

SKRIPSI

PEMODELAN DAN PENYELESAIAN MASALAH
PEMBAGIAN MATA KULIAH MENGGUNAKAN
MAXIMUM-FLOW



DEVI HANDEVI

NPM: 2013730015

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2017

UNDERGRADUATE THESIS

**MODELLING AND PROBLEM SOLVING OF SUBJECT
ASSIGNMENT USING MAXIMUM-FLOW**



DEVI HANDEVI

NPM: 2013730015

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND
SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN DAN PENYELESAIAN MASALAH PEMBAGIAN MATA KULIAH MENGGUNAKAN *MAXIMUM-FLOW*

DEVI HANDEVI

NPM: 2013730015

Bandung, 23 Mei 2017

Menyetujui,

Pembimbing



Dott. Thomas Anung Basuki



Ketua Tim Penguji



Dr. rer. nat. Cecilia Esti Nugraheni

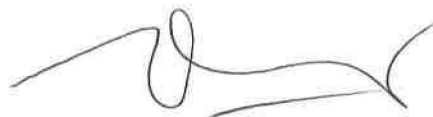
Anggota Tim Penguji



Luciana Abednego, M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PEMODELAN DAN PENYELESAIAN MASALAH PEMBAGIAN MATA KULIAH MENGGUNAKAN *MAXIMUM-FLOW*

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.



Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 23 Mei 2017



Devi Handevi
NPM: 2013730015

ABSTRAK

Salah satu waktu yang penting sebelum semester baru dimulai adalah saat para mahasiswa harus menentukan mata kuliah apa saja yang akan mereka ambil untuk semester tersebut. Tidak jarang mahasiswa tidak berhasil mendapatkan mata kuliah yang mereka inginkan karena keterbatasan tempat dan kemungkinan jadwal yang bentrok.

Untuk memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut, penelitian ini akan fokus melakukan pembagian mata kuliah pilihan secara optimal. Optimal yang dimaksud di sini adalah sebanyak mungkin mahasiswa mendapatkan mata kuliah sesuai dengan pilihannya masing-masing. Pilihan-pilihan mata kuliah mahasiswa dapat dimodelkan menjadi sebuah graf yang biasa disebut *flow network*. Pada pemodelan tersebut, algoritma *Edmonds-Karp* yang telah dimodifikasi dengan kombinasi dan pengecekan jadwal diterapkan. Model dan algoritma diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Java.

Implementasi program diuji menggunakan beberapa kasus yang telah dihitung manual maupun kasus acak. Sebagian hasil pengujian implementasi program merupakan solusi yang optimal, tetapi sebagian lagi tidak. Solusi yang tidak optimal disebabkan oleh jadwal kuliah yang bentrok dan urutan pembagian mata kuliah.

Kata-kata kunci: *Edmonds-Karp*, *Network Flow*, Graf, Kombinasi

ABSTRACT

Determining what subjects to be enrolled each semester is one of the critical times for every student. They often failed in getting their subject preferences due to limited class capacity and its schedule.

To solve the problem, this research focuses on assigning subjects to students optimally. In other words, subjects assignment should be done as much as possible. Students' choices can be modelled into a graph, called flow network. Edmonds-Karp algorithm is modified using combination and schedule checking. The modified algorithm and the model is implemented using the Java programming language.

The implementation is then tested using both test cases that have been solved manually and random test cases. Some of the results are optimal, but some are not. The schedule conflicts and different subject assignment orders are the causes of the local maximum solutions.

Keywords: Edmonds-Karp, Network Flow, Graph, Combination

Dipersembahkan untuk orang tua

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pemodelan dan Penyelesaian Masalah Pembagian Mata Kuliah Menggunakan *Maximum-Flow*" dengan baik. Dalam masa perkuliahan dan pembuatan skripsi ini, penulis mendapatkan berbagai macam bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis, yaitu:

- Allah Bapa, Putra, dan Roh Kudus atas pimpinan yang telah diberikan selama ini.
- Kedua orang tua penulis, Benny Sunarto Wino dan Ercy Yolanda, yang telah membesarkan penulis, mendukung berbagai macam pilihan dan keputusan, mengantarkan dan menjemput penulis selama perkuliahan, serta memberikan dukungan secara materi.
- Ibu Joanna Helga, M.Sc. yang telah mengajar, membimbing, dan memberikan banyak masukan dalam perkuliahan maupun penyusunan skripsi ini.
- Ibu Dr.rer.nat. Cecilia Esti Nugraheni dan Ibu Luciana Abednego, M.T. yang telah memberikan saran dan kritik membangun dalam penyusunan skripsi ini.
- Bapak Janto Vincent Sulungbudi, S.Si. dan Bapak Reinard Primulando, Ph.D. yang telah menemani dan memberikan kesempatan untuk belajar lebih luas selama perkuliahan.
- Bapak Husnul Hakim, M.T., Bapak Dott. Thomas Anung Basuki, Bapak Lionov, M.Sc., Bapak Kristopher David Harjono, S.Kom., Bapak Chandra Wijaya, M.T., Bapak Pascal Alfadian, M.Comp., Ibu Dr. Veronica Sri Moertini, Ibu Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng, Ibu Vania Natali, M.T., dan seluruh dosen maupun asisten yang telah memberikan banyak pelajaran semasa kuliah.
- Kakak penulis, William Witono Wino, yang banyak memberi masukan dan pelajaran dalam berbagai macam hal.
- Samuel Halimanto, Adrian Aldo Bagaskara, Jefvin Viriya, dan Antonius sebagai teman-teman yang saling membangun dan bertukar pikiran dalam banyak hal.
- Ricky Setiawan, Axel Raharja, Ricky Suryadi, Sukamto, Mohamad Fahrizal Septriarto, Kevin Antonius, Ega Prianto, Jacinta Delora, Maudy Nur Avianti, serta seluruh teman perkuliahan yang telah menemani penulis semasa studi.

Penulis menerima segala kritik dan saran yang berguna bagi pengembangan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat menjadi manfaat untuk penelitian-penelitian berikutnya. Penulis juga mohon maaf jika ada kesalahan.

Bandung, Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Pembahasan	5
2 DASAR TEORI	7
2.1 Graf [1]	7
2.2 Graf Traversal [1]	10
2.2.1 Breadth-First Search	10
2.2.2 Depth-First Search	11
2.3 Network Flow [2]	12
2.4 Algoritma Hill-Climbing dengan Local Maximum [2]	13
2.5 Algoritma <i>Ford-Fulkerson</i> [2]	15
2.6 Algoritma <i>Steepest-Ascent Hill-Climbing</i> [2, 3]	17
2.7 Algoritma <i>Edmonds-Karp</i> [2, 3]	18
3 ANALISIS	21
3.1 Pemodelan Mata Kuliah	21
3.2 Contoh Kasus	23
3.2.1 Contoh Kasus Normal	23
3.2.2 Contoh Kasus Kombinasi	26
3.2.3 Contoh Kasus Normal dan Kombinasi	27
3.2.4 Contoh Kasus Bermasalah	28
3.3 Kesimpulan Analisis	29
3.4 Algoritma yang Digunakan	29
3.5 Masukan dan Keluaran	30
4 PERANCANGAN	31
4.1 Perancangan Perangkat Lunak	31
4.1.1 Kelas NODE	31
4.1.2 Kelas KOMBINASI	32
4.1.3 Kelas PEMBAGIANMK	33
4.1.4 Kelas MAIN	37
4.1.5 Kelas TESTCASEGENERATORMAIN	38

4.2	Perancangan Format Input dan Output	38
4.3	Skema Pengujian	39
4.4	Strategi Pengacakan Tes Kasus	40
5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	43
5.1	Implementasi Algoritma	43
5.2	Pengujian	43
5.2.1	Pengujian Fungsional	44
5.2.2	Pengujian Eksperimental	46
6	KESIMPULAN DAN SARAN	53
6.1	Kesimpulan	53
6.2	Saran	53
	DAFTAR REFERENSI	55
	A KODE PROGRAM	57

DAFTAR GAMBAR

1.1	Jadwal mata kuliah	2
1.2	Mata kuliah dan mahasiswa dalam model <i>flow network</i>	3
1.3	Mata kuliah dan mahasiswa dalam model <i>flow network</i>	3
2.1	Gambar contoh graf. Gambar (a) adalah gambar dua simpul dengan satu sisi. Gambar (b) adalah gambar dua simpul dengan sisi paralel. Gambar (c) adalah gambar simpul self loop.	7
2.2	Gambar graf tidak berarah dan graf berarah.[1]	8
2.3	Gambar graf tidak berbobot dan graf berbobot.[1]	8
2.4	Gambar graf <i>sparse</i> dan graf padat.[1]	8
2.5	Gambar graf tidak berlabel dan graf berlabel.[1]	9
2.6	Contoh graf berarah, berbobot, dan berlabel	9
2.7	Gambar representasi graf. Gambar (a) menggunakan matriks. Gambar (b) menggunakan <i>list</i>	10
2.8	(a) Jaringan dengan bobot sisi kapasitas aliran. (b) Aliran maksimal dari jaringan.[2]	13
2.9	Jaringan, jalur, dan aliran[2]	13
2.10	Pengambilan jalur pada graf <i>augmentation</i> [2]	14
2.11	Algoritma <i>Hill-Climbing</i> mungkin menghasilkan solusi <i>local maximum</i> [2]	15
2.12	Penggunaan <i>reverse edge</i> pada algoritma <i>Ford-Fulkerson</i> memberikan solusi yang optimal[2]	16
2.13	(a) Jaringan awal dan pengambilan jalur pertama. (b) Graf <i>augmentation</i> dan pengambilan jalur yang kecil. (c) Graf <i>augmentation</i> setelah pengambilan jalur sebelumnya.[3]	17
3.1	Jadwal mata kuliah	21
3.2	Mata kuliah dan mahasiswa dalam model <i>flow network</i>	22
3.3	Pembagian mata kuliah optimal	23
3.4	Contoh kasus 1	23
3.5	Keadaan graf dengan kondisi M1 telah mengambil mata kuliah A dan E, M2 mengambil B dan D, dan M3 mengambil B	24
3.6	Pengambilan jalur Gambar 3.5 di mana M3 mengambil mata kuliah E dengan cara mengambil dari M1 dan memberikan mata kuliah C sebagai gantinya	25
3.7	Hasil akhir kasus normal yang optimal	25
3.8	Contoh kasus 2	26
3.9	Keadaan graf dengan kondisi M1 telah mengambil B	26
3.10	Contoh kasus 3	27
3.11	Keadaan graf dengan kondisi M1 telah mengambil A dan D	27
3.12	Keadaan jalur sebelum kombinasi dilakukan	28
3.13	Keadaan graf dengan kasus Gambar 3.5 pada saat M1 telah mengambil B, C, dan D, M2 mengambil B, dan M3 mengambil E	29
4.1	Diagram Kelas Perancangan Perangkat Lunak	31
4.2	Diagram Kelas Node	32

4.3	Diagram Kelas Kombinasi	33
4.4	Diagram Kelas PembagianMK	37
4.5	Diagram Kelas Main	37
4.6	Diagram Kelas TestCaseGeneratorMain	38
5.1	Hasil Pengujian 1	48
5.2	Hasil Pengujian 2	49
5.3	Hasil Pengujian 3	50
5.4	Hasil Pengujian 4	51
5.5	Rata-rata waktu pengujian sepuluh kasus dari ukuran kecil ke besar	52

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap semester baru akan dimulai, mahasiswa Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR) perlu melakukan pengisian Formulir Rencana Studi (FRS). Masa pengisian FRS merupakan masa di mana mahasiswa perlu menentukan mata kuliah yang ingin diambil untuk semester tersebut. Pengisian FRS dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu mahasiswa menghubungi dosen wali untuk bertatap muka langsung atau mahasiswa langsung melakukan pengisian secara *online*. Cara *online* hanya dapat dilakukan jika indeks prestasi semester terakhir lebih dari atau sama dengan tiga.

Penjadwalan mata kuliah yang dibuka pada saat masa FRS dilakukan oleh Sekretaris Program Studi Teknik Informatika. Setiap mata kuliah memiliki nomor semesternya masing-masing. Nomor tersebut berupa satu angka di antara 1 sampai dengan 8. Jika nomor semester tersebut ganjil, berarti mata kuliah tersebut dibuka pada semester ganjil dan tidak dibuka pada semester genap. Mahasiswa semester dua direkomendasikan untuk mengambil mata kuliah yang memiliki nomor semester 2, tetapi boleh mengambil mata kuliah dengan nomor semester 4, 6, atau 8 apabila syarat terpenuhi. Penjadwalan disesuaikan dengan nomor semester tersebut. Mata kuliah yang bernomor semester 2 tidak akan memiliki jadwal yang bentrok dengan mata kuliah lainnya yang bernomor semester 2 juga, tetapi mungkin memiliki jadwal yang bentrok dengan mata kuliah yang bernomor semester 4, 6, atau 8.

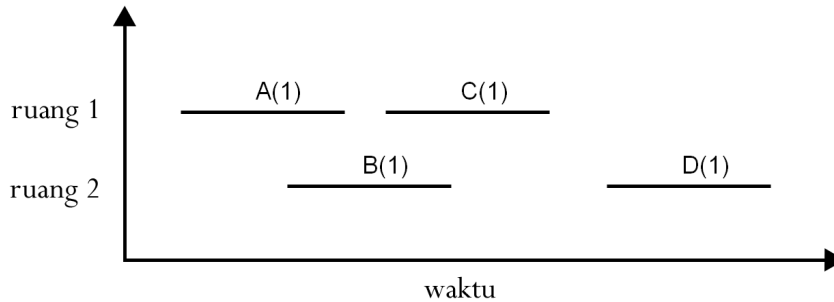
Mahasiswa sering kali tidak memperhatikan nomor semester yang telah ditentukan untuk masing-masing mata kuliah. Tidak jarang mahasiswa mengambil mata kuliah dengan nomor semester yang berbeda dengan semester saat ini. Contohnya, mahasiswa semester 2 mengambil mata kuliah dengan nomor semester 4. Jika mahasiswa tidak memperhatikan nomor semester setiap mata kuliah, ada kemungkinan mahasiswa tersebut kesulitan mengambil mata kuliah yang nomor semesternya sesuai karena sebelumnya pernah diambil. Pengambilan mata kuliah dengan nomor semester yang berbeda-beda berarti memiliki kemungkinan yang lebih besar untuk menemukan jadwal yang bentrok antar mata kuliahnya.

Sistem pembagian mata kuliah pada masa FRS ini didasarkan pada waktu pengisian FRS mahasiswa. Mahasiswa yang lebih dahulu selesai melakukan pengisian FRS memiliki hak lebih besar untuk mata kuliah yang diambilnya dibandingkan mahasiswa lain yang melakukan pengisian FRS setelahnya. Oleh karena sistem tersebut, mahasiswa Program Studi Teknik Informatika sering kali berlomba menghubungi dosen wali masing-masing untuk mengambil mata kuliah yang ingin ditempuh untuk semester tersebut. Program Studi Teknik Informatika memiliki banyak mata kuliah dan kapasitas kelas yang terbatas, sehingga tidak jarang mahasiswa tidak berhasil mendapatkan mata kuliah yang diinginkan.

Mahasiswa memiliki beberapa Satuan Kredit Semester (SKS) yang perlu diambil pada semester tertentu untuk memenuhi rencana perkuliahan yang sudah dipikirkan. Jika mahasiswa tidak berhasil mendapatkan mata kuliah yang diinginkan karena kapasitas kelas sudah terisi penuh, maka ada kemungkinan mahasiswa tersebut terpaksa mengambil mata kuliah yang tidak disukai untuk memenuhi rencana perkuliahannya. Hal tersebutlah yang menjadi masalah yang perlu ditanggapi lebih lanjut.

Untuk menghindari pengambilan mata kuliah yang tidak sesuai dengan keinginan mahasiswa, salah satu solusi yang dapat diberikan adalah dengan membangun sebuah perangkat lunak yang dapat membagikan mata kuliah kepada mahasiswa secara optimal. Optimal yang dimaksud di sini adalah sebanyak mungkin mahasiswa mendapatkan mata kuliah yang diinginkan.

Sistem pembagian mata kuliah yang sekarang tidak selalu memberikan hasil yang optimal. Misalkan ada empat mata kuliah A, B, C, dan D, masing-masing memiliki sisa kapasitas kelas satu orang.



Gambar 1.1: Jadwal mata kuliah

Gambar 1.1 menunjukkan jadwal mata kuliah terurut berdasarkan waktu secara horizontal. Mata kuliah B memiliki jadwal yang bertabrakan dengan mata kuliah A dan C.

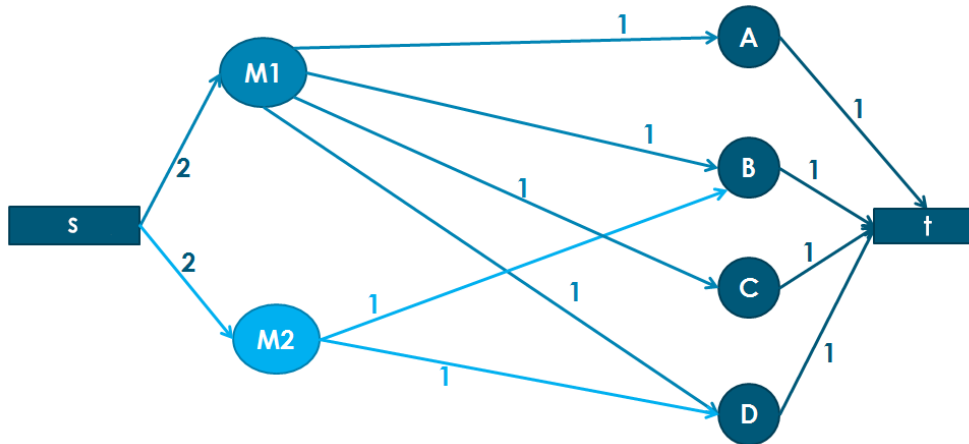
Misalkan ada mahasiswa pertama yang tertarik pada keempat mata kuliah tersebut tetapi hanya ingin mengambil dua dan mahasiswa kedua tertarik pada mata kuliah B dan D. Jika mahasiswa pertama mengambil mata kuliah A dan D, maka mahasiswa kedua hanya bisa mengambil mata kuliah B saja. Jika mahasiswa pertama mengambil mata kuliah B dan D, maka mahasiswa kedua tidak bisa mengambil apapun. Namun, jika mahasiswa pertama mengambil mata kuliah A dan C, maka mahasiswa kedua bisa mengambil mata kuliah B dan D.

Dengan sistem pembagian yang sedang UNPAR gunakan sekarang, mahasiswa tidak bisa menyatakan bahwa dirinya tertarik pada keempat mata kuliah tersebut tetapi hanya ingin mengambil dua. Mahasiswa hanya bisa mengambil dua dari empat mata kuliah tersebut tanpa mengetahui bahwa pilihannya tersebut dapat menentukan pilihan yang tersedia bagi mahasiswa lain. Dalam penelitian ini, mahasiswa dapat memberikan pilihan mata kuliah yang diinginkan dan menentukan berapa banyak mata kuliah yang ingin diambil dari pilihan tersebut. Menggunakan seluruh pilihan mahasiswa, pembagian mata kuliah dilakukan. Hasil yang diberikan adalah informasi mata kuliah apa yang didapatkan oleh mahasiswa dan jumlah mahasiswa yang mendapatkan suatu mata kuliah.

Graf *flow network* merupakan graf yang menggambar jaringan pipa air di mana sisi menunjukkan pipa air dan simpul merupakan sambungan pipa. Terdapat satu simpul sumber (*source*) yang memiliki debit air tak hingga dan satu simpul tujuan (*sink*) yang dapat menerima debit air tak hingga juga. Bobot pada sisi menunjukkan debit air, yaitu volume air yang dapat lewat dalam satuan waktu. Sisi-sisi setelah simpul sumber dan sebelum simpul tujuan memengaruhi debit akhir yang diterima simpul tujuan. Permasalahan *network flow* adalah mencari debit akhir maksimal yang dapat mengalir hingga simpul tujuan.

Permasalahan pembagian mata kuliah dapat dimodelkan menjadi graf *flow network*. Pembagian mata kuliah dalam permasalahan tersebut akan diumpamakan sebagai air dalam permasalahan *network flow*. Simpul sumber dapat mengalirkan debit mata kuliah sebanyak tak hingga dan simpul tujuan dapat menerima debit mata kuliah sebanyak tak hingga. Terdapat dua jenis simpul di antara simpul sumber dan simpul tujuan, yaitu:

1. simpul mata kuliah, digambarkan sebagai lingkaran berwarna biru tua bertuliskan A, B, C, dan D sebelum simpul tujuan pada Gambar 1.2, dan

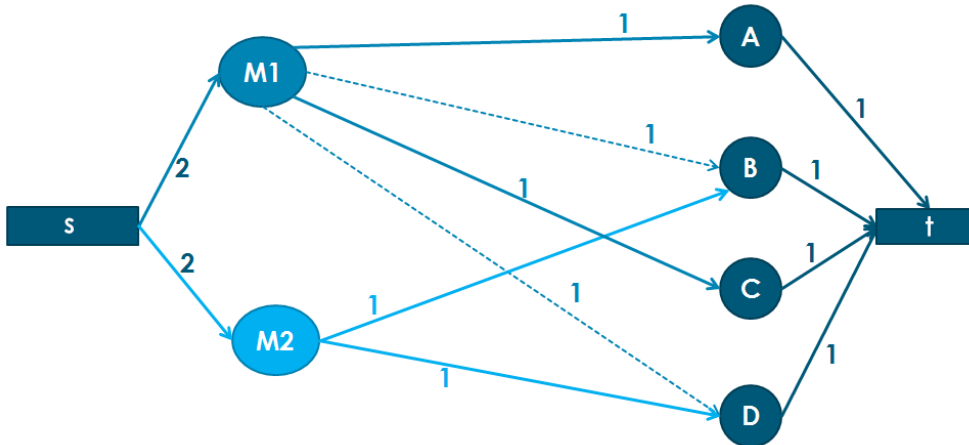


Gambar 1.2: Mata kuliah dan mahasiswa dalam model *flow network*

- simpul mahasiswa, berada tepat setelah simpul sumber, digambarkan sebagai lingkaran bertuliskan M1 dan M2 pada Gambar 1.2.

Aliran maksimal pada graf *flow network* untuk permasalahan pembagian mata kuliah merupakan banyaknya mata kuliah yang dapat diambil oleh seluruh mahasiswa sesuai dengan pilihannya. Hal pertama yang perlu diperhatikan untuk mengimplementasikan algoritma *network flow* ke masalah pembagian mata kuliah adalah mengatasi jadwal mata kuliah yang bentrok.

Pada Gambar 1.2, bentrok antar mata kuliah tidak terlihat. Jika algoritma langsung diterapkan, maka akan ada kemungkinan algoritma tersebut memberikan hasil yang salah. Perlu ada modifikasi terhadap penerapan algoritma agar dapat mengatasi masalah tersebut.



Gambar 1.3: Mata kuliah dan mahasiswa dalam model *flow network*

Gambar 1.3 menunjukkan pembagian mata kuliah menggunakan algoritma *network flow*. Sisi dengan garis tebal menunjukkan adanya aliran air yang melalui sisi tersebut. Sedangkan sisi dengan garis putus-putus menunjukkan tidak adanya aliran mata kuliah. Aliran mata kuliah pada graf tersebut menunjukkan mata kuliah apa saja yang diambil. Mahasiswa pertama, yaitu M1, mendapatkan mata kuliah A dan C. Mahasiswa kedua, yaitu M2, mendapatkan mata kuliah B dan D. Debit akhir dari graf tersebut sama dengan empat, yaitu jumlah seluruh mata kuliah yang dapat diambil oleh semua mahasiswa sesuai dengan keinginannya.

Dalam kasus ini, algoritma *network flow* dapat menghasilkan pembagian mata kuliah yang lebih optimal dibandingkan sistem siapa cepat dia dapat. Sudah ada algoritma-algoritma yang mampu menyelesaikan permasalahan *network flow*, misalnya algoritma *Steepest-Ascent Hill-Climbing*

dan *Edmonds-Karp*. Algoritma-algoritma tersebut dapat diimplementasikan untuk menyelesaikan permasalahan *network flow* secara optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, berikut adalah rumusan masalah dari penelitian ini:

1. Bagaimana cara memodelkan permasalahan pembagian mata kuliah ke dalam graf *flow network*?
2. Bagaimana cara mengimplementasikan salah satu algoritma *network flow* untuk menyelesaikan permasalahan pembagian mata kuliah kepada mahasiswa berdasarkan pilihannya.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memodelkan permasalahan pembagian mata kuliah ke dalam graf *flow network*.
2. Mengimplementasikan salah satu algoritma *network flow* untuk menyelesaikan permasalahan pembagian mata kuliah kepada mahasiswa berdasarkan pilihannya.

1.4 Batasan Masalah

Permasalahan pembagian mata kuliah pilihan memiliki ruang lingkup yang luas. Penelitian ini difokuskan dalam batasan masalah sebagai berikut:

1. Menerima masukan data mata kuliah yang dibuka dan data peminat mata kuliah menggunakan file teks terstruktur.
2. Masukan jadwal mata kuliah dikonversi terlebih dahulu menjadi informasi bentrok tidaknya mata kuliah dengan mata kuliah lain.
3. Algoritma yang digunakan adalah algoritma *Edmonds-Karp*. Algoritma lainnya tidak dibahas secara rinci dalam penelitian ini.

1.5 Metodologi Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini adalah:

1. Mencari tahu bagaimana pembagian mata kuliah biasa dilakukan.
2. Melakukan studi literatur mengenai graf, graf *traversal*, *network flow*, dan algoritma-algoritma untuk menyelesaikan permasalahan *network flow*.
3. Melakukan analisis terhadap permasalahan dan model *flow network* dan memodelkan permasalahan pembagian mata kuliah ke dalam bentuk *flow network*.
4. Melakukan perancangan perangkat lunak menggunakan algoritma *network flow*.
5. Mengimplementasikan salah satu algoritma *network flow* terhadap model yang telah dibuat.
6. Menguji perangkat lunak untuk melakukan pembagian mata kuliah menggunakan berbagai data acak dan data buatan.
7. Menulis dokumen skripsi.

1.6 Sistematika Pembahasan

Dokumentasi penelitian ini disajikan menjadi enam bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan

Bab 1 membahas latar belakang pemilihan judul, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika pembahasan penelitian ini.

2. Bab 2 Dasar Teori

Bab 2 menjelaskan landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini. Teori-teori yang dibahas adalah graf, graf *traversal*, *network flow*, algoritma *Steepest-Ascent*, dan algoritma *Edmonds-Karp*.

3. Bab 3 Analisis

Bab 3 memuat analisis mengenai model *flow network* dan algoritma *Edmonds-Karp* yang diimplementasikan pada studi kasus pembagian mata kuliah.

4. Bab 4 Perancangan

Bab 4 berisi perancangan perangkat lunak, perancangan format *input* dan *output*, dan skema pengujian.

5. Bab 5 Implementasi dan Pengujian

Bab 5 membahas implementasi algoritma, perangkat lunak, dan pengujian.

6. Bab 6 Kesimpulan dan Saran

Bab 6 berisi kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian lebih lanjut.