

Pemodelan Graf Bipartit Terbobot pada Algoritma Gale-Shapley untuk Optimasi Sistem Rekomendasi Mentor-Mentee Akademik

Abdur Rauuf Fawaaz - 13525117

Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung

E-mail: rauuffawaaz@gmail.com , 13525117@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Pemilihan mentor atau asisten dosen yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa merupakan faktor penting dalam mendukung keberhasilan pengerjaan tugas besar. Proses pemilihan yang dilakukan secara acak sering kali tidak menghasilkan pasangan yang optimal karena tidak mempertimbangkan kemampuan dan kebutuhan masing-masing pihak. Makalah ini mengusulkan model sistem rekomendasi mentor-mentee akademik berbasis graf bipartit terbobot dengan pendekatan algoritma Gale-Shapley. Pada model yang diusulkan, mahasiswa dan asisten dosen direpresentasikan sebagai dua himpunan simpul pada graf bipartit. Preferensi mahasiswa ditentukan berdasarkan kecocokan antara topik materi yang masih lemah dikuasai mahasiswa dan topik yang kuat dikuasai asisten dosen. Sementara itu, preferensi asisten dosen ditentukan berdasarkan nilai tugas atau praktikum serta persentase kehadiran mahasiswa. Proses pencocokan dilakukan menggunakan algoritma Gale-Shapley dengan mempertimbangkan kuota bimbingan setiap asisten dosen sehingga diperoleh pasangan yang stabil. Hasil simulasi menunjukkan bahwa metode ini mampu menghasilkan pencocokan yang lebih sesuai dengan kebutuhan akademik mahasiswa dibandingkan pemilihan secara acak. Dengan demikian, pendekatan graf bipartit terbobot dan algoritma Gale-Shapley dapat menjadi alternatif yang efektif dalam mengoptimalkan sistem rekomendasi mentor-mentee akademik.

Keywords—graf bipartit, algoritma Gale-Shapley, sistem rekomendasi, mentor-mentee akademik, pencocokan stabil.

I. PENDAHULUAN

Dalam perkuliahan, terdapat beberapa mata kuliah yang memberikan tugas besar kepada mahasiswanya. Tugas besar bertujuan agar mahasiswa dapat mengaplikasikan materi-materi yang telah diajarkan. Mahasiswa diberikan fasilitas berupa asisten dosen untuk membantu dan membimbing dalam pengerjaannya.

Dalam pemilihan asisten dosen, dibutuhkan kriteria-kriteria sehingga mahasiswa bisa mendapatkan asisten dosen yang sesuai dengan kebutuhan. Ketika mahasiswa cocok dengan asisten dosen, pengerjaan tugas besar dapat berjalan dengan maksimal. Salah satu cara pemilihan asisten dosen adalah mahasiswa memilihnya secara acak. Pemilihan tersebut

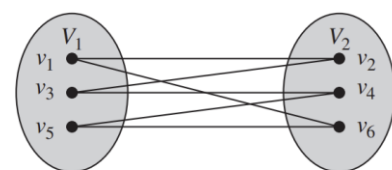
memberikan kepraktisan dalam prosesnya, tetapi belum tentu mendapat asisten dosen yang cocok.

Makalah ini memperkenalkan inovasi baru dalam pemilihan asisten dosen yang menggunakan sistem pembobotan topik-topik yang sudah dan belum dikuasai. Sistem ini mengaplikasikan graf bipartit melalui pendekatan algoritma Gale-Shapley. Sistem akan mencocokkan mahasiswa yang lemah di topik tertentu dengan asisten dosen yang kuat di topik tersebut.

II. LANDASAN TEORI

A. Graf Bipartit

Graf bipartit adalah graf yang dapat dibagi menjadi dua himpunan simpul yang setiap simpulnya berhubungan dengan salah satu atau lebih simpul di luar himpunannya. Misalkan terdapat graf V yang simpul-simpulnya dibagi menjadi dua himpunan V_1 dan V_2 .



Gambar 2.1 Graf Bipartit

Setiap simpul di V_1 akan berhubungan dengan simpul di V_2 , tetapi tidak berhubungan dengan simpul yang sama-sama di V_1 .

$$V = V_1 \cup V_2$$

Irisan antara V_1 dengan V_2 adalah himpunan kosong

$$V_1 \cap V_2 = \emptyset$$

B. Algoritma Gale-Shapley

Algoritma Gale-Shapley adalah algoritma yang mencari kestabilan di antara dua buah himpunan. Algoritma ini akan mencari pasangan yang sesuai berdasarkan kriteria yang dibutuhkan. Untuk membantu dalam pembuktian algoritma ini, perlu sebuah *problem* yang disebut dengan *stable marriage problem*, yaitu terdapat n pria dan n wanita yang memiliki list preferensi pasangan masing-masing (berbeda jenis kelamin). Contoh dari list preferensi pasangan adalah sebagai berikut.

1	5	7	1	2	6	8	4	3	1	5	3	7	6	1	2	8	4
2	2	3	7	5	4	1	8	6	2	8	6	3	5	7	2	1	4
3	8	5	1	4	6	2	3	7	3	1	5	6	2	4	8	7	3
4	3	2	7	4	1	6	8	5	4	8	7	3	2	4	1	5	6
5	7	2	5	1	3	6	8	4	5	6	4	7	3	8	1	2	5
6	1	6	7	5	8	4	2	3	6	2	8	5	3	4	6	7	1
7	2	5	7	6	3	4	8	1	7	7	5	2	1	8	6	4	3
8	3	8	4	5	7	2	6	1	8	7	4	1	5	2	3	6	8
Men's Preferences									Women's Preferences								

Maksud dari tabel di atas adalah misalkan *Men* 1 lebih membutuhkan pasangan *Women* 5 daripada *Women* 7, *Men* 2 lebih membutuhkan pasangan *Women* 2 daripada *Women* 3, dan seterusnya.

Untuk memecahkan masalah ini, diperlukan sebuah algoritma yang dapat memasangkan n pria dengan n wanita dalam keadaan yang stabil (memilih pasangan yang ada di list preferensi dimulai dari pasangan yang ada di list pertama sampai akhir). Pemecahan solusi menggunakan algoritma Gale-Shapley adalah dengan melakukan pencocokan secara sekuensial sampai semua pria dan wanita memiliki pasangan yang stabil. Syarat awal dari algoritma ini adalah semua pria dan wanita dalam keadaan bebas atau belum memiliki pasangan. Selain itu, di kedua himpunan akan ditentukan terlebih dahulu himpunan mana yang menjadi pelamar dan yang dilamar serta kondisi stabil akan relatif terhadap himpunan pelamar.

Misalkan himpunan yang menjadi pelamar adalah himpunan *Men* dan yang dilamar adalah himpunan *Women*. Algoritma Gale-Shapley dimulai dari *Men* 1 memilih pasangannya sesuai yang ada di list preferensinya. Jika dilihat di table di atas, maka *Men* 1 akan mencoba melamar *Women* 5. Pada momen ini, *Women* 5 dalam keadaan belum memiliki pasangan sehingga *Men* 1 dipasangkan sementara dengan *Women* 5. Proses selanjutnya adalah *Men* 2 memilih pasangannya dan seterusnya sampai dengan *Men* 8. Terdapat kondisi perubahan pasangan dalam keberjalanan prosesnya. Kondisi tersebut adalah ketika *Men* x melamar *Women* y yang sudah berpasangan, tetapi ternyata *Women* y memiliki preferensi yang lebih tinggi terhadap *Men* x daripada pasangan sebelumnya. Kondisi ini akan merubah pasangan yang sudah terjadi sehingga didapatkan pasangan yang lebih stabil. Algoritma Gale-Shapley untuk menyelesaikan *stable marriage problem* di atas adalah sebagai berikut.

semua *Men* dan *Women* belum memiliki pasangan;

Men $\leftarrow$ *Men* 1

while (terdapat *Men* yang belum memiliki pasangan) do

Women $\leftarrow$ *Women* yang berada di list pertama preferensi *Men*

while (*Men* belum memiliki pasangan) do

if (*Women* belum memiliki pasangan) then

pasangkan *Men* dengan *Women*

else

if (*Men* berada di list preferensi lebih tinggi daripada *Men*')

Men' dan *Women* menjadi bebas pasangan

Pasangkan *Men* dengan *Women*

else

Women menolak *Men*

Women $\leftarrow$ *Women* selanjutnya di list preferensi *Men*

Men $\leftarrow$ memilih *Men* yang belum memiliki pasangan

output adalah n pasangan *Men* dan *Women* yang stabil

Hasil akhir dari tabel *stable marriage problem* dengan menggunakan algoritma Gale-Shapley di atas adalah sebagai berikut, menggunakan format pasangan (*Men*, *Women*).

$$S = \{(1, 5), (2, 3), (3, 8), (4, 6), (5, 7), (6, 1), (7, 2), (8, 4)\}$$

III. PERHITUNGAN

Perhitungan yang dilakukan adalah untuk menghasilkan pasangan yang stabil antara mahasiswa dengan asisten dosen. Dalam perhitungan kali ini, himpunan dibagi menjadi dua, yaitu himpunan mahasiswa dan himpunan asisten dosen. Himpunan yang menjadi pelamar adalah himpunan mahasiswa dan himpunan asisten dosen adalah himpunan yang dilamar. Kriteria yang diperhitungkan dalam proses ini adalah sebagai berikut.

A. Kriteria Preferensi Mahasiswa

Bentuk kriteria dalam preferensi himpunan mahasiswa adalah kecocokan antara topik-topik materi yang lemah di pihak mahasiswa dan kuat di pihak asisten dosen. Kriteria ini dipakai agar mahasiswa mendapatkan asisten dosen yang sesuai dengan kebutuhan.

B. Kriteria Preferensi Asisten Dosen

Bentuk kriteria dalam preferensi himpunan asisten dosen adalah nilai tugas atau praktikum yang sudah dikerjakan dan persentase kehadiran. Asisten dosen akan memprioritaskan mahasiswa yang memiliki nilai tugas atau praktikum yang lebih rendah terlebih dahulu. Namun, dalam proses pencocokan ini terdapat kekurangan, yaitu ketika terdapat mahasiswa yang mendapat nilai kurang karena memang belum serius menjalani perkuliahan. Oleh karena itu, bentuk kriteria yang kedua adalah persentase kehadiran sehingga proses pencocokan akan lebih adil. Asisten dosen akan

memprioritaskan mahasiswa yang memiliki persentase kehadiran yang lebih tinggi. Bentuk perhitungan dari kedua kriteria ini adalah sebagai berikut.

$$\text{Skor Total Preferensi Asisten Dosen} = (100 - \text{Nilai}) \times \text{Persentase Kehadiran}$$

Setelah melalui perhitungan tersebut, proses pencocokan akan dilakukan dengan mempertimbangkan ketersediaan kuota bimbingan asisten dosen dan urutan alfabet nama mahasiswa.

C. Permisalan

Untuk memudahkan proses perhitungan, dibuat sebuah permisalan nama-nama mahasiswa dan asisten dosen, serta topik-topik materi yang digunakan untuk pencocokan. Dalam permisalan ini, digunakan topik-topik materi dalam Mata Kuliah Matematika Diskrit.

TABLE I. TABEL MAHASISWA

Nama Mahasiswa	Topik Materi yang Lemah dikuasai	Nilai Tugas	Persentase Kehadiran
Ilham	Induksi matematik	45	100%
Jefri	Graf	35	60%
Maja	Teori bilangan	80	95%
Sistri	Logika	40	100%
Ciko	Pohon	50	90%
Nabila	Aljabar boolean	55	85%
Putri	Kompleksitas algoritma	85	100%
Sebastian	Relasi dan fungsi	42	40%

TABLE II. TABEL ASISTEN DOSEN

Nama Asisten Dosen	Kuota Mahasiswa Bimbingan	Topik Materi yang Kuat dikuasai
Niko	3	Graf, Pohon, Kompleksitas algoritma
Jihan	3	Logika, Induksi matematik, Relasi dan fungsi
Cici	3	Himpunan, Aljabar boolean, Teori bilangan

D. Perhitungan

Proses pencocokan mahasiswa dengan asisten dosen dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahapan pertama adalah menentukan preferensi mahasiswa terhadap asisten dosen. Preferensi ini dibentuk berdasarkan kecocokan antara topik materi yang masih lemah dikuasai mahasiswa dengan topik materi yang kuat dikuasai oleh asisten dosen. Semakin tinggi

tingkat kecocokan topik, semakin tinggi pula posisi asisten dosen tersebut dalam daftar preferensi mahasiswa.

Sebagai contoh, mahasiswa Ilham memiliki kelemahan pada topik Induksi Matematik. Berdasarkan data pada Tabel II, topik tersebut dikuasai oleh asisten dosen Jihan. Oleh karena itu, Jihan ditempatkan pada urutan pertama dalam daftar preferensi Ilham. Apabila terdapat lebih dari satu asisten dosen yang memiliki kemampuan pada topik yang sama, maka urutan preferensi dapat ditentukan berdasarkan faktor tambahan seperti kuota bimbingan yang tersedia.

Tahapan kedua adalah menentukan preferensi asisten dosen terhadap mahasiswa. Preferensi ini tidak ditentukan secara langsung, melainkan dihitung menggunakan skor evaluasi mahasiswa. Tujuan dari perhitungan ini adalah agar mahasiswa yang lebih membutuhkan bantuan akademik memperoleh prioritas lebih tinggi tanpa mengabaikan tingkat keseriusan mereka dalam mengikuti perkuliahan.

Perhitungan skor total preferensi asisten dosen dilakukan menggunakan nilai tugas dan persentase kehadiran mahasiswa. Nilai tugas digunakan untuk mengukur tingkat kesulitan yang dialami mahasiswa, sedangkan persentase kehadiran digunakan untuk mengukur komitmen mahasiswa dalam mengikuti kegiatan pembelajaran.

Setelah daftar preferensi mahasiswa dan daftar preferensi asisten dosen terbentuk, proses pencocokan dilakukan menggunakan algoritma Gale-Shapley. Pada penelitian ini, mahasiswa berperan sebagai pihak pelamar, sedangkan asisten dosen berperan sebagai pihak yang menerima lamaran.

Mula-mula seluruh mahasiswa dan asisten dosen berada dalam keadaan belum memiliki pasangan. Setiap mahasiswa mengajukan permintaan bimbingan kepada asisten dosen yang berada pada urutan tertinggi dalam daftar preferensinya. Jika asisten dosen tersebut masih memiliki kuota bimbingan yang tersedia, maka mahasiswa diterima sementara. Namun, apabila kuota telah penuh dan terdapat mahasiswa baru yang memiliki prioritas lebih tinggi dibandingkan mahasiswa yang sudah diterima sebelumnya, maka mahasiswa dengan prioritas terendah akan digantikan.

Proses tersebut terus berlangsung hingga seluruh mahasiswa memperoleh pasangan atau tidak terdapat lagi perubahan pasangan yang dapat meningkatkan kestabilan sistem. Hasil akhir yang diperoleh merupakan himpunan pasangan stabil (stable matching), yaitu kondisi ketika tidak terdapat pasangan mahasiswa dan asisten dosen lain yang lebih memilih satu sama lain dibandingkan pasangan yang telah terbentuk.

Dengan pendekatan ini, sistem tidak hanya mempertimbangkan kebutuhan akademik mahasiswa, tetapi juga memastikan bahwa proses pencocokan berlangsung secara adil dan stabil sesuai prinsip algoritma Gale-Shapley.

Agar kedua tabel pada permisalan di atas dapat diproses, kedua tabel diubah ke dalam format csv. Format csv kedua tabel adalah sebagai berikut.

```

1 Nama,Topik_Lemah,Nilai_Tugas,Kehadiran
2 Ilham,Induksi Matematik,45,100
3 Jefri,Graf dan aplikasinya,35,60
4 Maja,Teori Bilangan,80,95
5 Sistri,Logika,40,100
6 Ciko,Pohon dan aplikasinya,50,90
7 Nabila,Aljabar Boolean,55,85
8 Putri,Kompleksitas algoritma,85,100
9 Sebastian,Relasi dan Fungsi,42,40
10 Tedy,Himpunan,60,75

```

```

1 Nama,Kuota,Topik_Kuat
2 Niko,3,"Graf dan aplikasinya,Pohon dan aplikasinya,Kompleksitas algoritma"
3 Jihan,3,"Logika,Induksi Matematik,Relasi dan Fungsi"
4 Cici,3,"Himpunan,Aljabar Boolean,Teori Bilangan"

```

Kode yang digunakan dalam membaca kedua csv ini adalah sebagai berikut.

```

1 import pandas as pd
2
3 df_mhs = pd.read_csv('mahasiswa.csv')
4 df_asdos = pd.read_csv('asdos.csv')
5
6 df_mhs['Skor_Eval'] = (100 - df_mhs['Nilai_Tugas']) * (df_mhs['Kehadiran'] / 100)
7
8 mhs_pref = {}
9 for idx_mhs, row_mhs in df_mhs.iterrows():
10     topik_lemah = row_mhs['Topik_Lemah']
11     cocok = []
12     tidak_cocok = []
13     for idx_asdos, row_asdos in df_asdos.iterrows():
14         if topik_lemah in row_asdos['Topik_Kuat']:
15             cocok.append(idx_asdos)
16         else:
17             tidak_cocok.append(idx_asdos)
18     mhs_pref[idx_mhs] = cocok + tidak_cocok
19
20 asdos_pref = {}
21 for idx_asdos, row_asdos in df_asdos.iterrows():
22     sorted_mhs = df_mhs.sort_values(by=['Skor_Eval',
23     'Kehadiran', 'Nama'], ascending=[False, False, True]).index.tolist()
24     asdos_pref[idx_asdos] = sorted_mhs
25
26 asdos_kuota = df_asdos['Kuota'].to_dict()
27 asdos_match = {idx: [] for idx in df_asdos.index}
28 mhs_match = {idx: None for idx in df_mhs.index}
29 mhs_proposals = {idx: 0 for idx in df_mhs.index}
30
31 free_mhs = list(df_mhs.index)

```

Kode ini akan melakukan *sorting* terlebih dahulu kecocokan kriteria topik-topik yang lemah dikuasai oleh mahasiswa dengan yang kuat dikuasai oleh asisten dosen. Selanjutnya, kode akan memproses satu-persatu skor evaluasi mahasiswa dengan bentuk perhitungan yang telah ditentukan sebelumnya.

Hasil dari *sorting* kecocokan topik dalam list preferensi mahasiswa adalah sebagai berikut.

```

mhs_pref = {
    "Ilham": ["Jihan", "Niko", "Cici"],
    "Jefri": ["Niko", "Jihan", "Cici"],
    "Maja": ["Cici", "Niko", "Jihan"],
    "Sistri": ["Jihan", "Niko", "Cici"],
    "Ciko": ["Niko", "Jihan", "Cici"],
    "Nabila": ["Cici", "Niko", "Jihan"],
    "Putri": ["Niko", "Jihan", "Cici"],
    "Sebastian": ["Jihan", "Niko", "Cici"],
    "Tedy": ["Cici", "Niko", "Jihan"]
}

```

Selanjutnya, kode akan memproses skor evaluasi mahasiswa dan didapatkan hasil sebagai berikut.

```

asdos_pref = {
    "Ilham": 55.0,
    "Jefri": 39.0,
    "Maja": 19.0,
    "Sistri": 60.0,
    "Ciko": 45.0,
    "Nabila": 38.25,
    "Putri": 15.0,
    "Sebastian": 23.2,
    "Tedy": 30.0
}

```

Selanjutnya, kedua list di atas, yaitu preferensi mahasiswa dan list skor evaluasi dicocokkan menggunakan algoritma Gale-Shapley. Implementasi algoritma Gale-Shapley dalam bentuk kode adalah sebagai berikut.

```

32 while free_mhs:
33     mhs_idx = free_mhs[0]
34     pref_list = mhs_pref[mhs_idx]
35     prop_idx = mhs_proposals[mhs_idx]
36
37     if prop_idx >= len(pref_list):
38         free_mhs.pop(0)
39         continue
40
41     asdos_idx = pref_list[prop_idx]
42     mhs_proposals[mhs_idx] += 1
43
44     current_bimbingan = asdos_match[asd_idx]
45     kuota = asdos_kuota[asd_idx]
46
47     if len(current_bimbingan) < kuota:
48         asdos_match[asd_idx].append(mhs_idx)
49         mhs_match[mhs_idx] = asdos_idx
50         free_mhs.pop(0)
51     else:
52         asdos_rank = asdos_pref[asd_idx]
53         rank_pelamar = asdos_rank.index(mhs_idx)
54
55         terburuk_idx = None
56         max_rank_val = -1
57         for b in current_bimbingan:
58             r = asdos_rank.index(b)
59             if r > max_rank_val:
60                 max_rank_val = r
61                 terburuk_idx = b
62
63         if rank_pelamar < max_rank_val:
64             asdos_match[asd_idx].remove(terburuk_idx)
65             mhs_match[terburuk_idx] = None
66             free_mhs.append(terburuk_idx)
67
68         asdos_match[asd_idx].append(mhs_idx)
69         mhs_match[mhs_idx] = asdos_idx
70         free_mhs.pop(0)

```

IV. HASIL

Proses yang dilakukan bertujuan untuk mencocokkan antara mahasiswa dengan asisten dosen yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa. Kriteria kebutuhan yang digunakan adalah topik-topik yang dikuasai, nilai, persentase kehadiran, dan kuota mahasiswa yang dibimbing. Hasil yang akan ditampilkan menggunakan format kode sebagai berikut.

```

72 print("Hasil Pasangan Stabil:")
73 print("-----")
74 for idx_asdos, row_asdos in df_asdos.iterrows():
75     print(f"Asisten Dosen: {row_asdos['Nama']}")
76     print("Mahasiswa bimbingan:")
77     for i, m_idx in enumerate(asdos_match[idx_asdos], 1):
78         print(f"{i}. {df_mhs.loc[m_idx, 'Nama']} [Kelemahan: {df_mhs.loc[m_idx, 'Topik_Lemah']}]")
79     print("-----")

```

Dengan menggunakan format kode tersebut didapatkan hasil akhir pasangan yang stabil adalah sebagai berikut.

Hasil Pasangan Stabil:

```

-----
Asisten Dosen: Niko
Mahasiswa bimbingan:
1. Jefri [Kelemahan: Graf dan aplikasinya]
2. Ciko [Kelemahan: Pohon dan aplikasinya]
3. Putri [Kelemahan: Kompleksitas algoritma]
-----

```

```

-----
Asisten Dosen: Jihan
Mahasiswa bimbingan:
1. Ilham [Kelemahan: Induksi Matematik]
2. Sistri [Kelemahan: Logika]
3. Sebastian [Kelemahan: Relasi dan Fungsi]
-----

```

```

-----
Asisten Dosen: Cici
Mahasiswa bimbingan:
1. Maja [Kelemahan: Teori Bilangan]
2. Nabila [Kelemahan: Aljabar Boolean]
3. Tedy [Kelemahan: Himpunan]
-----

```

Hasil ini merupakan pasangan antara mahasiswa dengan asisten dosen yang sesuai dengan kebutuhan. Setiap mahasiswa mendapatkan asisten dosen yang memiliki pemahaman kuat di beberapa topik yang sesuai sehingga mahasiswa dapat terbimbing secara maksimal.

KESIMPULAN

Dari perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan algoritma Gale-Shapley untuk mencocokkan mahasiswa dengan asisten dosen, disimpulkan bahwa pemilihan asisten dosen pada pengerjaan tugas besar dapat dimaksimalkan. Pendekatan ini dapat mencocokkan mahasiswa dengan asisten dosen yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa.

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan kriteria yang lebih stabil dan optimal. Dalam penelitian ini juga terdapat kelemahan yang disebabkan oleh luasnya variasi subjek.

REFERENSI

- [1] Munir, R. (2024). Graf Bagian 1. Informatika STEI ITB. Retrieved from <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2025-2026/20-Graf-Bagian1-2026.pdf> [Akses: Jun. 8, 2026]

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Magetan, 19 Juni 2026



Abdur Rauuf Fawaaz 13525117

