ILMU KOMPUTER FMIPA UNIVERSITAS UDAYANA <i>Ni Made Asih</i>	467
54	PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS <i>BRAIN GYM</i> DENGAN MEDIA MANIPULATIF UNTUK ABK <i>Nia Wahyu Damayanti, Akbar Sutawidjajadan I Nengah Parta</i>	477
55	PENANAMAN KONSEP OPERASI PEMBAGIAN MENGGUNAKAN PERMAINAN TRADISIONAL BOLA BEKEL DI KELAS III SEKOLAH DASAR <i>Nurochmah dan Novia Larosa</i>	487
56	MODEL PROBLEM BASED LEARNINGDALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN ANALISIS SISWA KELAS VIII SMP <i>Nur Wahidin Ashari</i>	497
57	PENGEMBANGAN LKS BERCIRIKAN PENEMUAN TERBIMBING DAN DIDUKUNG GEOGEBRA PADA MATERI FUNGSI KUADRAT <i>Nurul Firdaus</i>	507

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
58	PENGARUH PERMAINAN TRADISIONAL KELERENG DALAM OPERASI PENGURANGAN DI KELAS I SD <i>Olanda Dwi Sumintra, Armianti, dan Rully Charitas Indra Prahmana</i>	517
59	IDENTIFIKASI KONSEP BERFIKIR ANAK USIA DINI DALAM KONSEP MATEMATIKA MENURUT TAHAPAN PIAGET <i>Reni Dwi Susanti</i>	525
60	KEMAMPUAN MAHASISWA DALAM MENGANALISA KEKONVERGENAN SUATU BARISAN BERDASARKAN PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL <i>Ria Amalia</i>	533
61	THINKING IMPLEMENTATION TO INTRODUCE FRACTION IN TALL'S THREE WORDS <i>Rustanto Rahardi dan Eddi Budiono</i>	543
62	PENERAPAN STRATEGI MOTIVASI ARCS DALAM PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE STAD PADA MATERI BALOK DI KELAS VIII SMP NEGERI 3 GRESIK <i>Sabrina Apriliawati Sa'ad</i>	555
63	PENINGKATAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS MELALUI PENDEKATAN RME BERBASIS GAYA KOGNITIF SISWA <i>Salwah, Yaya S. Kusumah, dan Stanley Dewanto</i>	565
64	PENGEMBANGAN MODUL PENERAPAN TEORI GRAPH BERBASIS ICT SEBAGAI PEDOMAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN (PKL) MAHASISWA JURUSAN MATEMATIKA DI INDUSTRI <i>Sapti Wahyuningsih dan Darmawan Satyananda</i>	575
65	PENGGUNAAN PERMAINAN TRADISIONAL YEYE DALAM PEMAHAMAN KONSEP PERKALIAN UNTUK SISWA SEKOLAH DASAR <i>Sri Ratna Dewi, Sari Juliana, dan Rully Charitas Indra Prahmana</i>	591
66	PROSES PENALARAN ANALOGI SISWA DALAM ALJABAR <i>Siti Lailiyah dan Toto Nusantara</i>	601
67	IMPLEMENTASI KURIKULUM 2013 DAN PENDEKATAN PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK INDONESIA PADA PEMBELAJARAN PECAHAN <i>Sitti Busyrah Muchsin</i>	607
68	PEMBELAJARAN <i>ON-LINE</i> KALULUS III BERSTANDART NCTM <i>Suharto dan Moh. Hasan</i>	615
69	PENERAPAN <i>SELF – DIRECTED LEARNING</i> PADA PEMBELAJARAN PERSAMAAN DIFERENSIAL PARSIAL ORDE SATU <i>Susi Setiawani</i>	625
70	EDUCATIONAL DESIGN RESEARCH: DEVELOPING STUDENTS' UNDERSTANDING OF THE MULTIPLICATION STRATEGY IN AREA MEASUREMENT <i>Susilahudin Putrawangsa' Agung Lukito' Siti M Amin, dan Monica Wijers</i>	633
71	PENINGKATAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS, DAN SIKAP SISWA TERHADAP MATEMATIKA MELALUI PENDEKATAN PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK <i>Syaiful</i>	653
72	PERBEDAAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA LAKI-LAKI DAN SISWA PEREMPUAN <i>Syamsu Qamar Badu dan Siti Azizah A. Husain</i>	667
73	<i>MULTIGROUP STRUCTURAL EQUATION MODELING</i> DENGAN <i>PARTIAL LEAST SQUARE</i> PADA HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA KELAS IX SMP NEGERI DI KOTA KENDARI	677

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
	<i>Tandri Patih dan Bambang Widjanarko Otok</i>	
74	PENINGKATAN <i>SELF-EFFICACY</i> SISWA MELALUI PENDEKATAN <i>PROBLEM-CENTERED LEARNING</i> DISERTAI STRATEGI <i>SCAFFOLDING</i> <i>Tedy Machmud</i>	689
75	PENERAPAN STRATEGI BELAJAR METAKOGNISI UNTUK MEMAHAMI BACAAN DALAM IMPLEMENTASI KURIKULUM 2013 <i>Theresia Kriswianti Nugrahaningsih, Iswan Riyadi, dan Hersulastuti</i>	699
76	PENGEMBANGAN <i>MOBILE LEARNING APPLICATION</i> (MLA) SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN ALTERNATIF PADA MATERI KESEBANGUNAN DAN KEKONGRUENAN BANGUN DATAR <i>Wulan Marlia Sandi</i>	709
77	KEMAMPUAN BERPIKIR LOGIS MATEMATIS MAHASISWA DALAM PERKULIAHAN MATEMATIKA DASAR DAN MATEMATIKA DISKRIT <i>Yaya S. Kusumah dan Heni Pujiastuti</i>	719
78	PENTINGNYA PENGARUH PERMAINAN TRADISIONAL LAYANG-LAYANG DALAM PEMBELAJARAN PHYTAGORAS DI KELAS VIII SMP <i>Yuli Pinasthika dan Yuannisya Walimun</i>	729
79	PROSES BERPIKIR ALJABAR SISWA BERDASARKAN TAKSONOMI MARZANO <i>Yunita Oktavia Wulandari, Edy Bambang Irawan, dan Toto Nusantara</i>	739
80	MASALAH NILAI YANG DICARI: PENALARAN PROPORSIONAL SISWA SETELAH MEMPELAJARI PERBANDINGAN DAN PROPORSI <i>Zainul Imron, I Nengah Parta, dan Hery Susanto</i>	749

BIDANG : MATEMATIKA TERAPAN (27)

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
81	MODEL EPIDEMIK SIR UNTUK PENYAKIT YANG MENULAR SECARA HORIZONTAL DAN VERTIKAL <i>Ilmiyati Sari dan Hengki Tasman</i>	757
82	HILANGNYA DUA BIFURKASI FOLD TANPA MELALUI BIFURKASI CUSP PADA SISTEM PREDATOR-PREY DENGAN FAKTOR PERTAHANAN GRUP DAN GANGGUAN BERKALA <i>Harjanto, E dan Tuwankotta, J. M</i>	767
83	BIFURKASI HOPF MODEL MANGSA-PEMANGSA WANGERSKY-CUNNINGHAM DENGAN WAKTU TUNDA <i>Ali Kusnanto, Ni Nyoman Suryani, dan N K Kutha Ardana</i>	773
84	PENERAPAN <i>GOAL PROGRAMMING</i> DALAM PENJADWALAN DAN PENUGASAN KEGIATAN KEMAHASISWAAN <i>Anis Fauziyyah, Toni Bakhtiar, dan Farida Hanum</i>	777
85	PENERAPAN PROJECTION PURSUIT DALAM BLIND SOURCE SEPARATION <i>Atik Wintarti, Abadi, dan Yoyon K. Suprpto</i>	787
86	KAJIAN NUMERIK: PENGARUH UKURAN SISTEM TERHADAP GAYA HAMBAT PADA SILINDER <i>Chairul Imron, Basuki Widodo, dan Triyogi Yuwono</i>	795
87	ANALISA DAN SIMULASI MODEL MANGSA-PEMANGSA YANG DILAKUKAN PEMANENAN <i>Diny Zulkarnaen dan Linda Yunengsih</i>	801
88	METODE <i>OPERATOR SPLITTING</i> : EKSPLORASI DAN SIMULASI	809

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
	<i>Endar H. Nugrahani</i>	
89	PERAMALAN VOLUME PRODUKSI AIR DI PDAM BOJONEGORO DENGAN METODE FUNGSI TRANSFER <i>Fastha Aulia Pradhani dan Adatul Mukarromah</i>	815
90	KEKUATAN INFEKSI HIV DALAM KOMUNITAS <i>INJECTING DRUG USERS</i> <i>Iffatul Mardhiyah dan Hengki Tasman</i>	823
91	METODE ELEMEN BATAS UNTUK MENYELESAIKAN MASALAH PERPINDAHAN PANAS <i>Imam Solekhudin</i>	833
92	ANALISIS PEMAKAIAN MADU PADA PENGAWETAN MAKANAN MENGGUNAKAN METODE MATEMATIKA <i>Imelda Hendriani Eku Rimo dan Basuki Widodo</i>	839
93	SKEMA BEDA HINGGA NONSTANDAR MODEL EPIDEMI SIR DENGAN TINGKAT KEJADIAN TERSATURASI DAN MASA INKUBASI <i>Isnani Darti dan Agus Suryanto</i>	849
94	MODEL TRANSMISI PENYAKIT TUBERKULOSIS DENGAN MEMPERHATIKAN KOMPARTEMEN VAKSINASI <i>J. Nainggolan, S. Supian, A. K. Supriatna, dan N. Anggriani</i>	855
95	SUATU TINJAUAN NUMERIK PERSAMAAN ADVEKSI DIFUSI 2-D TRANSFER POLUTAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE BEDA HINGGA DU-FORT FRANKEL <i>Jeffry Kusuma, Khaeruddin, Syamsuddin Toaha, Naimah Aris, dan Alman</i>	865
96	MASALAH TRANSPORTASI <i>MULTIOBJECTIVE FUZZY</i> DENGAN VARIABEL KEPUTUSAN <i>FUZZY</i> <i>Listy Vermana dan Salmah</i>	871
97	MODEL PERTUMBUHAN KRISTAL PADA GAMBUT YANG DIBENTUK DARI KAPUR, <i>FLY ASH</i> DAN AIR <i>Mohammad Syaiful Pradana dan Basuki Widodo</i>	881
98	APROKSIMASI VARIASIONAL UNTUK SOLITON DISKRIT GELAP <i>Mahdhivan Syafwan</i>	891
99	PENGGUNAAN METODE LEVEL SET DALAM MENYELESAIKAN MASALAH STEFAN DUA FASE (<i>KASUS MASALAH PENCAIRAN ES</i>) <i>Makbul Muksar, Tjang Daniel Candra, dan Susy Kuspambudi Andaini</i>	897
100	ANALISIS SENSITIVITAS MODEL EPIDEMIOLOGI HIV DENGAN EDUKASI <i>Marsudi</i>	907
101	SISTEM PERSAMAAN DIFERENSIAL DENGAN PENDEKATAN MODEL MULTI GRUP <i>Nur Asiyah, Suhud Wahyudi, dan M. Setijo Winarko</i>	919
102	PEMBENTUKAN VIEWS PADA MODEL BLACK LITTERMAN <i>Retno Subekti</i>	933
103	MODELLING ROAD TRAFFIC ACCIDENT DEATHS IN SOUTH AFRICA USING GENERALIZED LINEAR MODELS <i>Sharon Ogolla, Sony Sunaryo, dan Irhamah</i>	943
104	ANALISIS KESTABILAN DAN KEBIJAKAN KEUNTUNGAN MAKSIMAL PADA MODEL POPULASI SATU MANGSA-DUA PEMANGSA DENGAN TAHAPAN STRUKTUR <i>Syamsuddin Toaha, Jeffry Kusuma, Khaeruddin, dan Mawardani</i>	953

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
105	PENDEKATAN FUNGSI SELEKSI UNTUK MASALAH PEMROGRAMAN BILEVEL FUZZY DALAM PENGOPTIMALAN RETRIBUSI JALAN TO <i>Syarifah Inayati dan Irwan Endrayanto A</i>	965
106	KAJIAN DUALITAS DAN ANALISA SENSITIVITAS MASALAH GOAL PROGRAMMING <i>Talisdika Serrisanti Maifa</i>	985
107	MODEL MATEMATIKA PENGARUH SUHU DAN KETINGGIAN TERHADAP <i>SPONTANEOUS-POTENTIAL</i> UNTUK KARAKTERISASI PANASBUMI DI GEDONGSONGO, SEMARANG, JAWA TENGAH <i>Widowati, Agus Setyawan, Mustafid, Muh. Nur, Sudarno, Udi Harmoko, Satriyo, Gunawan S, Agus Subagio, Heru Tj, Djalal Er Riyanto, Suhartono, Moch A Mukid, Jatmiko E.</i>	997

BIDANG : STATISTIKA (39)

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
108	PENENTUAN PREMI BULANAN UNTUK KONTRAK ASURANSI JIWA ENDOWMENT UNIT LINK DENGAN METODE POINT TO POINT <i>Erna Hayati dan Sony Sunaryo</i>	1005
109	ASUMSI CONSTANT FORCE PADAASURANSI DWIGUNA LAST SURVIVOR <i>Hasriati, Azis Khan, dan Dian Fauzia Rahmi</i>	1015
110	METODE PENDETEKSIAN HOTSPOT MULTIVARIAT DAN PERANGKINGAN ORDIT: Study Kasus Tingkat KesehatanIbudanBalita di Kota Depok <i>Yekti Widyaningsih dan Titin Siswantining</i>	1025
111	PREDIKSI CURAH HUJAN DI SURABAYA UTARA DENGAN MENERAPKAN FUZZY-MAMDANI <i>Farida Agustini Widjajati dan Dynes Rizky Navianti</i>	1035
112	MODEL REGRESI NONPARAMETRIK MULTIRESPON SPLINE TRUNCATED UNTUK DATA LONGITUDINAL (STUDI KASUS KEBERHASILAN KB) <i>Dita Amelia dan I Nyoman Budiantara</i>	1045
113	KLASIFIKASI KAYU DENGAN MENGGUNAKAN NAÏVE BAYES-CLASSIFIER <i>Achmad Fahrurozi</i>	1057
114	KALKULATOR <i>SURVIVAL</i> DAN <i>LIFE TABEL</i> MENGGUNAKAN <i>SOFTWARE R</i> <i>Adhitya Ronnie Effendie dan Hendra Perdana</i>	1067
115	PREDIKSI INDEKS HARGA KONSUMEN DENGAN MODEL <i>FUZZY</i> DAN <i>RECURRENT NEURAL NETWORK</i> <i>Agus Maman Abadi</i>	1073
116	PERAMALAN PENJUALAN SEPEDA MOTOR DI PT. "X" DENGAN MENGGUNAKAN ARIMAX DI KABUPATEN PONOROGO <i>Ani Satul Ru'yati Badriyah dan Agus Suharsono</i>	1085
117	PENERAPAN MODEL ARX ORDE 1 PADA INDEKS SAHAM DAN HARGA MINYAK MENTAH DUNIA <i>Indah Pratiwi, Kankan Parmikanti, dan Budi Nurani Ruchjana</i>	1093
118	PENGELOMPOKAN KABUPATEN/KOTADI PROVINSI NTB BERDASARKAN KARAKTERSTIK KEMISKINAN MENGGUNAKAN METODE WARD <i>Desy Komalasari</i>	1107
119	PENGGUNAAN <i>SOFTWARE</i> MATLAB PADA MODIFIKASI <i>SINGLE SYSTEMATIC SAMPLING</i> <i>Dewi Putrie Lestari dan Aini Suri Talita</i>	1115

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
120	EVALUASI <i>SKILL MODEL</i> DENGAN KURVA <i>RELATIVE OPERATING CHARACTERISTICS</i> (ROC) <i>Dewi Retno Sari Saputro</i>	1123
121	ANALISIS SURVIVAL PADA DATA REKURENSI DENGAN <i>COUNTING PROCESS APPROACH</i> DAN MODEL PWP-GT <i>Diah Ayu Novitasari dan Santi Wulan Purnami</i>	1129
122	OPTIMISASI PERENCANAAN PRODUKSIMODEL PROGRAM LINEAR MULTI OBJEKTIF DE NOVO DENGAN PENDEKATAN <i>GOAL PROGRAMMING</i> <i>Dwi Lestari</i>	1139
123	REGRESI KUANTIL DENGAN ESTIMASI METODE SPARSITY UNTUK PEMODELAN TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA DI INDONESIA <i>Dynes Rizky Navianti</i>	1153
124	PREDIKSI PERMINTAAN SEPEDA MOTOR PER JENIS MERK HONDA DAN TOTAL MARKET DI KABUPATEN SIDOARJO MENGGUNAKAN <i>VECTOR AUTOREGRESSIVE</i> (VAR) <i>Efrandi Andiarga dan Agus Suharsono</i>	1165
125	VOLATILITAS MODEL GARCH SAHAM SYARIAH YANG BERHUBUNGAN KAUSALITAS DENGAN INDEKS PASAR <i>Endang Soeryana Hasbullah, Ismail Bin Mohd, Mustafa Mamat, Sukono, dan Endang Rosyaman</i>	1183
126	PENGARUH FAKTOR INDIVIDU DAN FAKTOR KONTEKSTUAL TERHADAP FERTILITAS DI INDONESIA TAHUN 2011 (Analisis Multilevel) <i>Febri Wicaksono dan Dhading Mahendra</i>	1193
127	KAJIAN METODE STATISTIK NONPARAMETRIK UJI HILDEBRAND SEBAGAI PADANAN ANALISIS VARIANSI DUA ARAH <i>Fitri Catur Lestari</i>	1203
128	PEMODELAN PREVALENSI KEJADIAN KUSTA DI JAWA TIMUR DENGAN PENDEKATAN <i>SPATIAL AUTOREGRESSIVE – SEM PLS</i> <i>Gilang Maulana Abdi dan Ismaini Zain</i>	1213
129	PENENTUAN PREMI TUNGGAL PADA KONTRAK ASURANSI jiwa <i>ENDOWMENT</i> UNIT LINK METODE <i>HIGH WATER MARK</i> <i>Gusmi Kholijah dan Sony Sunaryo</i>	1225
130	PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIKA MENGGUNAKAN <i>SOFTWARE R</i> <i>Hendra Perdana, Khabib Mustofa, dan Dedi Rosadi</i>	1241
131	PENGEMBANGAN GRAFIK PENGENDALI DISTRIBUSI BETA BINOMIAL SEBAGAI PENGANTI p-CHART MELALUI MCMC <i>Hendro Permadi</i>	1247
132	PENGARUH <i>OUTLIER</i> TERHADAP ESTIMATOR PARAMETER REGRESI DAN METODE REGRESI ROBUST <i>I Gusti Ayu Made Srinadi</i>	1259
133	SUATU SURVEI TENTANG REGRESI BERBASIS KOPULA <i>I Wayan Sumarjaya</i>	1267
134	ANALISIS REGRESI PROBIT DENGAN EFEK INTERAKSI UNTUK MEMODELKAN ANGKA FERTILITAS TOTAL DI INDONESIA <i>Imam Ahmad Al Fattah dan Vita Ratnasari</i>	1277
135	ANALISIS GEROMBOL BERBASIS MODEL (Studi Kasus Standar Pelayanan Minimal SMP di Kabupaten Manokwari)	1287

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
	<i>Surianto Bataradewa, Nurhaida, Rium Hilum, dan Indah Ratih Anggriyani</i>	
136	KAJIAN ANALISIS DISKRIMINAN BERBASIS MODEL (<i>Model Based Discriminant Analysis Study</i>) <i>Indah Ratih Anggriyani</i>	1299
137	MODEL BINOMIAL NEGATIF DAN POISSON INVERSE GAUSSIAN DALAM MENGATASI OVERDISPERSI PADA REGRESI POISSON. <i>Laksmi Prita W</i>	1309
138	ESTIMASI PARAMETER MODEL <i>GEOGRAPHICALLY WEIGHTED ZERO-INFLATED POISSON REGRESSION</i> (GWZIPR) <i>Luthfatul Amaliana dan Purhadi</i>	1317
139	ANALISIS DATA INFLASI DI INDONESIA MENGGUNAKAN MODEL REGRESI KERNEL (SEBELUM DAN SESUDAH KENAIKAN TDL DAN BBM TAHUN 2013) <i>Suparti, Budi Warsito, dan Moch Abdul Mukid</i>	1327
140	ESTIMASI DAN PENGUJIAN HIPOTESIS <i>GEOGRAPHICALLY WEIGHTED MULTINOMIAL LOGISTIC REGRESSION</i> <i>M. Fathurahman, Purhadi, Sutikno, dan Vita Ratnasari</i>	1339
141	PENAKSIRAN PARAMETER MODEL GENERALISASI SPACE TIME AUTOREGRESI ASUMSI HETEROSKEDASTIK <i>Nelson Nainggolan</i>	1349
142	TAKSIRAN TITIK MEAN MODEL CAR FAY-HERRIOT MENGGUNAKAN PENDEKATAN HIERARKI BAYES PADA <i>SMALL AREA ESTIMATION</i> <i>Kurnia Susvitasari dan Titin Siswantining</i>	1355
143	PERBANDINGAN ANALISIS REGRESI COX DAN ANALISIS SURVIVAL BAYESIAN PADA PASIEN KANKER SERVIKS <i>Rina Wijayanti dan Santi Wulan Purnami</i>	1363
144	MODEL REGRESI PROBIT BIVARIAT PADA INDEKS PEMBANGUNAN GENDER DAN INDEKS PEMBERDAYAAN GENDER <i>Ririn Wahyu Ningsih dan Vita Ratnasari</i>	1373
145	PEMODELAN KUALITAS PEMBANGUNAN MANUSIA INDONESIA DENGAN PENDEKATAN MODEL PROBIT BIVARIAT <i>Vita Ratnasari</i>	1383
146	PENAKSIRAN PARAMETER UNTUK MODEL <i>GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION</i> (GWTR) <i>Harmi Sugiarti, Purhadi, Sutikno, dan Santi Wulan Purnami</i>	1391

BIDANG : TEORI GRAPH DAN KOMBINATORIK(11)

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
147	GRAF AMALGAMASI POHON BERBILANGAN KROMATIK LOKASI EMPAT <i>Asmiati dan Fitriani</i>	1399
148	PELABELAN <i>GRACEFUL SUPER</i> FIBONACCI PADA GRAF <i>FRIENDSHIP</i> DAN VARIASINYA <i>Budi Poniam dan Kiki A. Sugeng</i>	1409
149	PEMANFAATAN PELABELAN <i>GRACEFUL</i> PADA <i>SYMMETRIC TREE</i> UNTUK KRIPTOGRAFI POLYALPHABETIC <i>Indra Bayu Muktyas dan Kiki A. Sugeng</i>	1417
150	PELABELAN TOTAL SUPER (A,D) - SISI ANTIMAGIC PADA GABUNGAN GRAF PRISMA	1421

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
	<i>Ira Aprilia dan Darmaji</i>	
151	BATAS ATAS DIMENSI PARTISI GRAF SUBDIVISI DARI GRAF POHON <i>Amrullah, Edy Tri Baskoro, Saladin Uttungadewa, dan Rinovia Simanjuntak</i>	1427
152	PELABELAN HARMONIS PADA GRAF TANGGA SEGITIGA <i>Kurniawan Atmadja, Kiki A. Sugeng dan Teguh Yuniarko</i>	1435
153	PELABELAN GRACEFUL PADA GRAF MERCUSUAR DAN GRAF BUNGA DHIFA <i>Nadia Paramita, Rostika Listyaningrum dan Kiki A. Sugeng</i>	1441
154	PEMBENTUKKAN SUPER GRAF PADA KLASIFIKASI SIDIK JARI <i>Nurma Nugraha dan Kiki Ariyanti</i>	1447
155	MENKONTRUKSI SUPER EDGE MAGIC GRAPH BARU DARI SUPER EDGE MAGIC GRAPH YANG SUDAH ADA <i>Suhud Wahyudi dan Sentot Didik Surjanto</i>	1455
156	MENENTUKAN CLIQUE MAKSIMUM PADA SUATU GRAF DENGAN MENGGUNAKAN HEURISTIK GREEDY <i>Mochamad Suyudi, Ismail Bin Mohd, Roslan Bin Hasni, Sudradjat Supian, dan Asep K. Supriatna</i>	1465
157	KAJIAN EKSISTENSI GRAF BERARAH HAMPIR MOORE <i>Yus Mochamad Cholily</i>	1471

BIDANG : TEORI SISTEM DAN KENDALI (4)

NO	JUDUL MAKALAH	HAL
158	KENDALI OPTIMAL PADA MANAJEMEN PERSEDIAAN MULTI-SUPPLIER DENGAN LEAD TIME <i>Darsih Idayani dan Subchan</i>	1477
159	ANALISA PERBANDINGAN PERFORMANSI KONTROL TWO WHEELED INVERTED PENDULUM ROBOT DENGAN MENGGUNAKAN FSMC DAN T2FSMC <i>Mardlijah dan Muh Abdillah</i>	1489
160	METODE LANGSUNG PADA PERMASALAHAN KENDALI OPTIMAL DENGAN LEGENDRE PSEUDOSPECTRAL <i>Rahmawati Erma Standsyah dan Subchan</i>	1497
161	KENDALI OPTIMAL MODEL DIVERSIFIKASI BERAS DAN NON-BERAS <i>Retno Wahyu Dewanti dan Subchan</i>	1507

PENGEMBANGAN MODUL PENERAPAN TEORI GRAPH BERBASIS ICT SEBAGAI PEDOMAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN (PKL) MAHASISWA JURUSAN MATEMATIKA DI INDUSTRI

Sapti Wahyuningsih¹
Darmawan Satyananda²

¹Universitas Negeri Malang, saptiw81@gmail.com

²Universitas Negeri Malang, dsatyananda@gmail.com

Abstrak. Matakuliah yang membekali mahasiswa untuk mampu bekerja sama, berkomunikasi secara multidisiplin dan memiliki kompetensi menerapkan ilmu yang diperoleh adalah Matakuliah Praktek Kerja Lapangan (PKL). Dalam PKL mahasiswa dapat menerapkan berbagai ilmu yang telah di dapat di perkuliahaan dalam mengkaji atau menyelesaikan berbagai bidang permasalahan di lingkungan industri/perusahaan, balai penelitian, atau instansi lain. Salah satu permasalahan yang penting di perusahaan adalah masalah distribusi. Permasalahan tersebut dapat dimodelkan dengan menggunakan terapan teori graph.

Terapan dari teori *graph* dengan variabel tunggal dapat dimodelkan dengan persoalan *Travelling Salesman Problem* (TSP). Dalam perkembangannya banyak persoalan dengan banyak variabel sehingga TSP dapat diperluas menjadi permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP) selain kendala tambahan misalnya biaya perjalanan, depot yang lebih dari satu, waktu pengiriman, dan adanya pengambilan barang selain pengantaran sehingga ada pengembangan dari VRP dasar yang ada, yang merupakan varian-varian baru dari VRP. Varian-varian ini dikembangkan antara lain bertujuan untuk memodelkan aplikasi VRP dalam dunia nyata dengan lebih baik lagi sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Varian VRP yang diidentifikasi *Multi Depot Vehicle Routing Problem* (MDVRP), *Vehicle Routing Problem Backhlaus* (VRPB), *Vehicle Routing Problem With Time Windows* (VRPTW), dan *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP).

Untuk memudahkan memodelkan penerapan teori graph pada permasalahan nyata diperlukan pengembangan modul yang berbasis ICT. Alat bantu program yang dikembangkan dengan Delphi dan menggunakan hasil pembandingan paket program GRIN. Dengan menggunakan modul ini diharapkan akan memudahkan mahasiswa peserta PKL untuk mengidentifikasi masalah dan memilih strategi dalam menyelesaikan permasalahan khususnya masalah distribusi pada optimalisasi di industri.

Kata Kunci: penerapan teori graph, distribusi, traveling salesman problem dan varian *Vehicle Routing Problem*

Selaras dengan perkembangan lembaga Universitas Negeri Malang yang telah mengalami perluasan mandat, maka ketentuan tentang aktivitas mahasiswa di luar kampus dalam bentuk Praktek Kerja Lapangan (PKL) diwajibkan bagi mahasiswa non kependidikan. Tujuan matakuliah ini adalah mengembangkan kompetensi mahasiswa dalam melaksanakan praktek di industri/perusahaan/ lembaga agar siap menjadi tenaga profesional dalam bidang keahliannya. Masalah distribusi yaitu pengangkutan dan pengiriman barang dari produsen ke konsumen merupakan salah satu aspek penting dalam proses produksi. Dalam proses produksi, masalah efektifitas dan efisiensi perlu diperhatikan karena hal ini bersangkutan dengan biaya produksi. Semakin luasnya daerah pemasaran, semakin kompleks pula rute jalan yang harus ditempuh dalam proses pendistribusian produk. Sehingga pemilihan rute yang tepat akan sangat mempengaruhi efisiensi proses pendistribusian. Selain itu ada beberapa kendala lagi yang dihadapi dalam proses pendistribusian produk antara lain, kapasitas produk yang dapat dimuat oleh kendaraan, banyak produk yang diminta oleh setiap outlet, serta jarak antara outlet satu dengan lainnya.

Berbagai masalah di atas jika diselesaikan dengan perhitungan secara langsung maka akan terdapat banyak kesulitan dikarenakan kondisi permasalahan tersebut membutuhkan suatu keteraturan dan ketelitian. Akan tetapi, jika permasalahan dimodelkan ke dalam bentuk graph maka permasalahan dapat diselesaikan dengan algoritma-algoritma yang telah ada. Salah satu model graph yang dipakai untuk masalah pendistribusian barang adalah model jaringan *Traveling Salesman Problem*, model graph ini bisa digunakan untuk menentukan sejumlah rute terpendek yang harus melayani sejumlah *customer* yang bertujuan untuk meminimalisasikan jarak tempuh. Model *Traveling Salesman Problem* ini dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah pendistribusian barang dengan syarat variabel tunggal.

Dalam perkembangannya banyak persoalan dengan banyak variabel sehingga TSP dapat diperluas menjadi permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP) selain kendala tambahan misalnya biaya perjalanan, depot yang lebih dari satu, waktu pengiriman, dan adanya pengambilan barang selain pengantaran sehingga ada pengembangan dari VRP dasar yang ada, yang merupakan varian-varian baru dari VRP. Varian-varian ini dikembangkan antara lain bertujuan untuk memodelkan aplikasi VRP dalam dunia nyata dengan lebih baik lagi sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Varian VRP yang diidentifikasi *Multi Depot Vehicle Routing Problem* (MDVRP) merupakan VRP dengan banyaknya depot yang melayani *customer* lebih dari satu (Surekha, & Sumathi, [5]). *Vehicle Routing Problem Backhlaus* (VRPB) adalah VRP dimana *customer* dapat melakukan permintaan pengiriman atau pengambilan sejumlah barang. Dalam setiap rute kendaraan, pengambilan dilakukan setelah semua pengiriman ke *customer* selesai dilakukan (Wade & Salhi [6]). *Vehicle Routing Problem With Time Windows* (VRPTW) VRP ini memiliki perbedaan dengan VRP lain dikarenakan adanya penambahan *time window* pada masing-masing *customer* untuk dapat menerima barang. *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP) merupakan VRP dengan perluasan dan penambahan *multiple trip* pada setiap kendaraan ketika mendistribusikan barang serta *time window* pelayanan customer. Sehingga setiap kendaraan dapat memiliki lebih dari satu rute pada periode perencanaan.

Tujuan dari mengembangkan modul penerapan teori graph berbasis ICT ini sebagai pedoman mahasiswa yang melaksanakan PKL di industri khususnya masalah distribusi. Metodologi pengembangannya a). mengumpulkan informasi, b). melakukan perencanaan c). mengembangkan bentuk produk awal, d). melakukan uji coba dan e). merevisi produk. Modul ini diharapkan akan memudahkan mahasiswa peserta PKL memecahkan permasalahan di industri dengan mengidentifikasi masalah yang muncul di industri, membuat model graphnya dan mengidentifikasi syarat perlu dan cukup yang sesuai dengan permasalahannya dan memilih strategi/algorithm dalam menyelesaikan permasalahan, serta menggunakan alat bantu program yaitu Delphy dan paket program GRIN untuk menyelesaikan masalah.

KAJIAN PUSTAKA

Travelling Salesman Problem (TSP) dapat didefinisikan sebagai berikut: Misal G adalah graph komplit tidak berarah, $G = (V, E)$ dimana $V = (1, 2, 3, \dots, n)$ merupakan himpunan titik dan E adalah himpunan sisi. Titik 0 sebagai depot, n titik merupakan banyaknya konsumen. Banyak permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang dapat direpresentasikan dengan menggunakan *Travelling Salesman Problem* (TSP). Permasalahan-permasalahan yang dapat diselesaikan dengan TSP adalah efisiensi pendistribusian barang dan proses pembuatan *PCB* (*Printed Circuit Board*). TSP juga dapat diterapkan pada bidang komunikasi dan teknologi informasi. Permasalahan-permasalahan yang muncul yaitu bagaimana cara mengunjungi titik pada graph dari titik awal ke setiap titik yang lain dengan bobot minimum atau dengan biaya seminimal mungkin. Bobot dari graph pada TSP dapat mewakili banyak hal, seperti biaya, jarak, dan waktu.

Untuk permasalahan TSP dapat diperluas menjadi *Dynamic Traveling Saleman Problem* (*D-TSP*) yaitu diberikan n buah kota dan c_{ij} yang merupakan jarak antara kota i dan kota j , seseorang ingin membuat suatu lintasan tertutup dengan mengunjungi setiap kota satu kali. Tujuannya adalah memilih lintasan tertutup yang total jaraknya minimum diantara pilihan dari semua kemungkinan lintasan (Jindal, and Kumar [1]). *D-TSP* adalah menentukan TSP dengan perubahan bobot (jarak) dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$D(t) = \{d_{ij}(t)\}_{n(t) \times n(t)}$$

$d_{ij}(t)$ adalah bobot dari titik (kota) c_i ke kota c_j , dan t adalah waktu sebenarnya. Dalam definisi ini, banyaknya kota $n(t)$ dan matriks bobot bergantung pada waktu. *D-TSP* adalah menentukan bobot rute minimum yang memuat semua titik yaitu titik $n(t)$.

Travelling Salesman Problem dengan tambahan kendala adanya urutan titik yang harus dikunjungi terlebih dahulu (*precedence constraints*) maka

menjadi *Travelling Salesman Problem with Precedence Constraints (TSPPC)* merupakan permasalahan untuk mencari perjalanan terpendek melalui semua titik dan tiap titik dilewati tepat satu kali. Permasalahan TSPPC dapat dimodelkan dalam bentuk network, dengan titik sebagai kota dan sisi berarah sebagai *precedence relation*. TSPPC dapat diaplikasikan pada banyak masalah industri, seperti pendistribusian, penjadwalan, pengambilan keputusan, dan urutan proses (Moon, Kim, Choi, and Seo [2] dan Mohd Razali and Geraghty [3])

Permasalahan TSP dan pengembangannya dapat digunakan untuk menyelesaikan optimalisasi distribusi dengan variabel tunggal. Sedangkan untuk variabel tidak tunggal diperlukan kajian *Vehicle Routing Problem (VRP)* yang merupakan salah satu konsep pada teori graph yang dapat diterapkan dalam menyelesaikan permasalahan optimalisasi untuk mencari sejumlah rute minimum yang berawal dan berakhir di depot. Wahyuningsih [7] telah mengkaji pemodelan Variasi *Vehicle Routing Problem (VRP)* pada Optimalisasi Distribusi dan Analisa Algoritmanya (Proceding Seminar Nasional MIPA,2010). Permasalahan VRP dapat digambarkan dengan graph yaitu sebagai berikut, misal $G = (V, E)$ adalah graph terhubung sederhana dengan formulasi matematika dari fungsi tujuan

$$\min \sum_{k \in K} \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} c_{ij} x_{ij}^k$$

dimana $x_{ij}^k = \begin{cases} 1, & \text{jika } k \text{ dijalankan dari } i \text{ sampai } j, i \neq j \\ 0, & \text{untuk yang lainnya} \end{cases}$

Dengan batasan-batasan yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan permasalahan VRP sebagai berikut:

1. Setiap pelanggan dikunjungi hanya satu kali dan hanya oleh satu kendaraan saja.

$$\sum_{k \in K} \sum_{i \in N} x_{ij}^k = 1, \forall i \in V - \{0\}$$

2. Setiap rute kendaraan berawal dan berakhir di depot.

$$\sum_{j \in N - \{0\}} x_{0j}^k = 1, \forall k \in K$$

$$\sum_{j \in N - \{0\}} x_{j0}^k = 1, \forall k \in K$$

3. Jumlah total permintaan yang dapat dilayani dalam satu rute oleh sebuah kendaraan tidak melebihi kapasitas kendaraan tersebut.

$$\sum_{i \in N - \{0\}} q_i \sum_{j \in N} x_{ij}^k \leq Q, \forall k \in K$$

4. Kendaraan meninggalkan pelanggan yang sudah dikunjungi

$$\sum_{i \in N} x_{ih}^k - \sum_{j \in N} x_{hj}^k = 0, \forall h \in V - \{0\}, \forall k \in K$$

5. Batas nilai

$$x_{ij}^k \in \{0,1\}, \forall i \in N, j \in N, k \in K$$

Pemodelan dan batasan-batasan ini akan disesuaikan dengan pengembangan varian VRP misalkan MDVRP, VRPB, VRPTW dan MTRVP. Pada aplikasinya diperlukan alat bantu program baik yang disusun sesuai kebutuhan yaitu delphy maupun paket program misalkan program GRIN.

Aplikasi program yang dikembangkan untuk permasalahan TSP dan VRP lebih bersifat *customized*, dengan mendasarkan pada keperluan yang ada. Diperlukan aplikasi yang bisa digunakan untuk keperluan pencarian siklus Hamilton atau distribusi (VRP) yang memadukan berbagai metode atau varian sekaligus. Untuk membandingkan satu metode/varian dengan metode/varian lain maka data yang digunakan di satu metode/varian kemudian di-*entry* ulang di aplikasi dengan metode/ varian lain. Karakteristik dari beberapa aplikasi tersebut adalah sebagai berikut:

- Entry node yang menunjukkan depot dan customer secara grafis
- Entry permintaan setiap node dalam bentuk tabel permintaan
- Entry jarak antar node dalam bentuk tabel jarak
- Entry data pendukung lain, di antaranya: kapasitas kendaraan, kecepatan rata-rata, *time window* (bila diperlukan), waktu pelayanan, jumlah rute maksimum yang diperbolehkan,

- Output berupa rute yang ditemukan dan visualisasinya, serta keterangan lainnya.

Fasilitas untuk menyimpan data posisi titik, jarak antar titik, dan data pendukung lain ke dalam suatu file, dan fasilitas untuk membukanya. Dalam hal struktur data, masalah distribusi lebih banyak direpresentasikan sebagai array 2 dimensi dengan alasan:

- graph yang digunakan adalah graph tidak berarah (jarak $uv = vu$) karena permasalahan distribusi tidak membedakan arah antar dua node,
- pada kebanyakan kasus graphnya adalah graph lengkap, sehingga kecil kemungkinan dimiliki *sparse matrix*,
- lebih memudahkan dalam operasi penelusuran sisi (*traversal*) atau pencarian elemen matriks

Dengan penentuan titik pada saat aplikasi dijalankan maka diperlukan array yang bisa “tumbuh”. Array statis yang sudah ditentukan kapasitasnya sejak awal tidak bisa diubah ukurannya pada saat aplikasi berjalan. Alternatifnya bisa digunakan array dinamis yang ukurannya bisa disesuaikan dengan kebutuhan secara *on the fly* pada saat aplikasi dijalankan. Array dinamis juga dimungkinkan untuk “mengecil” dengan menghapus elemen tertentu, tetapi hampir tidak pernah ditemui penghapusan *node* pada permasalahan distribusi. Dalam Delphi, array dinamis 2 dimensi dideklarasikan dengan bentuk **array of array of <tipe>**, dan ditentukan kapasitasnya dengan menggunakan **SetLength**.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada permasalahan distribusi dengan variabel tunggal, dapat diaplikasikan algoritma-algoritma yang ada pada TSP. Data yang diperlukan membutuhkan unsur-unsur yang dapat di representasikan sebagai elemen – elemen dalam graph yaitu *vertex*, *edge* dan bobot untuk setiap sisi. Unsur-unsur beserta representasinya adalah sebagai berikut :

- Kantor pendistribusian sebagai titik awal tempat keberangkatan dan titik akhir perjalanan.

- Tempat tujuan pendistribusian sebagai titik sumber
- Jalan dari satu titik ke titik yang lainnya sebagai *edge* (sisi)
- Sedangkan kapasitas jalan sebagai bobot dari sisinya.

Algoritma-algoritma yang dapat digunakan untuk menentukan TSP misalkan algoritma *nearest neighbor heuristic*, algoritma *cheapest link* dan algoritma *branch and bound* dapat digunakan untuk mencari siklus hamilton dengan bobot minimum. Dari analisa kinerja algoritma, graph komplit diperlukan sebagai syarat cukup untuk berlakunya algoritma *nearest neighbor heuristic* dan algoritma *cheapest link*. Sedangkan graph sebarang baik graph komplit maupun graph tidak komplit dapat digunakan untuk algoritma *branch and bound* untuk menentukan solusi TSP.

Untuk permasalahan TSP dapat dikembangkan menjadi *dynamic traveling salesman problem* (D-TSP). Apabila dalam TSP yang dicari jarak titik tujuannya sudah ditentukan dan tetap, sedangkan pada D-TSP mencari jarak dan waktu yang sudah ditentukan kemudian titik tujuan tidak tetap sehingga dapat terjadi penambahan titik tujuan maupun pengurangan titik tujuan. Pada D-TSP bagaimana cara menemukan penggunaan lintasan minimum dari suatu proses pengiriman barang di mana titik tujuan tersebut dapat berubah sewaktu-waktu dengan setiap pelanggan harus dilayani tepat satu kali setiap pengiriman barang.

Diidentifikasi algoritma yang dapat digunakan untuk menentukan D-TSP adalah algoritma *nearest insertion heuristic* dan *nearest neighbor heuristic*. Langkah pertama pada Algoritma *nearest neighbor heuristic* pada D-TSP adalah mencari titik awal kemudian cari titik lainnya yang terhubung langsung. Pada pertengahan langkah terdapat penambahan dan pengurangan titik. Pada akhir langkah ini, didapat hasil minimum. Algoritma *nearest insertion heuristic* pada D-TSP adalah mencari titik awal kemudian cari titik lainnya kemudian terdapat penyisipan titik antara titik yang terhubung langsung tersebut. Pada pertengahan langkah terdapat penambahan dan pengurangan titik. Pada akhir langkah ini didapat hasil siklus minimum (Jindal, and Kumar [1]).

Pada penerapan masalah distribusi dengan variabel tidak tunggal dapat dimodelkan dengan varian VRP. Ada beberapa jenis varian VRP yang merupakan pengembangan dari VRP dasar yang ada, yang merupakan varian-varian baru dari VRP. Varian-varian ini dikembangkan antara lain bertujuan untuk memodelkan aplikasi VRP dalam dunia nyata dengan lebih baik lagi sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Varian VRP yang diidentifikasi *Multi Depot Vehicle Routing Problem* (MDVRP) merupakan VRP dengan banyaknya depot yang melayani *customer* lebih dari satu (Surekha, & Sumathi, [5]. Berikut ini diuraikan penjelasan tentang MDVRP.

Suatu MDVRP merupakan salah satu perluasan dari VRP dimana beberapa kendaraan berangkat dari beberapa depot dan kembali ke depot asal sampai semua rute terlewati. Permasalahan MDVRP ini sama dengan VRP yaitu meminimalkan rute dengan memperhatikan kendala kapasitas kendaraan tanpa dipengaruhi kendala biaya dan waktu, dengan kata lain kendala biaya dan waktu tempuh diabaikan. Masing masing depot diasumsikan cukup besar untuk memenuhi permintaan *customer-customer*. Dengan setiap *customer* hanya di kunjungi 1 kali pada setiap pemberangkatan.

Surekha dan Sumathi [5] dalam jurnalnya menyatakan bahwa pada dasarnya sasaran dari pada MDVRP adalah untuk meminimalkan jarak total pengiriman atau waktu yang dihabiskan dalam melayani semua *customer*. Tujuan dari MDVRP adalah untuk meningkatkan efisiensi dari pengiriman. Dimulai dengan pengelompokan (*grouping*), dilanjutkan dengan mengurutkan rute (*routing*), dan tahap terakhir adalah *schedulling* bertujuan untuk mengoptimalkan rute tersebut.

Diidentifikasi algoritma untuk menyelesaikan MDVRP yaitu algoritma *self-developed*, *upper bound*, *Clark and Wright*, dan Algoritma Genetika. Dari analisa kinerja algoritma beberapa dapat diidentifikasi tahap *grouping* pada algoritma genetika dan *upper bound* dapat menggunakan algoritma pada *shortest path*, pada algoritma *Clark and Wright* dan *self-developed* tahap routing menggunakan metode *saving*, dan pada tahap *scheduling* pada algoritma genetika dilakukan proses genetika, diantaranya seleksi dengan metode *Roulette*, pindah silang

dengan *order crossover(OX)* dan mutasi dengan *inversion mutation*. Sehingga ditemukan alternatif solusi pada algoritma genetika untuk MDVRP.

Vehicle Routing Problem Backhaul (VRPB) adalah varian VRP dimana *customer* dapat melakukan permintaan pengiriman atau pengambilan sejumlah barang. Dalam setiap rute kendaraan, pengambilan dilakukan setelah semua pengiriman ke *customer* selesai dilakukan (Wade & Salhi [6]). Varian VRP ini dengan penambahan kendala pada permintaan jenis pelanggan yaitu pelanggan *backhaul* dengan kondisi dimana pelanggan dapat melakukan permintaan pengiriman atau pengembalian sejumlah barang tertentu. Masalah VRPB juga sering kali disebut sebagai masalah *linehaul-backhaul*. Perbedaan mendasar antara VRPB dan VRP meliputi dua hal, yaitu pada jenis pelanggan dan pembentukan rute kendaraan. Pada VRPB untuk setiap rute kendaraan yang memuat dua jenis pelanggan juga harus memenuhi kondisi pelayanan pengiriman barang ke pelanggan sebelum dilakukan pengambilan barang dari pelanggan.

Salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk menemukan solusi pada VRPB adalah algoritma *tabu search*. Pada algoritma *tabu search*, terdapat dua tahap yaitu tahap inisialisasi dan tahap pengembangan. Tahap inisialisasi ini merupakan tahap dimana proses pembentukan rute VRPB dilakukan dengan menghitung jarak antar dua titik, mencari solusi awal menggunakan metode *Nearest Neighbour* dan pembentukan rute VRPB. Pada tahap pengembangan ini dilakukan dua langkah yaitu tahap pertukaran titik pada rute yang sudah terbentuk pada tahap inisialisasi dan tahap pemeriksaan kendala. Semua titik yang sudah ditukar kemudian dimasukkan ke dalam *tabu list* dan dilakukan pengecekan kendala. Pada tahap pertukaran titik, suatu rute yang dihasilkan dicek kembali apakah rute tersebut sudah berbentuk rute berjenis VRPB atau tidak, jika tidak dilakukan kembali pembentukan rute berjenis VRPB yang sudah dilakukan pada tahap inisialisasi.

Varian VRP yang memiliki perbedaan dengan VRP lain dikarenakan adanya penambahan *time window* adalah *Vehicle Routing Problem With Time Windows* (VRPTW). Permasalahan dari VRP *with Time Window* adalah

bagaimana menentukan sejumlah rute minimum yang berawal dan berakhir di outlet untuk sekumpulan kendaraan agar tiap customer dapat dilayani dengan memenuhi kendala yang ada. Kendala yang ada tersebut adalah jumlah permintaan tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan dan total waktu, baik waktu tempuh (*travel time*) maupun waktu pelayanan (*service time*), tidak boleh melebihi batas waktu (*time window*) yang telah ditentukan, setiap customer hanya dilayani oleh satu kendaraan sehingga dapat ditentukan banyaknya kendaraan yang dibutuhkan dengan total jarak tempuh minimum.

Algoritma yang diidentifikasi untuk menentukan VRPTW adalah algoritma *Clark and Wright* dan *algoritma nearest insertion heuristic*. Langkah-langkah algoritma *Clark and Wright* yaitu menghitung saving, mengurutkan, membangun dan memilih rute serta perluasan rute. Sedangkan untuk algoritma *nearest insertion heuristic* berawal dari membentuk suatu rute dengan nilai saving yang paling besar.

Permasalahan *Multiple Trip Vehicle Routing Problem* (MTVRP) merupakan salah satu varian VRP dengan penambahan kendala kapasitas dan waktu dimana kendaraan dapat melayani satu rute atau lebih (Olivera and Viera, [4]). Tujuan dari permasalahan MTVRP adalah untuk mencari sejumlah rute minimum yang berawal dan berakhir di depot dan customer dilayani tepat satu kali. Algoritma yang dapat digunakan untuk menyelesaikan MTVRP misalkan algoritma *insertion heuristic* dan metode Brandao and Mercers. Pada MTVRP, dengan menggunakan algoritma *insertion heuristic* dimulai dengan pembentukan rute awal yang dipasangkan pada kendaraan yang tersedia. Kemudian dilanjutkan perluasan rute dengan pemilihan dan penyisipan titik sampai semua titik telah terpilih dan terbentuk sekumpulan rute yang terpasangkan dengan kendaraan. Pada langkah inilah setiap kendaraan dapat melewati satu rute atau lebih. Keoptimuman metode *insertion heuristic* dilihat dari langkah algoritma secara umum terletak pada pemilihan dan penempatan customer dalam rute dengan menggunakan *profitability*. Ini yang mengakibatkan total waktu dan jarak tempuh tiap rute menjadi minimum. Pembentukan dan perluasan rute juga didasarkan

pada kapasitas kendaraan dan maksimum waktu tempuh kendaraan. Pemasangan kendaraan dengan rute dilakukan dengan memaksimalkan waktu tempuh semaksimal mungkin. Sehingga ini dapat mengoptimalkan pemakaian kendaraan.

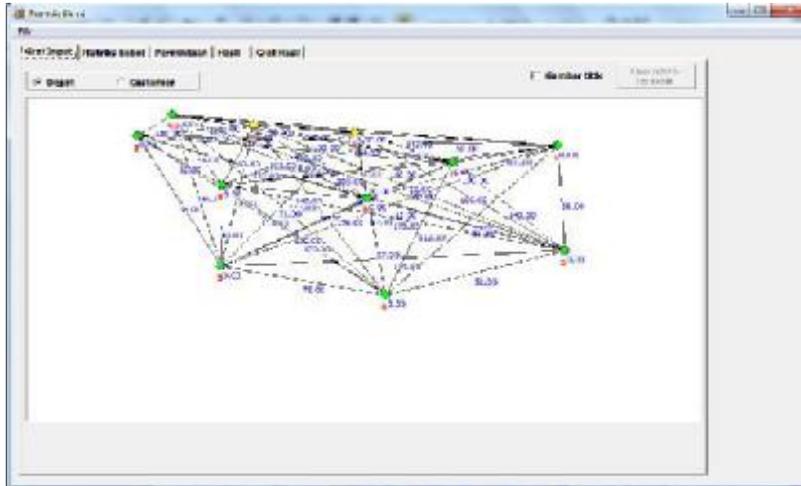
Pada metode Brandao and Mercers proses pembentukan rute berbarengan dengan pemasangan rute dengan kendaraan dengan ketentuan bahwa rute yang terbentuk pertama adalah rute yang dilalui kendaraan pertama, rute kedua dilalui kendaraan kedua, dan seterusnya hingga sebanyak kendaraan yang tersedia. Jika masih terdapat rute yang terbentuk dan kendaraan telah terpasangkan dengan satu rute, maka kembali dipasangkan dengan rute tersisa. Langkah ini dilakukan secara terus menerus hingga semua rute terpasangkan dengan kendaraan. Namun demikian, ini dapat menyebabkan solusi MTRVP tidak *feasible*. Serta proses perubahan solusi menjadi *feasible* terjadi dengan pembentukan rute baru melalui proses *insert moves*. Ini mengakibatkan jumlah rute yang terbentuk semakin banyak yang akan berakibat pada waktu tempuh rute dan jarak tempuh yang semakin besar. Oleh karena itu penyelesaian MTRVP dengan menggunakan metode *insertion heuristic* akan lebih optimum dibandingkan penyelesaian MTRVP dengan menggunakan metode Brandao and Mercers. Karakteristik solusi MTRVP telah dipresentasikan pada International seminar on Mathematics Education and Graph Theory” dengan judul “Characteristic Studies of Solution the Multiple Trip Vehicle Routing Problem (MTRVP) and its Application in Optimization of Distribution Problem” (Wahyuningsih [8]).

Solusi dengan alat bantu program

Program yang dibuat bertujuan untuk mengkombinasikan berbagai algoritma TSP (*Travelling Salesman Problem*) dan VRP (*Vehicle Routing Problem*) ke dalam satu paket sehingga satu permasalahan bisa diselesaikan dengan berbagai cara untuk mendapatkan hasil yang “terbaik”, dan menyediakan aplikasi yang disesuaikan dengan karakteristik permasalahannya. Tahapan pengembangan perangkat lunak ini adalah a. perancangan program, b. implementasi rancangan, dan c. uji coba.

Contoh hasil perancangan program delphy untuk varian VRP

a. Input graph

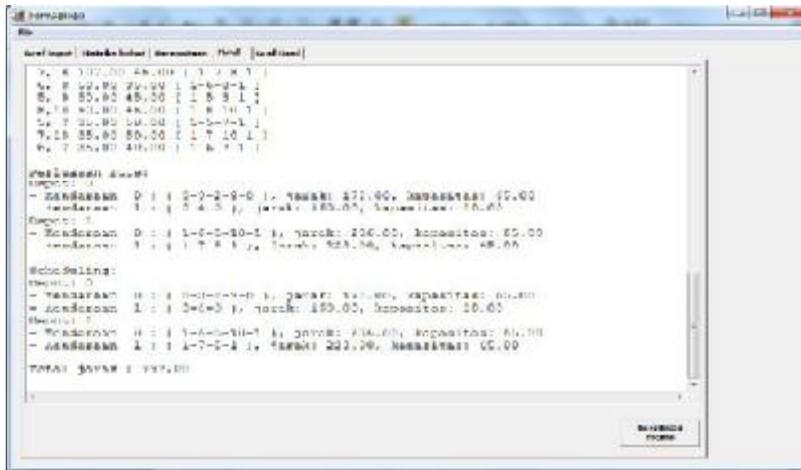


b. Input matrik bobot

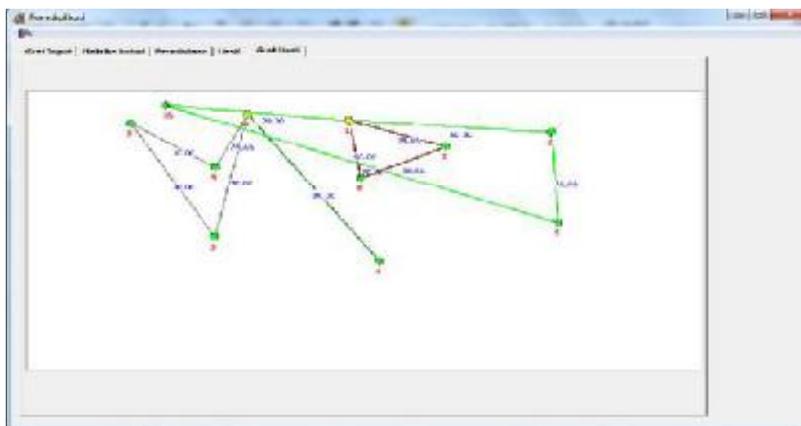
The screenshot shows the 'Input matrik bobot' window. It contains a table with 10 rows and 10 columns. The diagonal elements are 0, and the off-diagonal elements represent the weights between nodes. The table is as follows:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00
2	10.00	0	12.00	18.00	22.00	28.00	32.00	38.00	42.00	48.00
3	15.00	12.00	0	14.00	20.00	24.00	30.00	34.00	40.00	44.00
4	20.00	18.00	14.00	0	16.00	22.00	26.00	32.00	36.00	42.00
5	25.00	22.00	20.00	16.00	0	18.00	24.00	28.00	34.00	38.00
6	30.00	28.00	24.00	22.00	18.00	0	20.00	26.00	30.00	36.00
7	35.00	32.00	30.00	26.00	24.00	20.00	0	22.00	28.00	32.00
8	40.00	38.00	34.00	32.00	28.00	26.00	22.00	0	24.00	30.00
9	45.00	42.00	40.00	36.00	34.00	30.00	28.00	24.00	0	26.00
10	50.00	48.00	44.00	42.00	38.00	36.00	32.00	30.00	26.00	0

c. output berupa teks



d. output berupa graphis



Output yang dihasilkan dibandingkan dengan data standar yang telah terpublikasi.

Contoh hasil perhitungan dari paket program GRIN untuk TSP

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	7.92	8.36	7.54	6.94	7.78	6.36
2	7.92	0	1.06	2.44	2.38	3.78	3.32
3	8.36	1.06	0	3.5	1.46	2.5	2.08
4	7.54	2.44	3.5	0	3.48	4.96	3.92
5	6.94	2.38	1.46	3.48	0	1.42	1.14
6	7.78	3.78	2.5	4.96	1.42	0	1.96
7	6.36	3.32	2.08	3.92	1.14	1.96	0

Weight of the Cycle = 25.06

Counter = 5

Cycle :

1, 4, 3, 2, 5, 6, 7, 1.

Weight of the Cycle = 24.22

Counter = 6

Cycle :

1, 4, 2, 3, 5, 6, 7, 1.

Weight of the Cycle = 22.24

Counter = 7

Cycle :

1, 7, 6, 5, 3, 2, 4, 1.

Weight of the Cycle = 22.24

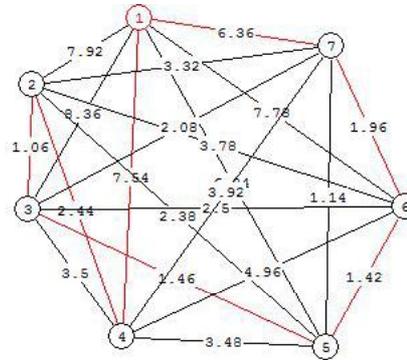
Counter = 7

Cycle :

1, 7, 6, 5, 3, 2, 4, 1.

Weight of the Cycle = 22.24

Procedure complete.



Penutup

Pada pengembangan modul penerapan teori graph berbasis ICT menggunakan metodologi pengembangan a). mengumpulkan informasi untuk memperoleh kajian teori graph khususnya TSP dan varian VRP., b). melakukan perencanaan untuk menyusun prototipe program yang berkaitan c). mengembangkan bentuk produk awal yang berupa draft modul, d). melakukan uji coba prototipe dan draft modul dan e). merevisi modul hasil dari ujicoba. Modul ini diharapkan akan memudahkan mahasiswa peserta PKL memecahkan permasalahan di industri dengan mengidentifikasi masalah yang muncul di industri, membuat model graphnya dan mengidentifikasi syarat perlu dan cukup yang sesuai dengan permasalahannya dan memilih strategi/algorithm dalam menyelesaikan permasalahan, serta menggunakan alat bantu program yaitu delphi dan pembandingnya paket program GRIN untuk menyelesaikan masalah.

Daftar Pustaka

[1]. Jindal, P, Kumar, A and Kumar, S. Dynamic version of Traveling Salesman Problem. *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887) Volume 19– No.1, April 2011

[2]. Moon, C., Kim, J., Choi, G., Seo, Y.. *An Efficient Genetic Algorithm for The Travelling Salesman Problem With Precedence Constraints. European Journal of Operational Research*, vol 140, 606-617, 2001

- [3]. Mohd Razali, N and Geraghty, John. Genetic Algorithm to Solve Process Sequencing Modelled as the Traveling Salesman Problem with Precedence Constraints. *Proceedings of International Conference on Engineering and Information Technology "ICEIT2012"* Sep. 17-18, 2012, Toronto, Canada ISBN: 978-1-77136-064-7
- [4]. Olivera, A. and Viera, O, "Adaptive Memory Programming for the Vehicle Routing Problem with Multiple Trips", *Computers & Operations Research*, Vol. 34, pp. 28-47, 2007.
- [5]. Surekha, P & Sumathi, S. Solution To Multi-Depot Vehicle Routing Problem Using Genetic Algorithms. *WAP Journal*, 1(3) : 118-131, 2011.
- [6]. Wade A.C., Salhi S. An investigation into a new class of vehicle routing problem with backhauls *The International Journal of Management Science*. Omega 30 479 – 487 (2002)
- [7]. Wahyuningsih, Sapti. Pemodelan Variasi *Vehicle Routing Problem* (VRP) pada Optimalisasi Distribusi dan Analisa Algoritmanya. *Proceeding Seminar Nasional MIPA*. 2010.
- [8]. Wahyuningsih, Sapti & Darmawan S. Characteristic Studies of Solution the Multiple Trip Vehicle Routing Problem (MTVRP) and its Application in Optimization of Distribution Problem. June 9, 2014 at Islamic University of Malang & Indonesian Combinatorial Society (InaCombs).