**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**USULAN TUGAS AKHIR**

# **IDENTITAS PENGUSUL**

Nama : **Agri Kridanto**

NRP : **5109100140**

Dosen Wali : **Diana Purwitasari, S.Kom, M.Sc**

1. **JUDUL TUGAS AKHIR**

***“Penggunaan Integer Linear Programming berdasarkan Metode Heuristic untuk Optimasi Penjadwalan Pegawai Paruh Waktu”***

***“Using An Integer Linear Programming-based Heuristic for Scheduling Part Time Service Employees Optimization”***

1. **ABSTRAKSI**

Permasalahan penjadwalan pegawai paruh waktu adalah optimasi penjadwalan para pegawai yang tersedia untuk berbagai pekerjaan pada periode tertentu. Para pegawai memiliki kemampuan untuk melakukan tugas yang berbeda dan cenderung bekerja pada waktu yang berbeda serta memiliki target jam kerja yang berbeda pula.

Tujuan utama dalam permasalahan ini adalah untuk memenuhi tuntutan kerja pada suatu periode dengan pegawai yang tersedia dan memenuhi target jam kerja untuk setiap pegawai. Permasalahan ini akan diselesaikan dengan membagi menjadi 2 sub-masalah, yaitu: menentukan *shift* yang baik, dan memberikan *shift* tersebut pada pekerja yang tersedia, dengan menggunakan *Integer Linear Programming (ILP)* untuk menyelesaikan setiap sub-masalah tersebut.

1. **PENDAHULUAN**
   1. **LATAR BELAKANG**

Penjadwalan pegawai paruh waktu banyak ditemukan pada kehidupan nyata, dimana terdapat sekumpulan pegawai yang tersedia, yang memiliki kemampuan tertentu dan kecenderungan untuk bekerja pada waktu tertentu, serta memiliki target jam kerja yang berbeda pula. Perusahaan atau organisasi memiliki tuntutan kerja yang harus dipenuhi oleh para pegawai yang tersedia. Terdapat beberapa batasan yang harus dipenuhi selama periode penjadwalan, seperti: rentang waktu minimal dan maksimal suatu *shift*, dan para pekerja maksimal bekerja pada 5 hari kerja seminggu.

Terdapat tiga langkah dalam melakukan permasalahan penjadwalan seperti ini. Langkah pertama, untuk memprediksi tuntutan kerja pada suatu periode. Langkah kedua, mewujudkan prediksi tuntutan kerja tersebut pada ketersediaan pegawai. Langkah ketiga, untuk mendapatkan ketersediaan setiap pegawai dengan menentukan hari kerja, dan shift pada setiap hari kerja.

Permasalahan penjadwalan seperti ini sangat sulit untuk diselesaikan karena membutuhkan *Integer Linear Programming* (*ILP*) yang sangat besar sehingga penyelesaian permasalahan ini membutuhkan waktu komputasi yang sangat lama. Oleh karena itu, permasalahan ini akan diselesaikan dengan membagi menjadi 2 sub-masalah, yaitu: menentukan shift yang baik, dan memberikan shift tersebut pada pekerja yang tersedia, dengan menggunakan ILP untuk menyelesaikan setiap sub-masalah tersebut.

* 1. **RUMUSAN MASALAH**

Adapun rumusan masalah untuk tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana konsep penerapan ILP untuk menentukan shift yang baik?
2. Bagaimana konsep penerapan ILP dengan metode heuristik untuk pembagian shift yang didapat pada pegawai?
3. Bagaimana implementasi konsep tersebut pada Matlab?
4. Bagaimana melakukan uji coba metode diatas untuk menyelesaikan penjadwalan pegawai paruh waktu?
   1. **BATASAN MASALAH**

Permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini memiliki beberapa batasan, yaitu sebagai berikut :

1. Sistem perangkat lunak dibangun dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB 7.6.0 dan TOMLAB Optimization.
2. Data uji coba pertama adalah data pegawai pada fast food restaurant yang terdapat dalam paper[[1](#Hoj11)].Terdapat 40 pegawai, 5 jenis kemampuan serta target jam kerja yang dimiliki setiap pegawai, dan target jam kerja yang harus dipenuhi oleh para pegawai.
3. Data uji coba kedua adalah data uji coba acak yang dihasilkan dari data uji coba pertama untuk menghasilkan total deviasi sama dengan 0 dari target jam kerja setiap pegawai. Terdapat 40 pegawai, 3 jenis kemampuan serta target jam kerja yang dimiliki setiap pegawai, dan target jam kerja yang harus dipenuhi oleh para pegawai.
4. Penjadwalan akan dilakukan dalam periode penjadwalan 1 minggu dengan total hari kerja maksimal 5 hari.
5. Penjadwalan dilakukan dengan sistem shift dengan durasi shift minimal 3 jam dan durasi maksimal 8 jam.
   1. **TUJUAN DAN MANFAAT TUGAS AKHIR**

Tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Memenuhi tuntutan jam kerja pada ketersediaan pegawai dengan total jam kerja yang minimum.
2. Memenuhi target jam kerja untuk setiap pegawai.
3. Mengimplemetasikan ILP dengan metode heuristik untuk optimasi pada penjadwalan pegawai paruh waktu.
4. Membuktikan bahwa ILP dengan menggunakan metode heuristik dapat menyelesaikan permasalahan penjadwalan pegawai paruh waktu.

1. **TINJAUAN PUSTAKA**
   1. **Integer Linear Programming**

Permasalahan *Linear Programming (LP)* adalah optimasi permasalahan yang mencoba memaksimalkan ataupun meminimalkan fungsi linear dari variabel variabel keputusan[[2](#Hil01)]. Fungsi tersebut disebut fungsi objektif. Nilai nilai dari variabel keputusan yang akan dicari harus memenuhi batasan batasan yang telah ditentukan. Batasan batasan tersebut harus berupa persamaan atau pertidaksamaan linear.

*Integer Linear Programming* (*ILP*) adalah pengembangan dari permasalahan *Linear Programming,* yaitu variabel yang digunakan harus berupa integer[[3](#Pin08)]. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini akan digunakan *ILP* untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan pegawai paruh waktu.

* 1. **Scheduling**

Permasalahan penjadwalan sangat berhubungan alokasi sumber daya yang tersedia untuk melakukan serangkaian pekerjaan tertentu dalam periode tertentu dengan tujuan utama yaitu untuk mengoptimalkan satu atau lebih tujuan yang harus dicapai dengan batasan batasan yang ada[[3](#Pin08)]. Penjadwalan sebagai proses pengambilan keputusan memainkan peranan yang sangat penting dalam hampir semua industri sehingga mampu meningkatkan produktivitas industri tersebut.

Permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini, adalah permasalahan penjadwalan untuk rumah makan makanan cepat saji**,** dimana terdapat tuntutan jam kerja yang harus dipenuhi oleh para pegawai yang tersedia. Terdapat sekumpulan pegawai yang memiliki kemampuan yang berbeda, dan kecenderungan untuk bekerja pada waktu yang berbeda, dan bekerja pada total jam kerja yang berbeda setiap minggunya. Disinilah, penjadwalan memiliki peranan yang sangat penting, yaitu untuk memenuhi tuntutan jam kerja dengan berbagai batasan yang dimiliki oleh para pegawai, sehingga meningkatkan produktivitas kerja.

* 1. **Heuristik**

Metode Heuristik adalah sebuah pendekatan dalam penyelesaian masalah. Metode ini biasa digunakan ketika suatu algoritma atau metode konvensional cukup lambat atau bahkan tidak dapat mencari solusi yang diinginkan[[4](#Wik13)]. Tujuan dari penggunaan metode heuristik adalah menghasilkan solusi yang cukup bagus dari suatu permasalahan, walaupun tidak dapat dipastikan solusi tersebut adalah solusi yang terbaik.

Di dalam paper[[1](#Hoj11)], disebutkan bahwa penggunaan *Integer Linear Programming* (*ILP*) untuk memberikan shift-shift yang telah terpilih pada para pegawai tidak dapat menghasilkan solusi dalam waktu yang wajar pada personal komputer. Oleh karena itu, dalam pengerjaan Tugas Akhir ini metode heuristik akan dipakai di dalam *ILP* untuk memberikan *shift-shift* yang telah terpilih kepada pegawai yang tersedia. Metode heuristik yang dipakai akan memberikan nilai (*penalties*) yang semakin meningkat seiring mendekati solusi[[1](#Hoj11)].

* 1. **MATLAB**

MATLAB adalah lingkungan pengembangan yang ditujukan untuk komputasi teknis,visualisasi,dan pemrograman[[5](#Mat12)]. MATLAB adalah sistem interaktif yang mempunyai basis data array yang tidak membutuhkan dimensi. Ini memungkinkan kita dapat menyelesaikan banyak masalah komputasi teknis, khususnya yang berkaitan dengan formulasi matrik dan vector.

Pemilihan MATLAB sebagai lingkungan pengembangan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini karena MATLAB sangat handal untuk pemodelan data berupa matriks dan vektor, serta keberadaan TOMLAB yang dikembangkan pada MATLAB.

* 1. **TOMLAB Optimization**

TOMLAB adalah kakas kerja yang dikembangkan pada Matlab untuk pemecahan permasalahan optimasi. Pemodelan pada TOMLAB sangat fleksibel ,mudah digunakan, dan sangat handal untuk menyelesaikan berbagai permasalahan optimasi.

TOMLAB menyediakan berbagai macam data tes, serta beberapa *solver* untuk melakukan pemecahan masalah optimasi, seperti: CPLEX, MINLP, MINOS, SOL, dan lain sebagainya[[6](#TOM13)]. Dalam TOMLAB kita hanya perlu melakukan pemodelan satu kali, kemudian dapat menggunakan beberapa solver untuk membandingkan performanya.

1. **METODOLOGI**

Penjadwalan pegawai paruh waktu bertujuan untuk memenuhi tuntutan jam kerja dengan pegawai yang tersedia yang memiliki jam kerja yang paling minimum , serta memenuhi target jam kerja setiap pegawai. Permasalahan ini sangat sulit diselesaikan karena membutuhkan ILP yang sangat besar. Oleh karena itu, permasalahan ini akan diselesaikan dengan membagi menjadi 2 sub-masalah, yaitu: menentukan shift yang baik, dan memberikan shift tersebut pada pekerja yang tersedia, dengan menggunakan ILP untuk menyelesaikan setiap sub-masalah tersebut[[1](#Hoj11)].

Data uji coba terdiri dari:

* Data kemampuan pegawai beserta target jam kerja tiap pegawai
* Data ketersediaan setiap pegawai setiap harinya
* Data target tuntutan jam kerja yang harus dipenuhi oleh para pegawai

Gambar 1 menunjukkan tahapan-tahapan penyelesaian permasalahan pejadwalan pegawai paruh waktu menggunakan *ILP* dengan metode heuristik.



Gambar Diagram Alir *ILP* dengan Metode Heuristik untuk Optimasi Penjadwalan Pegawai Paruh Waktu

### MENENTUKAN SHIFT YANG BAIK

Dalam menetukan shift yang baik, disini akan dihitung berapa jumlah pekerja yang memungkinkan untuk bekerja pada shift tersebut, dan memilih shift yang memiliki jumlah pekerja yang maksimal.

Langkah 1:

Hitung target jumlah *shift* yang dibutuhkan untuk setiap tugas per harinya. Diasumsikan tiap pekerja rata-rata bekerja 4 hari dalam seminggu. Sehingga, untuk 40 pekerja, akan terdapat 160 target *shift*. 160 *shift* akan dibagi pada total pekerja yang tersedia untuk setiap tugasper harinya.

Langkah 2:

Hitung jumlah pekerja yang memungkinkan untuk setiap *shift.*

Langkah 3:

Formulasikan ILP untuk setiap tugas per hari

Trgttd : target jumlah *shift*  untuk tugas *t* di hari *d*

Estd : jumlah pekerja yang tersedia untuk *shift*  *s,* tugas *t*, hari *d*

: jumlah *shift*  di bawah *Trgttd.*

: jumlah *shift* yang melebihi *Trgttd*

ystd : jumlah pekerja yang dijadwalkan pada *shift s* untuk tugas *t* pada hari *d*

rhtd : jumlah pekerja yang dibutuhkan selama jam *h*  untuk tugas *t* pada hari *d*

ahstd : bernilai 1 jika jam *h* berada pada *shift s* untuk tugas *t* pada hari *d*.

Selain itu bernilai 0

* **Tujuan: meminimalkan**

∑s hrss . ystd + δ - ε ∑s Estd. hrss. ystd (1)

Persamaan (1) untuk meminimalkan total jam kerja pegawai, dan memilih shift yang memiliki jumlah pekerja yang maksimal.

* **Batasan**

∑s ahstd . ystd ≥ rhtd, untuk setiap jam *h*  (2)

Batasan (2) mengharuskan agar jumlah pekerja tidak boleh kurang dari dengan jumlah pekerja yang dibutuhkan pada jam kerja tersebut.

∑s ystd + - = Trgttd (3)

Batasan (3) mengharuskan agar jumlah pekerja harus sama dengan target jumlah pekerja-*shift.*

Ystd = integer, untuk setiap *shift*  (4)

Batasan (4) memastikan bahwa jumlah pekerja pada setiap *shift* merupakan bilangan integer.

, ≥0 (5)

Batasan (5) mengharuskan total deviasi dari target jam kerja bukan bilangan negatif.

**MEMBERIKAN SHIFT PADA PEGAWAI**

Setelah mendapatkan shift yang baik pada langkah sebelumnya, kemudian shift tersebut akan dibagikan pada pegawai yang tersedia. Metode heuristik yang akan digunakan disini mirip dengan *Lagrangian Relaxation*, yang akan memberikan fungsi objektive berupa nilai *(penalties)* yang akan semakin meningkat seiring mendekati solusi.  
Dengan memakai metode diatas, ketika kita memberikan suatu shift pada seorang pekerja , maka pekerja tersebut tidak dapat mengambil shift yang lain. Oleh karena itu, kita harus memantau dan menggunakan:

* Jumlah pegawai yang tersisa untuk setiap shift yang tersisa
* Jumlah pegawai yang tersisa setiap harinya
* Jumlah shift yang tersisa setiap harinya
* Jumlah shift yang tersisa pada minggu tersebut
* Jumlah pekerja yang tersisa pada minggu tersebut

: Jumlah dari shift yang tersisa , pekerja *e* tersedia di hari d

: Jumlah dari shift yang tersisa , pekerja *e*  tersedia dalam seminggu ;**=**

: 1 jika pekerja *e* tersedia minimal untuk 1 *shift*  selama sehari, selain itu 0

: Jumlah dari sisa pekerja yang tersedia minimal untuk 1 *shift* selama sehari ;

**=**

*Er*:Jumlah dari sisa pekerja harian yang masih tersedia minimal untuk 1 *shift* selama sehari( maksimal 5 selama seminggu); **Er  *=***

Jumlah sisa pekerja yang tersedia untuk *shift s*, task *t ,* hari *d*

Jumlah minimal pekerja untuk jam berapapun (L-hour) pada shift dalam pada hari *d; =* mins r  {: hrss = L }

: Jumlah dari shift yang tersisa pada hari *d*

: Jumlah hari kerja dibawah 5 untuk pekerja *e*

Xtd= bernilai 1 jika shift dengan panjang (L-Hour) dipilih , jika tidak bernilai 0

* Heuristic yang digunakan dalam metode ini sebagai berikut :

dan = 0 , dimana:

: Jumlah jam kerja yang masih di bawah target jam kerja mingguan

: Jumlah jam kerja yang berada di atas target jam kerja mingguan

Langkah 1:

Hitung total dari shift yang tersisa untuk pekerja yang tersedia .Cari pekerja dengan nilai ( terendah, selanjutnya disebut pekerja *ei.*

Langkah 2:

Untuk setiap *ei* :

1. Untuk setiap *shift* yang tersisa, hitung jumlah pekerja yang masih tersisa

(termasuk ei) dan masih tersedia )

1. Untuk setiap *shift* dengan panjang L dari shift yang tersisa, hitung jumlah minimal dari pekerja yang tersisa (termasuk ei) dan tersedia
2. Untuk setiap hari *d*, hitung jumlah total dari pekerja yang tersisa (termasuk ei) yang masih tersedia setidaknya minimal untuk 1 shifts )
3. Hitung jumlah total dari pekerja harian yang tersedia setidaknya untuk 1 shift dalam sehari, maksimal 5 hari seminggu(Er).
4. Untuk setiap hari d, hitung jumlah shift yang tersisa)
5. Selesaikan ILP untuk *ei*

* **Tujuan : meminimalkan**

(1+ε )+(1+ε )+ – 2 (6)

Persamaan (6) digunakan untuk meminimalkan total deviasi jam kerja (yang masih dibawah target jam kerja dan yang berada di atas target jam kerja ) dari target jam kerja mingguan .

* **Batasan :**

= 5 (7)

Persamaan (7) untuk membatasi para pekerja maksimal 5 hari kerja

= *Trgte* (8)

Persamaan (8) untuk memastikan agar memenuhi target jam kerja mingguan

, untuk setiap hari *d* (9)

Pertidaksamaan (9) untuk memastikan bahwa maksimal 1 shift yang terpilih per hari

≤ ,untuk setiap panjang shift *L* dan hari *d* (10)

Pertidaksamaan (10) digunakan agar memberikan nilai 0 pada panjang *shift* jika pegawai tidak tersedia untuk *shift* tersebut.

1. Berikan shift tersebut pada employee ei .

Remove employee ei Remove shift tersebut.

Update

Kembali ke langkah 1.*.*

1. **JADWAL KEGIATAN**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Tahapan | Bulan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Maret | | | | April | | | | Mei | | | | Juni | | | | Juli | | | |
| 1. | Penyusunan Proposal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2. | Studi Literatur |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3. | Implementasi |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4. | Pengujian dan Evaluasi |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5. | Penyusunan Buku Tugas Akhir |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. **DAFTAR PUSTAKA**

x

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Mehran Hojati and Ashok S Patil, "An integer linear programming-based heuristic for scheduling heterogeneous part-time service employees," *European Journal of Operational Research 209*, pp. 37-50, 2011. |
| [2] | Frederick S Hillier and Gerald J Lieberman, *Introduction to Operations Research*, 7th ed., 2001. |
| [3] | Michael L Pinedo, *Scheduling: Theory, Algorithm, and Systems*, 3rd ed.: Prentice Hall, 2008. |
| [4] | (2013, Mar.) Wikipedia, the free encyclopedia. [Online]. <http://en.wikipedia.org/wiki/Heuristic_%28computer_science%29> |
| [5] | (2013, Mar.) MATLAB- The language of technical computing. [Online]. <http://www.mathworks.com/products/matlab/> |
| [6] | (2013, Mar.) TOMLAB OPTIMIZATION. [Online]. <http://tomopt.com/tomlab/about/> |

x