

Penerapan Program Dinamis untuk Optimalisasi dalam Permasalahan Pemberian Beasiswa

Andres Jerriel Sinabutar - 13519218
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung
andres.sinabutar@gmail.com

Abstrak—Pemberian beasiswa adalah sebuah masalah manajemen yang banyak dihadapi oleh program studi dalam sebuah universitas yang biasanya diselesaikan berdasarkan pengalaman selektor dari program studi terkait. Makalah ini akan menyusun dan meneliti sebuah algoritma pengambilan keputusan yang terinspirasi dari algoritma pemrograman dinamis untuk menggantikan proses pengambilan keputusan yang kuno dan tidak adil. Tujuannya adalah untuk menemukan skema pemberian beasiswa yang paling adil sambil memperhitungkan batasan-batasan dan persyaratannya. Selain itu, algoritma ini akan menghindari proses lamaran beasiswa yang memakan waktu dan tenaga mahasiswa. Algoritma solusi yang ditemukan digunakan untuk mencari skema penugasan yang layak dengan menyelesaikan serangkaian *knapsack problem* secara berulang dan memanfaatkan program dinamis. Selanjutnya, skema pemberian beasiswa yang paling optimal dapat disaring dengan menerapkan koefisien Gini untuk mengukur keadilan setiap skema yang ditemukan. Sebuah kasus sederhana juga diteliti untuk menggambarkan penerapan algoritma solusi yang disusun. Hasil menunjukkan bahwa algoritma ini adalah cara yang efisien untuk memberikan beasiswa kepada tiap mahasiswa dengan adil.

Kata kunci—pemberian, beasiswa, mahasiswa, program dinamis, penerapan, adil

I. PENDAHULUAN

Bagi mahasiswa, beasiswa adalah salah satu insentif penting dan berperan penting dalam mendorong mahasiswa sarjana dan mahasiswa pascasarjana untuk bekerja keras, berprestasi, dan mencapai pendidikan yang lebih tinggi. Beasiswa juga dianggap sebagai komponen penting dari perspektif pengajaran. Penelitian telah membuktikan bahwa beasiswa memiliki pengaruh yang positif terhadap kinerja mahasiswa di perguruan tinggi dan mendorong mahasiswa untuk melanjutkan pendidikannya ke jenjang yang lebih tinggi. Beasiswa didanai oleh banyak sponsor yang berbeda, seperti pengusaha, institusi, yayasan, lembaga pemerintah, dan lainnya, dan sponsor bertanggung jawab untuk menentukan jumlah penerima dan besaran uang yang akan diterima. Program studi di universitas bertanggung jawab untuk memberikan beasiswa kepada tiap mahasiswa dengan melakukan pemeringkatan berdasarkan kinerja mereka di program studinya masing-masing. Namun, program studi tidak memiliki hak untuk membagi satu beasiswa yang ada menjadi beasiswa baru dengan besaran uang yang lebih kecil. Performa dari mahasiswa dievaluasi berdasarkan skor yang mereka dapat setiap tahunnya. Skor dari seorang

mahasiswa adalah penjumlahan dari dua bagian, yaitu skor dasar yang merupakan nilai mata kuliah mahasiswa dan skor penelitian yang merupakan skor yang didapatkan dari konversi prestasi akademik mahasiswa (misalnya, memenangkan kompetisi, penulisan makalah, dan kepemilikan paten).



Gambar 1. Ilustrasi Beasiswa
Sumber: images.google.com

Dalam praktiknya, terdapat banyak faktor yang harus diperhatikan dalam pemberian beasiswa. Pertama, beasiswa dari sponsor yang sama tidak bisa diberikan kepada satu mahasiswa lebih dari sekali karena sponsor ingin mencakup sebanyak mungkin mahasiswa yang layak menerima beasiswanya. Kedua, beasiswa tidak bisa dibagi dua atau lebih karena besaran masing-masing beasiswa ditentukan oleh sponsor yang memberikannya. Ketiga, semua beasiswa harus diberikan kepada mahasiswa. Keempat, beasiswa harus diberikan kepada mahasiswa berdasarkan performa mereka (skor yang diperoleh) sehingga mahasiswa dengan skor yang lebih tinggi harus menerima besaran beasiswa yang tidak kurang dari besaran beasiswa yang diterima mahasiswa dengan skor yang lebih rendah. Kelima, besaran beasiswa yang diberikan kepada setiap mahasiswa haruslah sesuai dengan skor yang dimiliki mahasiswa tersebut untuk menjamin keadilan dalam pemberian beasiswa. Sebagai contoh, ketika dua mahasiswa memiliki skor yang sama tetapi perbedaan besaran beasiswa yang diterima cukup signifikan, maka diskriminasi semacam ini dapat menyebabkan ketidakpuasan mahasiswa karena merasa diperlakukan tidak adil.

Seringkali kita dengar, seluruh beasiswa tidak secara langsung diberikan kepada mahasiswa, tetapi diberikan kepada pelamar beasiswa yang memiliki bobot terbaik. Mahasiswa dapat memisahkan skor dari penelitian-penelitian mereka menjadi bagian-bagian kecil dan menggunakan bagian tersebut masing-masing untuk mengajukan ke beasiswa yang berbeda-beda. Lalu, pelamar beasiswa tersebut akan diberi peringkat berdasarkan skor dasar dan skor penelitian pilihan mereka. Pelamar dengan peringkat tertinggi memiliki peluang yang lebih besar untuk memenangkan beasiswa. Seperti yang kita semua tahu, mekanisme pemberian beasiswa tidak hanya bergantung pada performa pelamar, tetapi sangat dipengaruhi oleh strategi pelamar tersebut. Seorang mahasiswa dapat memiliki beasiswa yang lebih besar daripada mahasiswa lainnya yang memiliki skor lebih tinggi daripada mahasiswa tersebut dengan menggunakan strategi yang lebih baik untuk membagi skor penelitiannya dan melamar beasiswa dengan pesaing yang lebih sedikit. Mekanisme tersebut sangat memakan waktu dan energi karena mahasiswa cenderung lebih sibuk untuk mengumpulkan informasi mengenai pesaing mereka dan menyusun strategi yang akhirnya mengorbankan studi dan penelitian mereka. Dengan demikian, hal ini memberikan dampak negatif secara menyeluruh pada kinerja akademik mereka. Oleh karena itu, makalah ini akan membuat program studi untuk mengembangkan metode sistematis untuk bisa memberikan beasiswa secara adil dan efisien.

II. DASAR TEORI

A. Beasiswa

Beasiswa adalah pemberian berupa bantuan keuangan yang diberikan kepada perorangan, mahasiswa atau pelajar yang digunakan demi keberlangsungan pendidikan yang ditempuh. Menurut Murniasih (2009), beasiswa diartikan sebagai bentuk penghargaan yang diberikan kepada individu agar dapat melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi. Penghargaan itu dapat berupa akses tertentu pada suatu institusi atau penghargaan berupa bantuan keuangan. Pada dasarnya, beasiswa adalah penghasilan bagi yang menerimanya. Hal ini sesuai dengan ketentuan pasal 4 ayat (1) Undang-Undang PPH Tahun 2000. Disebutkan pengertian penghasilan adalah tambahan kemampuan ekonomis dengan nama dan dalam bentuk apa pun yang diterima atau diperoleh dari sumber Indonesia atau luar Indonesia yang dapat digunakan untuk konsumsi atau menambah kekayaan Wajib Pajak. Karena beasiswa bisa diartikan menambah kemampuan ekonomis bagi penerimanya, berarti beasiswa merupakan penghasilan.

Beasiswa dapat diberikan oleh lembaga pemerintah, perusahaan ataupun yayasan. Pemberian beasiswa dapat dikategorikan pada pemberian cuma-cuma ataupun pemberian dengan ikatan kerja (biasa disebut ikatan dinas) setelah selesainya pendidikan. Lama ikatan dinas ini berbeda-beda, tergantung pada lembaga yang memberikan beasiswa tersebut. beasiswa juga banyak diberikan kepada per kelompok, misalnya ketika ada *event* perlombaan yang diadakan oleh lembaga pendidikan, dan salah satu hadiahnya adalah beasiswa.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa beasiswa berfungsi sebagai bantuan dana bagi mahasiswa yang

kurang mampu maupun yang berprestasi untuk memperoleh pendidikan yang layak yang diberikan oleh suatu lembaga pemerintah maupun swasta.

B. Pemrograman Dinamis

Pemrograman Dinamis (*dynamic programming*) merupakan salah satu strategi pemecahan masalah dengan cara menguraikan solusi menjadi sekumpulan tahapan (*stage*) sedemikian sehingga solusi dari persoalan dapat dipandang dari serangkaian keputusan yang saling berkaitan. Istilah pemrograman dinamis ini pertama kali diperkenalkan oleh seorang profesor dari Universitas Princeton yang juga bekerja di RAND Corporation, bernama Richard Bellman, pada era tahun 1950-an. Istilah ini muncul karena perhitungan solusi dilakukan dengan menggunakan tabel-tabel yang isinya terisi secara dinamis. Pemrograman dinamis umumnya digunakan untuk menyelesaikan persoalan optimasi.

Pemrograman dinamis dapat diaplikasikan pada persoalan yang memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Persoalan dapat dibagi menjadi beberapa tahap (*stage*), yang pada setiap tahap hanya diambil satu keputusan.
2. Masing-masing tahap terdiri dari sejumlah status (*state*) yang berhubungan dengan tahap tersebut. Status merupakan kemungkinan masukan yang ada pada tahap tersebut.
3. Hasil dari keputusan yang diambil pada setiap tahap ditransformasikan dari status yang bersangkutan ke status berikutnya pada tahap berikutnya.
4. Ongkos (*cost*) pada suatu tahap meningkat secara teratur (*steadily*) dengan bertambahnya jumlah tahapan.
5. Ongkos pada suatu tahap bergantung pada ongkos tahap-tahap yang sudah berjalan dan ongkos pada tahap tersebut.
6. Keputusan terbaik pada suatu tahap bersifat independen terhadap keputusan yang dilakukan pada tahap sebelumnya.
7. Adanya hubungan rekursif yang mengidentifikasi keputusan terbaik untuk setiap status pada tahap k memberikan keputusan terbaik untuk setiap status pada tahap $k + 1$.
8. Prinsip optimalitas berlaku pada persoalan tersebut.

Terdapat dua pendekatan yang digunakan untuk penyelesaian suatu permasalahan dengan pemrograman dinamis, yaitu sebagai berikut:

1. Pemrograman dinamis maju (*forward* atau *up-down*). Pemrograman dinamis bergerak mulai dari tahap 1, lalu ke tahap 2, 3, dan seterusnya sampai tahap ke- n . Rangkaian peubah keputusannya adalah x_1, x_2, \dots, x_n .
2. Pemrograman dinamis mundur (*backward* atau *bottom-up*). Pemrograman dinamis bergerak mulai tahap n , lalu mundur ke tahap $n - 1, n - 2$, dan seterusnya sampai tahap ke 1. Rangkaian peubah keputusannya adalah x_n, x_{n-1}, \dots, x_1 .

Kedua pendekatan ini menghasilkan solusi yang sama dan keduanya merupakan solusi yang optimum.

Pada umumnya, untuk mengembangkan sebuah algoritma pemecahan masalah melalui strategi pemrograman dinamis (*dynamic programming*) dilakukan dengan langkah berikut:

1. Karakteristikkan struktur solusi optimum.
2. Definisikan secara rekursif nilai solusi optimal.
3. Hitung nilai solusi optimal secara maju atau mundur.
4. Konstruksi solusi optimal.

Pada implementasinya, pemrograman dinamis dapat diimplementasikan secara rekursif maupun secara iteratif dengan memanfaatkan larik (*array*) multi dimensi untuk melakukan penyimpanan hasil kalkulasi dengan nilai optimum pada setiap tahap. Implementasi secara rekursif akan membangun solusi dari atas ke bawah (*top-down*) dan membentuk sebuah pohon dan hanya akan mengunjungi status yang dibutuhkan pada setiap tahapnya untuk mencapai solusi optimal tanpa menelusuri semua status yang mungkin pada setiap tahapnya. Implementasi secara iteratif akan membangun solusi dari bawah ke atas (*bottom-up*) dan menelusuri semua status yang mungkin untuk setiap tahap.

C. Permasalahan Pemberian Beasiswa

Makalah ini meneliti mekanisme pemberian beasiswa di sebuah program studi pada sebuah universitas. Dalam sebuah program studi, berbagai jenis beasiswa ditawarkan kepada mahasiswa-mahasiswa pascasarjana yang menyelesaikan riset-riset akademik dengan sangat baik. Berbagai jenis beasiswa mungkin berbeda satu dengan lainnya dalam dua aspek: (1) jumlah penerima beasiswa, dan (2) jumlah uang yang dapat diterima penerima beasiswa. Setiap mahasiswa bebas untuk melamar beasiswa yang berbeda. Hasil penilaian beasiswa tergantung pada nilai yang telah mahasiswa tersebut raih di tahun sebelumnya. Skor total seorang mahasiswa terdiri dari skor dasar yang diperoleh dari mata kuliah yang diambil dan skor riset tambahan berdasarkan prestasi akademik miliknya, seperti makalah-makalah jurnal yang diterbitkan. Untuk menyederhanakan model evaluasi hasil kerja mahasiswa, skor dasar diukur dalam sistem skor 0-100, sedangkan prestasi akademik lainnya diukur dengan bobot yang sama. Selain itu, sebuah proses standardisasi diterapkan untuk mengonversi sebuah karya tertentu menjadi skor yang sudah terstandar. Misalnya, skor dari sebuah makalah yang diterbitkan dapat dihitung dalam dua komponen, yaitu peringkat *impact factor* (IF) jurnal dan urutan penulis dalam jurnal yang diterbitkan. Sebagai contoh, seorang mahasiswa yang telah menerbitkan sebuah makalah dalam jurnal yang menempati peringkat Q1 dan juga menjadi penulis pertama pada jurnal itu akan mendapat 10 poin. Skor akan menurun sesuai dengan IF jurnal dan urutan penulis.

Dalam makalah ini, penulis berasumsi bahwa program studi yang bertanggung jawab atas pemberian beasiswa dan beasiswa tersebut diberikan berdasarkan pemeringkatan skor total mahasiswa. Untuk menghindari ketidakadilan dalam memberikan beasiswa, penulis memberikan batasan (*constraint*) bahwa mahasiswa dengan skor yang lebih tinggi harus

ditawarkan beasiswa dengan besaran yang tidak kurang dari mahasiswa yang memiliki skor yang lebih rendah. Selain itu, terdapat beberapa batasan lainnya, yaitu seorang mahasiswa tidak dapat menerima lebih dari satu beasiswa untuk beberapa jenis beasiswa tertentu, seorang mahasiswa bisa gagal mendapatkan beasiswa atau menerima beberapa beasiswa, dan seluruh beasiswa harus diberikan kepada mahasiswa. Pemberian beasiswa yang optimal haruslah merupakan skema dimana besaran beasiswa yang diterima oleh mahasiswa sebanding dengan skor yang ia miliki.

Berikut adalah notasi yang digunakan dalam masalah ini:

J:	himpunan yang berisi beasiswa
I:	himpunan yang berisi mahasiswa
J _i :	himpunan yang berisi sisa beasiswa yang dapat diberikan kepada mahasiswa i
j:	indeks $j \in J$ mengacu pada beasiswa
i, k:	indeks $i, k \in I$ mengacu pada mahasiswa
m _j :	besaran beasiswa j (dalam \$)
c _j :	angka pada beasiswa j
e _j :	skor ekuivalen beasiswa j
s _i :	skor mahasiswa i
v:	nilai keuangan dari sebuah unit skor
G:	koefisien Gini
n:	jumlah mahasiswa
W _i :	besar beasiswa yang didapat mahasiswa i
\bar{W} :	rata-rata besar beasiswa yang didapat mahasiswa
W _{min} :	besar beasiswa minimal yang didapat mahasiswa
K:	konstanta untuk menyesuaikan besar beasiswa
W _i ^s :	besar beasiswa yang didapat mahasiswa i dan telah disesuaikan
\bar{W}^s :	rata-rata besar beasiswa yang didapat mahasiswa dan telah disesuaikan
δ _{ij} :	variabel keputusan biner yang bernilai 1 jika beasiswa j diberikan kepada mahasiswa i, dan bernilai 0 jika sebaliknya

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Mekanisme Pemberian Beasiswa

Permasalahan pemberian beasiswa di atas dapat dilihat sebagai kombinasi dari dua submasalah. Submasalah yang pertama adalah mencari semua skema pemberian yang layak dan memenuhi seluruh *constraints* dan adil secara mendasar. Lalu, submasalah yang kedua adalah untuk mengukur keadilan setiap skema yang layak untuk mendapatkan skema yang paling optimal dan paling adil.

Submasalah pertama dapat diatasi dengan algoritma yang dikembangkan dari *knapsack problem* untuk memberikan

beasiswa kepada mahasiswa secara berurutan. Dalam *knapsack problem*, skor total yang diperoleh setiap mahasiswa dianggap sebagai *knapsack* dan skor ekuivalen untuk setiap beasiswa dianggap sebagai barang yang akan dimasukkan ke dalam *knapsack*. Dengan menggunakan sebuah nilai tertentu untuk sebuah unit skor, besaran dari seluruh beasiswa dapat dikonversi ke skor ekuivalennya. Pemberian beasiswa kepada setiap mahasiswa dengan memanfaatkan *knapsack problem* dapat menjamin bahwa besaran dari beasiswa (skor ekuivalen) yang diberikan kepada mahasiswa adalah jumlah maksimum yang dapat dialokasikan untuk mahasiswa tersebut di antara beasiswa yang tersisa. Oleh karena itu, para mahasiswa yang memiliki prioritas/skor tinggi dapat menerima lebih dari satu beasiswa. Dengan menggunakan pemeringkatan mahasiswa menurut skor mereka dan pemberian beasiswa secara berurutan, mekanisme ini pasti memenuhi keadilan yang mendasar bahwa mahasiswa dengan skor yang lebih tinggi seharusnya menerima besaran beasiswa yang lebih besar.

Untuk memenuhi syarat bahwa mahasiswa dengan skor yang lebih tinggi dapat memperoleh besaran beasiswa tidak kurang dari mahasiswa dengan skor yang lebih rendah, permasalahan pemberian beasiswa ini diubah menjadi sebuah rangkaian *one-dimensional integer knapsack problem*.

Pertama, nilai v dari sebuah unit skor dapat dihitung dengan

$$v = \frac{\sum_{j \in J} m_j \cdot c_j}{\sum_{i \in I} s_i} \quad (1)$$

Lalu, besaran dari beasiswa, m_j dapat diubah menjadi skor ekuivalennya, e_j . Proses ini dapat diekspresikan sebagai

$$e_j = \frac{m_j}{v}, \forall j \in J \quad (2)$$

Urutan pemberian beasiswa kepada tiap mahasiswa adalah sesuai dengan peringkat skor mahasiswa tersebut. Di setiap iterasi, beasiswa dialokasikan untuk mahasiswa dengan skor tertinggi di antara mahasiswa lainnya dan besaran beasiswa yang akan dialokasikan kepada mahasiswa didapat dari penyelesaian sebuah *knapsack problem*. Misalkan skor seorang mahasiswa i adalah s_i bertindak sebagai kapasitas dari *knapsack*, dan skor ekuivalen beasiswa j , yaitu e_j , adalah barang yang akan dimasukkan ke dalam *knapsack*. Maka, skema pemberian beasiswa kepada mahasiswa i didapat dari

$$\max \sum_{j \in J_i} e_j \cdot \delta_{ij} \quad (3)$$

$$\text{sehingga} \sum_{j \in J_i} e_j \cdot \delta_{ij} \leq s_i \quad (4)$$

Dengan menyelesaikan *knapsack problem* secara iteratif untuk setiap mahasiswa yang terpilih dan memberikan beasiswa sesuai dengan solusi perhitungan di atas, yaitu kepada mahasiswa dengan nilai yang lebih tinggi. Oleh karena itu, dengan nilai keuangan dari skor v , dapat diperoleh sebuah himpunan solusi yang layak (skema pemberian beasiswa) menggunakan metode di atas. Dengan menyesuaikan nilai keuangan dari sebuah unit skor, dapat dihitung semua himpunan solusi yang layak.

Untuk mengatasi submasalah yang kedua, koefisien Gini digunakan untuk mengukur ketidakadilan dari setiap solusi yang layak. Koefisien Gini dapat mengukur tingkat keadilan dari distribusi kesejahteraan (selisih antara besaran aktual dan ideal dari beasiswa yang diperoleh setiap siswa). Koefisien Gini bernilai 0 ketika seluruh mahasiswa menerima besaran beasiswa yang sama. Semakin besar nilai koefisien Gini, maka semakin tidak adil skema pemberian beasiswa tersebut. Metode yang digunakan dalam makalah ini memodifikasi penghitungan koefisien Gini yang digunakan dalam bidang ekonomi sehingga dapat diaplikasikan dalam permasalahan pemberian beasiswa ini. Oleh karena itu, skema pemberian beasiswa yang memiliki koefisien Gini terkecil adalah solusi pemberian beasiswa yang paling optimal.

Untuk mengukur keadilan skema pemberian beasiswa yang bertujuan untuk memberikan beasiswa yang berbeda kepada sekelompok mahasiswa dengan skor yang berbeda, digunakan koefisien Gini yang telah dimodifikasi. Dalam penyelesaian masalah pemberian beasiswa, koefisien Gini G dapat menyatakan ukuran ketidakadilan dengan mengevaluasi penyimpangan dari keadilan sempurna, yang dapat dinyatakan sebagai

$$G = \frac{1}{2n^2 \bar{W}} \sum_{i \neq k \in I} |W_i - W_k| \quad (5)$$

dimana W_i menunjukkan besar beasiswa yang diterima oleh mahasiswa i , \bar{W} menyatakan rata-rata besar beasiswa yang diterima oleh setiap mahasiswa, dan n adalah jumlah mahasiswa. Untuk mengukur besar beasiswa yang diterima oleh setiap mahasiswa, didefinisikan W_i sebagai selisih antara besaran aktual beasiswa yang diterima dan besaran beasiswa yang ideal, yang dinyatakan sebagai

$$W_i = s_i^a - s_i^p \quad (6)$$

dimana s_i^a dan s_i^p menyatakan besar aktual dan besar ideal dari pemberian beasiswa kepada mahasiswa i .

Rata-rata besar beasiswa tiap mahasiswa \bar{W} dinyatakan sebagai

$$\bar{W} = \frac{\sum_{i \in I} W_i}{n} \quad (7)$$

Karena \bar{W} akan bernilai 0 dan W_i pasti ada yang bernilai negatif dan bisa mengakibatkan evaluasi koefisien Gini bernilai negatif, padahal evaluasi koefisien Gini hanya boleh bernilai positif. Oleh karena itu, proses penskalaan diperlukan dan akan menghasilkan W_i^s yang dapat dinyatakan sebagai

$$W_i^s = W_i + |W_{min}| + K \quad (8)$$

dimana W_{min} adalah besaran beasiswa terkecil yang diterima oleh seorang mahasiswa dan K adalah konstanta.

Dengan menggunakan W_i^s , persamaan koefisien Gini yang sebelumnya diubah menjadi

$$G = \frac{1}{2n^2 \bar{W}} \sum_{i \neq k \in I} |w_i^s - w_k^s| \quad (9)$$

B. Algoritma Solusi

Seperti yang telah dibahas pada bagian A, pencarian skema pemberian beasiswa yang layak dapat diubah menjadi rangkaian *one-dimensional integer knapsack problem*, yang dapat diselesaikan dengan menggunakan algoritma program dinamis. Pada bagian ini, algoritma solusi yang didasarkan atas algoritma program dinamis akan digunakan untuk mencari pemberian beasiswa yang optimal untuk setiap mahasiswa secara berurutan.

1. Algoritma 1: Algoritma untuk menyelesaikan *one-dimensional integer knapsack problem*. Diasumsikan bahwa terdapat p jenis beasiswa, h menyatakan langkah dimana h jenis beasiswa pertama yang diberikan, s menyatakan skor ekuivalen beasiswa yang sedang diberikan kepada mahasiswa, dan $f_h(s)$ menyatakan skor ekuivalen maksimum yang dapat dicapai mahasiswa pada langkah ke h .

Langkah 1. Inisialisasi $f_0(s) = 0, \forall s \leq s_i, h = 1, s = 0, j = 1$

Langkah 2. Perbarui nilai $f_h(s)$.

Langkah 2.1. $f_h(s) = \max\{f_0(s), f_{h-1}(s - m_i) + m_j\}$ dimana m_i adalah skor ekuivalen dari beasiswa yang sebelumnya diberikan kepada mahasiswa

Langkah 3. $j = j + 1$. Jika $j > h$, lanjutkan ke langkah 4. Sebaliknya, kembali ke langkah 2.1.

Langkah 4. $s = s + 1$. Jika $s > s_i$, lanjutkan ke langkah 5. Sebaliknya, Kembali ke langkah 2.1.

Langkah 5. $h = h + 1$. Jika $h \leq p$, kembali ke langkah 2. Sebaliknya, algoritma berhenti dan kembalikan nilai $f_{h-1}(s_i)$.

2. Algoritma 2: Memilih skema paling optimal dari seluruh skema yang layak

Langkah 1. Inisialisasi nilai v dengan (1). Tetapkan nilai d sebagai besar step dan v_{\max} .

Langkah 2. Hitung skor ekuivalen tiap beasiswa m_j dengan (2).

Langkah 3. Ambil skema pemberian beasiswa yang layak

Langkah 3.1. Urutkan seluruh mahasiswa berdasarkan skor yang dimilikinya dan masukkan ke dalam sebuah himpunan $R\{1, 2, \dots, i, \dots\}$.

Langkah 3.2. Tentukan beasiswa yang sesuai dengan mahasiswa ke- i pada himpunan R dengan Algoritma 1.

Langkah 3.3. Hapus mahasiswa i dari himpunan R . Jika R belum kosong, $i = i + 1$, kembali ke langkah 3.2. Sebaliknya, jika R sudah kosong, lanjutkan ke langkah 4.

Langkah 4. Simpan hasil dari Langkah 3. Perbesar nilai v menggunakan $v = v + d$. Jika $v < v_{\max}$, kembali ke langkah 2. Sebaliknya, lanjutkan ke langkah 5.

Langkah 5. Hitung koefisien Gini dari setiap skema yang disimpan pada langkah 4 dengan (9). Kemudian, kembalikan skema yang paling optimal dengan nilai koefisien Gini terkecil.

C. Contoh Ilustrasi

Untuk mengilustrasikan algoritma yang sudah disusun, akan diberikan sebuah kasus sederhana dengan tiga jenis beasiswa dan lima kandidat mahasiswa.

TABEL 1: RINCIAN BEASISWA

ID	Jumlah Penerima Beasiswa	Besaran Beasiswa
1	2	\$8000
2	3	\$5000
3	1	\$10000

TABEL 2: DATA KANDIDAT

ID	Skor
1	25
2	20
3	30
4	35
5	15

TABEL 3: HASIL PEMBERIAN BEASISWA YANG IDEAL

ID	Besaran Beasiswa
1	\$8200
2	\$6560
3	\$9840
4	\$11480
5	\$4920

Tabel 1 dan 2 menunjukkan rincian dari beasiswa dan kandidatnya. Terlihat bahwa jumlah penerima masing-masing beasiswa berbeda-beda. Skor dari tiap mahasiswa bervariasi di antara 15-35. Tabel ketiga menunjukkan besaran beasiswa yang idealnya diterima tiap mahasiswa berdasarkan proporsi skornya masing-masing, tetapi hasil ini mengabaikan *constraints* yang sudah ditetapkan sebelumnya.

Menggunakan algoritma yang sudah dibahas di bagian B, empat skema didapatkan dengan memecahkan *knapsack problem* untuk setiap mahasiswa secara iteratif dan disesuaikan kembali dengan nilai keuangan skornya. Perhatikan bahwa skema yang didapat hanya yang memenuhi syarat, yaitu seorang mahasiswa dengan skor lebih tinggi harus menerima besaran beasiswa tidak kurang dari mahasiswa yang memiliki skor lebih rendah. Rincian dari keempat skema ditunjukkan pada tabel 4, 5, 6, dan 7.

Dengan rumus yang dijelaskan di bagian III.A, dapat dihitung koefisien Gini dari setiap skema, yang ditampilkan pada tabel 8.

Dari tabel tersebut, dapat ditunjukkan bahwa dari keempat skema yang layak, skema 1 adalah skema yang paling adil dan memiliki koefisien Gini yang paling rendah. Oleh karena itu, skema 1 dipilih menjadi skema final yang akan menjadi solusi pada contoh kasus ini.

Dari contoh di atas, dapat disimpulkan bahwa algoritma yang diteliti dapat menemukan beberapa skema pemberian beasiswa yang layak dan menetapkan skema yang optimal berdasarkan koefisien Gini yang terkecil.

TABEL 4: RINCIAN SKEMA 1

ID	Skor	Besaran Beasiswa	Jenis Beasiswa
1	25	\$8000	1
2	20	\$5000	2
3	30	\$10000	3
4	35	\$13000	1, 2
5	15	\$5000	2

TABEL 5: RINCIAN SKEMA 2

ID	Skor	Besaran Beasiswa	Jenis Beasiswa
1	25	\$8000	1
2	20	\$5000	2
3	30	\$13000	1,2
4	35	\$15000	1,3
5	15	0	-

TABEL 6: RINCIAN SKEMA 3

ID	Skor	Besaran Beasiswa	Jenis Beasiswa
1	25	\$5000	2
2	20	\$5000	2
3	30	\$13000	1,2
4	35	\$18000	1,3
5	15	0	-

TABEL 7: RINCIAN SKEMA 4

ID	Skor	Besaran Beasiswa	Jenis Beasiswa
1	25	\$5000	2
2	20	0	-
3	30	\$13000	1,2
4	35	\$23000	1,2,3
5	15	0	-

TABEL 8: KOEFISIEN GINI SETIAP SKEMA

Skema	Koefisien Gini
1	0.334
2	0.351
3	0.475
4	0.54

IV. KESIMPULAN

Makalah ini mengembangkan algoritma program dinamis menjadi sebuah algoritma yang bermanfaat untuk mencari skema pemberian beasiswa yang paling optimal dan yang paling adil untuk berbagai universitas. Algoritma ini bisa dipakai jika (1) memenuhi persyaratan bahwa mahasiswa dengan skor lebih tinggi harus menerima besaran beasiswa tidak kurang dari mahasiswa yang memiliki skor lebih rendah, (2) pemberian beasiswa tidak memerlukan pengajuan manual dari mahasiswa kepada beasiswa secara spesifik yang prosesnya memakan waktu dan energi, dan (3) keadilan dari tiap skema pemberian beasiswa dapat dikuantifikasi dengan memanfaatkan koefisien Gini sehingga skema yang paling adil dapat diidentifikasi dan dipilih. Hasil yang ditunjukkan dari ilustrasi sebelumnya dapat menyimpulkan bahwa algoritma ini dapat menghitung himpunan skema yang layak secara efisien, lalu mendapatkan skema yang paling adil dan optimal.

PRANALA VIDEO YOUTUBE

<https://youtu.be/VYbZRMx4kic>

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama, penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya, penulis bisa menyelesaikan tugas makalah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rinaldi Munir selaku dosen mata kuliah IF2211 Strategi Algoritma, yang selama ini mengajar penulis dan juga memberikan ilmu dan berbagai nasihat yang sangat membantu pengerjaan makalah ini. Penulis juga berterima kasih atas bantuan beliau yang selalu membantu penulis dengan menyediakan *website* yang berisi materi-materi kuliah, latihan-latihan soal untuk kuis dan ujian, dan semua dokumen pembelajaran, soal dan lainnya yang tentunya sangat berguna dalam proses pembelajaran mata kuliah IF2211 Strategi Algoritma.

REFERENSI

- [1] P. E. Peterson, D. Myers, and W. G. Howell, An Evaluation of the New York City School Choice Scholarships Program: The First Year, Mathematica Policy Research, Washington, DC, USA, 1998.
- [2] S. L. Desjardins, "The impact of Washington State Achievers Scholarship on student outcomes," in Annual meeting of Association for the Study of Higher Education, Vancouver, BC, Canada, 2009.
- [3] P. Amor'os, L. C. Corch'on, and B. Moreno, "The scholarship assignment problem," Games & Economic Behavior, vol. 38, no. 1, pp. 1-18, 2002.

- [4] G. Goastellec, "Globalization and implementation of an equity norm in higher education: Admission processes and funding framework under scrutiny," *Peabody Journal of Education*, vol. 83, no. 1, pp. 71–85, 2008.
- [5] W. O. Lee and M. Manzon, "The issue of equity and quality of education in Hong Kong," *The Asia-Pacific Education Researcher*, vol. 23, no. 4, pp. 823–833, 2014.
- [6] T. Pitman, "Unlocking the gates to the peasants: are policies of 'fairness' or 'inclusion' more important for equity in higher education?" *Cambridge Journal of Education*, vol. 45, no. 2, pp. 281–293, 2015.
- [7] S. Martello and P. Toth, "Algorithms for Knapsack problems," *North-Holland Mathematics Studies*, vol. 132, pp. 213–257, 1987.
- [8] Munir, Rinaldi. *Diklat Kuliah IF2211 Strategi Algoritma*. Program Studi Teknik Informatika ITB. 2021.
- [9] Levitin, A. *Introduction to The Design & Analysis of Algorithms*. Pearson. Boston. 2012.

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.

Jakarta, 10 Mei 2021



Andres Jerriel Sinabutar
13519218