

Pemodelan Pembagian Kelompok Tugas Besar Strategi Algoritma dengan Masalah *Sum of Subset*

Hayyu' Luthfi Hanifah 13512080¹
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
¹13512080@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Saat mendapatkan tugas kelompok dan diberi kebebasan untuk membentuk kelompoknya sendiri, para mahasiswa cenderung membentuk kelompok dengan teman-teman terdekat mereka. Hal ini sangat mungkin menimbulkan kesenjangan: di satu sisi ada kelompok yang terdiri dari mahasiswa-mahasiswa peringkat atas, di sisi lain ada kelompok yang beranggotakan mahasiswa dengan kemampuan pas-pasan. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk mengatasi kesenjangan ini adalah dengan mengelompokkan mahasiswa berdasarkan nilai. Total nilai anggota suatu kelompok diberi batasan dengan harapan akan terbentuk kelompok-kelompok yang setara. Hal tersebut dapat dilakukan dengan pemecahan masalah *sum of subset*.

Index Terms—kelompok, kesenjangan, nilai, *sum of subset*.

I. LATAR BELAKANG MASALAH

Strategi Algoritma adalah salah satu mata kuliah yang wajib diambil oleh semua mahasiswa program studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung. Dalam kuliah ini, mahasiswa mempelajari berbagai macam algoritma dasar yang digunakan untuk memecahkan masalah-masalah tertentu secara mangkus.

Untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa, ada beberapa tugas kecil dan tugas besar yang harus dikerjakan. Pengerjaan tugas kecil dilakukan secara individu atau maksimal dua orang. Sedangkan pengerjaan tugas besar selalu dilakukan secara berkelompok dengan jumlah anggota tiap kelompok maksimal tiga orang. Mahasiswa diberi kebebasan untuk membentuk kelompok sendiri. Syarat utamanya adalah kelompok untuk setiap tugas besar harus berbeda. Tujuan diadakannya syarat ini adalah untuk melatih semua mahasiswa peserta kuliah agar dapat bekerja sama dengan siapapun. Adapun himbauan tambahan dari dosen agar setiap kelompok terdiri dari orang-orang yang heterogen tingkat kemampuannya (tidak hanya terdiri dari mahasiswa-mahasiswa peringkat atas, yaitu mahasiswa yang nilainya dalam jangkauan 3-4).

Praktek pembentukan kelompok yang Penulis amati masih kurang mengindahkan himbauan tambahan tersebut. Beberapa mahasiswa peringkat atas memilih

untuk membentuk kelompok dengan mahasiswa peringkat atas yang lain. Hal ini tentu menimbulkan kesenjangan dan kecemburuan sosial dari kelompok lain.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi kesenjangan ini adalah dengan tidak membebaskan pembentukan kelompok. Pembagian kelompok dilakukan dengan memodelkan masalah ini sebagai masalah *sum of subset* lalu mencari solusinya.

II. MASALAH NP-COMplete

Setiap masalah yang biasa dihadapi di dunia informatika dapat diselesaikan dengan beberapa algoritma yang sudah ada (tidak hanya satu algoritma). Namun, tidak semua algoritma bisa menyelesaikan suatu masalah dengan efektif dan efisien (mangkus). Tingkat kemangkusan suatu algoritma dalam memecahkan masalah ditentukan dengan menghitung operasi khas pada algoritma tersebut lalu menyatakannya dengan notasi Big O. Notasi big O untuk beberapa algoritma dapat diamati pada tabel berikut.

Tabel 1 Notasi Big O untuk beberapa algoritma

Masalah	Algoritma	Notasi Big O
Pengurutan	Bubble Sort	$O(n^2)$
	Quick Sort	$O(n \log n)$
Pencarian	Interpolation Search	$O(n)$
	Binary Search	$O(\log n)$

Tabel tersebut memperlihatkan kompleksitas waktu beberapa algoritma untuk menyelesaikan masalah pengurutan dan pencarian yang semuanya merupakan algoritma polinomial, yaitu algoritma yang kompleksitas waktu untuk kasus terburuknya dibatasi oleh fungsi polinom dari ukuran masukannya. Selain masalah-masalah pada tabel tersebut, ada permasalahan lain yang tidak dapat diselesaikan dengan algoritma polinomial. Masalah-masalah tersebut digolongkan ke dalam masalah sulit. Beberapa masalah yang hanya bisa diselesaikan dengan algoritma non polinomial antara lain *Traveling Salesperson Problem (TSP)*, *Knapsack problem*, *Graph colouring problem*, pencarian sirkuit Hamilton pada graf, *partition problem*, *bin packing*, dan *integer linear programming*.

Masalah NP (*non-deterministic polynomial*) adalah

masalah keputusan yang dapat diselesaikan oleh algoritma non deterministik dalam waktu polinomial. Algoritma non deterministik merupakan algoritma yang mampu menerka opsi yang tepat dari pilihan yang tersedia. Algoritma ini dibagi menjadi dua tahap. Pada tahap pertama, algoritma ini akan menerka solusi dari persoalan yang diberikan. Tahap selanjutnya, algoritma ini akan memverifikasi apakah terkaannya itu merupakan solusi yang tepat untuk persoalan tersebut. Semua masalah sulit yang ditransformasikan menjadi masalah keputusan dan tahap verifikasi pada algoritma non deterministiknya dapat diselesaikan dalam waktu polinomial dikategorikan sebagai masalah NP.

Contoh:

Masalah menentukan jumlah warna minimal yang dibutuhkan untuk mewarnai simpul-simpul pada graf agar simpul yang saling bertetangga memiliki warna yang berbeda (*graph-colouring optimization problem*) merupakan masalah yang tidak dapat diselesaikan dalam waktu polinomial. Namun, jika masalah tersebut ditransformasi menjadi suatu masalah yang memeriksa apakah dengan n warna untuk graf G semua simpul yang bertetangga bisa memiliki warna yang berbeda (*graph-colouring decision problem*), maka dapat dilakukan verifikasi dalam waktu polinomial. Oleh karena itu, masalah pewarnaan graf dikategorikan sebagai masalah NP.

Suatu masalah NP (misalnya masalah X) bisa digolongkan sebagai masalah NP-Complete jika ada masalah NP-Complete lain yang bisa ditransformasikan menjadi instansiasi dari masalah X menggunakan algoritma dalam waktu polinom. Apabila ditemukan algoritma dalam waktu polinom yang dapat memecahkan masalah NP-Complete, maka semua masalah NP dapat diselesaikan dengan mangkus. Itulah sebabnya masalah-masalah ini dinamakan "NP-Complete".

Beberapa masalah yang dikategorikan sebagai masalah NP-Complete antara lain:

1. *Partition problem*, menentukan apakah mungkin membagi himpunan menjadi beberapa himpunan bagian yang disjoint dan setiap bagian mempunyai jumlah nilai yang sama.
2. *Sum of subset problem*, mencari himpunan bagian dari suatu himpunan bilangan yang jumlah nilainya m .
3. *Clique problem*, mencari himpunan bagian dari himpunan simpul di suatu graf yang semuanya terhubung.
4. *Graph Coloring problem*, menentukan apakah sebanyak n warna dapat digunakan untuk mewarnai simpul-simpul pada graf sehingga simpul yang bertetangga berbeda warna.
5. *Vertex Cover*, menentukan apakah semua anggota himpunan N simpul pada suatu graf tersambung dengan semua sisi yang ada (semua sisi dalam graf tersambung ke satu atau lebih simpul anggota N).
6. *N-Puzzle*, menentukan apakah N-Puzzle dapat diselesaikan dengan m langkah.

7. *Knapsack problem*, menentukan apakah dapat memasukkan beberapa objek ke dalam *knapsack* tanpa melebihi kapasitasnya tetapi profit minimum dari objek-objek tersebut sebesar P .

III. SUM OF SUBSET

Masalah *sum of subset* merupakan masalah NP-Complete yang menentukan apakah dari suatu himpunan bilangan terdapat himpunan bagian yang jika semua anggotanya dijumlahkan akan menghasilkan k .

Contoh:

Diketahui himpunan $H = \{1, 3, 5, -4, 10, 13, -9\}$. Apakah terdapat himpunan bagian H yang jika anggotanya dijumlahkan akan sama dengan 0 (nol)?

Jawab: ada, yaitu $\{-4, 13, -9\}$

Masalah ini sudah dapat dipastikan sebagai masalah NP karena tidak ada algoritma yang bisa menyelesaikannya dalam waktu polinomial tetapi jika masalah ini diubah ke masalah keputusan, maka tahap verifikasi solusinya (menghitung hasil penjumlahan dari himpunan bagian yang ditentukan) dapat diselesaikan dalam waktu polinomial. Bukti lebih lanjut bahwa *sum of subset* merupakan masalah NP-Complete bisa diperoleh dengan mereduksi masalah 3SAT (3-satisfiability). Masalah 3SAT adalah masalah NP-Complete yang berhubungan dengan ekspresi boolean yang masing-masing klausanya terdiri dari tiga literal. Operasi boolean yang digunakan dalam ekspresi ini adalah AND, OR, dan NOT¹. Algoritma yang digunakan untuk mereduksi masalah 3SAT menjadi instansiasi masalah *sum of subset* merupakan algoritma polinomial.

IV. METODE PENGELOMPOKAN MAHASISWA DENGAN PEMECAHAN MASALAH SUM OF SUBSET

Mahasiswa yang mengambil mata kuliah Strategi Algoritma harus sudah mengambil mata kuliah Matematika Diskrit (Matdis) yang bobotnya 3 SKS dan Algoritma dan Struktur Data (Alstruk) yang bobotnya 4 SKS. Nilai-nilai mata kuliah *prerequisite* inilah yang akan dijadikan himpunan bilangan untuk dicari *sum of subset*-nya. Himpunan bilangan yang disusun dari nilai-nilai mahasiswa ini tentu bukan himpunan dengan elemen yang unik (bukan set, melainkan multiset). Hal ini dikarenakan ada kemungkinan beberapa mahasiswa memiliki nilai yang sama.

Hal lain yang perlu dijadikan pertimbangan dalam pembagian kelompok ini adalah mahasiswa-mahasiswa yang belum lulus mata kuliah *prerequisite*. Jika memungkinkan, jangan sampai ada lebih dari satu mahasiswa yang belum lulus dalam satu kelompok. Mahasiswa yang belum lulus adalah mahasiswa yang mendapat indeks D (1.0) dan E (0.0).

¹ Referensi mengenai reduksi masalah 3SAT menjadi masalah sum of subset dapat dibaca pada web.mit.edu/k_lai/www/6.046/r12-handout.pdf

Secara lengkap, model data mahasiswa yang dibutuhkan adalah seperti yang tercantum pada tabel berikut (nilai rekaan, hanya sebagai contoh kasus)

Tabel 2 Model data mahasiswa (contoh kasus)

NIM	Matdis	Alstruk	Rata-rata
13512001	4	3.5	3.7
13512002	3.5	3	3.2
13512003	3	2.5	2.7
13512004	2.5	2	2.2
13512005	3	1	1.9
13512006	2.5	0	1.1
13512007	2	3	2.6
13512008	4	3	3.4
13512009	1	2	1.6
13512010	0	3	1.7
13512011	2	2.5	2.3
13512012	4	2	2.9
13512013	2.5	4	3.4
13512014	3	1	1.9
13512015	3	0	1.3
13512016	3.5	2	2.6
13512017	2	4	3.1
13512018	4	2	2.9
13512019	1	1	1.0
13512020	0	0	0.0
13512021	2	3	2.6
13512022	4	3	3.4
13512023	3.5	2	2.6
13512024	3	3	3.0
13512025	2.5	2.5	2.5
13512026	3	2	2.4
13512027	2.5	2.5	2.5
13512028	2	3	2.6
13512029	4	2.5	3.1
13512030	1	2	1.6
13512031	3	4	3.6
13512032	3	1	1.9
13512033	2	3	2.6
13512034	2.5	3	2.8
13512035	1	2	1.6
13512036	2	3.5	2.9
13512037	4	3	3.4
13512038	1	2.5	1.9
13512039	0	3	1.7

13512040	2	2.5	2.3
13512041	4	2	2.9
13512042	3.5	4	3.8
13512043	3	1	1.9
13512044	2.5	3	2.8
13512045	4	3	3.4

Dari contoh kasus pada tabel tersebut, perlu dilakukan analisis terlebih dahulu untuk menentukan nilai yang akan dijadikan patokan. Patokan tidak dibuat dalam satu nilai yang konstan melainkan dalam suatu *range* nilai. Hal ini dilakukan karena tentu akan banyak kelompok yang nilainya tidak persis sama dengan konstanta patokan.

Penentuan *range* patokan dilakukan dengan memperhatikan posisi nilai rata-rata dari kolom Rata-rata pada data yang diurutkan dan dibagi menjadi tiga bagian. Data dibagi menjadi tiga bagian karena jumlah anggota kelompok yang terbentuk maksimal tiga orang dan setiap orang hanya bisa menjadi anggota pada satu kelompok. Jika data pada tabel tersebut diurutkan berdasarkan kolom Rata-rata maka akan didapat tabel berikut

Tabel 3 Tabel data yang sudah diurutkan

No	NIM	Matdis	Alstruk	Rata-rata
1	13512042	3.5	4	3.8
2	13512001	4	3.5	3.7
3	13512031	3	4	3.6
4	13512008	4	3	3.4
5	13512022	4	3	3.4
6	13512037	4	3	3.4
7	13512045	4	3	3.4
8	13512013	2.5	4	3.4
9	13512002	3.5	3	3.2
10	13512017	2	4	3.1
11	13512029	4	2.5	3.1
12	13512024	3	3	3.0
13	13512012	4	2	2.9
14	13512018	4	2	2.9
15	13512036	2	3.5	2.9
16	13512041	4	2	2.9
17	13512034	2.5	3	2.8
18	13512044	2.5	3	2.8
19	13512003	3	2.5	2.7
20	13512016	3.5	2	2.6
21	13512023	3.5	2	2.6
22	13512007	2	3	2.6
23	13512021	2	3	2.6

24	13512028	2	3	2.6
25	13512033	2	3	2.6
26	13512025	2.5	2.5	2.5
27	13512027	2.5	2.5	2.5
28	13512026	3	2	2.4
29	13512011	2	2.5	2.3
30	13512040	2	2.5	2.3
31	13512004	2.5	2	2.2
32	13512005	3	1	1.9
33	13512014	3	1	1.9
34	13512032	3	1	1.9
35	13512038	1	2.5	1.9
36	13512043	3	1	1.9
37	13512010	0	3	1.7
38	13512039	0	3	1.7
39	13512009	1	2	1.6
40	13512030	1	2	1.6
41	13512035	1	2	1.6
42	13512015	3	0	1.3
43	13512006	2.5	0	1.1
44	13512019	1	1	1.0
45	13512020	0	0	0.0

Dari tabel 3, dapat dilihat tiga kelompok mahasiswa: kelompok pertama merupakan mahasiswa-mahasiswa yang berada pada peringkat 1-15, kelompok kedua mahasiswa-mahasiswa yang berada pada peringkat 16-30, dan kelompok ketiga mahasiswa-mahasiswa yang berada pada peringkat 31-45. Rata-rata dari data pada kolom Rata-rata sendiri adalah 2.5 yang ada pada peringkat 26 dan 27 pada tabel 3 alias pada kelompok kedua.

Range nilai yang dijadikan patokan adalah range nilai pada kelompok kedua. Jadi, semua kelompok yang terbentuk harus terdiri dari tiga orang yang jika nilai ketiganya dirata-rata berada pada range nilai patokan (2.3-2.9).

Metode heuristik yang bisa dicoba untuk memecahkan masalah ini adalah dengan membentuk kelompok yang beranggotakan satu orang mahasiswa dari kelompok pertama, satu orang mahasiswa dari kelompok kedua, dan satu orang mahasiswa dari kelompok ketiga. Metode ini dapat diamati dalam tabel berikut

Tabel 4 Pengelompokan dengan metode heuristik

Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3	Nilai kelompok
3.8	2.9	2.2	3.0
3.7	2.8	1.9	2.8
3.6	2.8	1.9	2.7

3.4	2.7	1.9	2.7
3.4	2.6	1.9	2.6
3.4	2.6	1.9	2.6
3.4	2.6	1.7	2.6
3.4	2.6	1.7	2.5
3.2	2.6	1.6	2.5
3.1	2.6	1.6	2.4
3.1	2.5	1.6	2.4
3.0	2.5	1.3	2.3
2.9	2.4	1.1	2.1
2.9	2.3	1.0	2.0
2.9	2.3	0.0	1.7

Dari pengelompokan ini, sudah didapat beberapa kelompok yang nilai rata-rata anggotanya berada pada range 2.3-2.9. Akan tetapi, masih ada kelompok yang rata-rata nilainya di luar range patokan. Hal ini dapat diatasi dengan menukarkan beberapa anggota kelompok hingga didapatkan kelompok yang nilainya berada pada range patokan. Misalnya saja tiga data teratas pada kolom Kelompok 2 ditukar dengan tiga data terbawah pada kolom yang sama

Tabel 5 Data pada kolom Kelompok 2 ditukar

Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3	Nilai kelompok
3.8	2.3	2.2	2.8
3.7	2.3	1.9	2.6
3.6	2.4	1.9	2.6
3.4	2.7	1.9	2.7
3.4	2.6	1.9	2.6
3.4	2.6	1.9	2.6
3.4	2.6	1.7	2.6
3.4	2.6	1.7	2.5
3.2	2.6	1.6	2.5
3.1	2.6	1.6	2.4
3.1	2.5	1.6	2.4
3.0	2.5	1.3	2.3
2.9	2.8	1.1	2.2
2.9	2.8	1.0	2.2
2.9	2.9	0.0	1.9

Tiga kelompok terbawah nilainya masih di luar range patokan. Penyesuaian selanjutnya dilakukan dengan menukarkan beberapa data pada kolom yang berbeda hingga semua kelompok memiliki nilai yang berada pada range patokan.

Tabel 6 Beberapa data ditukar antar kolom

Nilai anggota 1	Nilai anggota 2	Nilai anggota 3	Nilai kelompok
-----------------	-----------------	-----------------	----------------

3.8	2.3	2.2	2.8
2.8	2.3	1.9	2.3
3.6	2.4	1.9	2.6
2.8	2.7	0.0	2.5
3.4	2.6	1.9	2.6
3.4	2.6	1.9	2.6
3.4	2.6	1.7	2.6
3.4	2.6	1.7	2.5
3.2	2.6	1.6	2.5
3.1	2.6	1.6	2.4
3.1	2.5	1.6	2.4
3.0	2.5	1.3	2.3
2.9	3.7	1.1	2.5
2.9	3.4	1.0	2.4
2.9	2.9	1.9	2.5

Hingga akhirnya didapatkan pembagian kelompok tugas besar Strategi Algoritma seperti pada tabel berikut

Tabel 7 Tabel pembagian kelompok (final)

Nomor kelompok	Anggota 1	Anggota 2	Anggota 3
1	13512042	13512040	13512004
2	13512044	13512011	13512005
3	13512031	13512026	13512014
4	13512034	13512003	13512020
5	13512022	13512016	13512038
6	13512037	13512023	13512043
7	13512045	13512007	13512010
8	13512013	13512021	13512039
9	13512002	13512028	13512009
10	13512017	13512033	13512030
11	13512029	13512025	13512035
12	13512024	13512027	13512015
13	13512012	13512001	13512006
14	13512018	13512008	13512019
15	13512036	13512041	13512032

Tentu saja pembagian kelompok ini tidak bisa sepenuhnya menghapus kesenjangan antar kelompok. Ada faktor-faktor lain yang bisa berpengaruh terhadap hasil dan proses kerja kelompok yang tidak dapat diperhitungkan. Faktor-faktor tersebut antara lain kemampuan bekerja sama antar individu dalam kelompok, tingkat kesibukan masing-masing anggota kelompok (selain dalam masalah akademik), prioritas masing-masing anggota kelompok, dan lain-lain.

Dalam pemodelan ini, penentuan *range* patokan belum terlalu mempertimbangkan segi statistik.

VI. PARTITION PROBLEM

Partition problem merupakan masalah NP-Complete yang inti masalahnya adalah menentukan apakah mungkin membagi himpunan menjadi beberapa himpunan bagian yang disjoint dan setiap bagian mempunyai jumlah nilai yang sama. Masalah ini bisa dikatakan sebagai masalah *sum of subset* yang spesial.

Pemodelan masalah pembagian kelompok mahasiswa seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bisa digolongkan sebagai partition problem mengingat kelompok-kelompok (himpunan bagian) yang dihasilkan pasti disjoint (tidak beririsan). Penyesuaian yang dilakukan dalam pemodelan ini adalah nilai setiap himpunan bagian tidak harus sama, melainkan berada pada *range* yang sama.

V. KESIMPULAN

Jika pembentukan kelompok tugas dibebaskan oleh dosen, sangat mungkin terjadi kesenjangan antar kelompok. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk mengurangi kesenjangan ini adalah dengan tidak membebaskan pembentukan kelompok (pembagian kelompok ditentukan oleh dosen/asisten). Salah satu model yang dapat digunakan untuk pembagian kelompok ini adalah masalah *sum of subset* yang merupakan masalah NP-Complete. Dengan

REFERENCES

Munir, Rinaldi. *Diktat Kuliah Strategi Algoritma*. 2009. web.mit.edu/k_lai/www/6.046/r12-handout.pdf

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.

Bandung, 19 Mei 2014

Hayyu' Luthfi Hanifah
13512080