

## FIXATION TEST UNTUK PENDIMENSIONAN NODE HARDWARE PADA JARINGAN SDH (SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY)

M. Zen Samsono Hadi<sup>1)</sup>, Aries Pratiarso<sup>2)</sup>, M. Agus Zainuddin<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Telekomunikasi  
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111  
<sup>1)</sup>email : zenhadi@eepis-its.edu

### Abstrak

Pada perencanaan jaringan telekomunikasi berbasis teknologi SDH, diperlukan optimasi biaya di dalam pendimensionan node hardwarenya yaitu penentuan berapa banyak port card, pluggable device kind dan base equipment configuration (BEC) yang diinstall pada sebuah node hardware SDH. Di dalam makalah ini akan digunakan 2 metode untuk menyelesaikan permasalahan optimasi tersebut yaitu Mixed Integer Linear Programming (MILP) dan heuristic method. MILP dikenal dapat mencari optimal solution tetapi sangat lambat ketika datanya kompleks, sedangkan heuristic, solusi yang diberikan mendekati optimal tetapi sangat cepat dalam menangani data yang kompleks.

Agar didapat hasil yang optimal dan cepat untuk data yang kompleks, dilakukan penggabungan 2 metode diatas (fixation test) dengan syarat metode heuristic harus memiliki nilai yang sedekat mungkin dengan optimal solution.

Hasil dari penelitian, didapatkan bahwa mean percentage error untuk nilai heuristic dibanding optimal solution dibawah 10% sehingga metode fixation test cukup efektif dalam mendapatkan solusi yang optimal dan cepat untuk data yang kompleks.

**Keyword** : SDH, MILP, metode heuristic, fixation test

### 1. PENDAHULUAN

Saat ini, pengembangan jaringan telekomunikasi tersebar sangat luas. Dan tentunya pengembangan jaringan tersebut harus didukung oleh node hardware yang efisien.

Node hardware yang efisien berarti bahwa ini akan menyediakan biaya yang minimal dalam membangun sebuah node hardware. Sebuah node hardware sendiri terdiri dari 3 bagian penting yaitu port card, pluggable device dan base equipment configuration yang akan menangani aliran bit trafik pada node tersebut.

Untuk menyelesaikan permasalahan diatas digunakan metode MILP dan heuristic. Metode MILP sangat cepat dan dapat memberikan solusi yang optimal jika data masukannya adalah kecil dan tidak banyak. Tetapi jika datanya besar dan kompleks, metode tersebut akan membutuhkan waktu yang lama dikarenakan banyaknya branch-and-bound. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan penggabungan metode MILP dan heuristic. Heuristic digunakan untuk mendapatkan solusi yang mendekati optimal dan cepat, dan hasilnya dipakai untuk menghapus beberapa variabel dari data masukan sebelum diselesaikan dengan MILP.

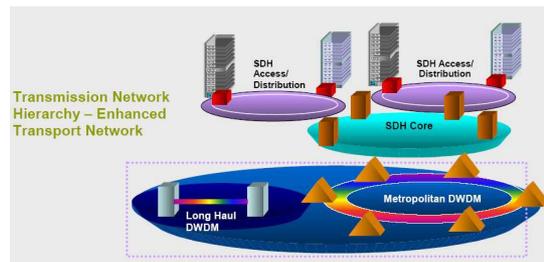
Metode MILP sudah teruji untuk mengatasi permasalahan dimensi node hardware [Koerkel], dan penggunaan metode heuristic dan perbandingan kecepatannya antara 2 metode diatas sudah dikembangkan [Hadi], sehingga dalam makalah ini akan dilakukan penggabungan 2 metode diatas.

### 2. NODE HARDWARE

#### 2.1. NODE HARDWARE LAYOUT

Dalam jaringan telekomunikasi terutama yang berbasis SDH (Synchronous Digital Hierarchy), terdiri dari beberapa perangkat:

- a. Chassis dari perangkat (base equipment conf).
- b. Port Card
- c. Pluggable device, seperti Gigabit Interface Converter (GBIC), Small Form Factor Pluggables (SFP).
- d. Backplane power supply
- e. Control Management
- f. Route Processor
- g. Memory



Gambar 1. Jaringan Telekomunikasi berbasis SDH

### 2.1 Istilah pada Node Hardware Model

Untuk memudahkan pemahaman perangkat node telekomunikasi dalam model matematika, berikut adalah beberapa istilah yang dibuat untuk mewakilinya [Koerkel]:

- Base equipment  
Sebagai casing dari node hardware yang terdiri dari rak, power supply, controller card, backplane hardware, dan lain-lain.
- Base equipment configuration (BEC)  
Port card yang terinstall pada base equipment membutuhkan beberapa resource seperti bit rate, slot, dan lain-lain.
- Type port card  
Merupakan plug-in modul yang terdiri dari satu atau beberapa port.
- Type port  
Mewakili port yang ada pada port card. Ini berhubungan dengan bit rate yang berbeda-beda, seperti 1Gb/s, 2.5Gb/s.
- Pluggable device  
Seperti GBIC atau SFP.



Gambar 2. Base equipment dari SDH



Gambar 3. Port card dari beberapa vendor



Gambar 4. Pluggable device dari SFP

## 3. METODE MILP DAN HEURISTIC

MILP menggunakan metode simplex dan branch-and-bound dalam memecahkan permasalahan integer programming. Sedangkan metode heuristic adalah teknik pencarian yang akan mencari nilai yang mendekati nilai optimal dengan waktu perhitungan yang cepat tetapi tidak menjamin solusi yang optimal.

### 3.1 Model Matematika (MILP)

Model matematika mempunyai 2 bagian yaitu fungsi obyektif untuk menghitung minimal biaya dan batasan-batasannya [Koerkel].

$$\min_{x,y,z,\zeta} \sum_k \sum_{i \in I_k} r_{ik} x_{ik} + \sum_k t_k y_k + \sum_l c_l z_l + \bar{c} \zeta \quad (1)$$

Fungsi obyektif (1) akan menghitung biaya minimal dari pluggable device, port card dan base equipment berdasarkan variable vector  $(x, y, z, \zeta)$ . Persamaan diatas memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

$$\sum_{k \in K_j} x_{ik} = b_{ij}, \quad \forall j, \forall i \in I_j \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I_k} x_{ik} \leq \eta_k y_k, \quad \forall k \quad (3)$$

$$\sum_k \alpha_{hk} y_k \leq \sum_l \beta_{hl} z_l + \bar{\beta}_h \zeta, \quad \forall h \quad (4)$$

Penjelasan dari batasan-batasan diatas adalah sebagai berikut:

(2) berarti bahwa pluggable device  $i$  yang terinstall untuk tipe port card  $j$  sesuai dengan nilai demand  $b_{ij}$ .

(3) berarti bahwa ada cukup port card untuk pluggable device yang terinstall

(4) Ini akan memilih BEC yang sesuai dengan jumlah port card yang terinstall berdasarkan resource yang dimiliki.

Penyelesaian permasalahan integer programming diatas akan dilakukan dengan MILP, dengan menggunakan LPSOLVE.

### 3.2 Metode Heuristic

Sebagaimana diketahui, MILP memiliki kelemahan jika data yang diolah besar dan kompleks, sehingga digunakan metode heuristic untuk mengatasi permasalahan tersebut. Ide dasar dari metode heuristic ini dari metode complex oleh M. J. Box [Box].

Metode heuristic terdiri dari 3 bagian, yaitu:

- a. Step 1 (Proses seleksi)  
Ini akan memilih nilai terendah dari kombinasi pluggable dan port card.
- b. Step 2 (Pembentukan nilai awal)  
Berdasarkan dari data diatas (a), akan dihitung nilai dari fungsi obyektif.
- c. Step 3 (Prosedur untuk mendapatkan nilai yang mendekati optimal).

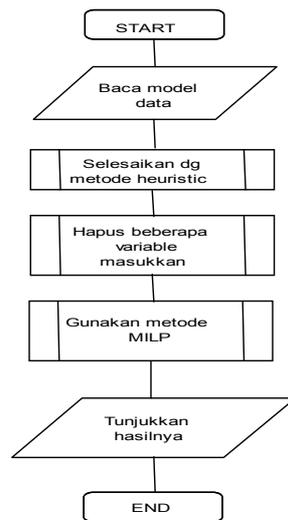
Algoritma diatas akan mencari solusi yang mendekati nilai optimal berdasarkan 4 parameter yaitu pluggable, port card, resource commodities dan base equipment configuration [Hadi].

### 3.3 Fixation Test

Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan solusi yang tepat dan cepat dalam menangani permasalahan baik yang berskala kecil maupun besar, maka akan digunakan metode fixation test yaitu data masukan akan diproses terlebih dahulu oleh metode heuristic (dengan syarat, metode ini harus jauh lebih cepat dari MILP) dan hasilnya yang berupa nilai tertentu (fixed value) akan digunakan untuk menghapus beberapa variabel masukan, dan selanjutnya akan diselesaikan dengan metode MILP untuk mendapatkan hasil yang optimal. Fixed value yang digunakan paper ini adalah pada nilai Base Equipment Configuration (BEC). Algoritma yang digunakan dapat dilihat pada gambar 5.

Dan dari hasil eksperimen pada [Hadi] didapatkan bahwa :

- a. Waktu yang diperlukan oleh metode MILP akan meningkat secara eksponensial jika data semakin kompleks, sementara maximum waktu yang diperlukan oleh heuristic adalah 0.01 detik.
- b. Mean percentage error dari metode heuristic dibandingkan dengan MILP adalah dibawah 10%.



**Gambar 5. Fixation Test pada MILP dengan metode Heuristic**

Metode heuristic digunakan untuk mendapatkan solusi awal yang akan menghapus beberapa variable BEC sebelum dimasukkan ke metode MILP. Kondisi tersebut akan menurunkan jumlah branch-and-bounds dari masalah yang akan dipecahkan.

Algorithm untuk menghapus beberapa variable BEC sebagai berikut:

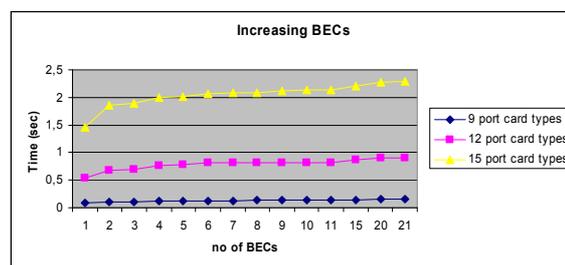
1. Baca data dari model file
2. Selesaikan dengan metode heuristic
3. Output dari heuristic adalah nilai obyektif yang dihasilkan oleh metode tersebut.
4. Update data dari BEC dengan menghapus beberapa nilai BEC jika biaya dari BEC lebih dari hasil no 3.
5. Selesaikan problem dengan metode MILP (LPSOLVE).
6. Tunjukkan hasilnya.

#### 4. HASIL EKSPERIMEN

Dalam penelitian ini, penulisan program dilakukan dengan c++, dan eksperimen didasarkan pada beberapa parameter, yaitu :

- a. Peningkatan jumlah port card sebanyak 9
- b. Peningkatan jumlah port card sebanyak 12
- c. Peningkatan jumlah port card sebanyak 15

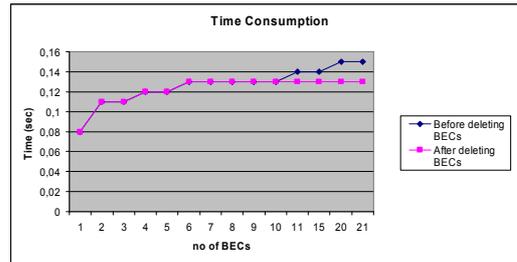
Sebelumnya akan dilakukan pengujian waktu yang diperlukan ketika jumlah BEC meningkat dengan tiga kondisi diatas.



**Gambar 6. Konsumsi waktu untuk peningkatan jumlah BEC**

##### 4.1 Peningkatan jumlah port card sebanyak 9

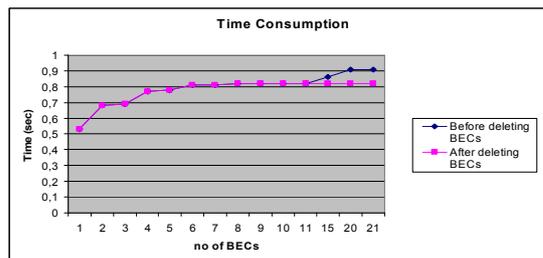
Tujuan dari tahapan ini adalah untuk menguji apakah metode heuristic dapat secara efektif lebih cepat ketika data semakin kompleks dengan meningkatkan jumlah port card type k sebanyak 9.



Gambar 7. Perbedaan waktu, sebelum dan sesudah penghapusan BEC untuk 9 port card

#### 4.2. Peningkatan jumlah port card sebanyak 12

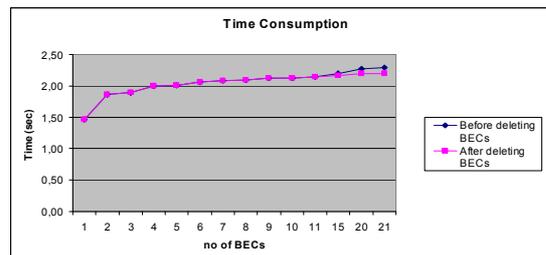
Sama seperti pada 4.1., tetapi ditingkatkan jumlahnya sebanyak 12.



Gambar 8. Perbedaan waktu, sebelum dan sesudah penghapusan BEC untuk 12 port card

#### 4.3. Peningkatan jumlah port card sebanyak 15

Sama seperti pada 4.1., tetapi ditingkatkan jumlahnya sebanyak 15.



Gambar 9. Perbedaan waktu, sebelum dan sesudah penghapusan BEC untuk 15 port card

Dari gambar diatas didapatkan bahwa metode heuristic lebih cepat daripada MILP.

### 5. KESIMPULAN

Dari hasil eksperimen diatas dapat disimpulkan bahwa:

- BEC akan dihapus jika biaya dari BEC melebihi nilai awal dari hasil heuristic.
- Pada peningkatan jumlah dari BEC, algoritma yang digunakan masih efektif untuk menghapus beberapa data BEC sehingga menurunkan waktu perhitungan.

### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Box, M. J, 1965., *A new method of constrained optimisation and comparison with other methods*, Computer Journal, Volume 7, pages 42 – 52
- Hadi, M. Z., 2008, *A Node Hardware Dimensioning Model For Telecom Networks using Heuristic Method*, Seminar IES, PENS-ITS
- Koerkel, M. F June 19, 2008., *Node Layout Model for Telecommunication Networks*, T-Systems Enterprise Services GmbH, Version: 0.99d,
- Marconi Communications GmbH, 2000, *Introduction to the Synchronous Digital Hierarchy – SDH Basics*