



# PROSIDING

Seminar Nasional Matematika, Sains dan Informatika

## SAINTEKINFO 2015

Surakarta, 25 April 2015



# PERANAN DATA MINING UNTUK PROSES PENGOLAHAN DATA PENELITIAN SAINS

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret

Supported by:





PROSIDING Seminar Nasional Matematika, Sains dan Informatika  
Saintekinfo 2015  
FMIPA UNS  
25 April 2015

Makalah ini dipresentasikan pada  
Seminar Nasional Matematika, Sains dan Informatika  
**Saintekinfo 2015**  
“Peran Data Mining untuk Proses Pengolahan Data Penelitian Sains”  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret  
Surakarta, 25 April 2015

Penerbit: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret  
Surakarta

ISBN : 978-602-18580-3-5

## DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR REVIEWER	iii
TIM PROSIDING	iv
SAMBUTAN KETUA PANITIA	v
SAMBUTAN REKTOR	vi
SUSUNAN PANITIA	vii
DAFTAR ISI	viii

### MATERI *KEYNOTE SPEAKER*

1. *E-tourism Data Mining: Solusi Promosi bagi Pariwisata*  
**Dr. Wisnu Bawa Tarunajaya, SE., M.M.** A-1
2. Pengembangan Pariwisata Terintegrasi di Wilayah Solo Raya  
**F.X. Hadi Rudyatmo** A-2

### MATERI PEMBICARA UTAMA

1. *Designing Recommendation System for Tourism*  
**Dr. Wiranto, M.Sc., M.Kom** B-1
2. Penambangan Data Runtun Waktu (*Time Series Data Mining*)  
**Prof. Drs. Subanar, Ph.D** B-2
3. Penerapan Penambangan Data dalam Berbagai Bidang Ilmu: Suatu Tinjauan dari Perspektif Statistika (*Data Mining in Scientific Applications: A Statistical Perspective*)  
**Prof. Ir. Khairil Anwar Notodiputro, M.S., Ph.D** B-3

## Bidang Matematika dan Statistika

1	Aplikasi Aljabar Maks-Plus pada Sistem Produksi Tipe <i>Serial</i> <b>Andika Ellena Saufika Hakim Maharani, Siswanto, Sutanto</b>	1
2	Disain Odema ( <i>Ornament Decorative Mathematics</i> ) untuk Populerisasi Matematika <b>Hanna Arini Parhusip</b>	8
3	Penentuan Lintasan Kapasitas <i>Fuzzy</i> Maksimum Menggunakan Aljabar Max-Min Bilangan <i>Fuzzy</i> <b>M. Andy Rudhito</b>	16
4	Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematika Peserta Didik Melalui quantum Teaching yang disetting Kooperatif Di Kelas X SMK Negeri 1 Kalibagor <b>Noorul Fatimah</b>	23
5	Generalisasi Model Sistem Produksi Menggunakan Aljabar Max-Plus <b>Pohet Bintoto, Subiono</b>	31
6	Analisis Keterlaksanaan Pembelajaran Matematika Kreatif SMA Negeri 2 Merangin Tahun 2015 <b>Suwarni, Jefri Marsal, Syamsurizal</b>	37
7	Penerapan Kalkulus dalam Pengobatan Kanker <b>Agnes Dwi Purnama Sary, dan Riandika Ratnasari</b>	43
8	Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Elman dengan Algoritme <i>Gradient Descent Adaptive Learning Rate</i> <b>Beta Vitayanti, Winita Sulandari, Siswanto</b>	49
9	Penerapan Matematika Dalam Pembuatan Puisi <b>Lusia Devi Astuti, Bernadeta Raisa Dwi Kalistyani</b>	55
10	Konsep Limit Fungsi Pada Ruang $C[a,b]$ <b>Muslich</b>	61
11	Perbandingan Inflasi Bulanan Empat Kota di Jawa Tengah pada Periode KIB 1 dan KIB 2 <b>Adi Setiawan</b>	67
12	Analisis Regresi Spasial untuk Data Persentase Rumah Tangga Miskin di Kabupaten Banyumas Tahun 2011 <b>Aji Resmi Nurdin, Nunung Nurhayati, Idha Sihwaningrum, Supriyanto</b>	76
13	Model <i>Grey</i> GM(1,1) dengan Modifikasi Rantai Markov <b>Zulia Nurdina Arba'ati, Winita Sulandari, Supriyadi Wibowo</b>	82
14	Algoritme K2 dengan Distribusi Prior Dirichlet untuk Menentukan Struktur Bayesian Networks (BNs) <b>Feri Handayani, Dewi Retno Sari Saputro, Purnami Widyaningsih</b>	89

# PENENTUAN LINTASAN KAPASITAS *FUZZY* MAKSIMUM MENGGUNAKAN ALJABAR MAX-MIN BILANGAN *FUZZY*

M. Andy Rudhito

Pendidikan Matematika FKIP Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

**ABSTRAK.** Kapasitas dalam suatu jaringan, yaitu aliran maksimum dari suatu titik ke titik yang lain, kadang tidak dapat diketahui dengan pasti, misalkan karena jaringan masih dalam tahap perencanaan. Dalam situasi ini, kapasitas dapat dinyatakan dalam suatu bilangan *fuzzy* (*fuzzy number*). Artikel ini membahas suatu metode penentuan lintasan kapasitas maksimum suatu jaringan berkapasitas *fuzzy* dengan menggunakan pendekatan aljabar max-min bilangan *fuzzy*. Pembahasan merupakan hasil kajian teoritis yang didasarkan pada literatur dan suatu perhitungan menggunakan program MATLAB. Hasil pembahasan menunjukkan bahwa dapat dilakukan penghitungan derajat kapasitas-maksimum suatu lintasan dalam jaringan lintasan dengan kapasitas *fuzzy* melalui penentuan lintasan kapasitas maksimum interval untuk suatu potongan-alpha berdasar prinsip metode biseksi.

**Kata Kunci:** *lintasan, kapasitas maksimum, aljabar max-min, bilangan fuzzy.*

## 1. PENDAHULUAN

Aljabar max-min, yaitu himpunan semua bilangan real  $\mathbf{R}$  dilengkapi dengan operasi max (maksimum) dan min (minimum), telah dapat digunakan untuk menentukan kapasitas maksimum suatu lintasan dengan kapasitas crisp, yang berupa bilangan real (Gondran dan Minoux, 2008). Dalam masalah pemodelan dan analisa suatu jaringan kadang-kadang kapasitasnya belum diketahui, dan dapat dimodelkan dengan suatu bilangan *fuzzy*, yang selanjutnya disebut dengan kapasitas *fuzzy*. Artikel ini membahas suatu metode penentuan lintasan kapasitas maksimum suatu jaringan berkapasitas *fuzzy* dengan menggunakan pendekatan aljabar max-min bilangan *fuzzy*.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian yang didasarkan pada studi literatur yang meliputi kajian teoritis dan perhitungan-perhitungan dengan bantuan program *MATLAB*. Operasi bilangan *fuzzy*

yang akan digunakan dalam penelitian ini akan dilakukan melalui potongan- $\alpha$ -nya, yang berupa interval bilangan real. Lintasan kapasitas maksimum dengan kapasitas fuzzy akan dilakukan melalui hasil-hasil penyelesaian lintasan kapasitas interval maksimum.

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Untuk memahami hasil penelitian ada beberapa landasan teori yang perlu diketahui, yaitu aljabar max-min, aljabar max-min interval (Rudhito, 2013a), matriks atas aljabar max-min, matriks atas aljabar max-min interval (Rudhito, 2013b), aljabar max-min bilangan *fuzzy*, matriks atas aljabar max-min bilangan *fuzzy* (Rudhito dan Prasetyo, 2014a) dan penentuan lintasan kapasitas maksimum interval (Rudhito dan Prasetyo, 2014b).

Diberikan graf berarah  $\tilde{G} = (V, \tilde{A})$  dengan  $V = \{1, 2, \dots, p\}$ . Suatu Graf berarah  $\tilde{G}$  dikatakan *berbobot bilangan fuzzy* jika setiap busur  $(j, i) \in \tilde{A}$  dikawankan dengan suatu bilangan *fuzzy*  $\tilde{A}_{ij} \in (\mathbf{F}(\mathbf{R}^+)_{\tilde{\varepsilon}} - \{\varepsilon, \}$ ). Bilangan *fuzzy*  $\tilde{A}_{ij}$  disebut *bobot bilangan fuzzy* busur  $(j, i)$ , dinotasikan dengan  $fw(j, i)$ . Dalam penyajiannya dengan gambar untuk graf berarah berbobot bilangan *fuzzy*, busur diberi label dengan bobot bilangan *fuzzynya*. Didefinisikan *graf preseden bilangan fuzzy* dari matriks  $\tilde{A} \in \mathbf{F}(\mathbf{R}^+)_{\tilde{\varepsilon}}^{n \times n}$  adalah graf berarah berbobot bilangan *fuzzy*  $\tilde{G}(\tilde{A}) = (V, \tilde{A})$  dengan  $V = \{1, 2, \dots, n\}$ ,  $\tilde{A} = \{(j, i) \mid fw(i, j) = \tilde{A}_{ij} \neq \varepsilon\}$ . Perhatikan sebaliknya bahwa untuk setiap graf berarah berbobot bilangan *fuzzy*  $\tilde{G} = (V, \tilde{A})$  selalu dapat didefinisikan suatu matriks  $\tilde{A} \in \mathbf{F}(\mathbf{R}^+)_{\tilde{\varepsilon}}^{n \times n}$ , yang disebut *matriks bobot fuzzy* graf  $\tilde{G}$ , di mana

$$\tilde{A}_{ij} = \begin{cases} fw(j, i), & \text{jika } (j, i) \in \tilde{A} \\ \tilde{\varepsilon}, & \text{jika } (j, i) \notin \tilde{A}. \end{cases}$$

Jelas bahwa graf berarah berbobot bilangan *fuzzy* tersebut merupakan graf preseden bilangan *fuzzy* dari  $\tilde{A}$ .

Dalam masalah lintasan kapasitas *fuzzy* maksimum,  $\tilde{A}_{ij}$  adalah bilangan *fuzzy* nonnegatif, yaitu bilangan *fuzzy* yang setiap potongan- $\alpha$ -nya berupa interval tertutup yang batas bawah dan

atasnya berupa bilangan real nonnegatif, dan bilangan *fuzzy* ini merupakan *kapasitas fuzzy* busur  $(j, i)$ , yaitu aliran *fuzzy* maksimum yang dapat melalui busur  $(j, i)$ .

Dengan menggunakan hasil pembahasan dalam kasus pasitas real dan interval pada landasan teori di atas, berikut dibahas kapasitas *fuzzy* maksimum suatu lintasan dalam jaringan dengan kapasitas *fuzzy*.

**Teorema 3.1** *Jika  $\tilde{A} \in \mathbf{F}(\mathbf{R}^+)^{n \times n}$  adalah matriks bobot fuzzy suatu graf berarah berbobot bilangan fuzzy, di mana bobot fuzzy  $\tilde{A}_{ij}$  merupakan kapasitas fuzzy busur  $(j, i)$ , yaitu aliran fuzzy maksimum yang dapat melalui busur  $(j, i)$ , maka unsur  $(\tilde{A}^*)_{ij}$  adalah kapasitas fuzzy maksimum lintasan dengan ujung titik  $j$  dan pangkal titik  $i$ .*

Bukti: Matriks potongan- $\alpha$  matriks *fuzzy*  $\tilde{A}$  di atas adalah  $A^\alpha$  untuk setiap  $\alpha \in [0, 1]$ , di mana  $(A^\alpha)_{ij}$  merupakan kapasitas interval busur  $(j, i)$ . Menurut hasil pada Rudhito dan Prasetyo (2014b), unsur  $((A^\alpha)^*)_{ij}$  merupakan kapasitas interval maksimum lintasan dengan ujung titik  $j$  dan pangkal titik  $i$ , untuk setiap  $\alpha \in [0, 1]$ . Karena operasi pada matriks konsisten, maka dapat disimpulkan pula bahwa unsur  $(\tilde{A}^*)_{ij}$  adalah kapasitas *fuzzy* maksimum lintasan dengan ujung titik  $j$  dan pangkal titik  $i$ .  $\square$

Selanjutnya dibahas penerapan aljabar max-min bilangan kabur untuk penentuan lintasan kapasitas *fuzzy* maksimum.

**Definisi 3.1** *Suatu jaringan lintasan searah  $\tilde{S}$  dengan kapasitas kabur adalah suatu graf berarah berbobot bilangan kabur, terhubung dan taksiklik  $\tilde{S} = (V, \tilde{A})$ , dengan  $V = \{1, 2, \dots, n\}$  yang memenuhi: jika  $(i, j) \in \tilde{A}$ , maka  $i < j$ .*

Dalam jaringan kabur ini, bobot busur menyatakan *kapasitas*. Untuk matriks bobot *fuzzy*  $\tilde{A}$ , bobot *fuzzy*  $\tilde{A}_{ij}$  merupakan *kapasitas fuzzy* busur  $(j, i)$ , yaitu aliran *fuzzy* maksimum yang dapat melalui busur  $(j, i)$ . Bobot dalam jaringan berupa bilangan kabur taknegatif, yaitu bilangan kabur dengan potongan-potongan- $\alpha$ -nya berupa interval dengan batas-batasnya taknegatif. Dalam Teorema 3.1 telah diperoleh unsur  $(\tilde{A}^*)_{ij}$  adalah kapasitas *fuzzy* maksimum lintasan titik awal  $j$  dan titik akhir  $i$ , sehingga  $(\tilde{A}^*)_{n1}$  merupakan kapasitas *fuzzy* maksimum lintasan dengan titik

awal 1 dan titik akhir  $n$ . Kapasitas *fuzzy* maksimum lintasan dengan titik awal 1 dan titik akhir  $n$  seperti ini selanjutnya disebut *kapasitas fuzzy maksimum jaringan*.

Berikut diberikan pengertian lintasan terpendek kabur dan teorema yang memberikan cara penentuannya. Definisi dan hasil merupakan modifikasi dari pengertian lintasan kritis kabur dan teorema cara menentukan lintasan kritis kabur, seperti yang dibahas dalam Chanas & Zielinski (2001) dan Rudhito (2011)

**Definisi 3.2** Skalar  $\alpha \in [0, 1]$  dikatakan **fisibel** untuk lintasan  $p \in P$  jika  $p$  merupakan lintasan lintasan interval maksimum dalam jaringan  $\tilde{S}$  dengan kapasitas interval  $A_{ij} = A_{ij}^\alpha$ , di mana  $A_{ij}^\alpha$  merupakan potongan- $\alpha$  tempuh kabur  $\tilde{A}_{ij}$ .

**Definisi 3.3** Untuk suatu lintasan  $p \in P$ , misalkan  $M = \{ \alpha \in [0, 1] \mid \alpha \text{ fisibel untuk lintasan } p \}$ . Derajat kapasitas-maksimum lintasan  $p \in P$ , dilambangkan dengan  $\mu(p)$ , didefinisikan sebagai

$$\mu(p) = \begin{cases} \sup M & \text{jika } M \neq \emptyset \\ 0 & \text{jika } M = \emptyset \end{cases}$$

Berikut diberikan algoritma penghitungan derajat kapasitas-maksimum suatu lintasan dalam jaringan lintasan dengan kapasitas *fuzzy*. Algoritma didasarkan prinsip metode bagi-dua (*bisection*) untuk interval  $[0, 1]$  untuk memperoleh nilai  $\alpha$  maksimal  $\alpha_{\min}$  yang fisibel untuk suatu lintasan  $p$ . Untuk pemeriksaan fisibilitas suatu nilai  $\alpha$  dapat menggunakan hasil pada pada Rudhito dan Prasetyo (2014b).

**Algoritma 4.1** Penentuan derajat kapasitas-maksimum suatu lintasan :

*Langkah 1 :*  
Berikan  $k := 0$ .

*Langkah 2 :*  
Periksa fisibilitas  $\alpha = 0$  untuk lintasan  $p$ . Jika tidak fisibel untuk lintasan  $p$ , maka  $\alpha_{\min} = 0$  dan menuju Langkah 6.

*Langkah 3 :*  
Periksa fisibilitas  $\alpha_k = 1$  untuk lintasan  $p$ . Jika fisibel untuk lintasan  $p$ , maka  $\alpha_{\min} = 1$  dan menuju Langkah 6.

*Langkah 4 :*  
Berikan  $k := k + 1$ .

$$\alpha_k := \begin{cases} \alpha_{k-1} + \frac{1}{2^k}, & \text{jika } \alpha_{k-1} \text{ fisibel} \\ \alpha_{k-1} - \frac{1}{2^k}, & \text{jika } \alpha_{k-1} \text{ tidak fisibel.} \end{cases}$$

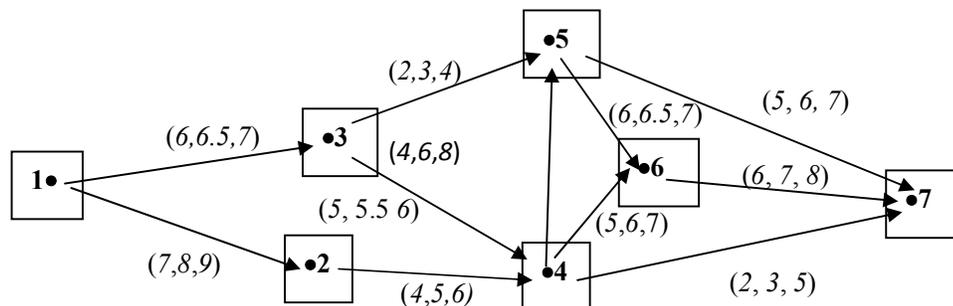
Periksa fisibilitas  $\alpha_k$  untuk lintasan  $p$ . Jika  $\alpha_k$  fisibel berikan  $\alpha_{\min} = \alpha_k$ .

*Langkah 5:*  
Jika  $k < K$  maka menuju ke Langkah 4.

*Langkah 6:*  
Berikan  $\mu_{\bar{p}}(p) = \alpha_{\min}$ . Berhenti.

*Keterangan:*  
 $K \geq N / \lceil \log 2 \rceil$ , dengan kesalahan mutlak perhitungan  $\varepsilon = 10^{-N}$ .

**Contoh 3.1** Diberikan suatu jaringan berkapasitas *fuzzy* yang berupa bilangan *fuzzy* segitiga (BFS) seperti pada Gambar 4.1. Untuk  $\alpha = 0$ , akan diperoleh jaringan kapasitas interval. Lintasan-lintasan yang bukan merupakan lintasan terpendek interval mempunyai derajat keterpendekan  $\mu_{\bar{p}}(p) = 0$ . Ambil  $\varepsilon = 10^{-2}$ , maka  $N = 2$  dan  $K = 7$ . Hasil perhitungan diberikan dalam Tabel 5.1 berikut.



Gambar 5.4.1. Suatu Jaringan Berkapasitas *Fuzzy*

Tabel 4.1 Derajat Keterpendekan Lintasan Contoh 4.1

No	Lintasan $p$	$\mu_{\bar{p}}(p)$
1	1→3→5→7	0
2	1→3→5→6→7	0
3	1→3→4→5→7	0,1875
4	1→3→4→5→6→7	0
5	1→3→4→6→7	0,5
6	1→3→4→7	0,25
7	1→2→4→5→7	0,1875
8	1→2→4→5→6→7	0,1875
9	1→2→4→6→7	0,25
10	1→2→4→7	0

#### 4. KESIMPULAN

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk jaringan dengan kapasitas *fuzzy*, dapat ditentukan derajat kapasitas-*fuzzy* maksimum suatu lintasan dapat ditentukan melalui penentuan lintasan kapasitas interval maksimum dengan menggunakan prinsip metode biseksi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Chanas, S. and Zielinski, P. (2001). Critical Path Analysis in the Network with Fuzzy Activity Times. *Fuzzy Sets and Systems*. 122. pp. 195–204.
- Gondran, M and Minoux, M. (2008). *Graph, Dioids and Semirings*. New York: Springer.
- Rudhito, M.A. (2011). Aljabar Max-Plus Bilangan Kabur dan Penerapannya pada Masalah Penjadwalan dan Jaringan Antrian Kabur. Disertasi: Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Rudhito, M.A. (2013a). Aljabar Max-Min Interval. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA*, tanggal 18 Mei 2013, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta: M-97 – M-102.
- Rudhito, M.A. (2013b). Matriks atas Aljabar Max-Min Interval. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains dan Matematika*, tanggal 15 Juni 2013, FSM Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga: 115-121.

Rudhito, M.A dan Prasetyo, A.B. (2014a). A Max-Min Algebra Approach to Maximum Fuzzy Capacity Analysis, *Proceeding International Conference on Mathematics, Science, and Education*, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Semarang State University, Semarang, 19-21 September 2014: M-138 – M-143

Rudhito, M.A dan Prasetyo, A.B. (2014b). Penentuan Lintasan Kapasitas Interval Maksimum dengan Pendekatan Aljabar Max-Min Interval, *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, Pendidikan Matematika dan Komputasi*, Jurusan Matematika FMIPA UNS Surakarta, 18 Oktober 2014. Vol 2/No.1/2014: 8 – 17.