

# Ra'ainia

Jurnal Sains dan Teknologi dalam Islam



Islamic  
Science &  
Technology

# **KAUNIA**

**Jurnal Sains dan Teknologi dalam Islam**

Vol. V, No. 1 April 2009/1430

**Penanggung Jawab**

Maizer Said Nahdi

**Ketua Penyunting**

Muchammad Abrori

**Wakil Ketua Penyunting**

Susy Yunita P.

**Anggota Redaksi**

Arifah Khusnuryani

Ira Setyaningsih

Nina Hamidah

Maria Ulfah S.

Frida Agung R.

Sri Utami Z.

**Penyunting Ahli**

M. Amin Abdullah

(UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta)

Farchani Rasyid

(Universitas Gadjah Mada)

Subanar

(Universitas Gadjah Mada)

**Tata Usaha**

Yuli Annisah

Joko Pramono

Robi'atul Chalimah

**Terbit Pertama Kali**

April 2005

Frekuensi Terbit

2 (dua) kali setahun

**Alamat Redaksi**

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55221 Indonesia

Telp. +62-274-519739

E-mail: borymuch@yahoo.com

## DAFTAR ISI

Tajuk .....	ii
<b>Penyelesaian Matching Problem dengan Menggunakan Algoritma Arus Maksimal pada Sebuah Network</b>	
Muchammad Abrori dan Retantyo Wardoyo .....	1
<b>Menghasilkan Produk Sesuai Keinginan Konsumen dengan <i>Conjoint Analysis</i> (Kasus di CV. Puspita Sari Karanganyar)</b>	
Suranto dan Sukardi .....	16
<b>Koagulasi Limbah Cair Penyamakan Kulit dan Pengaruh Limbah Terolah terhadap Tanaman Obat</b>	
Susy Yunita Prabawati dan Elisa Nurwati .....	28
<b>Pola Distribusi Teripang di Sekitar Kawasan Konservasi <i>Tiyaitiki</i> Kampung Tablasupa Distrik Depapre Jayapura</b>	
Puguh Sujarta dan Henderite L. Ohee .....	38
<b>Rancang-bangun Sistem Kendali Suhu Ruangan Berbasis Sensor Suhu LM35 untuk Menghemat Listrik</b>	
Frida Agung Rakhmadi, Widayanti dan Masruchin .....	44
<b><i>Book Review</i></b>	
<b>Kendali Cerdas: Teori dan Aplikasi Praktisnya</b>	
Shofwatul 'Uyun .....	52

## TAJUK

Beberapa tahun yang lalu kita masih dapat memperkirakan datangnya musim hujan dan musim kemarau. Sebagaimana diyakini masyarakat pada umumnya, hujan akan turun pada bulan-bulan yang berakhiran kata -ber seperti September, Oktober, November, dan Desember, namun kini kondisi tersebut telah berubah. Sebagian besar ahli menduga gejala perubahan iklim tersebut akibat dari pemanasan global.

Perubahan pola iklim akibat pemanasan global dapat menambah panjang daftar bencana yang terjadi, seperti banjir, tanah longsor, kekeringan, serta badai tropis. Menurut Badan Penanggulangan Bencana Nasional Indonesia, dalam kurun waktu 2003-2005 bencana alam terkait dengan cuaca mencapai 1.429 kasus atau 53,3% dari total bencana alam yang terjadi di Indonesia. Pada sektor kehutanan, jumlah titik api semakin bertambah. Pada September 2006 tercatat ada 26.561 titik api dan jumlah ini merupakan angka tertinggi sejak Agustus 1997.

Meningkatnya tekanan global terhadap sumber daya di udara, air dan darat meningkatkan kepedulian masyarakat terhadap masalah lingkungan. Langkah penanggulangan dan pencegahan lebih lanjut terhadap dampak pemanasan global telah ditempuh beberapa pihak. Pada tingkat internasional telah disusun Konvensi Perubahan Iklim (UNFCCC) pada tahun 1994 dan Protokol Kyoto pada tahun 2004. Indonesia sendiri telah mengadopsinya dalam UU No. 17/2004.

Seiring dengan meningkatnya populasi dunia dan meningkatnya standar hidup, permintaan terhadap produk pertanian yang berkualitas tinggi juga semakin besar. Ketika kondisi ini dikombinasikan dengan kenyataan bahwa lahan pertanian yang ada semakin berkurang, maka tekanan untuk memanfaatkan bioteknologi untuk meningkatkan kualitas produk dan produktivitas juga semakin meningkat. Di satu sisi, bioteknologi dapat dimanfaatkan untuk mengatasi masalah lingkungan, namun di sisi lain juga banyak orang yang memperhatikan efek apa yang dapat ditimbulkan oleh bioteknologi terhadap dunia di sekitar kita. Selain masalah tersebut, terdapat juga isu-isu etika terkait perkembangan bioteknologi tersebut.

Masalah etika terhadap lingkungan tidak hanya membicarakan tentang efek bioteknologi terhadap lingkungan maupun organisme yang ada di dalamnya. Etika lingkungan juga membahas tentang hubungan antara aktivitas manusia dengan makhluk hidup yang ada. Rumusan ekologi modern yang dikemukakan oleh Devall dan Session (1985, dalam *Deep Ecology: Living as if Nature Mattered*) mengungkapkan bahwa semua spesies memiliki nilai di dalam dan dari dirinya sendiri. Oleh karena itu manusia tidak memiliki hak untuk mengurangi kekayaan itu. Kerusakan lingkungan maupun terancamnya kehidupan di alam ini akibat perbuatan manusia harus segera diperbaiki melalui cara mengubah pola pandang, ideologi, estetika dan budaya ataupun gaya hidup.

Islam memberikan pandangan yang lugas bahwa semua yang ada di bumi adalah merupakan karunia yang harus dipelihara agar semua yang ada menjadi stabil dan terpelihara. Firman Allah dalam Al Quran Surat Luqman ayat 10 menyebutkan :

“Dia menciptakan langit tanpa tiang yang kami melihatnya dan Dia meletakkan gunung (di permukaan) bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu; dan Dia memperkembangbiakkan padanya segala macam jenis binatang. Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik”.

Dari ayat tersebut tampak bahwa Allah telah menciptakan alam seisinya dan tanggung jawab manusia adalah untuk menjaga kelangsungan makhluk atau kelestarian alam tersebut.

Sebenarnya Indonesia kaya akan budaya kearifan terhadap lingkungan hidup. Namun sayangnya, kearifan lokal (*local wisdom*) yang ada dalam masyarakat Indonesia tersebut tereliminasi. Sistem pengelolaan sumber daya hutan oleh rakyat telah lama tumbuh dan berkembang secara mandiri di hampir seluruh wilayah Indonesia. Sistem ini bukan saja menjamin kelestarian ekosistem sumberdaya hutan, namun juga berperan penting dalam mendukung sistem sosial budaya masyarakat, bahkan perekonomian tingkat lokal dan regional.

Pengelolaan lingkungan dan pemanfaatan sains dan teknologi tentunya tidak dapat dilakukan secara individu atau dalam kelompok-kelompok tersendiri. Dalam hal ini diperlukan kerja sama berbagai pihak. Dalam pengembangan sains dan teknologi serta pengelolaan lingkungan, semua pihak perlu memberikan penilaian yang didasarkan pada kenyataan saintis, daripada potensi keuntungan, atau ketakutan, emosi, atau klaim yang tidak substansial. Dalam hal ini juga diperlukan pemahaman etika, khususnya bioetika, secara global. Dengan demikian, kita dapat memahami dan berkompromi, sehingga pada akhirnya menemukan solusi bagi masyarakat secara keseluruhan, serta masyarakat dapat berperan aktif dan konstruktif dalam proses pembangunan secara global.

## PEDOMAN PENULISAN

Kaunia menerima tulisan dalam bentuk artikel atau resensi buku, baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Artikel merupakan hasil penelitian dalam lingkup Sains & Teknologi dalam Islam. Artikel maupun resensi ditulis dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Artikel atau resensi belum pernah dipublikasikan dalam sebuah jurnal atau buku.
2. Abstrak ditulis dalam bahasa Inggris dan Indonesia, untuk selanjutnya abstrak yang dimuat hanya yang dalam bahasa Inggris.
3. Diketik menggunakan jenis huruf Times New Roman berukuran 12 point spasi ganda.
4. Pengiriman tulisan berupa *hard copy* dan *soft copy*. File *soft copy* bisa disimpan dalam *Compact Disc* atau dikirim via email.
5. Sistematika penulisan: a) judul, nama penulis, lembaga, alamat email/no telepon; b) abstrak dan kata kunci; c) batang tubuh naskah; c.1) pendahuluan yang meliputi: latar belakang masalah, tujuan dan hipotesis bila ada; c.2) metodologi; c.3) hasil dan pembahasan; d) penutup; d.1) kesimpulan; d.2) saran (bila ada); d.3) ucapan terima kasih (bila ada); e) daftar pustaka; f) lampiran (bila ada).
6. Acuan keustakaan dilakukan dengan sistem: nama penulis utama, tahun: nomor halaman (sangat dianjurkan dicantumkan nomor halamannya) langsung ke pustaka yang diacu (sistem Harvard).  
Contoh: Clouarte, 2008: 50
7. Daftar pustaka ditulis dalam urutan abjad secara kronologis tanpa urut (sistem Harvard):
  - a. Untuk buku: nama pokok dan inisial pengarang, tahun terbit, judul buku, jilid buku, edisi, nama penerbit, tempat penerbit.  
Contoh:  
Foster, S., 2000, *A Field Guide to Medicinal Plants and Herbs*, 5<sup>th</sup>, Second Edition, Houghton Mifflin Company, Boston.
  - b. Untuk karangan dalam buku: nama pokok dan inisial pengarang, tahun, judul karangan, inisial dan nama editor, judul buku, halaman awal dan akhir (karangan), nama penerbit, tempat penerbit.  
Contoh:  
Hamadeh, M. E., 2008, *Predictive Value of Sperm Chromatin Condensation (Aniline Blue Staining) in the Assessment of Male Fertility*, Hayes, A.W., *Principles and Methods of Toxicology*, 99 – 104, Taylor and Francis, New York.
  - c. Untuk karangan dalam majalah atau jurnal: nama pokok dan inisial penulis (jika jumlahnya lebih dari empat orang cukup nama penulis pertama diikuti dengan dkk atau et al), tahun, judul karangan, nama atau singkatan majalah, jilid, nomor serta halaman permulaan awal dan akhir.  
Contoh:  
LaFrance Jr, et al, 2008, *The Use of Herbal Alternative Medicines in Neuropsychiatry*, dalam *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 12<sup>th</sup>, 3, 20 – 50.
  - d. Untuk karangan dalam pertemuan: nama pokok dan inisial pengarang, tahun, judul karangan, nama/singkatan penyelenggara serta tempat pertemuan.  
Contoh:  
Kohn, F.M., 2008, *Nonmedical and Naturopathic Approaches to Treatment of Male Fertility*, in *Proceedings of the 7th Andrology Symposium. Treatment of Male Infertility - Viewpoints, Controversies, Perspectives*, Giessen Germany.

# PENYELESAIAN MATCHING PROBLEM DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA ARUS MAKSIMAL PADA SEBUAH NETWORK

**Muchammad Abrori** (Penulis Utama)

Prodi Matematika Fakultas Sains & Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

e-mail: [borymuch@yahoo.com](mailto:borymuch@yahoo.com)

**Retantyo Wardoyo**

Prodi Magister Ilmu Komputer Sekolah Pascasarjana UGM Yogyakarta

## Abstract

*A matching problem is a problem to match elements in one set with elements in another set. Examples of matching application are placement of new employees in order to meet with their qualifications; courses distribution based on the lecturers' major, or matching a man so that he is able to marry a suitable woman, etc. These situations can be modeled by graphs.*

*In this research, the matching is represented as a flow on a transportation network model. If the flow is maximum, then the matching will be maximum. So the research problem is how to solve a matching problem using a maximum flow algorithm on a network*

*From this research, it was obtained that: a) matching problem is a special case to find maximal flow algorithm on a network; b) in matching problem there is not any edge which is improperly oriented; c) the maximal flow algorithm should be able to help a manager in a firm or a company to make decisions especially regarding job distribution, employees positioning, selecting someone to represent the company, etc.*

**Kata Kunci:** *mengawankan, network transportasi, kapasitas.*

## A. Pendahuluan

Firman Allah swt:

وَمِنْ كُلِّ شَيْءٍ خَلَقْنَا زَوْجَيْنِ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ ﴿٤٩﴾  
(t.n.p., 2003)

“Segala sesuatu Kami ciptakan berpasang-pasangan agar kamu menyadari (kebesaran Allah)”. (Q.S. Al-Dzariyat [51]: 49).

سُبْحَانَ الَّذِي خَلَقَ الْأَزْوَاجَ كُلَّهَا مِمَّا تُنْبِتُ الْأَرْضُ وَمِنْ أَنْفُسِهِمْ وَمِمَّا لَا يَعْلَمُونَ ﴿٣٦﴾

(t.n.p., 2003)

“Mahasuci Allah yang telah menciptakan semua pasangan baik dari apa yang tumbuh di bumi, dan dari jenis mereka (manusia) maupun dari (mahluk-mahluk) yang tidak mereka ketahui”. (Q.S. Ya Sin [36]: 36).

(Shihab, 1996).

Kedua ayat di atas memberi inspirasi kepada peneliti untuk mengangkat tema penelitian *matching problem*. Sebuah *matching* merupakan masalah mengenai mengawankan (memasangkan) elemen-elemen dalam sebuah himpunan dengan elemen-elemen dalam himpunan yang lain. Sebuah *matching* merupakan subset  $M$  dari himpunan *edge*  $E$  sedemikian hingga tidak ada dua *edge* yang *incident* ke suatu verteks yang sama (Magun, 2000). Contoh aplikasi dari *matching* adalah dalam hal penempatan karyawan baru agar masing-masing karyawan mendapat pekerjaan sesuai dengan kualifikasinya, pemberian tugas mengajar dosen agar sesuai dengan keahlian yang dimiliki, memasangkan (menjodohkan) antara laki-laki dengan perempuan dan lain-lain.

Pada penelitian ini, yang dimaksud dengan *network* adalah merujuk ke *network* transportasi (*transportation network*). Suatu *network* transportasi merepresentasikan suatu model umum bagi transportasi benda/barang dari tempat asal pasokan ke tujuan melalui berbagai rute pengiriman, dengan kendala berupa batas maksimum terhadap banyaknya barang yang dapat dikirimkan melalui rute-rute tersebut (Liu, 1985). Dalam *network* transportasi terdapat aturan bahwa banyaknya barang yang akan dikirimkan melalui suatu rute tidak boleh melebihi kapasitas maksimum rute tersebut. Banyaknya barang yang mengalir menuju ke suatu verteks harus sama dengan banyaknya barang yang keluar dari verteks tersebut, kecuali pada verteks sumber (*source*) dan verteks tujuan akhir (*tujuan*).

Dalam *matching problem*, verteks dan garis (*edge*) direpresentasikan dengan *bipartite graph*. Dalam *bipartite graph* terdapat dua kelompok himpunan verteks yaitu  $V_1$  dan  $V_2$ . Untuk contoh kasus penempatan karyawan baru di atas,  $V_1$  merupakan himpunan verteks kelompok karyawan sedangkan  $V_2$  merupakan himpunan kelompok verteks pekerjaan. Sebuah *edge* menghubungkan seorang karyawan dengan sebuah pekerjaan yang memenuhi kualifikasi calon karyawan tersebut. Penyelesaian dari permasalahan di atas dapat diselesaikan dengan menggunakan Algoritma Arus Maksimal pada Sebuah *Network*. Sehingga diperoleh rumusan masalah bagaimana menyelesaikan *matching problem* dengan menggunakan algoritma arus maksimal pada sebuah *network*.

Penelitian ini bermanfaat dalam menyelesaikan *matching problem* dengan menggunakan algoritma arus maksimal pada sebuah *network*. Manfaat lain dari penelitian ini adalah tersedianya alat bantu dalam pengambilan keputusan dengan hasil maksimal sebagai implementasi penelitian dalam bentuk program aplikasi.

Penelitian ini mempunyai tujuan yaitu:

- Menyelesaikan *matching problem* dengan menggunakan algoritma arus maksimal pada sebuah *network*.
- Membuat program aplikasi sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan dengan hasil maksimal.

## B. Teori Pendukung

Selanjutnya terlebih dahulu akan diuraikan teori-teori yang mendukung dalam penelitian ini. Teori tersebut adalah Network Transportasi dan Algoritma Arus Maksimal pada sebuah Network.

### 1. Network Transportasi

#### Definisi 1:

Sebuah network transportasi (atau selanjutnya disebut network saja) adalah sebuah graf sederhana, berbobot dan berarah,  $G$ , yang memenuhi:

- Terdapat tepat satu verteks dalam  $G$ , disebut sebagai sumber, yang tidak mempunyai edge masuk.
- Terdapat tepat satu verteks dalam  $G$ , disebut sebagai tujuan, yang tidak mempunyai edge keluar.
- Bobot  $C_{ij}$  dari edge berarah  $(i, j)$  disebut sebagai kapasitas dari  $(i, j)$  yang bernilai tidak negatif. (Johnsonbaugh, 2001)
- $G$  terhubung dan tidak mempunyai loop. (Liu, 1985)

#### Definisi 2:

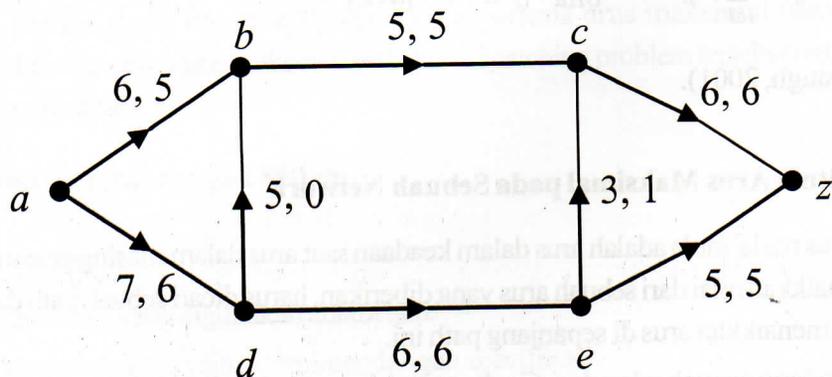
Pandang  $G$  sebagai sebuah network transportasi. Pandang  $C_{ij}$  sebagai kapasitas dari edge berarah  $(i, j)$ . Sebuah arus  $F$  (flow) dalam  $G$  memberikan tiap-tiap edge berarah  $(i, j)$  sebuah bilangan non negatif  $F_{ij}$  sedemikian sehingga:

- $F_{ij} \leq C_{ij}$
- Untuk tiap-tiap verteks  $j$ , yang bukan merupakan sumber maupun tujuan, berlaku:

$$\sum_i F_{ij} = \sum_i F_{ji} \dots\dots\dots(2.1)$$

(Johnsonbaugh, 1998).

#### Contoh 1



Gambar 1. Network transportasi beserta arusnya

Pada gambar 1,  $F_{ab} = 5$ ,  $F_{bc} = 5$ ,  $F_{ad} = 6$ ,  $F_{db} = 0$ ,  $F_{de} = 6$ ,  $F_{ec} = 1$ ,  $F_{cz} = 6$  dan  $F_{ez} = 5$  masing-masing merupakan besarnya arus pada setiap edge  $(i, j)$  yang besarnya tidak melebihi dari kapasitas edge  $(i, j)$ . Arus masuk pada verteks  $e$ , yaitu  $F_{de} = 6$  besarnya adalah sama dengan arus keluar dari verteks  $e$ , yaitu  $F_{ec} + F_{ez} = 1 + 5 = 6$ . Suatu edge  $e$  diberi label  $(x, y)$  bila kapasitas dari edge tersebut sebesar  $x$  dan arusnya adalah  $y$ .

**Teorema 1**

Jika diberikan sebuah arus  $F$  dalam sebuah network, maka jumlah arus yang keluar dari sumber  $a$  sama dengan jumlah arus yang masuk ke dalam tujuan  $z$ , yaitu:

$$\sum_i F_{ai} = \sum_i F_{iz}$$

**Bukti:**

Pandang  $V$  sebagai himpunan verteks. Diperoleh

$$\sum_{j \in V} \left( \sum_{i \in V} F_{ij} \right) = \sum_{j \in V} \left( \sum_{i \in V} F_{ji} \right)$$

karena tiap-tiap jumlahan ganda adalah

$$\sum_{e \in E} F_e$$

dengan  $E$  adalah himpunan dari edge. Sekarang

$$\begin{aligned} 0 &= \sum_{j \in V} \left( \sum_{i \in V} F_{ij} - \sum_{i \in V} F_{ji} \right) \\ &= \left( \sum_{i \in V} F_{iz} - \sum_{i \in V} F_{zi} \right) + \left( \sum_{i \in V} F_{ia} - \sum_{i \in V} F_{ai} \right) + \sum_{\substack{j \in V \\ j \neq a, z}} \left( \sum_{i \in V} F_{ij} - \sum_{i \in V} F_{ji} \right) \\ &= \sum_{i \in V} F_{iz} - \sum_{i \in V} F_{ai} \end{aligned}$$

karena  $F_{zi} = 0 = F_{ia}$ , untuk semua  $i \in V$ , dan (definisi 2.3.b.)

$$\sum_{i \in V} F_{ij} - \sum_{i \in V} F_{ji} = 0 \quad \text{bila } j \in V - \{a, z\}$$

(Johnsonbaugh, 2001).

**2. Algoritma Arus Maksimal pada Sebuah Network**

Arus mula-mula adalah arus dalam keadaan saat arus dalam masing-masing edge masih nol. Untuk menaikkan nilai dari sebuah arus yang diberikan, harus dicari sebuah path dari sumber kepada tujuan dan menaikkan arus di sepanjang path ini.

Pandang sebuah edge dari  $G$  sebagai tak berarah dan diambil

$$P = (v_0, v_1, \dots, v_n), \quad v_0 = a, \quad v_n = z$$

sebagai path dari  $a$  ke  $z$  dalam graf tak berarah ini (semua path dalam bagian ini berhubungan dengan graf tak berarah).

Selanjutnya, akan diuraikan algoritma penyelesaian matching problem, yaitu:

Diketahui sebuah network dengan sumber  $a$ , tujuan  $z$ , kapasitas  $C_{ij} = 1$  dan arus  $F$ . Arus dari setiap edge bernilai 0 atau 1. Verteks-verteks diurutkan  $a = v_0, v_1, v_2, \dots, v_n = z$ .  $i = 0, 1, 2, \dots, n$ .

- 1) [Memberi inisialisasi arus]. Beri  $F_{ij} := 0$  untuk setiap edge  $(i, j)$ .
- 2) [Memberi label sumber]. Beri label verteks  $a$  dengan  $(-, \infty)$  atau  $predecessor(a) = -$  dan  $\Delta = val(a) =$  .
- 3) [Apakah tujuan sudah berlabel?]. Bila tujuan sudah berlabel, Goto 6.
- 4) [Apakah masih ada verteks  $v_i$  yang belum diuji?]. Bila masih ada, pilih verteks  $v_i$  yang belum diuji dan berlabel dengan indeks terkecil  $i$ ; letakkan  $v := v_i$ . Bila tidak ada, berhenti (arus sudah maksimal).
- 5) [Memberi label verteks yang adjacent]. Ambil  $(predecessor(v), 1)$  sebagai label dari  $v$ . Periksa masing-masing edge dalam bentuk  $(v, w)$ , dimana  $w$  tidak berlabel.  
Untuk sebuah edge dengan bentuk  $(v, w)$ , bila  $F_{vw} = 0$  maka beri verteks  $w$  label:  $(v, 1)$ ; bila  $F_{vw} = 1$ , maka  $w$  tidak perlu diberi label. Goto 3.
- 6) [Merevisi arus]. Beri  $z$  dengan label  $(\alpha, 1)$ , dimana  $\alpha = predecessor(z)$ . Ambil  $w_0 = z, w_1 = \alpha$ . Bila label dari  $w_i$  adalah  $(\alpha', 1)$ , ambil  $w_{i+1} = \alpha'$ . Teruskan sampai  $w_k = a$ , sehingga diperoleh  $P: a = w_k, w_{k-1}, \dots, w_1, w_0 = z$   
yaitu path dari  $a$  sampai ke  $z$ . Selanjutnya, perbaharui arus dari setiap edge dalam  $P$  dengan menaikannya sebesar 1. Hapuslah semua label dari verteks dan Goto 2.

### C. Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mempelajari konsep yang berkaitan dengan permasalahan algoritma arus maksimal dan matching problem, merumuskan masalah matching menjadi masalah arus transportasi supaya dapat diselesaikan dengan algoritma arus maksimal dan kemudian mengimplementasikan algoritma arus maksimal pada kasus matching problem tersebut untuk mencari penyelesaian yang maksimal.

### D. Cara Penelitian dan Rancangan Sistem

#### 1. Alat-alat Penelitian

Alat-alat penelitian yang digunakan antara lain:

- 1). Perangkat keras (*hardware*) yaitu komputer dengan spesifikasi:
  - Processor Intel Pentium 1,6 GHz
  - RAM 256 MB

- Harddisk dengan kapasitas 40 GB
- Perangkat input: mouse

2). Perangkat lunak (*software*) yaitu bahasa pemrograman.

## 2. Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data studi pustaka, yaitu jenis penelitian yang berusaha menghimpun data dengan cara membaca, mengkaji, meneliti dan menyelidiki serta mempelajari karya-karya ilmiah yang disajikan baik dalam bentuk tesis, maupun jurnal-jurnal yang relevan dengan penelitian yang dilakukan, kemudian disusun kembali sebagai suatu karya ilmiah.

Data yang sudah diperoleh selanjutnya diolah dengan teori-teori yang sudah disusun dan diimplementasikan dengan bantuan seperangkat komputer dan *software* pemrograman untuk pembuatan program aplikasinya. Algoritma yang digunakan untuk membuat program aplikasi tersebut adalah Algoritma Arus Maksimal pada Sebuah Network.

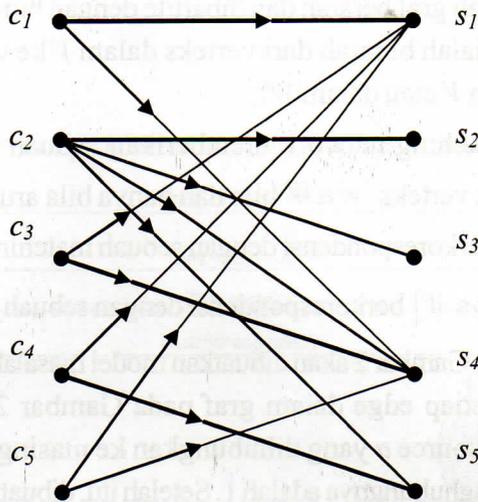
## 3. Matching Problem

### Contoh 2

Sekolah Menengah Atas Sapen harus mempekerjakan lima orang calon guru untuk mengajar dalam mata pelajaran: matematika ( $s_1$ ), fisika ( $s_2$ ), kimia ( $s_3$ ), komputer ( $s_4$ ), dan geografi ( $s_5$ ). Empat calon yang tertarik untuk mengajar di Sekolah tersebut adalah Hasan ( $c_1$ ), Anton ( $c_2$ ), Rudi ( $c_3$ ), Dina ( $c_4$ ), dan Arif ( $c_5$ ). Hasan mempunyai keahlian dalam bidang matematika dan komputer; Anton dalam bidang fisika, kimia, komputer dan geografi; Rudi dalam bidang matematika dan komputer; Dina dalam bidang matematika dan geografi; dan Arif dalam bidang matematika dan komputer. Jika Sekolah harus mempekerjakan lima orang tersebut semuanya, dapatkah masing-masing guru ditugaskan untuk mengajar dalam bidang yang berbeda sesuai dengan keahlian masing-masing?

Situasinya dapat dimodelkan dengan menggunakan graf dalam Gambar 2. Verteks merepresentasikan calon guru dan mata pelajaran. Sebuah edge menghubungkan seorang calon guru dengan sebuah mata pelajaran yang sesuai dengan keahlian calon guru. Di sini terlihat bahwa tidak mungkin untuk mengawankan sebuah mata pelajaran dengan masing-masing calon guru dengan memandang  $c_1$ ,  $c_3$  dan  $c_5$  yang mempunyai keahlian untuk mata pelajaran-mata pelajaran  $s_1$  dan  $s_4$ . Jika  $c_1$  dan  $c_3$  diberi mata pelajaran maka tidak ada mata pelajaran tersisa untuk  $c_5$ . Karenanya, tidak ada tugas yang muncul untuk  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$ ,  $c_4$  dan  $c_5$ .

Jika  $G = (V, E)$  merupakan suatu bipartite graf dengan  $V$  dipartisi atas  $X \cup Y$  (dalam hal ini masing-masing edge dari  $E$  mempunyai bentuk  $\{x, y\}$  dengan  $x \in X$  dan  $y \in Y$ ) maka sebuah *complete matching* (matching lengkap) dari  $X$  ke dalam  $Y$  adalah suatu matching dalam  $G$  sedemikian hingga setiap  $x \in X$  merupakan endpoint dari suatu edge.

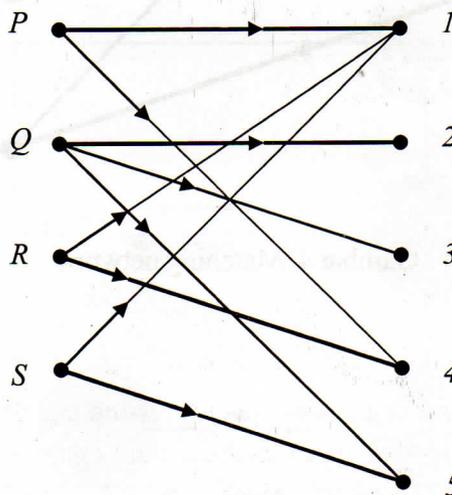


Gambar 2. Verteks merepresentasikan calon guru dan mata pelajaran

Jika  $G = (V, E)$  merupakan suatu bipartite graf dengan  $V$  dipartisi atas  $X \cup Y$  (dalam hal ini masing-masing edge dari  $E$  mempunyai bentuk  $\{x, y\}$  dengan  $x \in X$  dan  $y \in Y$ ) maka sebuah *complete matching* (matching lengkap) dari  $X$  ke dalam  $Y$  adalah suatu matching dalam  $G$  sedemikian hingga setiap  $x \in X$  merupakan endpoint dari suatu edge.

Dalam contoh 2, sebuah matching merupakan pencarian mata pelajaran yang tepat untuk calon guru sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Sebuah matching maksimal mencari mata pelajaran bagi maksimum jumlah calon guru. Sebuah maksimal matching untuk Gambar 2 diperlihatkan dengan garis tebal. Sebuah matching lengkap adalah mencari mata pelajaran untuk setiap calon guru. Graf di dalam Gambar 2 tidak mempunyai matching lengkap.

Dalam hubungannya dengan fungsi, sebuah matching merupakan fungsi satu-satu antara sub himpunan  $X$  dan  $Y$ . Ketika matching sudah lengkap, fungsi satu-satu dari  $X$  ke dalam  $Y$  terbentuk. Matching untuk graf dalam Gambar 3 diperlihatkan dengan garis tebal, adalah sebuah matching maksimal dan matching lengkap.

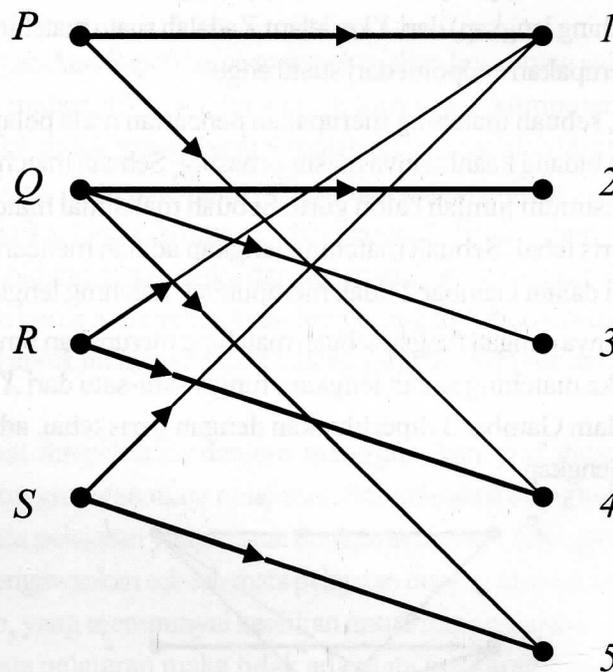


Gambar 3. Matching maksimal dan lengkap

Misal  $G$  adalah sebuah graf berarah dan bipartite dengan himpunan verteks yang disjoint  $V$  dan  $W$  dalam mana edge adalah berarah dari verteks dalam  $V$  ke verteks dalam  $W$  (Sembarang verteks dari  $G$  berada dalam  $V$  atau dalam  $W$ ).

- Sebuah arus dalam matching network memberikan sebuah matching dalam  $G$ . Verteks  $v \in V$  berkawan dengan verteks  $w \in W$  bila dan hanya bila arus dalam edge  $(v, w)$  adalah 1.
- Sebuah arus maksimal berkorespondensi dengan sebuah matching maksimal.
- Sebuah arus yang nilainya  $|V|$  berkorespondensi dengan sebuah matching lengkap.

Selanjutnya graf pada Gambar 2 akan dibuatkan model masalah matching-nya sebagai sebuah network. Pertama-tama, setiap edge dalam graf pada Gambar 2 diberi bobot 1. Kemudian, ditambahkan sebuah supersource  $a$  yang dihubungkan ke masing-masing edge  $c_1, c_2, c_3$  dan  $c_4$  dengan bobot setiap edge penghubungnya adalah 1. Setelah itu, dibuat supersink  $z$  yang dihubungkan dengan masing-masing edge  $s_1, s_2, s_3, s_4$  dan  $s_5$  dengan bobot setiap edgenya adalah 1. Network yang dihasilkan ini dinamakan sebagai matching network. Akhirnya diperoleh arus maksimal  $(c_1, s_1)$ ,  $(c_2, s_2)$  dan  $(c_3, s_4)$  yang masing-masing besarnya 1 sebagai pasangan matching maksimal.

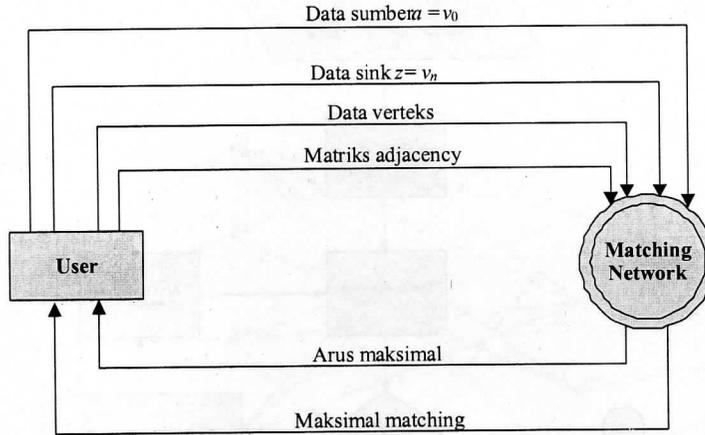


Gambar 4. Matching network

#### 4. Rancangan Sistem

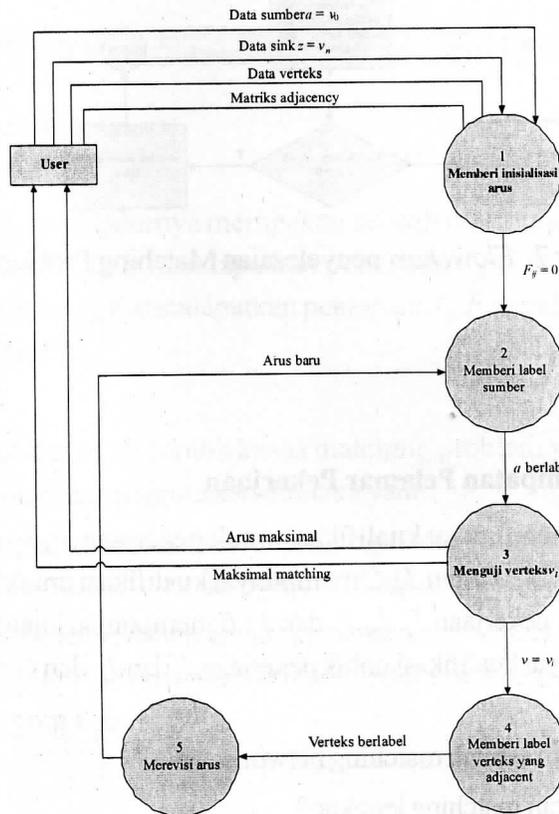
##### Data Flow Diagram (DFD)

Gambaran aliran data level 0 program matching problem adalah sebagai berikut:



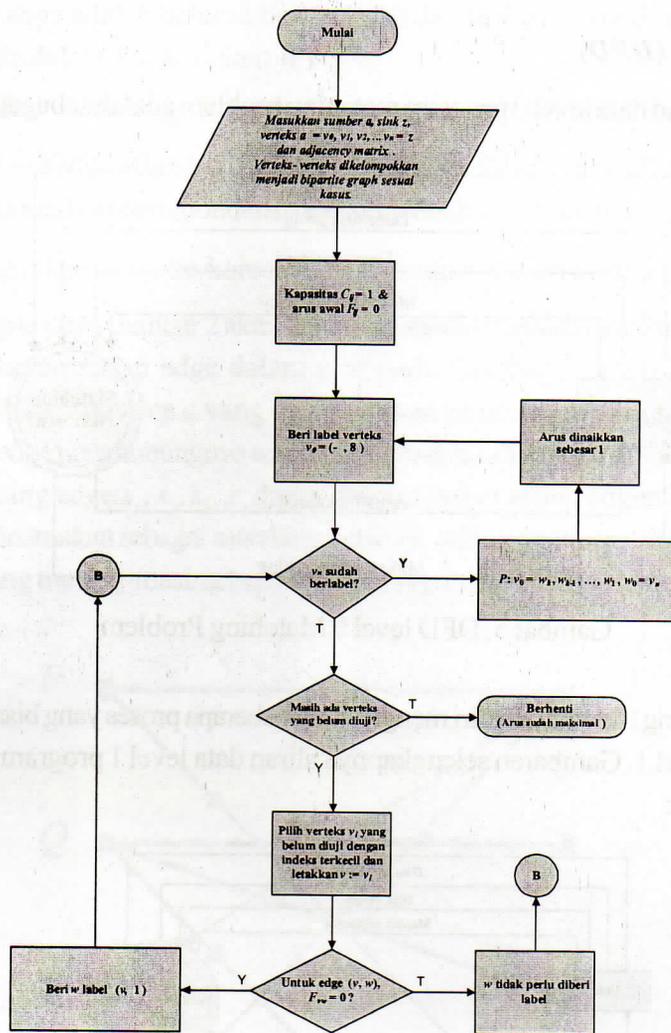
Gambar 5. DFD level 0 Matching Problem

Sistem Matching Network sendiri mengandung beberapa proses yang bisa dilukiskan sebagai data flow diagram level 1. Gambaran selengkapnya aliran data level 1 program matching problem adalah sebagai berikut:



Gambar 6. DFD level 1 Matching Problem

**Flowchart Program Matching Problem**



Gambar 7. Flowchart penyelesaian Matching Problem

**E. Hasil dan Implementasi**

**Contoh kasus 1**

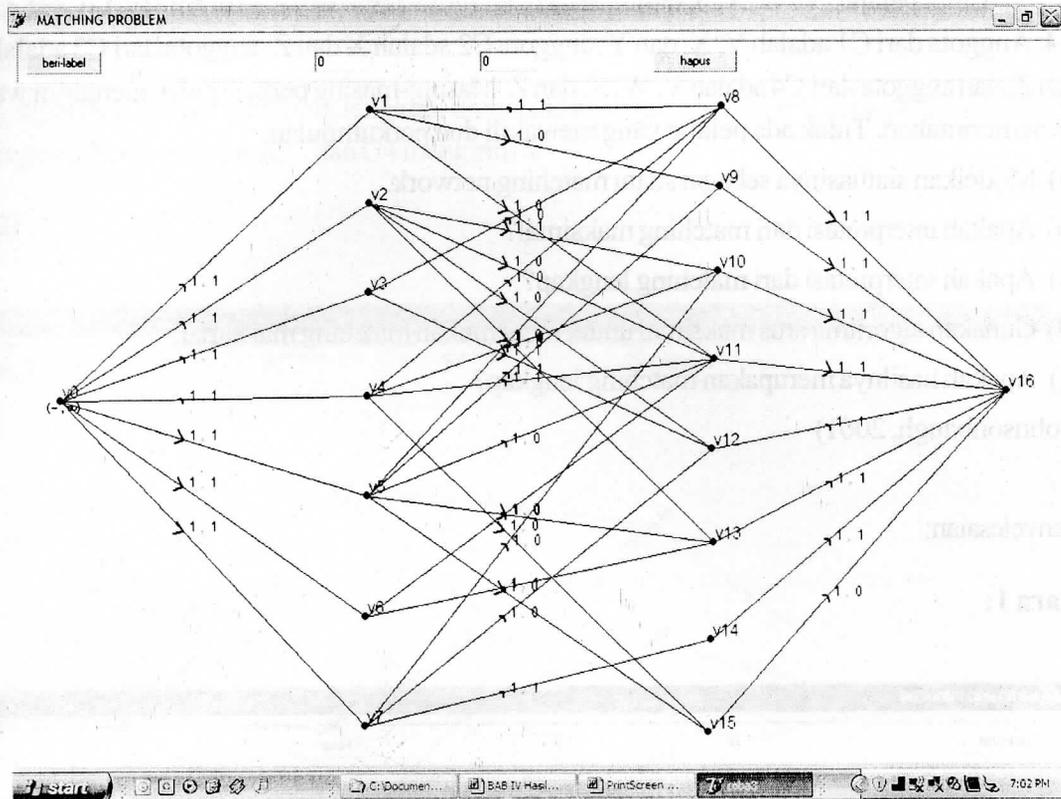
**Permasalahan untuk Penempatan Pelamar Pekerjaan**

Seorang pelamar *A* mempunyai kualifikasi untuk pekerjaan  $J_1, J_2,$  dan  $J_4$ ; *B* mempunyai kualifikasi untuk pekerjaan  $J_3, J_4, J_5,$  dan  $J_6$ ; *C* mempunyai kualifikasi untuk pekerjaan  $J_1$  dan  $J_5$ ; *D* mempunyai kualifikasi untuk pekerjaan  $J_1, J_3, J_4,$  dan  $J_6$ ; *E* mempunyai kualifikasi untuk pekerjaan  $J_1, J_2, J_4, J_6,$  dan  $J_8$ ; *F* mempunyai kualifikasi untuk pekerjaan  $J_4$  dan  $J_6$ ; dan *G* mempunyai kualifikasi untuk pekerjaan  $J_3, J_5,$  dan  $J_7$ .

- (a) Modelkan situasinya dalam sebuah matching network.
  - (b) Apakah hasilnya merupakan matching lengkap?
- (Johnsonbaugh, 2001).

Penyelesaian:

(a) Diperoleh model matching network sebagai berikut:



Gambar 8. Matching lengkap

(b) Dari gambar di atas, hasil akhirnya merupakan sebuah matching lengkap sebagai berikut:  $A$  mendapatkan pekerjaan  $J_1$ ,  $B$  mendapatkan pekerjaan  $J_3$ ,  $C$  mendapatkan pekerjaan  $J_5$ ,  $D$  mendapatkan pekerjaan  $J_4$ ,  $E$  mendapatkan pekerjaan  $J_2$ ,  $F$  mendapatkan pekerjaan  $J_6$ , dan  $G$  mendapatkan pekerjaan  $J_7$ .

Berikut ini akan disajikan contoh kasus matching problem yang lain. Penyelesaian dari permasalahan ini akan dicoba menggunakan dua cara yaitu:

- Cara 1 : dalam graf bipartite verteks-verteks perkumpulan dilukis di sebelah kiri (sebagai anggota  $V_1$ ), sedangkan verteks-verteks pelajar dilukis di sebelah kanan (sebagai anggota  $V_2$ ).
- Cara 2 : kebalikan dari Cara 1, dalam graf bipartite verteks-verteks pelajar dilukis di sebelah kiri (sebagai anggota  $V_1$ ), sedangkan verteks-verteks perkumpulan dilukis di sebelah kanan (sebagai anggota  $V_2$ ).

## Contoh Kasus 2

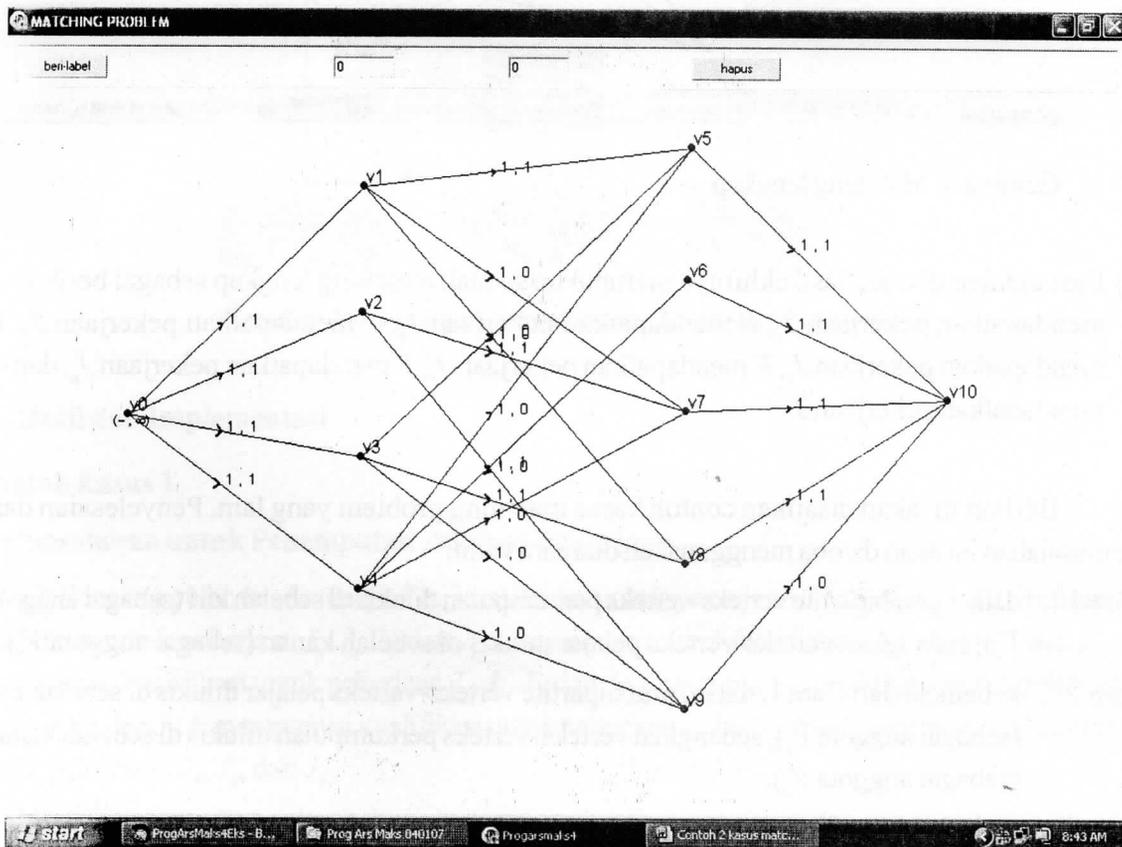
### Permasalahan Pengiriman Wakil/Delegasi dari Suatu Perkumpulan

Lima pelajar, V, W, X, Y dan Z, adalah anggota dari suatu perkumpulan, C1, C2, C3, dan C4. Anggota dari C1 adalah V, X, dan Y; anggota C2 adalah X dan Z; anggota dari C3 adalah V, Y, dan Z; dan anggota dari C4 adalah V, W, X, dan Z. Masing-masing perkumpulan mengirim wakilnya ke pemerintahan. Tidak ada pelajar yang mewakili dua perkumpulan.

- Modelkan situasinya sebagai suatu matching network.
  - Apakah interpretasi dari matching maksimal?
  - Apakah interpretasi dari matching lengkap?
  - Gunakan algoritma arus maksimal untuk menemukan matching maksimal.
  - Apakah hasilnya merupakan matching lengkap?
- (Johnsonbaugh, 2001)

Penyelesaian:

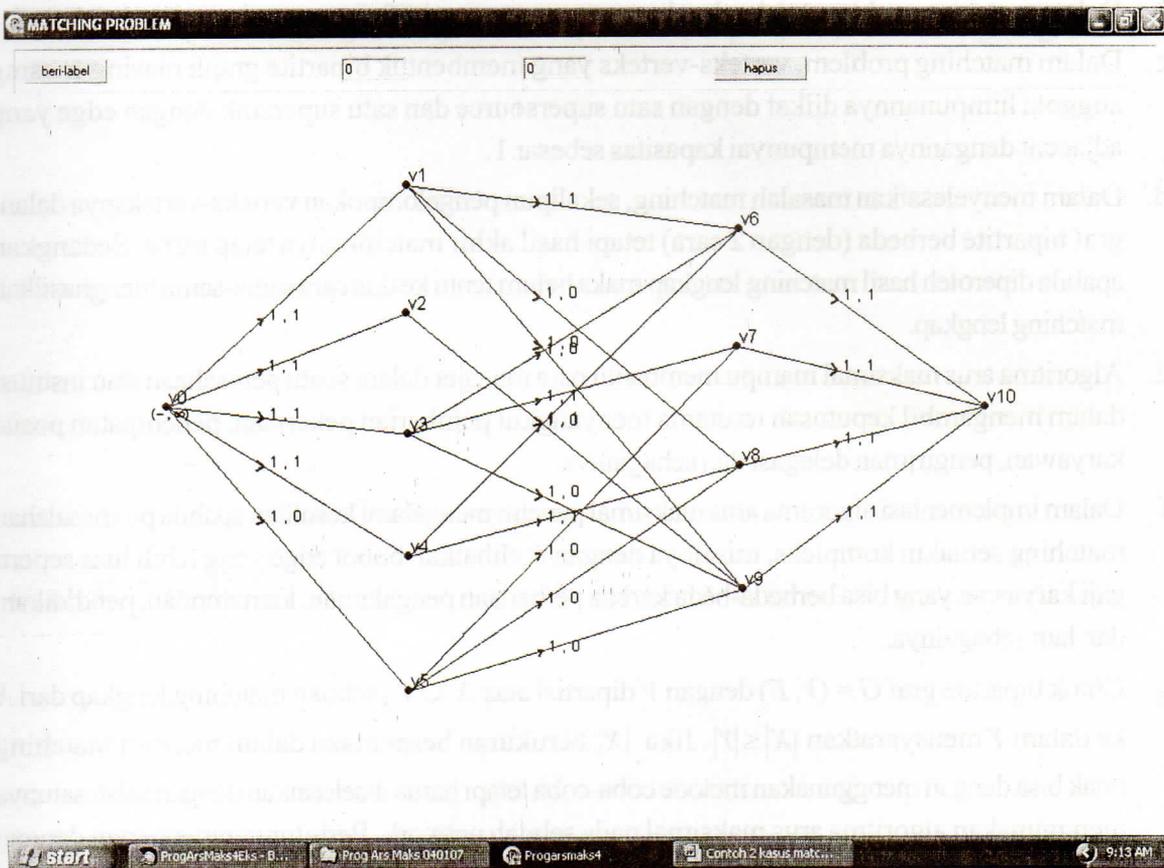
#### Cara 1:



Gambar 9. Hasil dengan Cara I

- (a) Sudah.
- (b) Matching lengkap karena  $|S| = 4 < |R(S)| = 5$  atau nilai arus =  $|S| = |V|$ .
- (c) Matching maksimal karena arus sudah tidak bisa bertambah lagi.
- (d) Sudah.
- (e) Ya, diperoleh sebuah matching lengkap, dimana C1 mengirim pelajar V sebagai wakilnya, C2 mengirim X, C3 mengirim Y, dan C4 mengirim W.

**Cara 2:**



Gambar 10. Hasil dengan Cara II

- (a) Sudah.
- (b) Bukan matching lengkap karena  $|S| = 5 > |R(S)| = 4$  atau nilai arus =  $4 \neq |S| = |V| = 5$ .
- (c) Matching maksimal karena arus sudah tidak bisa bertambah lagi.
- (d) Sudah.
- (e) Tidak diperoleh sebuah matching lengkap tetapi matching maksimal, yaitu pelajar V mewakili C1, W mewakili C4, X mewakili C2, dan Y mewakili C3.

Ternyata diperoleh hasil bahwa: dengan menggunakan Cara 1 maupun Cara 2 pengiriman wakil untuk masing-masing perkumpulan orangnya sama, tetapi pada Cara 1 diperoleh matching lengkap sedangkan pada Cara 2 tidak.

## F. Penutup

### 1. Kesimpulan

- a. Matching Problem adalah kejadian khusus dari pencarian arus maksimal dimana kapasitas setiap edge-nya adalah satu.
- b. Dalam matching problem tidak ada edge yang mempunyai sifat improperly oriented.
- c. Dalam matching problem, verteks-verteks yang membentuk bipartite graph masing-masing anggota himpunannya diikat dengan satu supersource dan satu supersink dengan edge yang adjacent dengannya mempunyai kapasitas sebesar 1.
- d. Dalam menyelesaikan masalah matching, sekalipun pengelompokan verteks-verteksnya dalam graf bipartite berbeda (dengan 2 cara) tetapi hasil akhir matchingnya tetap sama. Sedangkan apabila diperoleh hasil matching lengkap maka belum tentu ke dua cara sama-sama menghasilkan matching lengkap.
- e. Algoritma arus maksimal mampu membantu para manajer dalam suatu perusahaan atau institusi dalam mengambil keputusan terutama menyangkut pemberian pekerjaan, penempatan posisi karyawan, pengiriman delegasi dan sebagainya.
- f. Dalam implementasi algoritma arus maksimal peneliti mengalami kesulitan apabila permasalahan matching semakin kompleks, misalnya dengan melibatkan bobot edge yang lebih luas seperti gaji karyawan yang bisa berbeda-beda karena perbedaan pengalaman, kemampuan, pendidikan, dan lain sebagainya.
- g. Untuk bipartite graf  $G = (V, E)$  dengan  $V$  dipartisi atas  $X \cup Y$ , sebuah matching lengkap dari  $X$  ke dalam  $Y$  mensyaratkan  $|X| \leq |Y|$ . Jika  $|X|$  berukuran besar maka dalam mencari matching tidak bisa dengan menggunakan metode coba-coba tetapi harus diselesaikan dengan salah satunya menggunakan algoritma arus maksimal pada sebuah network. Perhitungan/pencarian dengan menggunakan algoritma tersebut akan lebih mudah apabila dibuatkan program komputernya.

### 2. Saran

- a. Perlu diteliti dan dikembangkan penerapan dan pemanfaatan algoritma arus maksimal pada permasalahan yang lain.
- b. Perlu diteliti dan dikembangkan penyelesaian matching problem dengan menggunakan algoritma yang lain, selanjutnya dari algoritma-algoritma yang ada tersebut dibandingkan tingkat efisiensinya.
- c. Dalam matching problem perlu dipertimbangkan juga unsur-unsur lain yang berpengaruh dalam me-matching-kan sesuatu misalnya dalam penempatan karyawan perlu juga dipertimbangkan perbedaan gaji yang harus dibayarkan kepada setiap karyawan, dan sebagainya. Artinya bobot dari setiap edge bisa diperluas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Johnsonbaugh, R., 1998, Matematika Diskrit, Jilid 1, Edisi Bahasa Indonesia, PT Prenhallindo, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 2001, Discrete Mathematics, 4<sup>th</sup> Edition, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Liu, C.L., 1985, Elements of Discrete Mathematics, 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill, USA.
- Magun, J., 2000, Greedy Matching Algorithms, an Experimental Study, Schweizerischer Nationalfond, Grant NF 2000-422 44.94., Zurich.
- Shihab, M.Q, 1996, Wawasan Al-Quran: Tafsir Maudhu'i atas Pelbagai Persoalan Umat, Penerbit Mizan, Bandung.
- t.n.p., 2003, Al Quran dan Terjemahnya versi 1.2, website: [http://geocities.com/alquran\\_indo](http://geocities.com/alquran_indo).