

OPTIMASI PENJADWALAN KOAS DENGAN METODE BRANCH AND PRICE

Pulut Suryati¹, Subanar²

¹Program Studi Sistem Informasi STMIK AKAKOM, Yogyakarta

²Jurusan Matematika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: ¹puluts@gmail.com, ²subanar@yahoo.com

ABSTRAK

Program kepaniteraan klinik merupakan suatu bagian penting dalam sistem pendidikan kedokteran, program kepaniteraan klinik yaitu suatu periode pendidikan kedokteran yang ditekankan pada penerapan teori-teori yang sebelumnya sudah di dapat dari periode pra klinik. Program kepaniteraan klinik dilaksanakan di rumah sakit atau pun puskesmas yang ditunjuk, para calon dokter yang sedang melaksanakan program ini sering di sebut dengan istilah koas. Penjadwalan koas yaitu pengaturan dari beberapa koas yang akan dialokasikan pada beberapa unit dalam waktu atau periode tertentu. Hal ini bukan merupakan pekerjaan yang mudah.

Penelitian ini mengusulkan sistem optimasi penjadwalan koas sebagai permasalahan integer programming dan kemudian diselesaikan dengan metode branch and price. Permasalahan meliputi fungsi tujuan yaitu meminimalkan pelanggaran konstrain sebagai biaya pinalti dan fungsi kendala yang terdiri dari batasan kapasitas, batasan kebutuhan formasi (formation requirements), non availability constraints dan setup constraints terdapat juga batasan untuk aktivitas serta libur yang berturut-turut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi dapat menghasilkan solusi masalah penjadwalan koas dengan optimal namun model dan sistem yang dibangun masih belum dapat menyelesaikan permasalahan pada kasus nyata penjadwalan koas. Solusi dapat diperoleh pada durasi 82,3%, jumlah kelompok 62,5% dan jumlah unit 41,7% dari kasus nyata dengan waktu pengujian kurang dari 60 menit.

Kata Kunci: optimasi, penjadwalan, branch and price, integer programming.

ABSTRACT

“Kepaniteraan klinik” program is an important part of the medical education system. “Paniteraan clinic” program is a medical education period emphasizing on the application of previous theories obtained from pre-clinic period. This program is conducted in hospitals or in pointed health centers. Doctor candidates conducting this program are often called trainee. The trainee scheduling is a set of management for some trainees allocated to some units in a certain period which is not an easy job. This research proposes a trainee scheduling optimality system as an integer programming problems which then will be solved by using branch and price method. This problem consists of objective function that is to minimize violation constraint as a total penalty cost and constraints function which contains of capacity constraints, formation requirements constraints, non availability constraints and set-up constraints also including maximum limit for consecutive activities consecutive holidays. The test result showed that this application can give solution in the completion of trainee scheduling problem optimally, but the model and the system built are still unable to solve the real scheduling case among medical trainees. The solution could be obtained at 82,3% duration, 62,5% group number and 41,7% unit number from the real case with testing time less than 60 minutes.

Keywords: optimality, Scheduling, branch and price, integer programming.

I. PENDAHULUAN

Program kepaniteraan klinik merupakan suatu bagian penting dalam sistem pendidikan kedokteran, program kepaniteraan klinik yaitu suatu periode pendidikan kedokteran yang ditekankan pada penerapan (aplikasi) teori-teori yang sebelumnya sudah di dapat dari periode pra klinik. Program kepaniteraan klinik dilaksanakan di rumah sakit atau pun puskesmas yang ditunjuk, para calon dokter yang sedang melaksanakan program ini sering di sebut dengan istilah koas (*trainee/clerkship/physicians*) (dari kata ko-asisten, artinya sebagai asisten dokter).

Pada program panitera klinik akan disusun jadwal para koas untuk mengikuti sejumlah aktifitas di unit di rumah sakit yang ditunjuk untuk satu periode yang telah ditentukan. Program ini juga menjadi bagian untuk pemenuhan sumber daya di rumah sakit atau klinik [1],[2],[3]. Pemodelan integer linear programming digunakan untuk penyelesaian masalah penjadwalan koas [1]. Model yang dibangun terdiri dari beberapa konstrain, yaitu konstrain kapasitas (*coverage constraints*), kebutuhan formasi (*formation requirements*), *non availability constraints* dan *setup constraints*. Pada Permasalahan dunia nyata, konstrain-konstrain ini sulit untuk dapat memberi kepuasan pada semua pihak, sehingga

terdapat konstrain yang boleh dilanggar dengan beberapa biaya pinalti. Tujuan dari model penjadwalan adalah meminimalkan total biaya pinalti.

Penjadwalan koas di Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada yang ditempatkan di RS. Dr. Sardjito saat ini, penjadwal mempunyai 7 pola urutan aktifitas penjadwalan koas. Beberapa group koas dijadwalkan dengan mengikuti 1 pola untuk tiap group (*trail and error*). Setelah berhasil membuat jadwal suatu group dan ketika group yang lain tidak dapat dijadwalkan tanpa melanggar beberapa batasan, penjadwal akan menyusun ulang group sebelumnya untuk melihat kemungkinan perbaikan dengan mempertimbangkan batasan yang tidak boleh dilanggar, selain batasan kapasitas, batasan kebutuhan formasi (*formation requirements*), *non availability constraints* dan *setup constraints* terdapat juga batasan untuk aktivitas serta libur yang berturut-turut. Pekerjaan ini membutuhkan waktu yang lama, selain itu solusi yang diperoleh kemungkinan belum optimal.

Penggunaan *integer linear programming (ILP)* untuk memodelkan masalah penjadwalan koas yang bertujuan untuk meminimalkan biaya pinalti. Metode penyelesaian masalah penjadwalan koas ini cukup rumit karena masalah ini memuat sejumlah angka yang cukup banyak, bahkan ratusan ribu variabel dan konstrain. Masalah penjadwalan koas biasanya berlaku untuk periode yang lebih lama dan koas masih harus menyelesaikan pendidikannya, sehingga mereka harus menyelesaikan beberapa *activity* dimana kapasitas tiap *activity* tersebut biasanya terbatas hal ini akan menambah jumlah variabel dan *constraint*. Koas juga tidak dapat diganti dengan koas lain jika ia tidak dapat melaksanakan *activity* tersebut.

Kondisi ini akan menambah beberapa konstrain yang kompleks didalam pemodelan. Karena dimensinya berskala besar (*large-scale*) dan mempunyai konstrain yang kompleks, masalah ini tidak dapat diselesaikan dengan mudah menggunakan metode standar linier programming. *Branch and price* merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan skala yang besar. *Branch and price* telah terbukti dapat menyelesaikan masalah dengan skala yang besar dengan lebih cepat dibandingkan dengan metode reguler yaitu *branch and bound* [1]. Karena itu penelitian ini akan menggunakan algoritma *branch and price* untuk menyelesaikan masalah penjadwalan koas sehingga dapat diperoleh solusi penjadwalan yang optimal.

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan terkait dengan penjadwalan dan metode *branch and price* yang digunakan diantaranya untuk menyelesaikan masalah alokasi penyimpanan (*inventory*) dinamis pada industri baja[5], penjadwalan tour pegawai yang dimodelkan dalam bentuk model integer programming [6], *masalah optimasi penjadwalan crane* [7], penjadwalan di rumah sakit [1] dan masalah flexibel shift penjadwalan *midterm physician*[8]. Selain menggunakan algoritma *branch and price* masalah optimasi penjadwalan, masalah penjadwalan diselesaikan dengan metode yang lain diantaranya menggunakan algoritma genetika untuk penyelesaian masalah penjadwalan *resident physician* [9] dan Optimasi Penjadwalan untuk penebangan hutan [10]. *Analytical hierarchy process (AHP)* digunakan pada penyelesaian model goal programming yang mengakomodasi hard konstrain dan soft konstrain untuk perencanaan bulanan digunakan sebagai koefisien deviasi dari *soft constraint* dalam fungsi objektif untuk masalah penjadwalan *emergency medicine residents (EMRs)* [11].

II. METODE PENELITIAN

Sistem dalam penelitian ini akan dibuat yaitu sistem penjadwalan untuk program panitera klinik atau biasa disebut dengan coass dengan menggunakan model matematika programing yaitu berupa *integer linear programming* yang diselesaikan dengan menggunakan metode *branch and price*. Dalam sistem ini diharapkan dapat memenuhi batasan keras atau aturan yang telah ditetapkan baik dari Fakultas kedokteran maupun pihak mitra yaitu rumah sakit terkait dan dapat meminimalkan pelanggaran terhadap konstrain lunak.

2.1 Model Matematika

Pengembangan model merupakan salah satu tahap penting dalam proses penjadwalan. Dalam tahap ini mengidentifikasi permasalahan yang dirumuskan dalam binary integer programming yaitu menentukan variabel keputusan, fungsi kendala, koefisien fungsi kendala dan relasi yaitu tanda batasan pada masing-masing fungsi kendala dan ruas kanan fungsi kendala.

Fungsi Tujuan :

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} X_{ijk} \quad (1)$$

P_{ij} merupakan biaya pinalti untuk penugasan kelompok koas j pada periode i .

Fungsi Kendala:

- Kendala kapasitas: banyaknya kelompok koas yang dapat melaksanakan aktivitas pada suatu unit dalam satu periode. Pada periode i , kelompok koas j dijadwalkan untuk melaksanakan aktifitas di unit k dimana jumlah koas yang dijadwalkan dari $j=1$ sampai dengan m lebih kecil atau sama dengan kapasitas dari unit k .

$$\sum_{j=1}^m x_{ijk} \leq \max(0, Cap_{ik} - \sum_{l=i-Dk+1}^i old_{lk}) \quad \forall i = 1..n \text{ dan } \forall k = 1..p \quad (2)$$

- Durasi Training: pada periode i , kelompok koas j dijadwalkan untuk melaksanakan aktifitas di unit k dimana jumlah pelaksanaan dari periode untuk $i=1$ sampai dengan n sama dengan durasi periode suatu kelompok untuk melaksanakan suatu aktivitas k .

$$\sum_{i=1}^n x_{ijk} = D_k \quad \forall j = 1..m \text{ dan } \forall k = 1..p \quad (3)$$

- Tidak lebih dari satu aktivitas tiap periode untuk setiap group

$$\sum_{k=1}^p x_{ijk} \leq 1 \quad \forall j = 1..m \text{ and } \forall i = 1..n \quad (4)$$

- Kendala setup: y_{ijk} adalah setup/ dummy variable. Tiap-tiap koas harus menjalan suatu aktivitas dalam satu waktu atau aktivitas dilaksanakan tanpa jeda suatu aktivitas lain atau suatu libur.

$$y_{1jk} = x_{1jk} \quad \forall j = 1..m \text{ dan } \forall k = 1..p \quad (5)$$

$$y_{ijk} \geq x_{ijk} - x_{(i-1)jk} \quad \forall i = 2..n; \forall j = 1..m \text{ dan } \forall k = 1..p \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n y_{ijk} = 1 \quad \forall j = 1..m \text{ dan } \forall k = 1..p \quad (7)$$

- Jumlah Maksimal aktivitas berturut-turut: koas membutuhkan waktu untuk istirahat atau libur. Oleh karena itu, jumlah aktivitas berturut-turut dibatasi. Kendala ini merupakan *soft constraint*.

$$\sum_{k=1}^p \sum_{l=i-maxA}^i x_{ljk} - p_{ij} \leq maxA \quad \forall i = maxA + 1..n \text{ dan } \forall j = 1..m \quad (8)$$

- Jumlah Maksimal libur berturut-turut: Libur yang terlalu lama juga dapat memberikan dampak yang tidak baik. Oleh karena itu, Jumlah periode libur berturut-turut dibatasi.

$$\sum_{k=1}^p \sum_{l=i-maxH+1}^i x_{ljk} \geq 1 \quad \forall i = maxH..n \text{ and } \forall j = 1..m \quad (9)$$

Algoritma metode branch and price model dibagi menjadi master problem dan subproblem. Pada masalah penjadwalan koas ini terdapat beberapa pola aktifitas sejumlah p . Pola aktivitas merupakan pola penjadwalan koas untuk melaksanakan aktivitas yang disebut dengan kolom. Pada master problem digunakan variabel keputusan Z_{kt} . Z_{kt} akan bernilai 1 jika kolom t digunakan untuk aktivitas k , dan lainnya akan bernilai 0. C_{kt} merupakan total biaya dari kolom t untuk aktivitas k . NC_k merupakan jumlah total dari kolom untuk aktivitas k , sedangkan a_{ijkt} sama dengan 1 jika koas j dijadwalkan pada periode i dalam kolom t . Fungsi tujuan dari master problem didefinisikan persamaan (10) sampai dengan persamaan (13).

Fungsi Tujuan :

$$\text{Min} \sum_{k=1}^p \sum_{t=1}^n c_{kt} z_{kt} \quad (10)$$

Fungsi Kendala:

- Tidak lebih dari satu aktivitas tiap periode untuk setiap group:

$$\sum_{k=1}^p \sum_{t=1}^{NC_k} a_{ijkt} z_{kt} \leq 1 \quad \forall j = 1..m \text{ dan } \forall i = 1..n \quad (11)$$

- Tiap kolom dipilih untuk 1 aktivitas

$$\sum_{t=1}^{NC_k} z_{kt} = 1 \quad \forall k = 1..p \quad (12)$$

$$z_{kt} \in \{0,1\} \quad \forall k = 1..p \text{ dan } \forall t = 1..NC_k \quad (13)$$

Nilai awal dari kolom diperoleh dari solusi *feasible* dari persamaan awal (1-9). Master problem akan menghasilkan nilai objektif dan nilai dual λ_{ij} . λ_{ij} digunakan untuk input pada fungsi objektif dari sub-problem (*pricing problem*), dimana γ_k digunakan untuk mengecek nilai negatif *reduced cost* dari kolom baru untuk aktifitas k . Kemudian untuk mengecek optimalitas dari solusi, sub problem diselesaikan untuk tiap aktivitas k . SubProblem atau sering disebut juga *pricing problem* untuk aktifitas k diformulasikan persamaan (14-21).

Fungsi Tujuan :

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j \in S^k} (p_{ij} - \lambda_{ij}) x_{ij} \quad (14)$$

Fungsi Kendala:

$$\sum_{j=1}^m x_{ijk} \leq \max(0, Cap_{ik} - \sum_{l=i-D_k+1}^i old_{lk}) \quad \forall i = 1..n \text{ dan } \forall k = 1..p \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ijk} = D_k \quad \forall j = 1..m \text{ dan } \forall k = 1..p \quad (16)$$

$$y_{1jk} = x_{1jk} \quad \forall j = 1..m \text{ dan } \forall k = 1..p \quad (17)$$

$$y_{ijk} \geq x_{ijk} - x_{(i-1)jk} \quad \forall i = 2..n; \forall j = 1..m \text{ dan } \forall k = 1..p \quad (18)$$

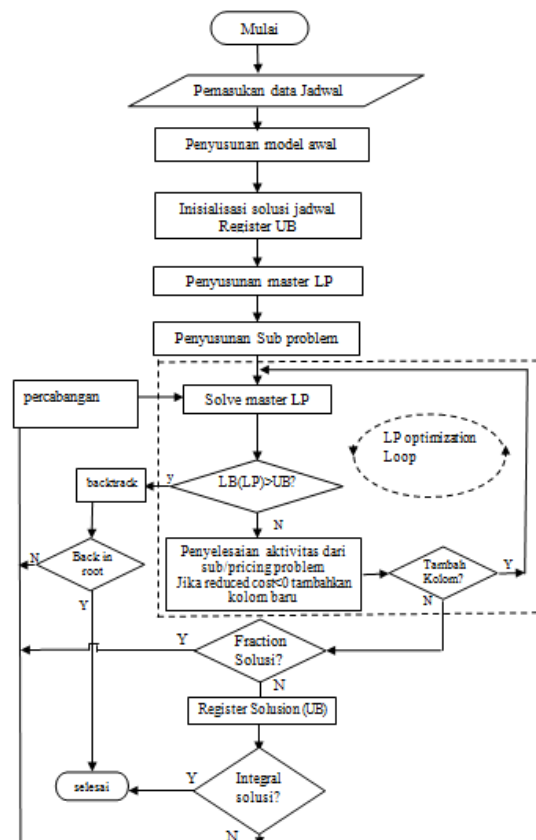
$$\sum_{i=1}^n y_{ijk} = 1 \quad \forall j = 1..m \text{ dan } \forall k = 1..p \quad (19)$$

$$\sum_{k=1}^p \sum_{l=i-maxA}^i x_{ljk} - p_{ij} \leq maxA \quad \forall i = maxA + 1..n \text{ dan } \forall j = 1..m \quad (20)$$

$$\sum_{k=1}^p \sum_{l=i-maxH+1}^i x_{ljk} \geq 1 \quad \forall i = maxH..n \text{ and } \forall j = 1..m \quad (21)$$

2.2 Algoritma Branch and Price

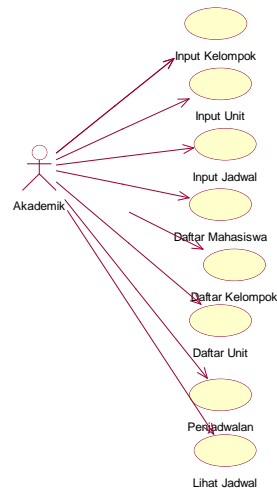
Branch and price merupakan metode yang mengintegrasikan metode branch and bound dengan metode column generation untuk menyelesaikan masalah ILP dengan skala besar. Pada setiap node dari pohon Branch & Bound, kolom mungkin dihasilkan untuk meningkatkan relaksasi LP. Dalam Branch & Price, set kolom kiri dari LP relaksasi dari IP skala besar karena ada terlalu banyak kolom untuk menangani secara efisien dan kebanyakan dari mereka akan memiliki variabel yang terkait sama dengan nol di solusi optimal pula. Kemudian untuk memeriksa optimalitas, sub problem, juga disebut "Pricing Problem" dipecahkan untuk mengidentifikasi kolom untuk memasukkan dasar. Jika kolom tersebut ditemukan, LP tersebut reoptimized. Percabangan terjadi ketika tidak ada kolom "harga" keluar masuk dasar dan solusi LP tidak memenuhi kondisi bulat. *Branch and price* dapat dianggap sebagai generalisasi dari linear programming (LP) berdasarkan *branch and bound* dimana satu partisi himpunan dari feasible solution ke lebih kecil dan subset yang lebih kecil dan memecahkan LP tiap subset masalah [11]. Pembagian masalah menjadi beberapa submasalah. Sebuah cara lain untuk melihat hal ini adalah untuk memperkenalkan variabel keputusan baru, masing-masing mewakili subset dari variabel keputusan lama, yang secara implisit memenuhi sejumlah *constraint*. Pemecahan subproblem adalah kemudian dianalogikan dengan mencari variabel keputusan baru atau kolom untuk ILP. *Constraint* yang tetap berada di ILP dapat dilihat sebagai menghubungkan *constraint*. Keuntungan dari pendekatan seperti itu adalah bahwa LP terikat (bound) dengan formulasi baru yang biasanya jauh lebih kuat dibandingkan dengan formulasi asli dan akibatnya pohon cabang (*branch*)-dan-terikat (*Bound*) tetap lebih kecil [1]. Flowchart tahapan penyelesaian masalah penjadwalan koas dengan metode brancha and price digambarkan dengan Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Branch and price

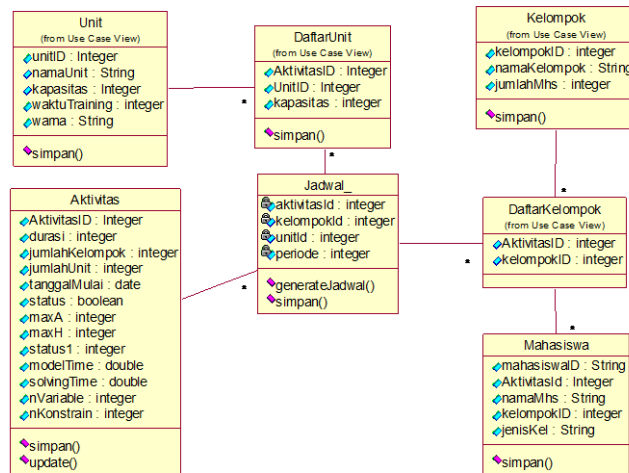
2.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem yang dibangun di analisis dan di design menggunakan Unified Modeling Language (UML). Gambar 2 menunjukkan bagan dari fungsionalitas yang disediakan oleh sistem.



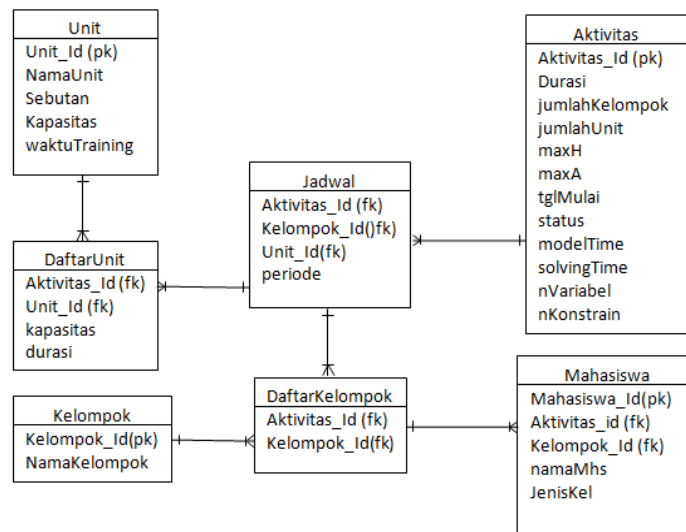
Gambar 3. Use case diagram sistem penjadwalan koas

Gambar 4 menunjukkan k iagram kelas digunakan untuk menampilkan kelas-kelas atau paket-paket didalam sistem dan relasi antar merekadam dalam sistem penjadwalan koas.



Gambar 4. Class diagram sistem penjadwalan koas

Hubungan antar tabel pada basis data yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 5 yang menunjukan rancangan skema basisdata dbcoass yang pada sistem penjadwalan koas.



Gambar 5. Skema basis data penjadwalan koas

III. HASIL

Berdasarkan data yang telah dimasukkan dalam tiap-tiap id jadwal, maka sistem akan mengolah data sehingga diolah jadwal yang tidak melanggar konstrain yang telah ditentukan pada model yang dihasilkan. Untuk Pengujian data dengan data jumlah kelompok koas 2, jumlah unit 2 dan periode 8 minggu. Gambar 6 Memberikan Hasil Solusi feasibel. Dari solusi ini memberikan nilai objektive value 8.

```

Jumlah Unit    = 2
Jumlah Kelompok = 2
Jumlah Periode = 8
Waktu Komputasi = 0.1404 s
-----
Jumlah Variabel = 60
Jumlah Konstrain = 78
Jumlah Konstrain = 78
Kode Status     = 1 (Solusi)
Objective value  = 8
-----
Start training {post(row) x groups(column)}:
1  4
4  1

```

Gambar 6. Hasil solusi Feasibel

Untuk kasus yang sama, setelah dilakukan optimasi dengan sistem hasil solusi yang diperoleh ditunjukkan dengan Gambar 7 hasil solusi optimal dengan nilai obyektif adalah 8.

```

Jumlah Unit    = 2
Jumlah Kelompok = 2
Jumlah Periode = 8
Waktu Komputasi = 0.1092 s
-----
Jumlah Variabel = 60
Jumlah Konstrain = 78
Jumlah Simpul   = 26 nodes
Kode Status     = 0 (optimal solution)
Objective value  = 4
-----
Start training {post(row) x groups(column)}:
1  5
6  1

```

Gambar 7. Hasil solusi optimal

Dari proses penyusunan jadwal, matrik solusi yang dihasilkan selanjutnya ditampilkan dalam bentuk jadwal. Jadwal yang dihasilkan tampil seperti pada Gambar 8 Dari hasil jadwal yang diperoleh, tidak terdapat kelompok koas yang dijadwalkan lebih dari 1 aktivitas dalam 1 waktu, setiap durasi dari tiap aktivitas dilaksanakan secara berturut-turut dimulai dari 1 periode. Gambar 9 menampilkan jadwal per unit, laporan ini digunakan untuk mempermudah pengecekan data untuk tiap unitnya sehingga dapat diketahui jika terdapat pelanggaran. konstrain seperti kapasitas unit atau aktivitas yang berturut-turut dari jadwal yang dihasilkan. Gambar 10 merupakan Jadwal Per kelompok per group koas, jadwal ini mudah dalam mengecek apakah suatu kelompok koas dijadwalkan lebih dari satu unit pada satu waktu, selain itu juga terdapat konstrain libur yang berturut-turut.

Penjadwal Coass

JADWAL ID 1 tampil Selesai

Kel ID	Nama Kel	Unit ID	Unit	Periode Mulai
1	A	6	JWA	1
1	A	5	THT	4
1	A	4	OBS	5
1	A	3	BDH	7
1	A	1	IPD	9
1	A	2	IKA	10
2	B	3	BDH	1
2	B	6	JWA	4
2	B	5	THT	6

Gambar 8. Hasil jadwal yang diperoleh per id_jadwal

Jadwal Coass Per Unit

Jadwal ID 1 Nama Unit 1 Tampil Selesai

NAMA KELOMPOK	TGL MULAI	TGL SELESAI
A	2010-03-05	2010-03-11
B	2010-03-12	2010-03-18

Gambar 9. Jadwal koas per unit

Jadwal Coass Per Kelompok

Jadwal ID 1 Kelompok ID 1A Tampil Selesai

NAMA UNIT	TGL MULAI	TGL SELESAI
JWA	2010-01-08	2010-01-14
THT	2010-01-29	2010-02-04
OBS	2010-02-05	2010-02-11
BDH	2010-02-19	2010-02-25
IPD	2010-03-05	2010-03-11

Gambar 10. Jadwal per kelompok

IV. PEMBAHASAN

Jumlah Unit	= 5
Jumlah Kelompok	= 5
Jumlah Periode	= 70
Waktu Komputasi	= 7.41 s

Jumlah Variabel	= 2100
Jumlah Konsttrain	= 1498
Kode Status	= 0 (optimal solution)
Objective value	= -11690

Start training {post(row) x groups(column)}:	
1	4 12 9 16
9	12 16 5 1
13	8 1 16 5
5	16 8 1 12
17	1 5 13 9

Gambar 11 Pengujian Sistem Pengjadwalan Koas

Hasil pengujian yang telah dilakukan, jadwal yang dihasilkan tidak terjadi pelanggaran konstrain yang telah ditentukan. Sehingga metode branch and price yang digunakan baik untuk menyelesaikan masalah optimasi penjadwalan koas. Pada kasus penjadwalan koas fakultas kedokteran Universitas Gajah Mada, periode pelaksanaan program panitera klinik dikerjakan selama 85 minggu dengan terdiri dari 8 kelompok koas dan dilaksanakan pada 12 unit aktifitas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi belum dapat menyelesaikan masalah untuk kasus nyata dengan batasan waktu pengujian 6 jam. Pengujian juga dilakukan dengan beberapa pengurangan variabel, sistem dapat memberikan solusi optimal pada durasi 70 minggu atau 82,3%, jumlah kelompok 5 atau 62,5% dan jumlah unit 5 atau 41,7% dari kasus nyata yang seharusnya dengan batasan waktu pengujian 60 menit. Ada-

pun hasil solusi yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 11 dan Solusi jadwal yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 12.

Kel ID	Nama Kel	Unit ID	Unit	Periode Mulai
1	A	1	IPD	1
1	A	4	OBS	5
1	A	2	IKA	9
1	A	3	BDH	13
1	A	5	THT	17
2	B	5	THT	1
2	B	1	IPD	4
2	B	3	BDH	8
2	B	2	IKA	12
2	B	4	OBS	16
3	C	3	BDH	1

Gambar 12 Hasil Jadwal Pengujian Sistem Penjadwalan Koas

V. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan bab-bab sebelumnya maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Banyaknya jumlah variabel dalam proses penjadwalan koas dipengaruhi oleh lama periode, jumlah unit dan banyaknya kelompok yang diinputkan atau terlibat dalam proses penjadwalan.
2. Metode Branch and price dapat digunakan dalam penyelesaian masalah penjadwalan koas.
3. Model dan aplikasi sistem yang dibangun belum dapat menyelesaikan permasalahan penjadwalan koas pada kasus nyata dengan batasan waktu 6 jam.
4. Solusi dapat diperoleh pada durasi 82,3%, jumlah kelompok 62,5% dan jumlah unit 41,7% dari kasus nyata dengan waktu pengujian kurang dari 60 menit.

Beberapa saran yang dapat diberikan terkait dengan penelitian yang telah dilakukan dan pengembangan sistem selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dapat diusulkan pemodelan yang lebih efektif untuk masalah penjadwalan koas.
2. Proses optimasi penjadwalan dapat dibuat yang mengakomodasi perubahan jadwal, sehingga jadwal yang dihasilkan lebih dinamis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Samsul Amar telah membantu dalam penyelesaian artikel ini.

REFERENSI

- [1] Belien, J., 2006, Exact and Heuristic Methodologies for Scheduling in Hospitals: Problem, Formulation and Algorithms, *Tesis*, Faculteit Economische En Toegepaste Economische Wetenschappen, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium
- [2] Amar, S., Dharma, I.G.B.B., 2011, Trainee Scheduling At Hospital: A Paper Review, *SeNTI-UGM 2011: Synergy For Sustainability*, B-071, Yogyakarta.
- [3] Amar, S., 2012, Solving Long-Term Medical Trainee Scheduling. *Tesis*. Mechanical And Industrial Engineering Department, Engineering Faculty, UGM. Yogyakarta.
- [4] Belien, J. and Demeulemeester, E., 2004, Scheduling Trainees at a Hospital Department Using a Branch-And-Price Approach, *Research Report OR 0403*, Katholieke Universiteit Leuven, Department of Applied Economics.
- [5] Zheng, Y. and Tang, L., 2009. A Branch-and-Price Algorithm for the Dynamic Inventory Slab Allocation Problem in the Steel Industry, *Computational Sciences and Optimization, 2009. CSO 2009. International Joint Conference on (Volume:2)*, Sanya, Hainan, 24-26 April 2009.
- [6] Ni, H., Abeledo, H., 2007. A branch-and-price approach for large-scale employee tour scheduling problems, Springer Science+Business Media, LLC. *Ann Oper Res*, vol. 155: 167–176
- [7] Purwananto, Y., Faticah C, Kholilah, A., Soelaiman, R., 2006. Optimasi Penjadwalan Penugasan Crane dengan Algoritma Branch and Price. *Proceeding dari Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2006*, Yogyakarta, 17 Juni 2006, J-1 –J-8.
- [8] Brunner, J.O., Bard, J.F., Kolisch, R., 2010, Midterm Scheduling of Physicians with Flexible Shifts Using Branch and Price, *IIE Transactions*, Volume 43, Issue 2, 2010.
- [9] Wang, C.W., Sun, L.M., Jin, M.H., Fu, C.J., Liu, L., Chan, C.H., Kao, C.Y., 2007. A Genetic Algorithm for Resident Physician Scheduling Problem. *GECCO '07*, July 7–11, 2007, London, England, United Kingdom. 978-1-59593-697-4/07/0007
- [10] Permadi, I., Subanar, 2010. Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Penjadwalan Tebangan Hutan. *JUITA*, Vol 1, No 1 (2010) <http://jurnal.ump.ac.id/index.php/JUITA>
- [10] Topaloglu, S., 2006. A multi-objective programming model for scheduling emergency medicine residents. ScienceDirect. *Computers & Industrial Engineering* 51 (2006) 375–388.

[11] Hans, E.W., 2001, Resource Loading by Branch-and-Price Techniques, *Tesis*, Universiteit Twente, Netherland