



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**METODE HEURISTIK PADA PENEMPATAN MURID-MURID BARU KE  
DALAM GRUP-GRUP TUTOR DI SEKOLAH MENENGAH**

**SKRIPSI**

**ZULFALAH ZAINUDIN  
0706262035**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
DEPOK  
DESEMBER 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**METODE HEURISTIK PADA PENEMPATAN MURID-MURID BARU KE  
DALAM GRUP-GRUP TUTOR DI SEKOLAH MENENGAH**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains**

**ZULFALAH ZAINUDIN  
0706262035**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
DEPOK  
DESEMBER 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Zulfalah Zainudin  
NPM : 0706262035  
Tanda Tangan :   
Tanggal : 15 Desember 2011

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Zulfalah Zainudin  
NPM : 0706262035  
Program Studi : Sarjana Matematika  
Judul Skripsi : Metode Heuristik pada Penempatan Murid-Murid Baru ke Dalam Grup-Grup Tutor di Sekolah Menengah

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi S1 Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Sri Mardiyati, M.Kom.

(*fi Mardiyati*)

Penguji : Prof. Dr. Djati Kerami

(*J. Kerami*)

Penguji : Dr. rer. nat. Hendri Murfi, M. Kom.

(*H. Murfi*)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 15 Desember 2011

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Maha Suci (Allah) yang di tangan-Nya kekuasaan atas segala sesuatu dan kepada-Nyalah semua dikembalikan. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Jurusan Matematika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada,

- (1) Dr. Sri Mardiyati, M.Kom., pembimbing penulis, yang telah memberikan banyak ilmu bermanfaat kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
- (2) Nora Hariadi, M. Si., Suarsih Utama, M. Si., Prof. Djati Kerami, Alhadi Bustamam, Phd., Denny Riama Silaban, M. Kom., yang telah hadir pada SIG 1 dan SIG 2, terima kasih telah memberikan saran yang membangun.
- (3) Dra. Ida Fithriani M.S., sebagai pembimbing akademik penulis selama kuliah di Departemen Matematika.
- (4) Kepala Departemen Matematika Dr. Yudi Satria, M. T. dan Sekertaris Departemen Matematika Rahmi Rusin, M. STech.
- (5) Seluruh dosen Departemen Matematika UI yang telah memberikan penulis ilmu yang bermanfaat untuk masa depan penulis.
- (6) Seluruh karyawan Departemen Matematika UI yang telah membantu dalam urusan teknis penyelesaian skripsi ini.
- (7) Papa dan Mama yang telah membesarkan penulis hingga saat ini.
- (8) Zahrul Ramadhan, adik penulis.
- (9) Teman-teman seperjuangan skripsi Riski D. H., Adi Gunaryo, Dheni T. S., Hikmatiarahmah Kekeleniate, Stefano, Siti Lutpiah, Andi Kurniawan P., Yossandha Limitha R., Misdawita, Kristina Intan Kartika Putri, Syahrul Syawal, Siska Afrianita.

- (10) Seluruh teman-teman angkatan 2007, Aditiya Nurul, S. Si., Anggun Haryanto, S. Si., Arif Agung Riyadi, S. Si., Ashari Nurhidayat, Dwi Wahyu Prabowo, S. Si., Dhanardi Riansyah, S. Si., M. Fauzan, Ferdy Jamanta, S. Si., Hanif Fatrial, Putuwira, S. Si., Riyanto Dwihatma Setyawan, S. Si., Afni Nofiyanti, Amanda Walidiya, Dwi Anjar. F, S. Si., Dwi Rani. P. A, S. Si., Farah Irhamni, S. Si., Gamar Asefa, S. Si., Isna Nur'aini, S. Si., Lois Mutiara, S. Si., Nedia Safira, S. Si., Nora Marliyusni, Paramita Ayu Prameswari, Putri Marlina, Safira, S. Si., Safa Khairunnisa, S. Si., Sisca Agnesia, Stefi Rahmawati, S. Si., Widita. Endyarini, S. Si., Widiyani Suciati, S. Si., Widya Wahyuni, S. Si., Winda Juwita Sari, S. Si., Yaqozo Tunnisa, yang telah memberikan pengalaman perkuliahan yang tak terlupakan.
- (11) Keluarga besar Matematika UI angkatan 2005, 2006, 2008, 2009, 2010.
- (12) Ashari Nurhidayat yang telah membantu dalam pembuatan program pada skripsi ini.
- (13) Ibu Nur Hidayah dan Lulu Restiana yang telah membantu memberi gambaran tentang keadaan sekolah di London, Inggris.
- (14) Pengurus inti KOPMA FMIPA-UI 2010, Lulu Restiana, Putri Lestari, Anita Ayu. D. A. S., Atur Sasongko, Maulana Sofyan, Amanda Walidiya, Novikasari.
- (15) Tim KanSap. Org dan Leinbou Uyu, Ahmad Zaki Mahmud, Muhammad Riza Hafiz, Wijse Hijriyah, Dian Fitriani, Maria Qibtia, Nurdiana, semoga mimpi kita dapat terwujud.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Akhir kata, penulis mohon maaf jika terdapat kesalahan atau kekurangan dalam skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Desember 2011

**Penulis**

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zulfalah Zainudin  
NPM : 0706262035  
Program Studi : S1 Matematika  
Departemen : Matematika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Metode Heuristik pada Penempatan Murid-Murid Baru ke Dalam Grup-Grup Tutor di Sekolah Menengah.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 15 Desember 2011

Yang menyatakan



( Zulfalah Zainudin )

## ABSTRAK

Nama : Zulfalah Zainudin  
Program Studi : Matematika  
Judul : Metode Heuristik pada Penempatan Murid-Murid Baru ke Dalam Grup-Grup Tutor di Sekolah Menengah

Sekolah menengah di London, Inggris memiliki permasalahan dalam menempatkan murid-murid baru ke dalam grup-grup tutor. Dalam menempatkan murid-murid ke dalam grup tutor terdapat asumsi-asumsi yang harus diperhatikan agar terbentuk grup tutor yang sesuai dengan yang diharapkan. Karena waktu yang tersedia untuk pembentukan grup tutor cukup singkat dan jika dilakukan secara manual membutuhkan waktu kerja yang cukup lama maka pada skripsi ini dilakukan penyelesaian secara heuristik dengan program komputer yang jika diimplementasikan akan meminimalkan waktu penempatan murid-murid ke dalam grup tutor.

Kata Kunci : penempatan, pemodelan matematis, heuristik

xiii+47 halaman: 7 gambar; 5 tabel

Daftar Pustaka : 10 (1985-2011)

## ABSTRACT

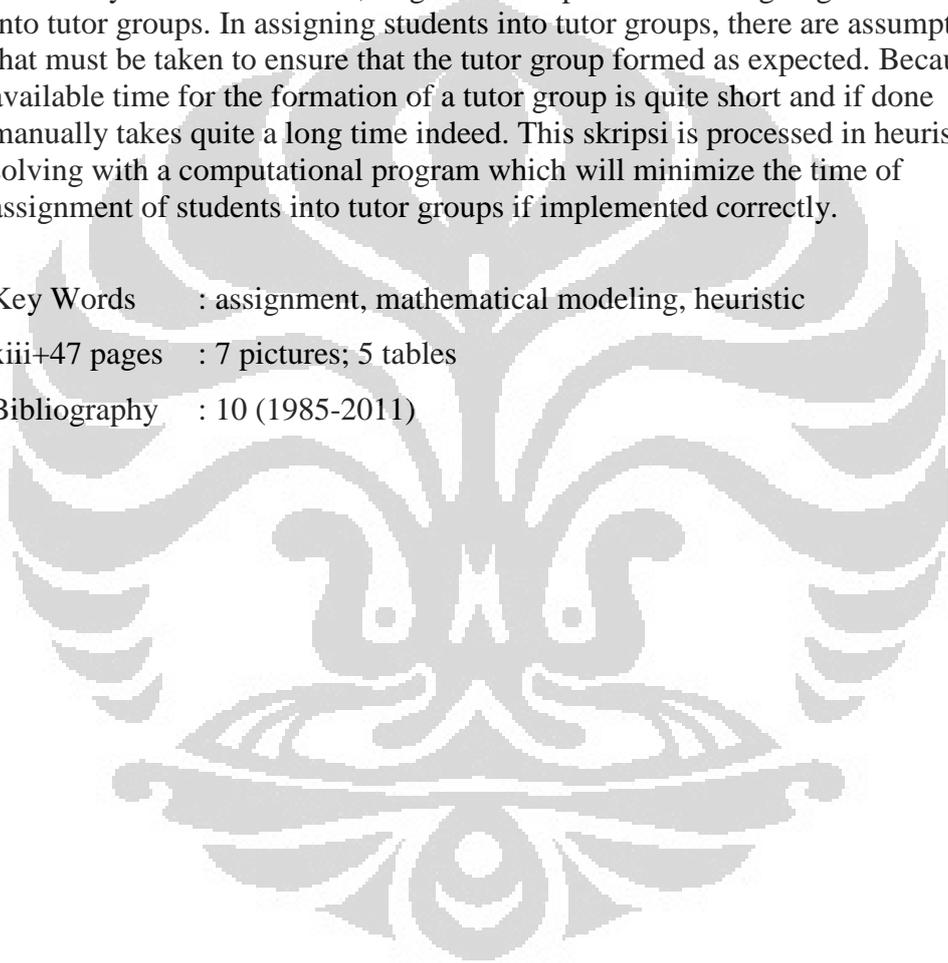
Name : Zulfalah Zainudin  
Program Study : Mathematics  
Title : Heuristic Methods in Assigning Pupils to Tutor Groups in a  
Secondary School

Secondary school in London, England has a problem in assigning new students into tutor groups. In assigning students into tutor groups, there are assumptions that must be taken to ensure that the tutor group formed as expected. Because the available time for the formation of a tutor group is quite short and if done manually takes quite a long time indeed. This skripsi is processed in heuristic solving with a computational program which will minimize the time of assignment of students into tutor groups if implemented correctly.

Key Words : assignment, mathematical modeling, heuristic

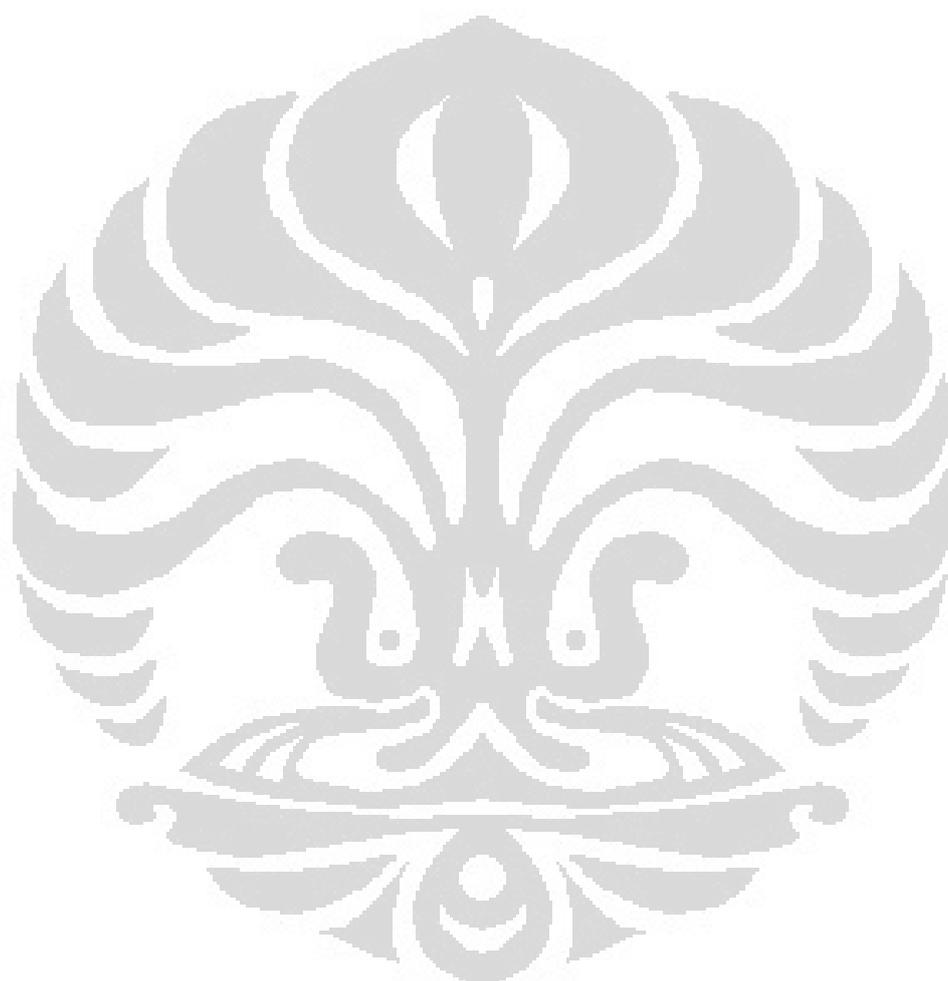
xiii+47 pages : 7 pictures; 5 tables

Bibliography : 10 (1985-2011)



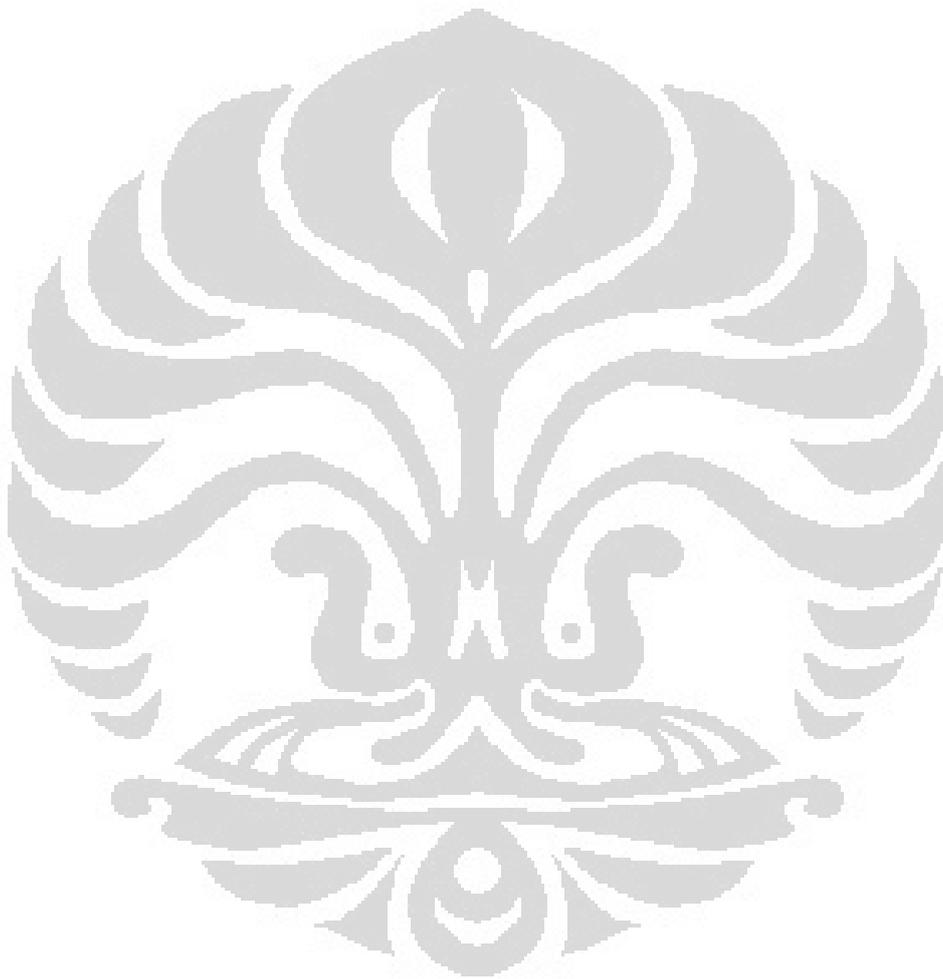
## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah dan Ruang Lingkup.....	2
1.3 Jenis dan Metode Penelitian .....	2
1.4 Tujuan .....	2
2. LANDASAN TEORI.....	3
2.1 Pemodelan Matematis.....	3
2.2 Masalah Penempatan .....	4
2.3 Heuristik.....	5
2.4 <i>Local Search</i> .....	6
2.5 <i>Tabu Search</i> .....	7
3. FORMULASI MASALAH PENEMPATAN MURID-MURID BARU KE DALAM GRUP-GRUP TUTOR.....	9
3.1 Deskripsi Masalah.....	9
3.2 Identifikasi Faktor-Faktor Permasalahan .....	10
3.3 Deskripsi Matematis .....	11
4. PENYELESAIAN MASALAH PENEMPATAN MURID-MURID BARU KE DALAM GRUP-GRUP TUTOR SECARA HEURISTIK .....	18
5. PENUTUP .....	29
5.1 Kesimpulan .....	29
5.2 Saran .....	30
DAFTAR PUSTAKA.....	31



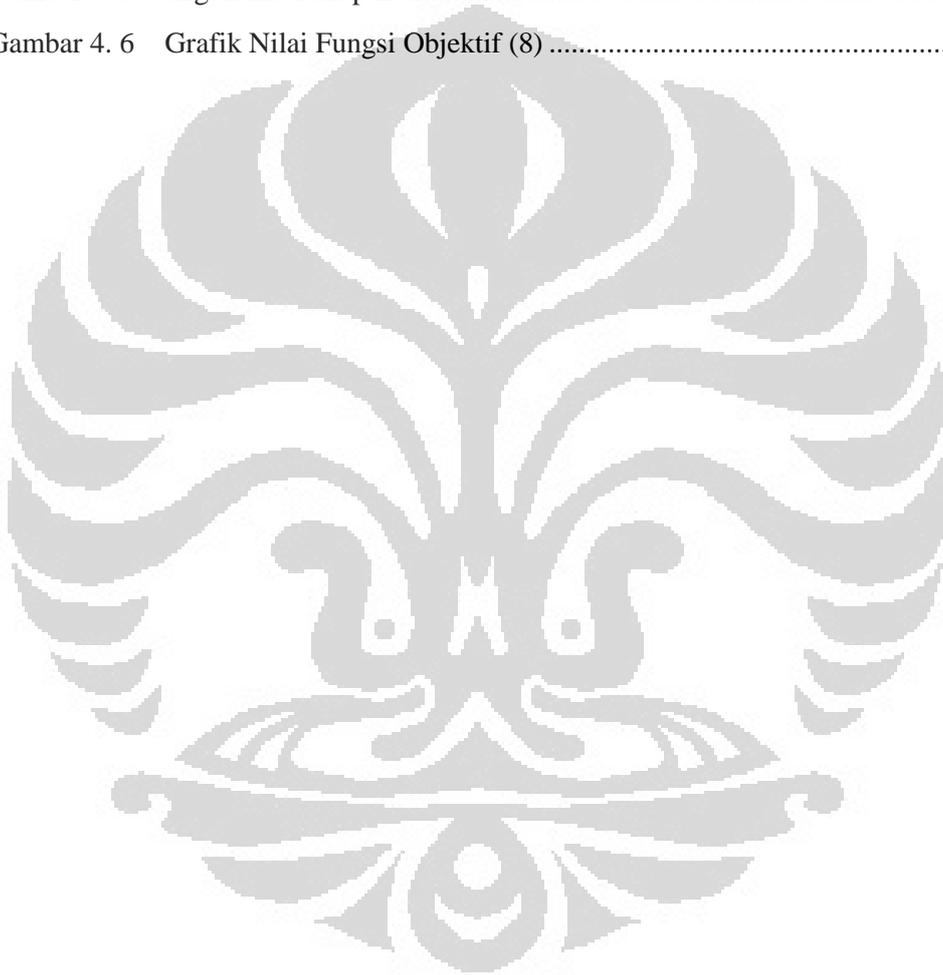
## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel Rekap Data Murid Berdasarkan Kriteria .....	18
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Tahap 1 .....	24
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Tahap II .....	27
Tabel 5. 1 Hasil Penempatan Murid-Murid .....	29
Tabel Lampiran 1 Data Murid-Murid Baru .....	32



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Ilustrasi Perbandingan <i>Local Search</i> dengan <i>Tabu Search</i> .....	7
Gambar 4. 1	Algoritma Tahap I.....	23
Gambar 4. 2	Algoritma <i>Type Two Group Swap</i> .....	25
Gambar 4. 3	Algoritma <i>Type OneGroup Swap</i> .....	25
Gambar 4. 4	Algoritma <i>Single Group Re-allocation</i> .....	26
Gambar 4. 5	Algoritma Tahap II .....	26
Gambar 4. 6	Grafik Nilai Fungsi Objektif (8) .....	28



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Grup tutor mata pelajaran atau grup tutor adalah kumpulan murid-murid yang melakukan proses belajar dan dipimpin oleh seorang tutor. Agar perhatian seorang tutor ke murid lebih maksimal, maka setiap grup tutor terdiri atas 25-30 orang murid.

Sekolah-sekolah di London, Inggris, memiliki permasalahan tahunan dalam menempatkan murid-murid baru ke dalam grup-grup tutor (Baker & Benn, 2001). Penempatan murid-murid ke dalam grup-grup tutor memerlukan waktu yang cukup lama. Sedangkan grup-grup tutor tersebut harus dipublikasikan saat hari pelantikan dilaksanakan. Dimana, pada saat itu, murid-murid berkumpul dalam grup tutor mereka dan bertemu dengan tutor mereka untuk pertama kalinya. Waktu yang tersedia untuk penempatan relatif singkat. Misalkan penyerahan data murid-murid baru dilakukan pada hari Senin, maka penempatan murid-murid ke dalam grup-grup tutor harus sudah selesai pada hari Jum'at, lalu diumumkan.

Pada waktu-waktu sebelumnya, penempatan murid-murid ke dalam grup-grup tutor dikerjakan secara manual. Dari hasil *survey* terungkap bahwa enam sekolah lokal, masing-masing memerlukan waktu rata-rata 22 jam kerja per orang untuk menyelesaikan masalah ini setiap tahunnya. Misalkan jika waktu kerja satu hari adalah 6 jam, maka dibutuhkan kurang lebih 4 hari oleh orang tersebut untuk menyelesaikan penempatan murid-murid baru ke dalam grup-grup tutor. Oleh karena itu, diperlukan langkah untuk meminimalkan waktu kerja.

Selain itu, diharapkan murid-murid merasa nyaman berada di dalam grup mereka, sehingga mereka dapat belajar dengan maksimal. Maka, dalam menempatkan murid-murid ke dalam grup-grup tutor, ada asumsi-asumsi yang dibuat oleh sekolah. Diharapkan, grup-grup tutor yang terbentuk memenuhi asumsi-asumsi dengan perbedaan seminimal mungkin.

## **1.2 Perumusan Masalah dan Ruang Lingkup**

Pada skripsi ini akan dibahas bagaimana agar waktu yang dibutuhkan untuk menempatkan murid-murid ke dalam grup-grup tutor seminimal mungkin dan grup tutor yang terbentuk kondisinya sesuai dengan yang diharapkan.

Beberapa hal menjadi batasan dalam permasalahan ini, yaitu:

1. Jumlah murid dalam setiap grup tutor maksimal 30 orang.
2. Jumlah grup tutor yang akan dibentuk bergantung pada jumlah murid yang diterima.

## **1.3 Jenis dan Metode Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan adalah studi kasus.

## **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah melakukan penempatan murid-murid baru ke dalam grup-grup tutor dengan memanfaatkan teknologi komputer.

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

Pada bab ini akan dibahas tentang teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan penempatan murid-murid baru ke dalam grup-grup tutor. Pertama akan dibahas tentang pemodelan matematis, lalu masalah penempatan, dan terakhir akan dibahas tentang penyelesaian heuristik.

#### **2.1 Pemodelan Matematis**

Pemodelan matematis adalah suatu bidang ilmu yang mencoba menghubungkan kehidupan dunia nyata dengan bahasa matematis. Pemodelan matematis banyak digunakan dalam berbagai bidang ilmu, seperti fisika, biologi, dan ilmu sosial. Ilmu matematika yang digunakan dalam pemodelan matematis antara lain kalkulus, aljabar, geometri dan lain-lain.

Sebelum pembahasan mengenai pemodelan matematis terlebih dahulu akan diberikan definisi mengenai kata “model” yang akan dipakai pada tugas akhir ini.

Definisi 2.1:

Model adalah suatu objek atau konsep yang digunakan untuk merepresentasikan sesuatu. Dimana hal yang ingin dimodelkan tersebut diperkecil atau di konversikan ke dalam bentuk yang lebih komprehensif.

(Meyer, 1985)

Dalam kehidupan sehari-hari terdapat berbagai macam pemodelan, misalnya, pemodelan bumi menjadi peta, gedung menjadi maket, dan lain-lain. Pada tugas akhir ini pemodelan yang dipakai adalah pemodelan matematis.

Definisi 2.2:

Suatu model matematika adalah suatu model yang bagian-bagiannya mengacu kepada konsep matematis, seperti : konstanta, variabel, persamaan, pertidaksamaan, dan lain-lain.

(Meyer, 1985)

Untuk membuat suatu pemodelan matematis, akan dibuat formulasi dari suatu permasalahan di kehidupan sehari-hari atau dunia nyata ke dalam simbol-simbol matematis. Dalam membuat formula suatu masalah, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut

1. Formulasi dimulai dengan menyatakan suatu pertanyaan yang biasanya adalah ketidakjelasan atau permasalahan yang terlalu besar. Jika permasalahannya tidak jelas, maka akan diubah agar menjadi jelas.
2. Berikutnya yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi faktor-faktor yang penting dalam permasalahan.
3. Deskripsikanlah hal-hal yang penting tersebut ke dalam deskripsi matematika yang sesuai (variabel, persamaan, dan lain-lain).

(Meyer, 1985)

## 2.2 Masalah Penempatan

Penempatan adalah suatu tindakan memasang sejumlah berhingga agen dengan sejumlah berhingga tempat. Sembarang agen dapat menempati sembarang tempat, dan biaya yang dikeluarkan untuk menempati suatu tempat dapat berbeda untuk setiap agen. Semua tempat harus ditempati, tetapi suatu tempat hanya boleh ditempati oleh satu agen. Demikian pula sebaliknya, satu agen hanya boleh menempati satu tempat. Oleh karena itu, banyaknya agen diasumsikan sama dengan banyaknya tempat. Tujuan dari penempatan adalah meminimumkan total biaya penempatan. Model matematis dari masalah penempatan adalah sebagai berikut:

Misalkan  $i$  menyatakan agen ke- $i$   $j$  menyatakan tugas ke- $j$ , dan  $c_{ij}$  menyatakan biaya yang dikeluarkan jika agen  $i$  mengerjakan tugas  $j$ . Variabel keputusan untuk masalah penempatan adalah:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{jika agen } i \text{ menempati tempat } j \\ 0 & \text{jika tidak} \end{cases}$$

Untuk  $i = 1, 2, \dots, n$  dan  $j = 1, 2, \dots, n$ . Formulasi dari masalah penempatan dengan tujuan meminimumkan total biaya penempatan seluruh tempat adalah:

$$\begin{aligned} \text{Min } f &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \\ \text{dengan kendala } \sum_{i=1}^n x_{ij} &= 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} &= 1, \quad i = 1, 2, \dots, n \\ x_{ij} &\in \{0, 1\}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Kendala pertama menyatakan bahwa setiap tempat hanya dapat ditempati oleh satu agen. Kendala kedua menyatakan bahwa setiap agen hanya dapat menempati satu tempat. Kendala ketiga mengacu pada variabel keputusan yaitu  $x_{ij}$  yang merupakan bilangan biner.

(Ignizio & Cavalien, 1994)

### 2.3 Heuristik

Kata heuristik berasal dari bahasa Yunani kuno yang berarti menemukan metode baru untuk memecahkan masalah atau seni memecahkan masalah. Dalam bidang riset operasi, kata heuristik digunakan untuk menamai metode-metode yang berdasarkan pada alasan-alasan yang intuitif dan masuk akal dan menjanjikan ditemukannya solusi yang layak. Pada umumnya metode ini digunakan untuk memecahkan masalah-masalah yang masih dalam proses penelitian berdasarkan logika umum atau merupakan adaptasi dari metode eksak yang merupakan pemecahan model-model yang lebih sederhana. Metode ini

bertujuan menentukan solusi layak dari masalah-masalah yang sulit dipecahkan secara eksak.

Pada topik optimisasi, penggunaan metode heuristik menunjuk pada penggunaan metode yang praktis dan relatif cepat berdasarkan langkah strategi yang diperkirakan akan membawa peneliti pada solusi masalah yang mendekati optimal. Jadi, pada saat berbicara mengenai metode heuristik kata ‘pemecahan’ masalah memiliki konotasi menemukan solusi memuaskan yang mendekati optimal terhadap masalah. Metode heuristik dapat digunakan untuk mencari solusi dari masalah optimisasi, tetapi tidak menjamin selalu menghasilkan solusi optimal. Pada prinsipnya metode heuristik berusaha (digunakan untuk) mendapatkan solusi terbaik yang mungkin didapat dalam suatu rentang waktu yang diizinkan.

(Ignizio & Cavalien, 1994)

#### **2.4 Local Search**

Metode *local search* adalah metode pencarian iteratif yang menjadi dasar bagi metode-metode pencarian lebih lanjut, seperti *simulated annealing*, *tabu search*, dan *genetic algorithm*. Pada awal iterasi, metode ini memilih sebuah solusi yang layak, kemudian dari solusi tersebut dibuat suatu lingkungan yang berupa himpunan dari solusi-solusi yang merupakan tetangga dari solusi sekarang. Tetangga dari sebuah solusi didapatkan dengan melakukan sebuah perubahan pada solusi sekarang. Jika pada lingkungan ditemukan solusi yang lebih baik dari solusi sekarang, maka dilakukan penggantian terhadap solusi sekarang. Dan solusi yang baru, kembali dibuat lingkungan dan secara iteratif terus mencari solusi yang lebih baik. Metode ini akan berhenti mencari pada saat lingkungan dari solusi sekarang tidak ditemukan solusi yang lebih baik.

Karena pencarian hanya diizinkan melangkah pada solusi yang lebih baik, maka hal yang menjadi kelemahan dari *local search* adalah dihasilkannya solusi optimal yang bersifat lokal. Hal ini akan diperbaiki oleh metode *tabu search*, yang akan dibahas dalam subbab berikut.

## 2.5 Tabu Search

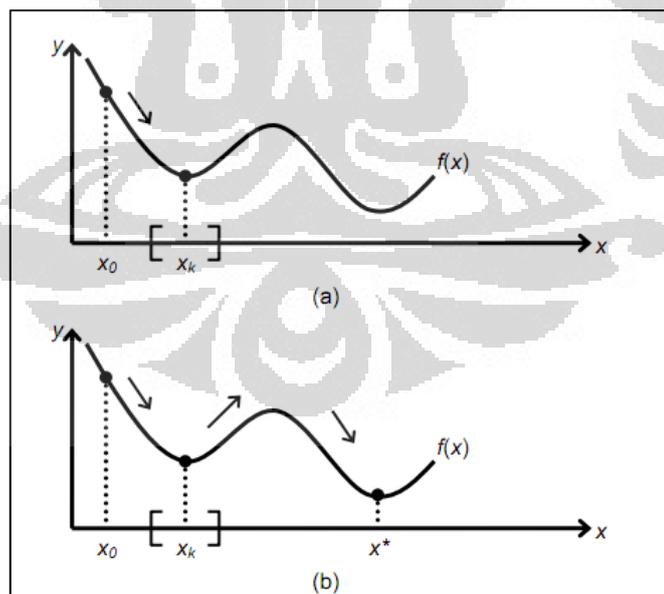
Tabu *search* adalah suatu metode heuristik yang ditemukan oleh Fred Glover pada tahun 1986. Seperti halnya metode heuristik lain seperti *simulated annealing* dan *genetic algorithm*, metode ini merupakan pengembangan dari metode *local search*.

Pada *local search*, pencarian hanya diizinkan mengarah ke solusi-solusi yang lebih baik dari solusi sebelumnya. Sedangkan *tabu search* mengizinkan pencarian ke arah solusi-solusi yang sekalipun tidak lebih baik dari solusi sebelumnya, sehingga memungkinkan pencarian untuk tidak terjebak pada optimal lokal.

(Ignizio & Cavalien, 1994)

Gambar 2.1 menunjukkan ilustrasi perbandingan antara *local search* dan *tabu search* dalam mencari solusi optimal untuk suatu permasalahan, yaitu mencari nilai  $x$  sedemikian sehingga  $f(x)$  minimum. Misalkan lingkungan dari suatu nilai  $x$  adalah

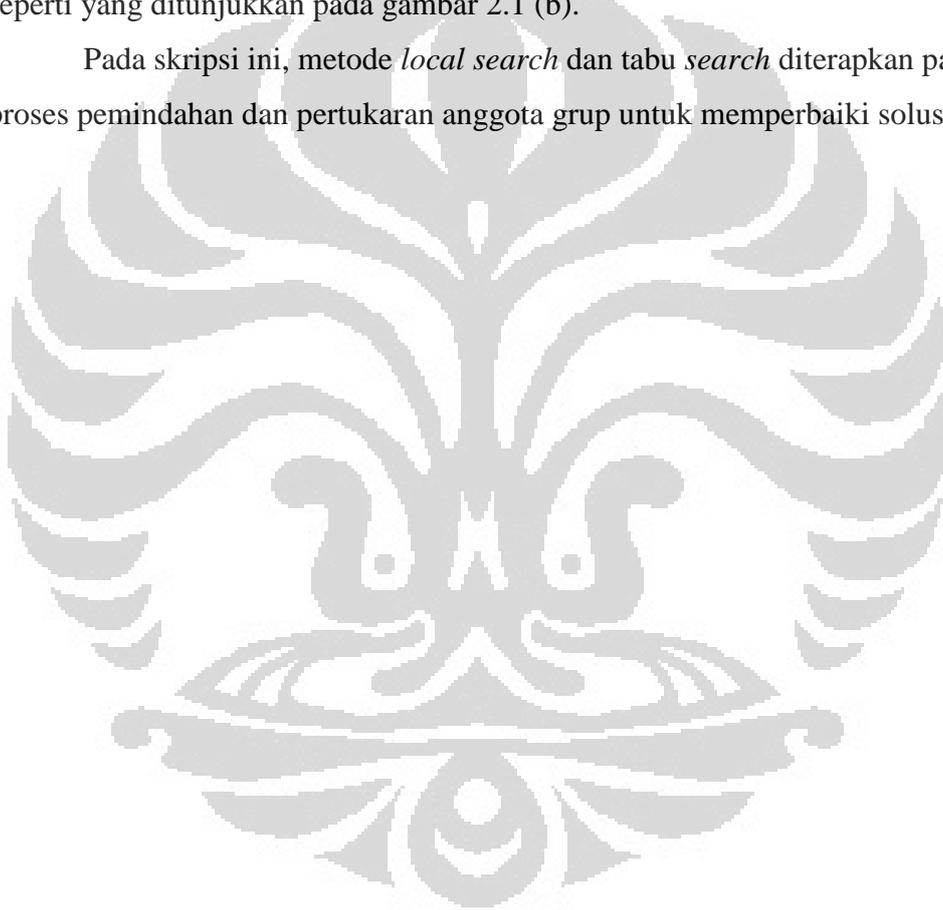
$$N_k\{x - \Delta x, x + \Delta x\}, \Delta x \in \mathcal{R}$$



Gambar 2. 1 Ilustrasi Perbandingan (a) *Local Search* dengan (b) *Tabu Search*

Pencarian dimulai dari  $x_0$  kemudian dengan menggunakan metode *local search* didapatkan solusi optimal  $x_k$ , seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 (a),  $x_k$  merupakan solusi optimal, sebab tidak ditemukan solusi yang lebih baik pada lingkungan dari  $x_k$ , artinya tidak ada  $x \in N_{x_k}$  sedemikian sehingga  $f(x) < f(x_k)$ . Namun, jika menggunakan metode *tabu search*, maka saat berada di  $x_k$  pencarian tetap dilanjutkan pada lingkungan dari  $x_k$ , sekalipun tidak memberikan hasil yang lebih baik, artinya pencarian akan menerima setiap  $x \in N_{x_k}$  sebagai solusi berikutnya, sehingga diharapkan didapat solusi optimal  $x^*$  seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1 (b).

Pada skripsi ini, metode *local search* dan *tabu search* diterapkan pada proses pemindahan dan pertukaran anggota grup untuk memperbaiki solusi.



### **BAB 3**

## **FORMULASI MASALAH PENEMPATAN MURID-MURID BARU KE DALAM GRUP-GRUP TUTOR**

Pada bab ini akan dibahas formulasi untuk penempatan murid-murid baru ke dalam grup-grup tutor di suatu sekolah menengah saat penerimaan murid baru. Sebagai langkah awal akan dilakukan deskripsi masalah.

### **3.1 Deskripsi Masalah**

Suatu sekolah menengah menerima sejumlah murid baru pada saat penerimaan murid baru. Agar perhatian tutor ke setiap murid optimal, maka setiap grup tutor jumlah anggotanya maksimal 30 orang. Sekolah mengharapkan agar grup-grup tutor yang terbentuk kondisinya nyaman sehingga murid-murid merasa senang saat belajar dan dapat meningkatkan potensi dalam diri mereka.

Untuk memenuhi kondisi tersebut, sekolah membuat beberapa kebijakan, yaitu:

1. Murid-murid dapat memilih teman untuk ditempatkan dalam grup tutor yang sama.
2. Dalam setiap grup tutor, jumlah murid terbagi rata untuk kriteria-kriteria yang ditentukan. Kriteria-kriteria itu adalah:
  - 1) Jenis kelamin
  - 2) Level kemampuan murid
  - 3) Etnik minoritas
  - 4) Asal sekolah murid
  - 5) Murid dengan kebutuhan pendidikan khusus

Berdasarkan deskripsi masalah ini, selanjutnya akan diidentifikasi faktor-faktor penting dari permasalahan penempatan murid-murid baru ke dalam grup-grup tutor.

### 3.2 Identifikasi Faktor-Faktor Permasalahan

Faktor-faktor penting permasalahan ini adalah:

1. Kelompok Pertemanan

Kelompok pertemanan adalah kumpulan murid-murid maksimal 3 orang. Murid-murid diperbolehkan untuk memilih teman sekelompok. Bagi murid-murid yang tidak ada kelompok pertemanan, mereka dianggap sebagai kelompok pertemanan baru yang anggota kelompoknya adalah diri mereka masing-masing. Pada setiap penerimaan murid baru, ada  $m$  kelompok pertemanan.

2. Jenis Kelamin

Jenis kelamin dibedakan menjadi laki-laki dan perempuan.

3. Level Kemampuan murid

Level kemampuan murid diukur dari hasil *pre-test* untuk tiga mata pelajaran, Matematika, Bahasa Inggris, dan Sains. Kemampuan murid dibagi menjadi 3 tingkatan, yaitu level 3, level 4, level 5.

4. Etnik Minoritas

Murid etnik minoritas adalah murid yang berbeda suku atau negara.

5. Asal Sekolah

Asal sekolah digolongkan berdasarkan jumlah sekolah lokal di suatu wilayah. Jika ada murid-murid yang tidak berasal dari sekolah lokal wilayah tersebut, maka akan digolongkan menjadi asal sekolah baru.

6. Murid Kebutuhan Pendidikan Khusus

Yang dimaksud murid kebutuhan pendidikan khusus adalah murid yang membutuhkan perhatian khusus oleh tutor, misalnya murid yang autis, cacat fisik.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, grup tutor yang terbentuk diharapkan memiliki perbedaan yang seminimal mungkin untuk lima kriteria yang ditentukan diatas dan murid yang berada pada kelompok pertemanan yang sama ditempatkan pada satu grup tutor. Langkah berikutnya adalah membuat deskripsi matematis dari faktor-faktor yang diperhatikan.

### 3.3 Deskripsi Matematis

Langkah awal untuk membuat deskripsi matematis permasalahan penempatan murid-murid ke dalam grup-grup tutor adalah mendeskripsikan variabel-variabel yang diperlukan, yaitu:

1. Variabel Kelompok Pertemanan.

$x_{ij}$  adalah variabel kelompok pertemanan dimana  $i$  adalah indeks untuk grup tutor yang akan dibentuk,  $i = 1, \dots, m$ , dan  $j$  adalah indeks untuk grup pertemanan yang ada,  $j = 1, \dots, n$ . Jika kelompok pertemanan  $j$  tidak ditempatkan ke dalam grup tutor  $i$  maka  $x_{ij}$  bernilai 0, dan bernilai 1 jika grup pertemanan  $j$  ditempatkan ke dalam grup tutor  $i$ . Atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{kelompok pertemanan } j \text{ ditempatkan ke dalam grup tutor } i \\ 0, & \text{kelompok pertemanan } j \text{ tidak ditempatkan ke dalam grup tutor } i \end{cases}$$

$$i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$$

2. Variabel-variabel jumlah murid-murid untuk lima kriteria yang diperhatikan, yaitu,

- 1)  $a_{kj}$  adalah jumlah murid berdasarkan kriteria jenis kelamin  $k$  di kelompok pertemanan  $j$ ,  $k = 1$  untuk murid laki-laki, dan  $k = 2$  untuk murid perempuan.
- 2)  $b_{lj}$  adalah jumlah murid berdasarkan kriteria kemampuan level  $l$  di kelompok pertemanan  $j$ .
- 3)  $c_j$  adalah jumlah murid berdasarkan kriteria etnik minoritas di kelompok pertemanan  $j$ .
- 4)  $d_{fj}$  adalah jumlah murid berdasarkan kriteria kelompok asal sekolah  $f$  di kelompok pertemanan  $j$ .
- 5)  $e_j$  adalah jumlah murid berdasarkan kriteria kebutuhan khusus di kelompok pertemanan  $j$ .

Selanjutnya didefinisikan variabel-variabel target jumlah murid yang akan ditempatkan ke dalam setiap grup-grup tutor untuk setiap kriteria yang

diperhatikan dalam grup tutor. Variabel target tersebut didefinisikan sebagai berikut:

1. Variabel target jenis kelamin.

$$\alpha_k = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n a_{kj}$$

$\alpha_k$  adalah target jumlah murid disetiap  $m$  grup tutor untuk kriteria jenis kelamin  $k$

2. Variabel target kemampuan murid.

$$\beta_l = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n b_{lj}$$

$\beta_l$  adalah target jumlah murid disetiap  $m$  grup tutor untuk kriteria murid dengan kemampuan  $l$ .

3. Variabel target murid etnik minoritas.

$$\gamma = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n c_j$$

$\gamma$  adalah target jumlah murid disetiap  $m$  grup tutor untuk kriteria murid etnik minoritas.

4. Variabel target murid dari kelompok asal sekolah yang sama.

$$\delta_f = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n d_{fj}$$

$\delta_f$  adalah target jumlah murid disetiap  $m$  grup tutor untuk kriteria kelompok asal sekolah  $f$ .

5. Variabel target murid dengan kebutuhan khusus.

$$\varepsilon = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n e_j$$

$\varepsilon$  adalah target jumlah murid disetiap  $m$  grup tutor untuk kriteria murid dengan kebutuhan khusus.

Lalu, didefinisikan variabel target jumlah murid yang ditempatkan disetiap grup tutor yaitu  $\zeta$  yang merupakan target jumlah murid disetiap grup tutor yang merupakan hasil penjumlahan dari target jumlah murid laki-laki,  $\alpha_1$  dan target jumlah murid perempuan,  $\alpha_2$ . Atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\zeta = \alpha_1 + \alpha_2$$

Lalu didefinisikan variabel *underages*, yaitu variabel untuk kondisi jumlah target lebih besar dari jumlah murid yang ditempatkan ke dalam grup tutor. Dan variabel *overages*, yaitu variabel untuk kondisi jumlah target lebih kecil dari jumlah murid yang ditempatkan ke dalam grup tutor. Variabel *underages* dan *overages* akan dievaluasi untuk setiap kondisi yang diperhatikan dalam menempatkan murid-murid ke dalam grup-grup tutor sehingga didefinisikan fungsi kendala sebagai berikut:

1. Fungsi kendala yang berkaitan dengan kriteria jenis kelamin murid.

Untuk murid berkelamin,  $k$  disetiap kelompok pertemanan disetiap grup tutor akan terbentuk persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} a_{k1}x_{11} + a_{k2}x_{12} + \dots + a_{kn}x_{1n} + u_{11k} - o_{11k} &= \alpha_k \\ a_{k2}x_{21} + a_{k2}x_{22} + \dots + a_{kn}x_{2n} + u_{12k} - o_{12k} &= \alpha_k \\ &\vdots \\ a_{k1}x_{m1} + a_{k2}x_{m2} + \dots + a_{kn}x_{mn} + u_{1mk} - o_{1mk} &= \alpha_k \end{aligned}$$

Untuk kendala yang berkaitan dengan kriteria jenis kelamin murid disetiap kelompok pertemanan disetiap grup tutor dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^n a_{kj}x_{ij} + u_{1ik} - o_{1ik} = \alpha_k \quad (1)$$

$$i = 1, \dots, m; k = 1, 2$$

2. Fungsi kendala untuk kriteria level kemampuan murid.

Untuk murid dengan kriteria kemampuan level  $l$ , disetiap kelompok pertemanan untuk setiap grup tutor  $i = 1, 2, \dots, m$  akan terbentuk persamaan sebagai berikut:

$$b_{l1}x_{11} + b_{l2}x_{12} + \dots + b_{ln}x_{1n} + u_{21l} - o_{21l} = \beta_l$$

$$b_{l1}x_{21} + b_{l2}x_{22} + \dots + b_{ln}x_{1n} + u_{21l} - o_{21l} = \beta_l$$

$$\vdots$$

$$b_{l1}x_{m1} + b_{l2}x_{m2} + \dots + b_{ln}x_{mn} + u_{2ml} - o_{2ml} = \beta_l$$

Untuk kendala yang berkaitan dengan kriteria kemampuan murid, disetiap kelompok pertemanan untuk setiap grup tutor  $i = 1, 2, \dots, m$  dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^n b_{lj}x_{ij} + u_{2il} - o_{2il} = \beta_l \quad (2)$$

$$i = 1, \dots, m; l = 1, \dots, \ell$$

3. Fungsi kendala untuk kriteria murid dari etnik minoritas disetiap kelompok pertemanan untuk setiap grup tutor  $i = 1, 2, \dots, m$  akan terbentuk persamaan sebagai berikut:

$$c_1x_{11} + c_1x_{12} + \dots + c_nx_{1n} + u_{311} - o_{311} = \gamma$$

$$c_1x_{21} + c_1x_{22} + \dots + c_nx_{2n} + u_{321} - o_{321} = \gamma$$

$$c_1x_{31} + c_1x_{32} + \dots + c_nx_{3n} + u_{331} - o_{331} = \gamma$$

$$\vdots$$

$$c_1x_{m1} + c_1x_{m2} + \dots + c_nx_{mn} + u_{3m1} - o_{3m1} = \gamma$$

Untuk kendala yang berkaitan dengan kriteria murid etnik minoritas disetiap kelompok pertemanan untuk setiap grup tutor  $i = 1, 2, \dots, m$  dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^n c_jx_{ij} + u_{3i1} - o_{3i1} = \gamma \quad ; i = 1, \dots, m \quad (3)$$

4. Fungsi kendala untuk kriteria murid asal sekolah yang sama.

Untuk kriteria murid asal sekolah  $f$ , disetiap kelompok pertemanan untuk setiap grup tutor  $i = 1, 2, \dots, m$  akan terbentuk persamaan sebagai berikut:

$$d_{f1}x_{11} + d_{f2}x_{12} + \dots + d_{fn}x_{1n} + u_{41f} - o_{41f} = \delta_f$$

$$d_{f1}x_{21} + d_{f2}x_{22} + \dots + d_{fn}x_{2n} + u_{41f} - o_{41f} = \delta_f$$

$$\vdots$$

$$d_{f1}x_{m1} + d_{f2}x_{m2} + \dots + d_{fn}x_{mn} + u_{4mf} - o_{4mf} = \delta_f$$

Formula matematis untuk kendala yang berkaitan dengan kriteria murid dari kelompok asal sekolah yang sama, untuk setiap kelompok pertemanan untuk setiap grup tutor  $i = 1, 2, \dots, m$  dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^n d_{fj}x_{ij} + u_{4if} - o_{4if} = \delta_f \quad (4)$$

$$i = 1, \dots, m; f = 1, \dots, \mathcal{F}$$

5. Fungsi kendala untuk kriteria murid dengan kebutuhan pendidikan khusus untuk setiap kelompok pertemanan untuk setiap grup tutor  $i = 1, 2, \dots, m$  akan terbentuk persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} e_1x_{11} + e_2x_{12} + \dots + e_nx_{1n} + u_{51} - o_{51} &= \varepsilon \\ e_1x_{21} + e_2x_{22} + \dots + e_nx_{2n} + u_{52} - o_{52} &= \varepsilon \\ e_1x_{31} + e_2x_{32} + \dots + e_nx_{3n} + u_{53} - o_{53} &= \varepsilon \\ &\vdots \\ e_1x_{m1} + e_2x_{m2} + \dots + e_nx_{mn} + u_{5m} - o_{5m} &= \varepsilon \end{aligned}$$

Formula matematis untuk kendala yang berkaitan dengan kriteria murid dengan kebutuhan pendidikan khusus, disetiap kelompok pertemanan untuk setiap grup tutor  $i = 1, 2, \dots, m$  dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^n e_jx_{ij} + u_{5i} - o_{5i} = \varepsilon \quad ; i = 1, \dots, m \quad (5)$$

Fungsi kendala berikutnya berkaitan dengan keadaan jumlah murid dalam setiap grup tutor. Fungsi kendala ini adalah persamaan dari penjumlahan dari hasil kali total jumlah murid laki-laki,  $k = 1$ , dan murid perempuan,  $k = 2$ , disetiap kelompok pertemanan untuk setiap grup tutor  $i = 1, 2, \dots, m$  dan variabel penempatan dengan selisih underages dan overages hasilnya sama dengan total target jumlah murid yang ditempatkan disetiap grup tutor. Deskripsi matematisnya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} (a_{11} + a_{21})x_{11} + (a_{12} + a_{22})x_{12} + \dots + (a_{1n} + a_{2n})x_{1n} + u_{611} - o_{611} &= \varsigma \\ (a_{11} + a_{21})x_{21} + (a_{12} + a_{22})x_{22} + \dots + (a_{1n} + a_{2n})x_{2n} + u_{621} - o_{621} &= \varsigma \\ (a_{11} + a_{21})x_{31} + (a_{12} + a_{22})x_{32} + \dots + (a_{1n} + a_{2n})x_{3n} + u_{631} - o_{631} &= \varsigma \end{aligned}$$

⋮

$$(a_{11} + a_{21})x_{m1} + (a_{12} + a_{22})x_{m2} + \dots + (a_{11} + a_{21})x_{m1} + u_{6m1} - o_{6m1} = \zeta$$

Atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^n (a_{1j} + a_{2j})x_{ij} + u_{6i1} - o_{6i1} = \zeta \quad (6)$$

$$i = 1, \dots, m; k = 1, 2$$

Berikutnya adalah fungsi kendala yang menunjukkan bahwa penempatan grup pertemanan ke dalam grup tutor adalah unik. Deskripsi matematisnya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m1} = 1$$

$$x_{12} + x_{22} + \dots + x_{m2} = 1$$

$$x_{13} + x_{23} + \dots + x_{m3} = 1$$

⋮

$$x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{mn} = 1$$

Atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1 \quad ; \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (7)$$

Selanjutnya fungsi objektif dari permasalahan penempatan murid baru tersebut adalah meminimalkan *underages* dan *overages* yang bersesuaian dengan lima kriteria dalam grup tutor yang diperhatikan dan kondisi target jumlah murid yang ditempatkan disetiap grup tutor. Fungsi objektif tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\min \sum_{p=1}^6 w_p \sum_{i=1}^m \sum_{q=Q_{p1}}^{Q_{p2}} (u_{piq} + o_{piq}) \quad (8)$$

$w_p$  adalah bobot yang besarnya ditetapkan untuk setiap kendala-kendala (1)-(6) dan  $q$  adalah bilangan yang berkaitan dengan indeks dari  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$  dari lima kriteria yang diperhatikan disetiap grup tutor dan juga indeks dari  $\zeta$ .

Persamaan (8) belum menjadi fungsi objektif yang cukup baik. Jika diperoleh hasil akhir sebuah grup memiliki nilai *overages* dan *underages* untuk

setiap kriteria yang diperhatikan cukup besar sedangkan grup-grup yang lainnya, nilai *overages* dan *underages* untuk setiap kriteria yang diperhatikan cukup kecil, maka kondisi yang demikian tidak diterima dibandingkan jika semua grup yang terbentuk nilai *overages* dan *underages* tidak cukup kecil. Oleh karena itu, dibuat alternatif untuk memandang fungsi objektif, yaitu nilai maksimal dari nilai *overages* dan *underages* dibuat seminimal mungkin. Atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\min \sum_{p=1}^6 w_p \sum_{q=Q_{p1}}^{Q_{p2}} (\max_i \{u_{piq}\} + \max_i \{o_{piq}\}) \quad (9)$$

Jadi formula matematis permasalahan penempatan murid-murid baru ke dalam grup-grup tutor sebagai berikut:

- Fungsi objektifnya adalah persamaan (8) dan (9)
- Fungsi kendalanya adalah persamaan (1) sampai (7)

**BAB 4**  
**PENYELESAIAN MASALAH PENEMPATAN MURID-MURID KE**  
**DALAM GRUP-GRUP TUTOR SECARA HEURISTIK**

Pada bab ini akan dilakukan penempatan murid-murid baru ke dalam grup-grup tutor berdasarkan data penerimaan murid baru di suatu sekolah menengah.

Pada tahun 1998, suatu sekolah menengah lokal di London, Inggris, menerima murid baru sebanyak 235 orang. Perincian jumlah murid berdasarkan kriteria yang ditentukan pada bab 3 dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Tabel Rekap Data Murid Berdasarkan Kriteria

<b>Kriteria</b>		<b>Variabel</b>	<b>Jumlah</b>
Kelompok Pertemanan		$x_{ij}$	112
Jenis Kelamin	Laki-Laki	$a_1$	120
	Perempuan	$a_2$	115
Level Kemampuan	Level 3	$b_3$	57
	Level 4	$b_4$	120
	Level 5	$b_5$	58
Etnik Minoritas		$c$	14
Asal Sekolah	Sekolah I	$d_1$	45
	Sekolah II	$d_2$	55
	Sekolah III	$d_3$	27
	Sekolah IV	$d_4$	23
	Sekolah V	$d_5$	12
	Sekolah VI	$d_6$	13
	Sekolah VII	$d_7$	60
Kebutuhan Pendidikan Khusus		$e$	7

Karena jumlah murid baru yang diterima adalah 235 orang dan jumlah murid di setiap grup tutor maksimal 30 orang, maka jumlah grup tutor yang dapat dibentuk adalah 8 grup tutor.

Karena jumlah grup tutor adalah 8 dan jumlah kelompok pertemanan adalah 112, maka variabel kelompok pertemanan,  $x_{ij}$ , yang terbentuk adalah 896, dimana  $i = 1, \dots, 8$  dan  $j = 1, \dots, 112$ .

Langkah selanjutnya, akan dihitung nilai target-target berikut:

1. Target jumlah murid di setiap grup tutor berdasarkan jenis kelamin.

- Laki-laki

$$\alpha_1 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n a_{1j}$$

$$= \frac{1}{8} \times 120$$

$$= 15$$

- Perempuan

$$\alpha_2 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n a_{2j}$$

$$= \frac{1}{8} \times 115$$

$$= 14,375$$

2. Target jumlah murid di setiap grup tutor berdasarkan level kemampuan suatu mata pelajaran.

- Level 3

$$\beta_3 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n b_{3j}$$

$$= \frac{1}{8} \times 57$$

$$= 7,125$$

- Level 4

$$\beta_4 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n b_{4j}$$

$$= \frac{1}{8} \times 120$$

$$= 15$$

- Level 5

$$\begin{aligned}\beta_5 &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n b_{5j} \\ &= \frac{1}{8} \times 58 \\ &= 7,25\end{aligned}$$

3. Target jumlah murid di setiap grup tutor berdasarkan etnik minoritas.

$$\begin{aligned}\gamma &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n c_j \\ &= \frac{1}{8} \times 14 \\ &= 1,75\end{aligned}$$

4. Target jumlah murid di setiap grup tutor berdasarkan asal sekolah.

- Asal sekolah I (F1)

$$\begin{aligned}\delta_1 &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n d_{1j} \\ &= \frac{1}{8} \times 45 \\ &= 5,625\end{aligned}$$

- Asal sekolah II (F2)

$$\begin{aligned}\delta_2 &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n d_{2j} \\ &= \frac{1}{8} \times 55 \\ &= 6,875\end{aligned}$$

- Asal sekolah III (F3)

$$\begin{aligned}\delta_3 &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n d_{3j} \\ &= \frac{1}{8} \times 27 \\ &= 3,375\end{aligned}$$

- Asal sekolah IV (F4)

$$\begin{aligned}\delta_4 &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n d_{4j} \\ &= \frac{1}{8} \times 23 \\ &= 2,875\end{aligned}$$

- Asal sekolah V (F5)

$$\begin{aligned}\delta_5 &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n d_{5j} \\ &= \frac{1}{8} \times 12 \\ &= 1,5\end{aligned}$$

- Asal sekolah VI (F6)

$$\begin{aligned}\delta_6 &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n d_{6j} \\ &= \frac{1}{8} \times 13 \\ &= 1,625\end{aligned}$$

- Asal sekolah VII (F7)

$$\begin{aligned}\delta_7 &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n d_{7j} \\ &= \frac{1}{8} \times 60 \\ &= 7,5\end{aligned}$$

5. Target jumlah murid di setiap grup tutor berdasarkan kebutuhan pendidikan khusus.

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n e_j \\ &= \frac{1}{8} \times 7 \\ &= 0,875\end{aligned}$$

6. Target total jumlah murid di setiap grup tutor.

$$\zeta = \alpha_1 + \alpha_2$$

$$= 15 + 14,375$$

$$= 29,375$$

Selanjutnya adalah menghitung nilai bobot,  $w_p$ , untuk setiap kriteria sebagai berikut:

1. Bobot untuk kriteria jenis kelamin.

Jenis kelamin digolongkan menjadi 2, laki-laki dan perempuan. Oleh karena itu bobot untuk jenis kelamin adalah:

$$w_1 = \frac{1}{2} = 0,5$$

2. Bobot untuk kriteria level kemampuan murid.

Level kemampuan murid digolongkan menjadi 3, level 3, level 4, dan level 5. Oleh karena itu bobot untuk level kemampuan murid adalah:

$$w_2 = \frac{1}{3} = 0,333 \dots$$

3. Bobot untuk kriteria etnik minoritas.

Hanya ada sebuah etnik minoritas. Oleh karena itu bobot untuk etnik minoritas adalah:

$$w_3 = \frac{1}{1} = 1$$

4. Bobot untuk kriteria asal sekolah.

Asal sekolah murid dikelompokkan menjadi 7 kelompok sekolah. Oleh karena itu bobot untuk asal sekolah adalah:

$$w_4 = \frac{1}{7} = 0,142857$$

5. Bobot untuk kriteria murid dengan kebutuhan khusus adalah,

$$w_5 = \frac{1}{1} = 1$$

Penempatan murid-murid ke dalam grup-grup tutor akan dilakukan secara heuristik menggunakan bantuan komputer. Dalam prosesnya akan dibagi ke dalam 2 tahapan, yaitu:

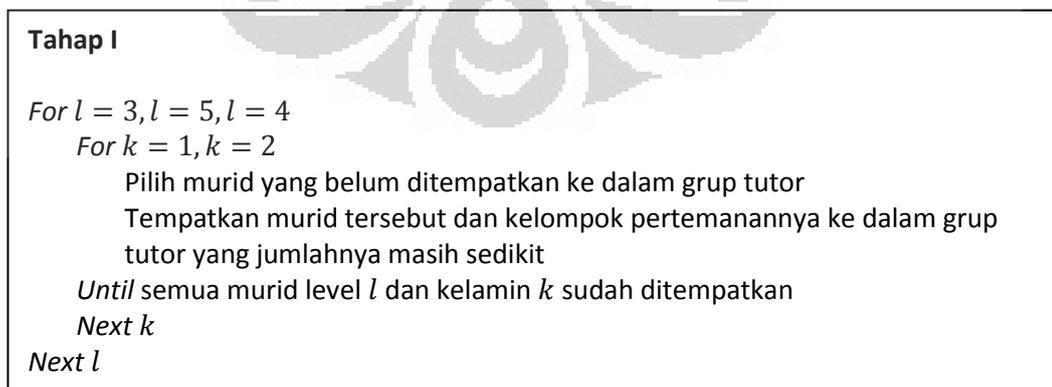
- Tahap I  
Pencarian solusi awal menempatkan murid ke dalam grup-grup tutor berdasarkan level kemampuan dan jenis kelamin.
- Tahap II  
Melakukan pencarian nilai objektif persamaan (8)  

$$\min \sum_{p=1}^6 w_p \sum_{i=1}^m \sum_{q=Q_{p1}}^{Q_{p2}} (u_{piq} + o_{piq})$$
 dan (9)  

$$\min \sum_{p=1}^6 w_p \sum_{q=Q_{p1}}^{Q_{p2}} (\max_i \{u_{piq}\} + \max_i \{o_{piq}\})$$
 pada bab 3 mencapai minimal. solusi optimal dengan memperbaiki solusi awal dari tahap I dengan melakukan pemindahan dan pertukaran murid dan kelompok pertemanannya.

Pada tahap I, penempatan murid berdasarkan level dan jenis kelamin. Proses penempatan dimulai dengan mencari murid level 3 yang berjenis kelamin laki-laki lalu ditempatkan ke dalam grup tutor yang anggotanya paling sedikit bersama dengan kelompok pertemanannya. Hal tersebut dilakukan hingga semua murid level 3 laki-laki sudah ditempatkan. Lalu murid level 3 berjenis kelamin perempuan ditempatkan ke dalam grup tutor yang anggotanya paling sedikit bersama dengan kelompok pertemanannya. Hal tersebut juga dilakukan hingga semua murid level 3 perempuan sudah ditempatkan. Lalu dilanjutkan murid level 5 laki-laki, murid level 5 perempuan. Setelah selesai proses tersebut, dilanjutkan murid level 4 laki-laki, murid level 4 perempuan.

Algoritma yang digunakan pada tahap I adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Algoritma Tahap I

Setelah algoritma tahap I dijalankan pada program MATLAB, maka akan diperoleh hasil seperti pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 Tabel Hasil Tahap 1

		Grup Tutor								Range*	(8)	(9)
		1	2	3	4	5	6	7	8			
Jenis Kelamin	Laki-laki	16	16	12	17	16	13	12	18	6	8.000	4.500
	Perempuan	11	14	18	13	14	16	17	12	7	7.875	5.188
Level Kemampuan	L3	9	9	6	7	7	6	7	6	3	2.500	1.750
	L4	12	13	16	15	15	15	17	17	5	3.333	3.667
	L5	6	8	8	8	8	8	5	7	3	2.500	2.500
Etnik Minoritas		0	1	3	2	0	5	2	1	5	10.000	5.000
Asal Sekolah	F1	6	7	2	5	7	3	6	9	7	1.964	4.107
	F2	7	8	9	8	8	7	3	5	6	1.643	4.179
	F3	1	3	2	3	4	3	7	4	6	1.393	2.893
	F4	4	1	3	2	2	2	3	6	5	1.286	2.321
	F5	1	3	1	0	1	5	1	0	5	1.429	2.000
	F6	1	2	2	2	0	2	3	1	3	0.821	1.821
	F7	7	6	11	10	8	7	6	5	6	1.857	3.000
Kebutuhan Khusus		0	0	0	2	2	1	0	2	2	7.000	2.000
Total Murid		27	30	30	30	30	29	29	30	3	6.250	3.000
Total Nilai Fungsi Objektif											57.851	47.926

\*Range adalah selisih nilai maksimal dan nilai minimal di setiap grup tutor.

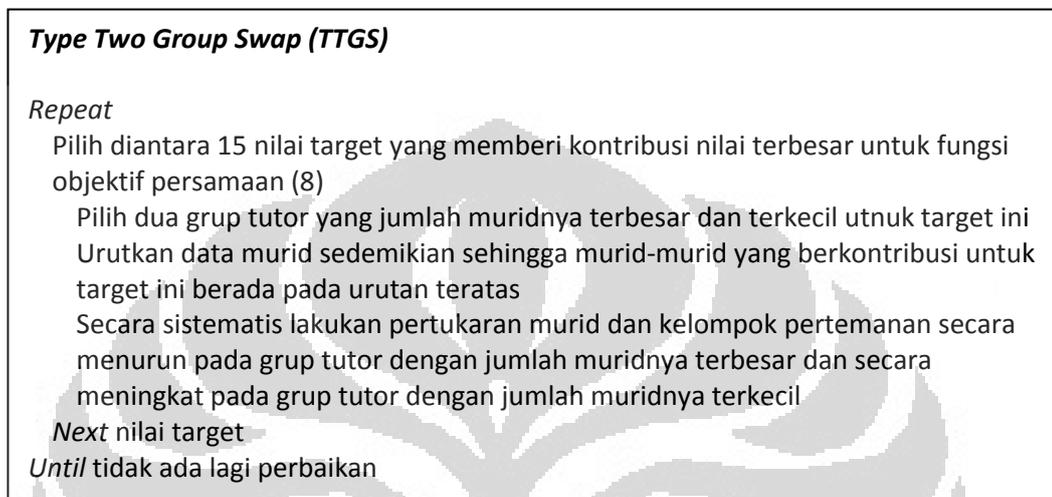
Dari tabel 4.2 diperoleh solusi awal dari fungsi objektif persamaan (8) adalah 57,851 dan fungsi objektif alternatif persamaan (9) adalah 47,928. Range Kriteria etnik minoritas memberi nilai kontribusi terbesar untuk nilai objektif persamaan (8), yaitu 10. Hasil dari tahap I ini menjadi solusi awal untuk melakukan tahap II.

Pada tahap II, akan dilakukan perbaikan dari kondisi grup yang belum seimbang. Indikatornya adalah nilai persamaan (8) masih cukup besar. Perbaikan dilakukan dengan pemindahan atau pertukaran anggota grup-grup tutor hingga diperoleh nilai yang paling minimal.

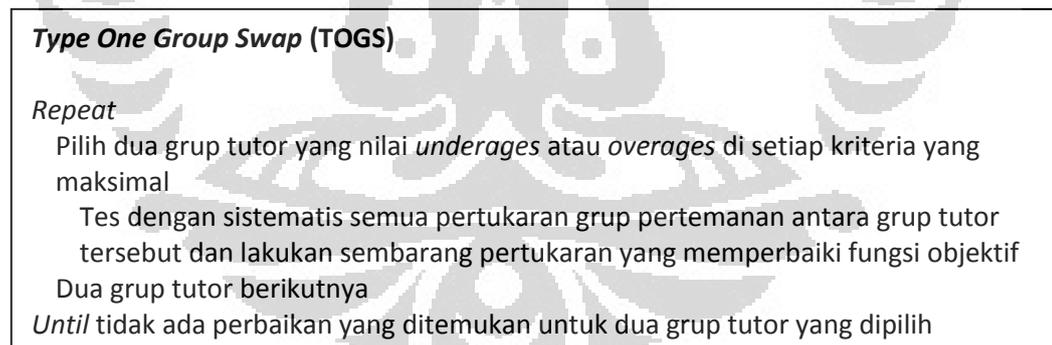
Cara pemindahan dan pertukaran dibagi menjadi tiga cara, yaitu:

1. *Type Two Group Swap*
2. *Type One Group Swap*
3. *Single Group Reallocation*

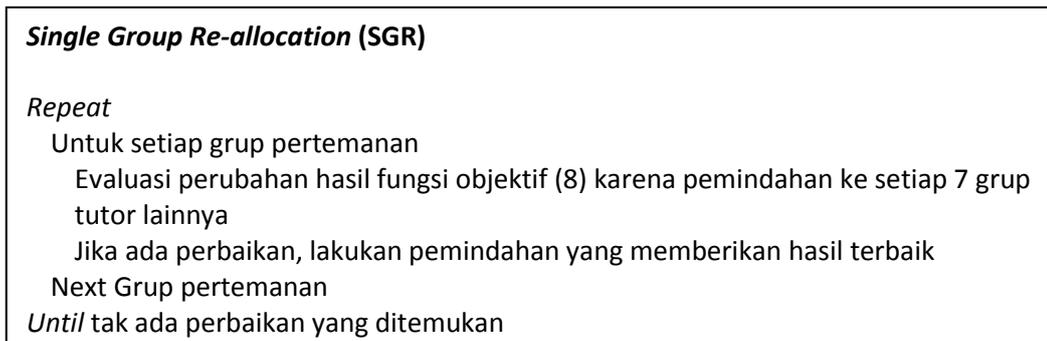
Algoritma dari ketiga cara pemindahan dan pertukaran grup adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 2 Algoritma *Type Two Group Swap*

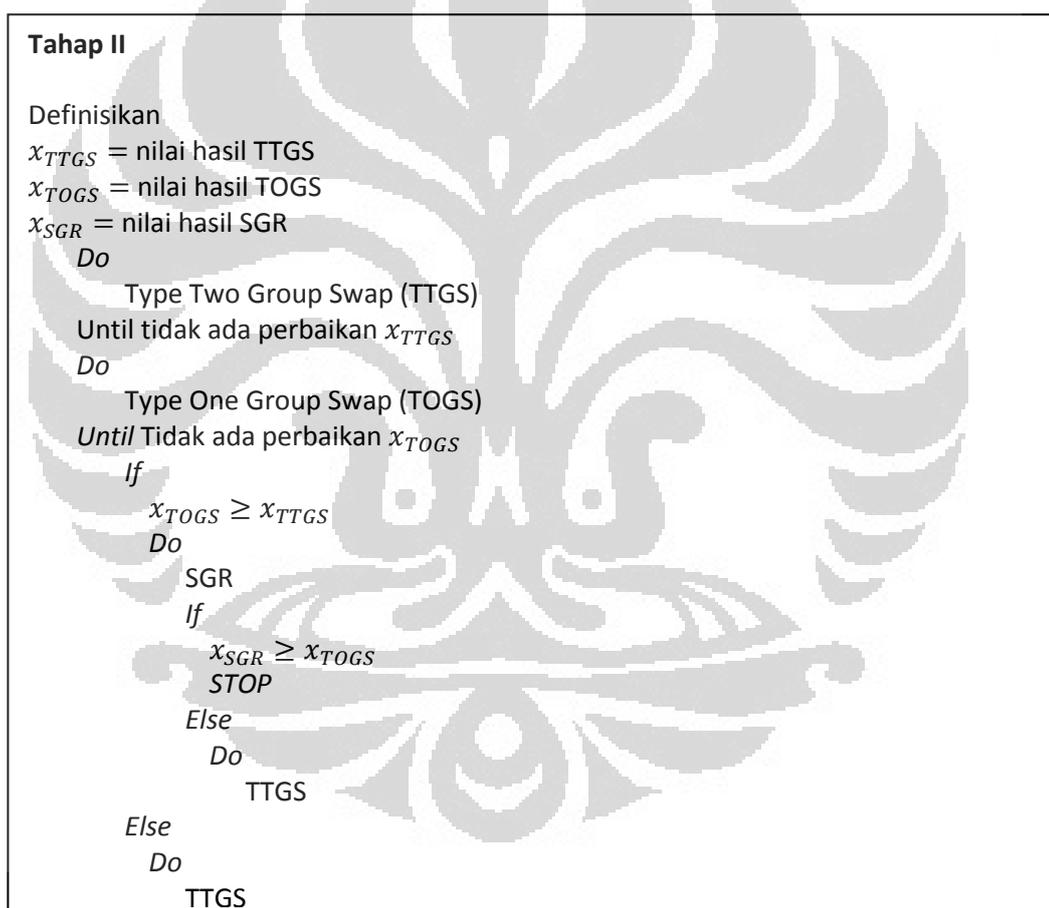


Gambar 4. 3 Algoritma *Type One Group Swap*



Gambar 4. 4 Algoritma *Single Group Re-allocation*

Dan algoritma untuk tahap II adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Algoritma Tahap II

Setelah algoritma tersebut dijalankan pada program MATLAB, maka akan diperoleh hasil seperti pada tabel 4.3 berikut:

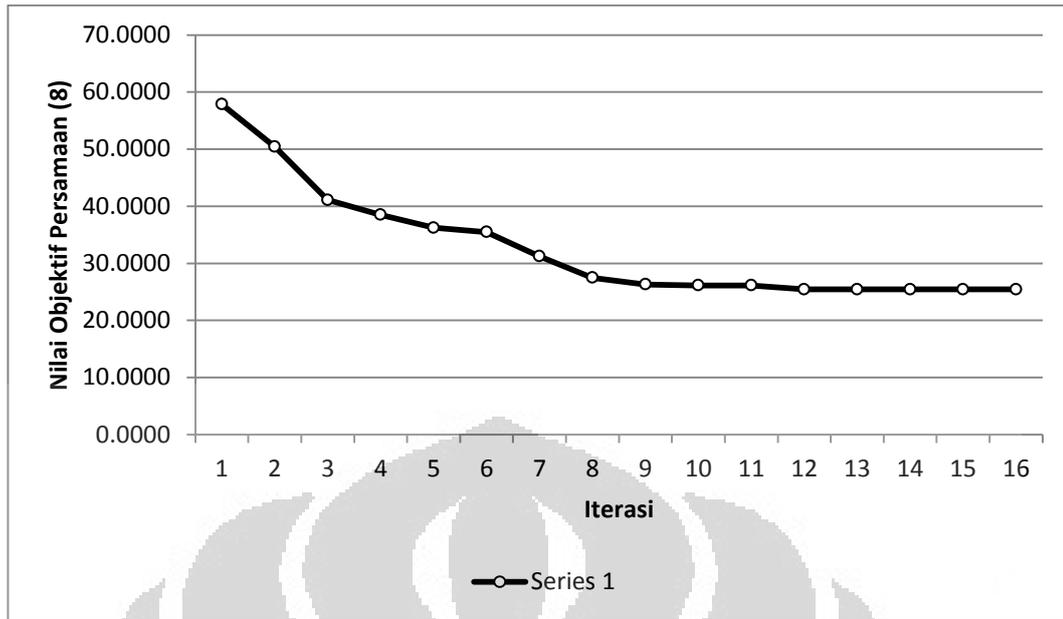
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Tahap II

		Grup Tutor										
		1	2	3	4	5	6	7	8	Range*	(8)	(9)
Jenis Kelamin	Laki-Laki	14	15	15	16	15	16	14	15	2	2.000	1.500
	Perempuan	15	15	14	13	14	14	15	15	2	2.500	1.688
Level Kemampuan	L3	7	7	6	8	8	8	6	7	2	1.750	1.417
	L4	15	17	16	14	14	14	15	15	3	2.000	1.667
	L5	7	6	7	7	7	8	8	8	2	1.500	1.500
Etnik Minoritas		1	2	2	2	2	1	2	2	1	3.000	1.000
Asal Sekolah	F1	6	6	6	4	6	5	7	5	3	0.821	1.821
	F2	5	6	6	8	7	8	8	7	3	1.036	2.036
	F3	2	4	3	3	3	4	4	4	2	0.714	1.464
	F4	3	3	2	3	1	2	3	6	5	1.036	2.321
	F5	4	1	1	2	2	1	1	0	4	1.000	1.857
	F6	2	1	2	1	1	1	3	2	2	0.714	0.821
	F7	7	9	9	8	9	9	3	6	6	1.857	4.714
Kebutuhan Khusus		1	1	1	1	1	1	0	1	1	1.750	1.000
Total Murid		29	30	29	29	29	30	29	30	1	3.750	1.000
<b>Total Nilai Fungsi Objektif</b>											25.429	25.807

\*Range adalah selisih nilai maksimal dan nilai minimal di setiap grup tutor.

Dari tabel 4.2, nilai fungsi objektif persamaan (8) adalah 25,429, terjadi perbaikan nilai sebesar 56,04% dari solusi awal dan fungsi objektif alternatif persamaan (9) adalah 25,807, terjadi perbaikan nilai sebesar 46,152% dari solusi awal. Terdapat 5 grup tutor yang beranggotakan 29 murid dan 3 grup tutor yang beranggotakan 30 murid.

Perubahan nilai fungsi objektif persamaan (8) untuk setiap iterasi pada tahap II dapat dilihat pada gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4. 6 Grafik Nilai Fungsi Objektif (8)

## BAB 5 PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dalam skripsi ini, penyelesaian secara heuristik berhasil meminimalkan waktu yang dibutuhkan untuk menempatkan murid-murid ke dalam grup-grup tutor. Dengan menggunakan program MATLAB versi 7.8.0.347 (R2009a) *license: Trial* dan komputer berprosesor *core i5 M480 @ 2,67 GHz RAM 2 GB*, proses penempatan berhasil dilakukan dalam waktu kurang lebih 25 detik, dengan catatan data yang akan diproses sudah disusun sedemikian rupa sehingga siap untuk diolah (seperti pada tabel lampiran 1).

Hasil penempatan 235 murid baru pada tahun 1998 di suatu sekolah lokal di London, Inggris seperti ditampilkan pada tabel 5.1 berikut:

Tabel 5. 1 Hasil Penempatan Murid-Murid

	GRUP TUTOR							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ID Murid	7	5	2	18	1	16	15	4
	9	6	3	24	19	31	25	20
	10	17	8	30	22	32	26	27
	11	28	14	38	23	37	34	43
	12	40	21	50	33	45	35	44
	13	42	29	61	39	46	36	52
	59	48	49	64	51	55	41	69
	62	60	54	75	53	63	47	74
	92	67	68	79	56	66	57	76
	93	71	70	86	58	80	73	81
	96	72	84	95	65	82	77	89
	123	83	91	104	78	88	94	97
	135	109	98	106	85	90	100	108

	GRUP TUTOR							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ID Murid	141	118	119	113	101	114	105	127
	145	124	131	132	111	120	107	128
	161	130	136	155	112	122	115	129
	162	142	138	156	134	133	116	137
	163	154	139	158	146	147	125	143
	168	157	164	169	166	159	126	144
	181	165	173	170	167	160	148	149
	182	178	180	175	176	183	152	150
	194	185	186	190	187	198	153	151
	195	188	202	197	191	205	171	174
	196	199	203	216	192	206	172	179
	204	200	207	228	201	210	177	189
	219	208	209	229	212	221	184	193
	220	224	211	230	214	222	217	213
	232	226	215	231	218	225	223	227
	235				233		234	

## 5.2 Saran

Program yang dibuat pada skripsi ini dapat digunakan kembali untuk proses penempatan murid-murid pada tahun ajaran berikutnya. Akan tetapi perlu sedikit modifikasi dan penyesuaian dengan kondisi tahun-tahun berikutnya, hal ini karena program pada penelitian ini ada beberapa nilai yang diasumsikan bernilai tetap, seperti jumlah murid, dan jumlah kelompok pertemanan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baker, B. M., & Benn, C. (2001). Assigning pupils to tutor groups in a comprehensive. *The Journal of the Operational Research Society*, 52, 623-629.
- Cattrysse, D., & Van Wassenhove, L. (1992). A survey of algorithm for the general assignment problem. *Eur J Opl Res*, 260-272.
- Ignizio, J. P., & Cavalien, T. M. (1994). *Linear Programming*. Prentice Hill International. Inc.
- Kristanto, D. J. (2006). *Penyelesaian Generalised Assignment Problem Menggunakan Simulated Annealing*. Depok: Departemen Matematika FMIPA-UI.
- Meyer, W. J. (1985). *Concept Of Mathematical Modelling*. Singapore: McGraw-Hill Book Company.
- Pring, R., & Walford, G. ((eds)1997). *Affirming The Comprehensive Ideal*. Falmer Press.
- Riansyah, D. (2011). *Model Penjadwalan Bus dan Pengemudi Secara Bersamaan dalam Sistem Transportasi Perkotaan*. Skripsi. Depok: Departemen Matematika FMIPA-UI.
- Winston, W. L. (1995). *Introduction to Mathematical Programming*. California: International Thomson Publishing.
- Wiryanan, O. (2006). *Penerapan Tabu Search dalam Menyelesaikan Generalised Assignment Problem*. Skripsi. Depok: Departemen Matematika FMIPA-UI.

## LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1 Data Murid-Murid Baru

ID	Kelompok Pertemanan	Jenis Kelamin	Level	Asal Sekolah	SEN	Ethnic
1	1	1	4	1	0	0
2	4	2	3	1	0	0
3	5	1	5	1	0	0
4	11	2	4	1	0	0
5	12	2	4	1	0	0
6	14	2	3	1	0	0
7	19	2	4	1	0	0
8	24	1	5	1	0	0
9	25	1	4	1	0	0
10	25	1	5	1	1	0
11	26	2	4	1	0	0
12	26	1	3	1	0	0
13	28	2	4	1	0	0
14	43	1	5	1	0	0
15	44	1	3	1	0	0
16	47	2	3	1	0	0
17	51	1	5	1	0	0
18	54	1	3	1	0	0
19	66	2	5	1	0	0
20	81	2	4	1	1	0
21	97	2	3	1	0	0
22	98	2	4	1	0	0
23	100	2	3	1	1	0
24	2	1	4	1	0	0
25	9	1	5	1	0	0
26	9	2	4	1	0	0
27	11	1	3	1	0	0
28	13	2	4	1	0	0
29	17	2	4	1	0	0
30	18	2	4	1	0	0
31	23	1	4	1	0	0
32	27	1	4	1	0	0
33	32	2	3	1	0	0
34	41	2	4	1	0	0
35	41	2	3	1	0	1
36	44	2	4	1	0	0
37	45	1	5	1	0	0
38	46	2	5	1	0	0
39	58	1	5	1	0	0

ID	Kelompok Pertemanan	Jenis Kelamin	Level	Asal Sekolah	SEN	Ethnic
40	60	2	4	1	0	1
41	64	1	5	1	0	0
42	72	2	4	1	0	0
43	76	1	5	1	0	0
44	76	1	3	1	0	0
45	78	1	4	1	0	0
46	82	1	5	7	0	0
47	87	2	4	7	0	0
48	92	1	4	7	0	0
49	93	2	4	7	0	0
50	99	1	4	7	0	0
51	100	1	4	7	0	0
52	102	2	4	7	0	1
53	103	1	5	7	0	1
54	106	2	4	7	0	0
55	111	2	4	2	0	0
56	1	2	4	2	0	0
57	3	1	4	2	0	0
58	8	1	4	2	0	0
59	10	1	3	2	0	0
60	13	1	3	2	0	0
61	18	1	4	2	0	1
62	22	1	4	2	0	0
63	23	2	4	2	0	0
64	31	2	4	2	0	0
65	32	2	3	2	0	0
66	35	1	5	2	0	0
67	36	1	5	2	0	0
68	37	2	5	2	0	1
69	40	2	4	2	0	1
70	43	1	4	2	0	0
71	50	2	5	2	0	0
72	51	1	4	2	0	0
73	55	2	3	2	0	0
74	56	2	5	2	0	0
75	59	2	3	2	0	0
76	61	1	3	2	0	0
77	64	1	5	2	0	0
78	66	2	3	2	0	0
79	70	2	3	2	0	1
80	71	1	3	2	0	0
81	79	1	4	2	0	0

ID	Kelompok Pertemanan	Jenis Kelamin	Level	Asal Sekolah	SEN	Ethnic
82	82	1	3	2	0	0
83	92	1	4	2	0	0
84	95	1	4	2	0	0
85	98	1	3	2	0	0
86	99	1	5	2	0	0
87	100	2	4	2	0	0
88	101	1	5	2	0	0
89	102	2	4	2	0	0
90	107	1	3	2	0	0
91	4	1	4	2	0	0
92	6	2	3	2	0	0
93	10	1	3	2	0	0
94	16	2	4	2	0	0
95	18	1	3	2	0	0
96	19	2	4	2	0	0
97	20	2	4	2	0	0
98	24	1	5	2	0	0
99	27	1	5	2	0	0
100	29	1	4	2	0	0
101	32	1	4	2	0	0
102	34	2	5	2	0	0
103	37	1	4	2	0	0
104	46	2	4	2	0	0
105	53	1	4	2	0	0
106	54	1	3	2	0	0
107	55	1	3	2	0	0
108	56	1	5	2	0	0
109	60	1	5	2	1	0
110	63	1	3	3	0	0
111	21	1	5	3	0	0
112	68	1	3	3	0	0
113	69	2	4	3	0	0
114	71	2	4	3	0	1
115	73	2	4	3	0	0
116	73	2	4	3	0	1
117	74	2	3	3	0	0
118	74	1	4	3	0	0
119	77	1	4	3	0	0
120	78	1	3	3	0	0
121	79	1	5	3	0	0
122	82	2	3	3	0	0
123	84	1	4	3	0	0

ID	Kelompok Pertemanan	Jenis Kelamin	Level	Asal Sekolah	SEN	Ethnic
124	86	1	4	3	0	0
125	87	2	5	3	0	0
126	87	1	4	3	0	0
127	88	2	4	3	0	0
128	88	2	5	3	0	0
129	89	1	4	3	0	0
130	90	2	4	3	0	0
131	91	1	4	3	0	0
132	99	2	3	3	0	0
133	101	2	4	3	1	0
134	104	2	4	3	0	0
135	105	1	4	3	0	0
136	110	2	5	3	0	0
137	112	2	3	4	0	0
138	5	1	4	4	0	0
139	5	1	4	4	0	0
140	6	1	4	4	0	0
141	10	1	3	4	0	0
142	12	2	4	4	0	0
143	15	1	5	4	0	0
144	15	2	5	4	0	0
145	19	2	4	4	0	0
146	21	2	5	4	0	0
147	23	2	4	4	0	0
148	38	1	4	4	0	0
149	39	2	4	4	0	0
150	40	1	4	4	0	0
151	40	1	4	4	0	0
152	42	2	3	4	0	0
153	44	1	5	4	0	0
154	50	2	3	4	0	0
155	54	1	5	4	0	0
156	59	1	5	4	0	0
157	67	2	4	4	0	0
158	69	1	4	4	1	0
159	71	2	4	4	0	0
160	71	1	4	5	0	0
161	80	2	3	5	0	0
162	84	1	4	5	0	0
163	84	1	5	5	0	0
164	93	1	4	5	0	0
165	96	2	3	5	0	1

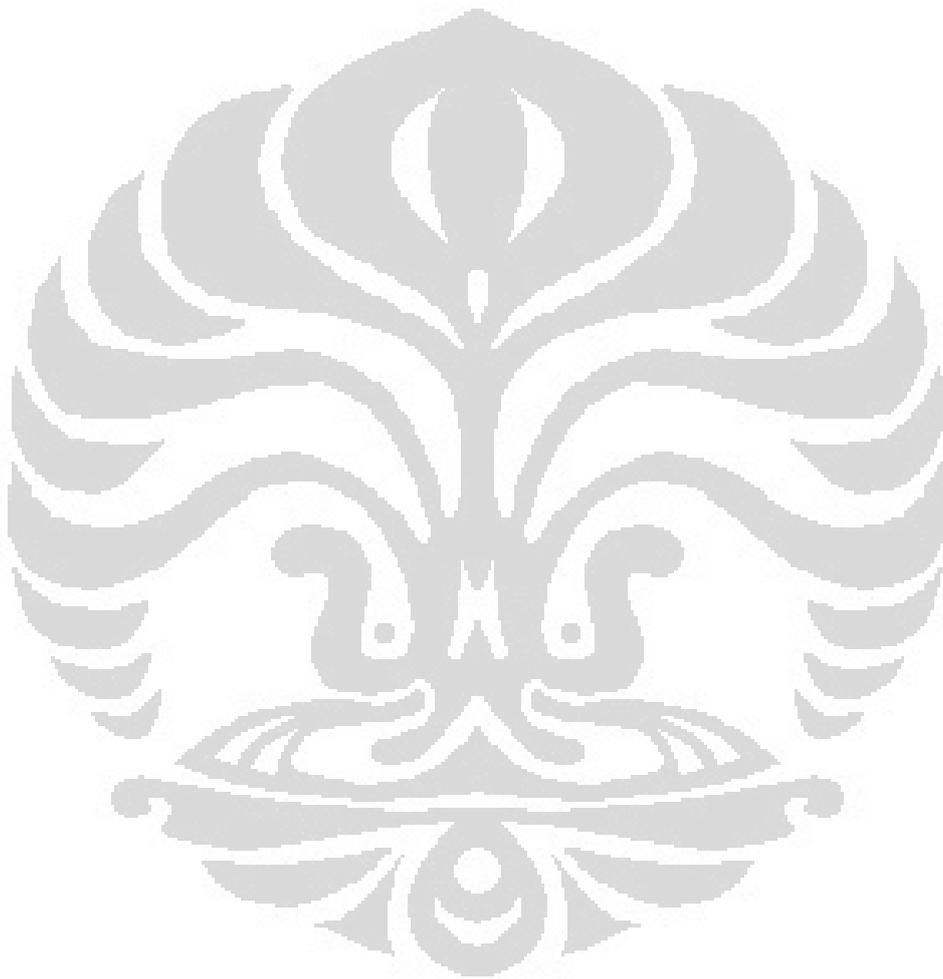
ID	Kelompok Pertemanan	Jenis Kelamin	Level	Asal Sekolah	SEN	Ethnic
166	103	2	3	5	0	0
167	104	1	4	5	0	0
168	105	1	4	5	0	0
169	108	1	5	5	0	0
170	108	1	4	5	0	0
171	109	2	4	5	0	0
172	109	2	3	6	0	0
173	110	1	4	6	0	0
174	112	1	3	6	0	0
175	7	1	5	6	0	0
176	8	2	4	6	0	1
177	9	1	5	6	0	0
178	13	1	4	6	0	0
179	20	2	3	6	0	0
180	24	2	3	6	0	0
181	26	2	5	6	0	0
182	28	1	3	6	0	0
183	33	2	3	6	0	0
184	34	1	4	6	0	0
185	36	1	4	7	0	0
186	43	2	4	7	0	0
187	49	2	5	7	0	0
188	50	2	3	7	0	0
189	56	2	4	7	0	0
190	57	2	4	7	0	0
191	58	1	4	7	0	0
192	58	2	5	7	0	0
193	62	1	4	7	0	0
194	65	2	5	7	0	1
195	65	2	4	7	0	0
196	65	2	5	7	0	0
197	70	2	4	7	0	0
198	71	2	5	7	0	0
199	72	1	3	7	0	0
200	72	2	4	7	0	0
201	75	1	4	7	0	0
202	77	2	3	7	0	0
203	77	2	3	7	0	0
204	80	2	5	7	0	0
205	82	2	4	7	0	0
206	85	2	4	7	0	0
207	91	2	4	7	1	0



- Kebutuhan Pendidikan Khusus/SEN

0=Murid tanpa Kebutuhan  
Pendidikan Khusus

1=Murid dengan Kebutuhan  
Pendidikan Khusus



## Program Utama “Semua”

```

function semua
data=xlsread('data.xls','input');
tic;
m=size(data);
mainmax=max(data(:,2));
lowlevel=min(data(:,4));
maxlevel=max(data(:,4));
jumlevel=maxlevel-lowlevel+1;
rekap=zeros(2*jumlevel+10,mainmax);
for(i=1:m)
    if(data(i,3)==1 & data(i,4)==3)
        rekap(1,data(i,2))=rekap(1,data(i,2))+1;
    rekap(7+data(i,5),data(i,2))=rekap(7+data(i,5),data(i,2))+1;
    elseif (data(i,3)==2 & data(i,4)==3)
        rekap(2,data(i,2))=rekap(2,data(i,2))+1;
    rekap(7+data(i,5),data(i,2))=rekap(7+data(i,5),data(i,2))+1;
    elseif (data(i,3)==1 & data(i,4)==4)
        rekap(3,data(i,2))=rekap(3,data(i,2))+1;
    rekap(7+data(i,5),data(i,2))=rekap(7+data(i,5),data(i,2))+1;
    elseif (data(i,3)==2 & data(i,4)==4)
        rekap(4,data(i,2))=rekap(4,data(i,2))+1;
    rekap(7+data(i,5),data(i,2))=rekap(7+data(i,5),data(i,2))+1;
    elseif (data(i,3)==1 & data(i,4)==5)
        rekap(5,data(i,2))=rekap(5,data(i,2))+1;
    rekap(7+data(i,5),data(i,2))=rekap(7+data(i,5),data(i,2))+1;
    elseif (data(i,3)==2 & data(i,4)==5)
        rekap(6,data(i,2))=rekap(6,data(i,2))+1;
    rekap(7+data(i,5),data(i,2))=rekap(7+data(i,5),data(i,2))+1;
    else
        rekap(7,data(i,2))=rekap(7,data(i,2))+1;
    end
    rekap(15,data(i,2))=rekap(15,data(i,2))+data(i,6);
    rekap(16,data(i,2))=rekap(16,data(i,2))+data(i,7);
end
waktu(1)=toc;
tic;
akj(1,:)=rekap(1,:)+rekap(3,:)+rekap(5,:);
akj(2,:)=rekap(2,:)+rekap(4,:)+rekap(6,:);
blj(1,:)=rekap(1,:)+rekap(2,:);
blj(2,:)=rekap(3,:)+rekap(4,:);
blj(3,:)=rekap(5,:)+rekap(6,:);
cj=rekap(16,:);
dfj=rekap(8:14,:);
ej=rekap(15,:);
lpj=sum(akj);
keadaan=[akj;blj;cj;dfj;ej;lpj];
alpk(1)=(1/8)*sum(akj(1,:));
alpk(2)=(1/8)*sum(akj(2,:));
betal(1)=(1/8)*sum(blj(1,:));
betal(2)=(1/8)*sum(blj(2,:));
betal(3)=(1/8)*sum(blj(3,:));
gama=(1/8)*sum(cj);
deltaf=(1/8)*(transpose(sum(transpose(dfj))));
epsil=(1/8)*sum(ej);
c=alpk(1)+alpk(2);

```

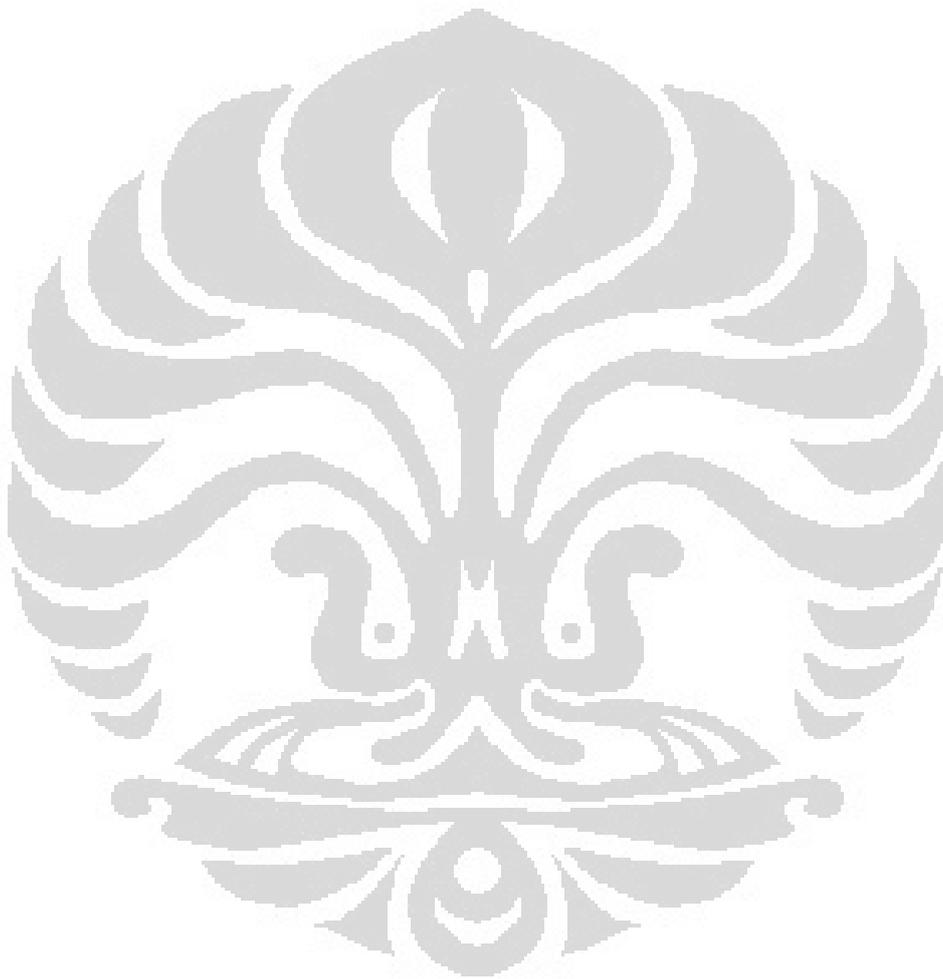
```

target=[alpk';betal';gama;deltaf;epsil;c];
bobot=[1/2;1/2;1/3;1/3;1/3;1;1/7;1/7;1/7;1/7;1/7;1/7;1/7;1;1];
target(:,2)=bobot;
fprintf('Fungsi menjalankan tahap allocation 1, \ntekan apa saja
untuk lanjut');
waktu(2)=toc;
pause;
tic;
[kelompok tutor xij]=allo1(rekap,8);
kelompok=ALLOC(xij,keadaan);
waktu(3)=toc;
tic;
[del u o]=kendala(keadaan,xij,target);
fprintf('\nAllocation 1 selesai \nFungsi menjalankan tahap
allocation 2 \nTekan apa saja untuk lanjut\n');
[xij1 dell iter kelompok1]=allo2(xij,keadaan,target);
fprintf('\nAllocation 2 selesai');
iter=[del(16,1) iter];
range=max(kelompok) '-min(kelompok)';
rangel=max(kelompok1) '-min(kelompok1)';
[a u1 o1 sigma]=kendala(keadaan,xij1,target);
waktu(4)=toc;
tic;
hasil=[1:235];
[m ix]=max(xij1);
urut=ones(1,8);
for i=1:235
    hasil(2,i)=ix(data(i,2));
    a=hasil(2,i);
    umum(urut(a),a)=hasil(1,i);
    urut(a)=urut(a)+1;
end
waktu(5)=toc;
tic;
xlswrite('data.xls',rekap,'rekap','D2');
xlswrite('data.xls',tutor,'rekap','D18');
xlswrite('data.xls',xij,'rekap','D20');
xlswrite('data.xls',keadaan,'rekap','D30');
xlswrite('data.xls',u-o,'rekap','C47');
xlswrite('data.xls',o,'rekap','M47');
xlswrite('data.xls',u,'rekap','W47');
xlswrite('data.xls',xij1,'rekap','D64');
xlswrite('data.xls',u1-o1,'rekap','C73');
xlswrite('data.xls',o1,'rekap','M73');
xlswrite('data.xls',u1,'rekap','W73');
xlswrite('data.xls',[target kelompok range],'Allocation','B3');
xlswrite('data.xls',del,'Allocation','M3');
xlswrite('data.xls',[kelompok1 rangel],'Allocation','O3');
xlswrite('data.xls',dell,'Allocation','X3');
xlswrite('data.xls',iter,'Allocation','F21');
xlswrite('data.xls',umum,'Pengumuman','B3');

waktu(6)=toc;
fprintf('\nProses Selesai \nTekan Apa saja');
pause;
fprintf('\nwaktu yang dibutuhkan untuk melakukan rekapitulasi awal
berdasar level dan jenis kelamin: %f',waktu(1));
fprintf('\nwaktu yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan awal
: %f',waktu(2));

```

```
fprintf('\nwaktu yang dibutuhkan untuk melakukan Alokasi pertama :  
%f',waktu(3));  
fprintf('\nwaktu yang dibutuhkan untuk melakukan Alokasi kedua :  
%f',waktu(4));  
fprintf('\nwaktu yang dibutuhkan untuk membuat pengumuman :  
%f',waktu(5));  
fprintf('\nwaktu yang dibutuhkan untuk menuliskan hasil di MS  
Excel: %f',waktu(6));  
fprintf('\n\n\tTotal Waktu untuk fungsi ini : %f',sum(waktu));
```



## Program Fungsi Kendala

```

function [del u o sigma]=kendala(keadaan,xij,target1)
sigma=keadaan*xij';
[m n]=size(sigma);
selisih=zeros(m,n);
for m=1:n
    selisih(:,m)=target1(:,1)-sigma(:,m);
end
[m n]=size(selisih);
u=zeros(m,n);
o=zeros(m,n);
for i=1:m
    for j=1:n
        if (selisih(i,j)<0)
            o(i,j)=-selisih(i,j);
        else
            u(i,j)=selisih(i,j);
        end
    end
end
del=target1(:,2).*sum((o+u)');
del(:,2)=target1(:,2).*max(o)'+max(u)';
del=[del;sum(del)];

```



### Program MATLAB untuk Tahap 1 (Stage 1)

```

function [alloc, kelompok, xij]=allo1(data, kel)
a=[3 5 4];
b=[1 2];
t=1;
kelompok(1,112)=0;
alloc(15,8)=0;
xij(8,112)=0;
for i=1:length(a)
    for j=1:length(b)
        for k=1:112
            temp=data(2*(a(i)-3)+j,k);
            jum=sum(data(1:6,k));
            if(temp~=0 & kelompok(1,k)==0)
                while(alloc(15,t)+jum>30)
                    t=mod(t, kel)+1;
                end
                kelompok(1,k)=t;
                xij(t,k)=1;
                alloc(15,t)=alloc(15,t)+jum;
            alloc(1,t)=alloc(1,t)+data(1,k)+data(3,k)+data(5,k);
            alloc(2,t)=alloc(2,t)+data(2,k)+data(4,k)+data(6,k);
            alloc(7:13,t)=alloc(7:13,t)+data(8:14,k);
            alloc(3,t)=alloc(3,t)+data(1,k)+data(2,k);
            alloc(4,t)=alloc(4,t)+data(4,k)+data(3,k);
            alloc(5,t)=alloc(5,t)+data(5,k)+data(6,k);
            alloc(6,t)=alloc(6,t)+data(15,k);
            alloc(14,t)=alloc(14,t)+data(16,k);
            t=mod(t, kel)+1;
        end
    end
end
end
end

```

**Program MATLAB untuk Tahap II (Stage 2)**

```
function [xij del iter allo]=allo2(xij, keadaan, target)
stp=[1 1];
iter=[];
while (stp(1)==1)
    while(stp(2)==1)
        fprintf('\neksekusi type two group swap');
        [xij del1 d]=ttgs(xij, keadaan,target);
        iter=[iter d];
        fprintf('\neksekusi type one group swap');
        [xij del2 d e]=togs(xij,keadaan, target);
        iter=[iter d];
        if (e==0)
            stp(2)=0;
        end
    end
    fprintf('\neksekusi single group re-allocation');
    [xij del d allo e]=sgr(xij,keadaan,target);
    iter=[iter d];
    if (e==0)
        stp(1)=0;
    else
        stp(2)=1;
    end
end
```

### Program MATLAB untuk *TypeTwo Group Swap Allocation*

```

function [xij1 del d allo]=ttgs(xij, keadaan,target)
ulg=1;
l=1;
del=kendala(keadaan,xij,target);
d=[];
while ulg==1
    allo=ALLOC(xij,keadaan);
    [a k]=max(del(1:15,1));
    [m1 t1]=max(allo(k,:));
    [m2 t2]=min(allo(k,:));
    xt1=xij(t1,:);
    xt2=xij(t2,:);
    xt11=zeros(2,1);
    xt21=xt11;
    j1=1;
    j2=1;
    for i=1:length(xt1)
        if(xt1(i)==1)
            xt11(:,j1)=[i;keadaan(k,i)];
            j1=j1+1;
        end
        if(xt2(i)==1)
            xt21(:,j2)=[i;keadaan(k,i)];
            j2=j2+1;
        end
    end
    [xt1 k1]=sort(xt11(2,:),'descend');
    [xt2 k2]=sort(xt21(2,:));
    for i=1:length(k1)
        xt1(i)=xt11(1,k1(i));
    end
    for i=1:length(k2)
        xt2(i)=xt21(1,k2(i));
    end
    xij1=xij;
    ulg=0;
    for i=xt1
        for j=xt2
            xij1(t1,i)=0;
            xij1(t2,i)=1;
            xij1(t1,j)=1;
            xij1(t2,j)=0;
            temp1=kendala(keadaan,xij1,target);
            if(del(16,1)>temp1(16,1))
                xij=xij1;
                ulg=1;
                del=temp1;
            else
                xij1=xij;
            end
        end
    end
    d(1)=del(16,1);
    l=l+1;
end

```

### Program MATLAB untuk *Type One Group Swap Allocation*

```

function [xij del d e]=togs(xij,keadaan, target)
ulg=1;
l=1;
d=[];
e=0;
while(ulg==1)
    ulg=0;
    [del u o]=kendala(keadaan,xij,target);
    xt1=max(u);
    [r1 t1]=max(xt1);
    xt2=max(o);
    [r2 t2]=max(xt2);
    if(t1~=t2)
        xt1=xij(t1,:);
        xt2=xij(t2,:);
        xt11=0;
        xt21=0;
        j1=1;
        j2=1;
        for i=1:length(xt1)
            if(xt1(i)==1)
                xt11(j1)=i;
                j1=j1+1;
            end
            if(xt2(i)==1)
                xt21(j2)=i;
                j2=j2+1;
            end
        end
        xij1=xij;
        for i=xt11
            for j=xt21
                xij1(t1,i)=0;
                xij1(t2,i)=1;
                xij1(t1,j)=1;
                xij1(t2,j)=0;
                temp1=kendala(keadaan,xij1,target);
                if(del(16,1)>temp1(16,1))
                    xij=xij1;
                    ulg=1;
                    del=temp1;
                    e=1;
                else
                    xij1=xij;
                end
            end
        end
        end
        allo=ALLOC(xij1,keadaan);
        d(l)=del(16,1);
        l=l+1;
    end
end
end

```

### Program MATLAB untuk *Single Group Reallocation*

```
function [xij dell d allo e]=sgr(xij,keadaan,target)
del=kendala(keadaan,xij,target);
[m n]=size(xij);
xij1=xij;
temp=zeros(m,1);
e=0;
for i=1:n
    for j=1:m
        xij1(:,i)=temp;
        xij1(j,i)=1;
        dell=kendala(keadaan,xij1,target);
        if(dell(16,1)<del(16,1))
            xij=xij1;
            del=dell;
            e=1;
        end
    end
end
dell=kendala(keadaan,xij,target);
allo=ALLOC(xij,keadaan);
d=dell(16,1);
```