
Penerapan Algoritma Backtracking Dan Metode Constraint Satisfaction Untuk Penjadwalan Matakuliah

Ferdinal. R

AMIK Depati Parbo Kerinci
Jl. Pancasila No. 29, Sawahan – Sungai Penuh

E-Mail : feramik19@gmail.com

ABSTRAK

Penjadwalan kegiatan belajar mengajar dalam suatu perguruan tinggi merupakan hal yang rumit. Selain dilihat dari sisi ruang, waktu, juga harus dilihat dari sisi dosen, yaitu kemungkinan dosen akan mengampu lebih dari satu mata kuliah yang ada, sebab ada kemungkinan jumlah mata kuliah dan jumlah dosen tidak sebanding, sehingga harus dipikirkan juga solusi agar dosen tidak mengampu dua mata kuliah berbeda pada hari dan jam yang sama. Selain itu, harus dipertimbangkan juga ketersediaan kelas sehingga kegiatan belajar dapat dilaksanakan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan pendekatan metode Constraint Satisfaction Problem dan algoritma backtracking. Constraint Satisfaction Problem digunakan untuk menemukan keadaan atau obyek yang memenuhi sejumlah persyaratan dan kriteria. Algoritma backtracking merupakan salah satu solusi algoritma dalam pencarian solusi yang lebih baik dari algoritma lainnya. Algoritma ini mencari solusi persoalan tanpa memeriksa semua kemungkinan yang ada, melainkan hanya kemungkinan solusi ke arah yang dipertimbangkan. Diharapkan dengan digunakannya algoritma backtracking akan diperoleh penjadwalan yang optimal yaitu kondisi dimana terjadi kombinasi terbaik untuk pasangan mata kuliah dan dosen pengajar secara keseluruhan, tidak ada permasalahan bentrokan jadwal pada sisi mahasiswa, serta ketersediaan ruang yang cukup dan sesuai secara fasilitas untuk seluruh mata kuliah yang ada.

Kata kunci : *algoritma backtracking, constraint satisfaction problem, penjadwalan, basis data, ERD, heuristic search.*

ABSTRACT

School activity scheduling in a college is complex matter. Besides seen from space side, time, also must be seen from lecturer side, that is lecturer possibility teach more than one existing subject in school, because there subject in school total possibility and ill assorted lecturer total, so that must be thought also solution so that lecturer not teach two subject in school differ on and clock same. Besides, must considering also class availability so that activity learn enforceable. The one of method that can be used to finish troubleshoot by using approach method constraint satisfaction problem and algorithm backtracking. Constraint satisfaction problem used to find conditon or object that fulfil amount of rules and criteria. Algorithm backtracking to be one of algorithm solution in solution livelihood better from another algorithm. this algorithm looks for problem solution without investigate all existing possibilities, but only solution possibility up at considering. supposed with be used it algorithm backtracking be got optimal scheduling that is where happen best combination for subject in school pair and teacher lecturer as a whole, there is no time-table quarrel troubleshoot in student university side, with space availability enough and appropriate according to facilities to entire existing subject in school.

Keyword : *algorithm backtracking, constraint satisfaction problem, scheduling, data base, ERD, heuristic search*

PENGANTAR

Permasalahan penjadwalan untuk pengajaran mendapatkan perhatian dari banyak perguruan tinggi. Sejumlah metode telah dihasilkan untuk mendapatkan jadwal yang optimum. Definisi klasik untuk penjadwalan ini belum dapat memenuhi sejumlah kebutuhan khusus pada masalah penjadwalan perkuliahan di Perguruan Tinggi, sehingga sejumlah aturan tambahan perlu diberikan pada masalah ini. Mengingat masalah penjadwalan perkuliahan di Perguruan Tinggi merupakan masalah cukup berat secara komputasi.

Inti dari penjadwalan kuliah adalah bagaimana menjadwalkan sejumlah komponen yang terdiri atas mahasiswa, dosen, ruang, dan waktu dengan sejumlah batasan dan syarat (*constraint*) tertentu. Masalah dari problem penjadwalan kuliah sendiri memiliki banyak sekali variasi sesuai dengan kebijakan lembaga perguruan tinggi tempat jadwal kuliah tersebut akan digunakan.

Kombinasi kelas - matakuliah ditetapkan sebagai variabel yang harus diisi dengan nilai-nilai dosen, waktu, dan ruang. Untuk dosen terdapat sejumlah parameter yang harus diperhatikan dalam pengalokasian jadwal, yaitu waktu kesediaan dosen untuk mengajar, jatah SKS yang merupakan batas maksimum dosen tersebut mengajar dalam 1 minggu, dan matakuliah yang dapat diajar oleh dosen tersebut. Baik dosen maupun mahasiswa paket diusahakan mendapat jadwal kuliah maksimal 2 pertemuan dan minimal 1 pertemuan per hari dengan jam pertemuan yang berurut di lokasi kampus yang sama.

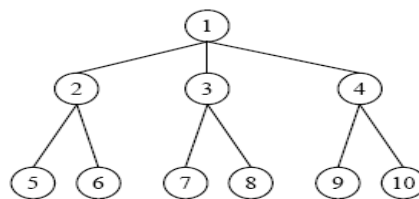
Algoritma Backtracking

Algoritma *Backtracking* merupakan salah satu metode pemecahan masalah yang termasuk dalam strategi yang berbasis pencarian pada ruang status. Algoritma *Backtracking* berkerja secara rekursif dan melakukan pencarian solusi persoalan secara sistematis pada semua kemungkinan solusi yang ada. Algoritma ini berbasis pada Algoritma *Depth-First Search* (DFS), maka pencarian solusi dilakukan dengan menelusuri suatu struktur berbentuk pohon berakar secara *preorder*. Proses ini dicirikan dengan ekspansi simpul terdalam lebih dahulu sampai tidak ditemukan lagi suksesor dari suatu simpul.

Penggunaan metoda *backtracking* dimaksudkan untuk mengetahui seberapa efektif penggunaannya dalam mengatasi masalah penjadwalan yang bersifat acak, dengan keterkaitan yang rumit.

Algoritma *backtrack* pertama kali diperkenalkan oleh D.H. Lehmer pada tahun 1950. Dalam perkembangannya beberapa ahli seperti RJ Walker, Golomb, dan Baumert menyajikan uraian umum tentang *backtrack* dan menerapkannya dalam berbagai persoalan dan aplikasi.

Nama *backtrack* didapatkan dari sifat algoritma ini yang memanfaatkan karakteristik himpunan solusinya yang sudah disusun menjadi suatu pohon solusi. Agar lebih jelas bisa dilihat pada pohon solusi berikut :



Gambar 1. Contoh Pohon Solusi Backtrack

Misalkan pohon diatas menggambarkan solusi dari suatu permasalahan. Untuk mencapai solusi (5), maka jalan yang ditempuh adalah (1,2,5), demikian juga dengan solusi-solusi yang lain. Algoritma *backtrack* akan memeriksa mulai dari solusi yang pertama yaitu solusi (5). Jika ternyata solusi (5) bukan solusi yang layak maka algoritma akan melanjutkan ke solusi (6). Jalan yang ditempuh ke solusi (5) adalah (1,2,5) dan jalan untuk ke solusi (6) adalah (1,2,6). Kedua solusi ini memiliki jalan awal yang sama yaitu (1,2). Jadi daripada memeriksa ulang dari (1) kemudian (2) maka hasil (1,2) disimpan dan langsung memeriksa solusi (6).

Dengan cara menelusuri algoritma backtracking, dan pengetahuan dari teori algoritma pencarian lainnya, maka akan didapat cara yang efektif dari penelusurannya.

Untuk menerapkan metode *backtrack*, properti berikut didefinisikan :

1. Solusi persoalan.

Solusi dinyatakan sebagai vektor n-tuple :

$X=(x_1, x_2, ..., x_n)$, x_i anggota himpunan berhingga S_i .

Mungkin saja $S_1 = S_2 = \dots = S_n$.

Contoh : $S_i = \{0,1\}$

$S_i = 0$ atau 1

2. Fungsi pembangkit nilai x_k

Dinyatakan sebagai : $T(k)$

$T(k)$ membangkitkan nilai untuk x_k , yang merupakan komponen vektor solusi

3. Fungsi pembatas (fungsi kriteria)

Dinyatakan sebagai :

$B(x_1, x_2, \dots, x_k)$

Fungsi pembatas menentukan apakah $(x_1, x_2, \dots, x_k)$ mengarah ke solusi. Jika ya, maka pembangkitan nilai untuk x_{k+1} dilanjutkan, tetapi jika tidak, maka $(x_1, x_2, \dots, x_k)$ dibuang dan tidak dipertimbangkan lagi dalam pencarian solusi.

Penjadwalan Mata Kuliah

Menurut Ross permasalahan jadwal mata kuliah (*lecture timetable*) adalah permasalahan pengalokasian waktu dan tempat untuk suatu kegiatan perkuliahan, seminar, dan lain-lain untuk memenuhi beberapa kendala yang berhubungan dengan kapasitas dan lokasi dari ruang, waktu, dan hal lain yang berhubungan dengan perkuliahan.

Permasalahan penjadwalan mata kuliah didefinisikan secara formal dan matematis oleh Ross sebagai berikut :

Diberikan suatu himpunan $E = \{e_1, e_2, \dots, e_v\}$ merupakan kegiatan, $T = \{t_1, t_2, \dots, t_s\}$ merupakan waktu, $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ merupakan tempat dan $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ merupakan 'agents' (orang yang kehadirannya diperlukan untuk kelangsungan kegiatan, dalam hal ini sebagai contoh adalah dosen dan perkuliahan sebagai 'agents').

Diimplementasikan dalam 4 tuple (e, t, p, a) sedemikian sehingga $e \in E$, $t \in T$, $p \in P$, $a \in A$

Permasalahan penjadwalan mata kuliah sekarang didefinisikan sebagai permasalahan untuk mengalokasikan sekumpulan kegiatan pada suatu tempat dan waktu yang terbatas yang meminimalkan kendala-kendala yang ada.

Dalam proses penyelesaian masalah penjadwalan mata kuliah terdapat kendala-kendala yang harus dipenuhi atau tidak boleh dilanggar. Kendala tersebut merupakan ukuran kualitas dari penjadwalan mata kuliah, sehingga suatu jadwal mata kuliah yang optimal dapat terbentuk.

Kendala-kendala tersebut adalah :

- Dosen dapat mengajar lebih dari satu mata kuliah dan tidak boleh terjadi tumbukan pada dosen .
- Satu mata kuliah dapat diampu oleh 2 orang dosen atau lebih. Terdapat mata kuliah tertentu yang menggunakan ruang laboratorium yang harus dijadwalkan pada ruang laboratorium.
- Tersedianya ruang yang cukup untuk seluruh mata kuliah yang ada.

PEMBAHASAN

Penganalisaan data penjadwalan matakuliah yang salah satu tujuannya adalah untuk menentukan jadwal yang optimum sesuai dengan kebutuhan dosen, ruang kelas, dan waktu yang tersedia. Sebagai contoh ketua program studi akan menyusun jadwal perkuliahan awal semester adalah berdasarkan kesediaan dosen untuk mengajar pada waktu tertentu. Penyusunan jadwal kuliah yang dilakukan berdasarkan kesediaan dosen ini tidak memperhatikan aspek-aspek lainnya, seperti waktu yang tersedia, ruang kelas, persentase tingkat terjadinya dosen mengajar pada waktu yang sama atau ruang kuliah digunakan pada waktu yang bersamaan dan aspek-aspek lainnya.

Pada jadwal tersebut tersebut hanya terdapat satu variabel penilaian, yaitu dinilai dari kesediaan dosen untuk mengajar, apakah jadwalnya telah sesuai atau tidak. Contoh bentuk penyusunan jadwal kuliah adalah seperti diperlihatkan pada tabel 1. :

Tabel 1. Bentuk Penyusunan Jadwal Kuliah

HARI	JAM	LOKAL					LABOR	LABOR	LABOR
		1	2	3	4	5	1	2	3
SENIN	07.30-08.00	SIM 2				TRO 3	PCL 1	WEB 1	C 2
	08.30-09.00	rosmi	SIM 4	AK 3	KL 6	helmi	can	deno	elva
	09.30-11.00	PCL 1	dadang	meko	mutia	C2	JV 2		VB 3

HARI	JAM	LOKAL					LABOR		
		1	2	3	4	5	1	2	3
SELASA	11.30-13.00	JV 5	SIM 1		BI 6	KL 7	santi	PCL 4	ferdi
		JV 2	netti	MU 3	ira	mutia	JV 5	can	
		PCL 4	C 7	pajri	AS 6	BI 7	hendri	WEB 5	VB 4
	13.30-15.00	PIK 4	MU 8	AK 11	netti	ira	C 7	deno	ferdi
		rijal	pajri	yedi		AS 8	elva		
	15.30-17.00	KW 4	AK 10		TRO 6	can	PPN 8	PPN 9	WEB 9
		pajri	meko	KL 11	sri		fitri	meri	elva
	17.30-18.00			daryo					
	07.30-09.00			AK 4			PPN 3	PCL 2	VB 1
		JV 6	BI 1	intan	AS 3	JK 4	santi	fitri	Ferdi
	09.30-11.00	PCL 2	ira		can	rijal		JV 6	
		PCL 7	KL 1	BI 4			PPN 12	deno	SBD 2
	11.30-13.00		mutia	ira	SI 2	BANK 1	fitri	PCL 7	Rosy
		PCL 8	SBD 2		satia	pajri		helmi	VB 5
	13.30-15.00			TRO 2	BANK 2	SI 1	PCL 8	SBD 6	Ferdi
		MU 9	KL 10	fitri	Pajri	satia	can	rosy	

Dari bentuk penyusunan jadwal mata kuliah diatas jadwal yang optimal sulit untuk didapatkan, karena tidak lengkapnya bentuk susunan jadwal yang ditampilkan, dan tidak ada variabel-variabel yang mendukung dalam menyusun jadwal yang sesuai dengan kesediaan dosen, waktu, dan ruang yang tersedia. Dan pada susunan jadwal tersebut besar kemungkinan terjadinya dosen mengajar pada waktu yang bersamaan atau suatu ruang digunakan pada waktu yang bersamaan.

Jam kuliah yang diberlakukan dimulai pukul 08.00 dan berakhir pada pukul 18.00 yang dibagi 10 jam SKS. Setiap jam sks berlangsung 50 menit.

Sistem yang akan dirancang dan digunakan dalam penyusunan penjadwalan matakuliah dirancang dengan menggunakan algoritma *backtracking*. Proses penyusunan penjadwalan matakuliah yang ada di AMIK Depati Parbo sebelumnya hanya berdasarkan pada kegiatan proses belajar mengajar yakni kelas pagi, siang dan kelas sore. Proses penyusunan yang dilakkan tanpa memperhatikan kebutuhan dan kesediaan waktu dosen mengajar.

Pemecahan permasalahan yang harus dilakukan pertama adalah memastikan bahwa setiap kelas memiliki waktu spesifik dan tidak boleh saling overlapping.

Secara general permasalahan penjadwalan matakuliah dapat didefinisikan : Terdapat q matakuliah $K_1, K_2, \dots, K_q$ dan untuk setiap i , mata kuliah K_i terdiri dari k_i pertemuan. Terdapat r jumlah kelas $S_1, S_2, \dots, S_r$, yang merupakan sekumpulan matakuliah yang memiliki dosen yang sama. Hal ini berarti mata kuliah pada S_i harus dijadwalkan pada waktu yang berbeda. Jumlah slot waktu adalah p , dan l_k adalah jumlah pertemuan yang bisa dijadwalkan pada periode k (yaitu jumlah ruang yang tersedia pada periode k).

Proses penyusunan matakuliah dikelompokkan menjadi beberapa kriteria yaitu :

- Kriteria ruang yang tersedia
- Kriteria waktu kesediaan dosen mengajar
- Kriteria sesi waktu proses belajar mengajar

Berikut ini kasus yang dituangkan dalam tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Penempatan Ruang Kuliah

Sesi / Hari	Senin	Selasa	Rabu	Kamis
08.00-09.00	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4
09.00-10.00	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4
10.00-11.00	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4
11.00-12.00	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4
12.00-13.00	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4
13.00-14.00	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4	R1,R2,R3,R4

Ket : R = Ruang

Setelah ruang ditempatkan sesuai dengan hari dan sesi perkuliahan maka selanjutnya menempatkan dosen sesuai dengan matakuliah yang diajar. Dimana dalam penempatan dosen tersebut harus menghindari overlap terhadap ruang, kelas dan sesi waktu dosen mengajar.

Tabel 3. Susunan Jadwal Kuliah

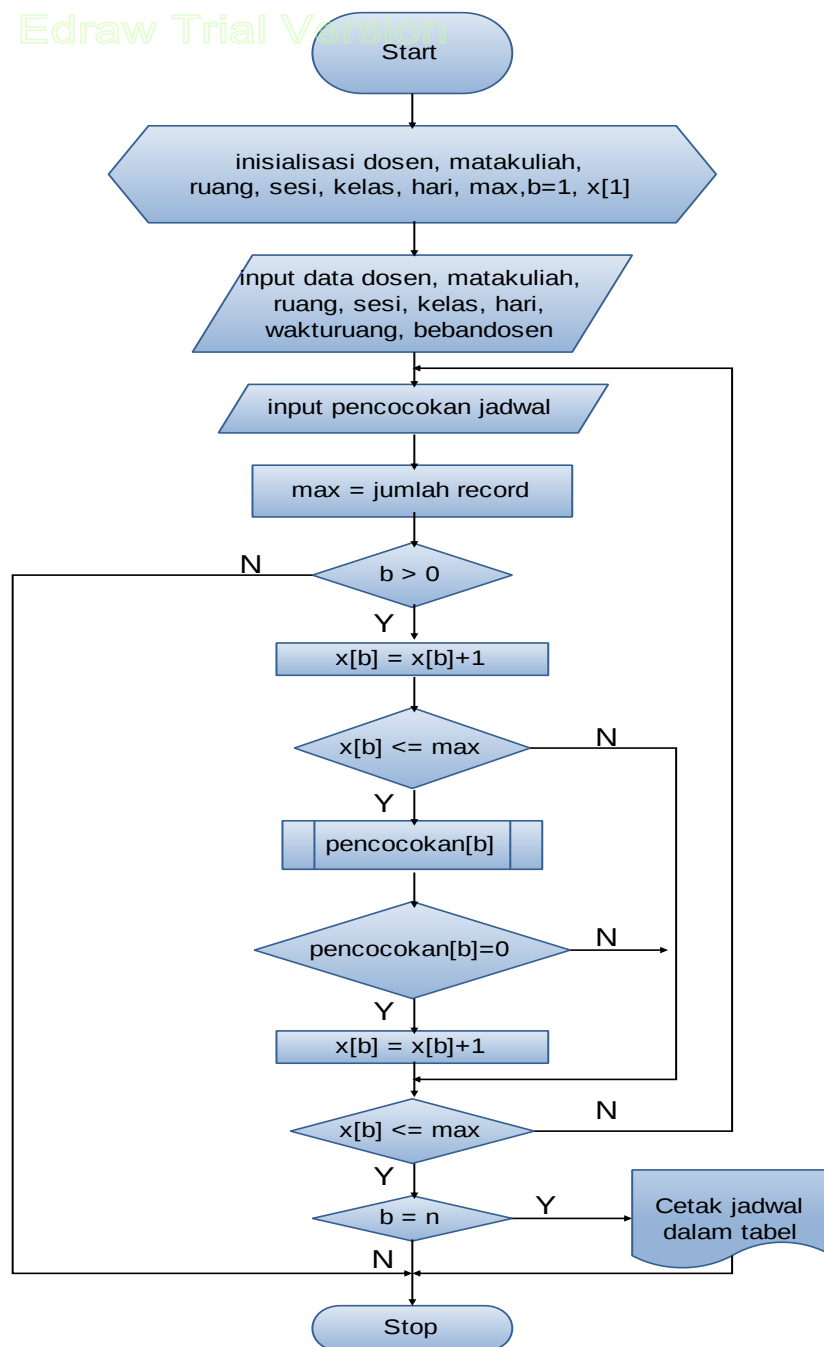
Sesi / Hari	Senin	Selasa	Rabu	Kamis
08.00-09.00	D1/M1/R1/K1, D2/M1/R2/K2, D1/M1/R1/K3,	D3/M2/R3/K1, D4/M3/R2/K2	-	-
09.00-10.00	D1/M1/R1/K1, D2/M1/R2/K2, D1/M1/R1/K3,	D1/M2/R3/K1, D2/M3/R2/K2, D9/M2/R5/K2	-	-
10.00-11.00	-	D8/M3/R4/K4, D9/M2/R5/K2	-	-
11.00-12.00	-	D8/M3/R4/K4, D9/M2/R5/K2	D5/M9/R1/K1, D6/M8/R2/K2	-
12.00-13.00	-	-	D5/M9/R1/K1, D6/M8/R2/K2	D1/M1/R6/K8, D2/M1/R7/K9
13.00-14.00	-	-	-	D1/M1/R6/K8, D2/M1/R7/K9

Ket : D : Dosen (1...k, M : Matakuliah (1...i), R : Ruang (1...j),

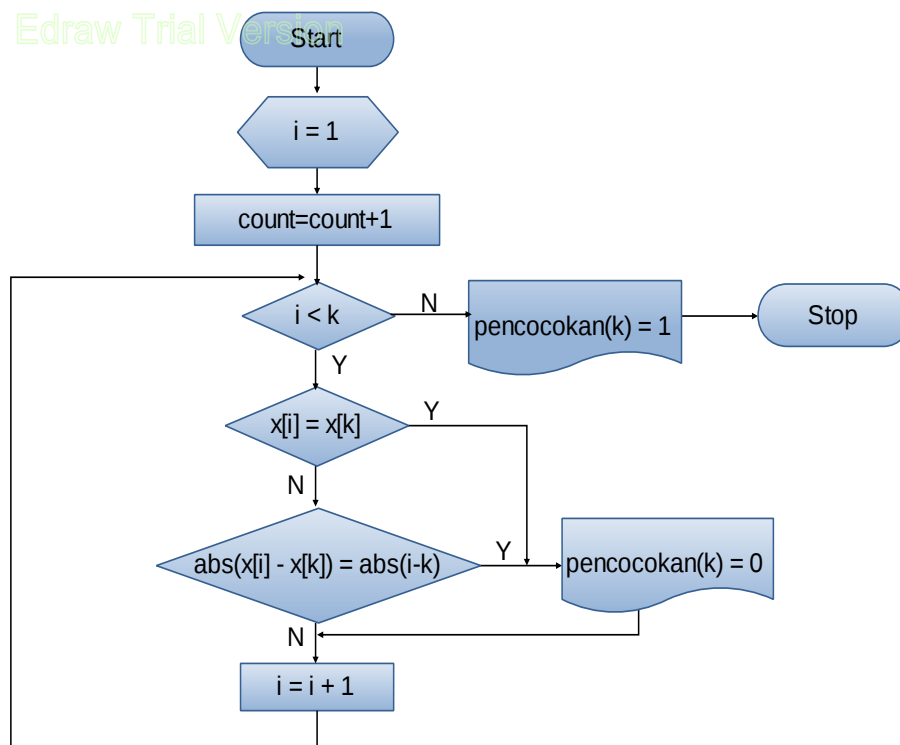
K : Jumlah Kelas (1...l)

Dalam kasus yang tertera diatas, akan dibuat aplikasi penjadwalan matakuliah dengan menggunakan algoritma backtracking sesuai dengan kriteria yang telah dijelaskan sebelumnya.

Adapun algoritma penjadwalan yang dimaksud di atas dapat digambar dalam bentuk flowchar seperti berikut:



Gambar 2. Flowchart Utama Penjadwalan Matakuliah



Gambar 3. Flowchart Pencocokan Jadwal Matakuliah

SIMPULAN

Dengan menggunakan algoritma backtrack yang dipadu dengan metode *constraint satisfaction problem (CSP)*, aplikasi penjadwalan ini mempermudah bagian Ketua Program Studi untuk menyusun Jadwal Kuliah pada tiap semesternya. Karena dapat mengidentifikasi permasalahan, kesempatan, hambatan yang terjadi dan kebutuhan penjadwalan yang diharapkan.

Tabel 4. Hasil Pengujian Secara Manual

HARI	JAM	LOKAL										LABOR 1	LABOR 2	LABOR 3
		1	2	3	4	5	201	202	203	204				
SENIN	08.30-10.00	PP 1	TD 2	BI 3			SO 4	PKL 1	PSI 2			PPN 4	PJ 1	PT 2
		TETI	RIJAL	IRA	LA 5	LA 6	NANA	FADLI	FERDI			FLORA	HENDRY	CANDRA
	10.30-12.00	TD 1	PP 2	BI 4	ROSY	FITRI						PPN 3		
		RIJAL	TETI	IRA			AL 7	PA 8	KW 2			ROSMI		PJ 3
	12.30-14.00		SO 56	KD 7	SD 8	SBD 9	FADLI	EDI	NUR			PPN 5	PPN 6	HENDRY
			NANA	CANDRA	NETTI	ADE	PA 7	AL 8	KW 3			ROSMI	ELVA	
SELASA	14.30-16.00	TD 10					EDI	FADLI				PPN 9	VB 11	PT 10
		RIJAL	PSI 4	SD 7	KD 8	KD 9	TBA 56		TS 3			FLORA	SANTI	FITRI
	16.30-18.00	TD 9	FERDI	NETTI	ROSY	CANDRA	DESI					PPN 10		
		RIJAL					15.30					FLORA		
	08.30-10.00	DDA 1	PSI 1	LA 12	PKL 3	SD 1	STD 3	PA 4				PPN 2	PJ 2	VB 4
		PAJRI	FERDI	ROSY	FADLI	NETTI	LENI	BAHRUM				ELVA	NANA	SANTI
KAMIS	10.30-12.00	DDA 2			TBA 3		PA 3	STD 4	TD 5	PP 6		PPN 1		
		PAJRI	TS 1	PP 12	DESI	SBD 1	BAHRUM	LENI	ROSMI	TETI		ELVA	VB 56	PT 3
	12.30-14.00	PDE 7	ADE	SULAI		SANTI			PP 5	TD 6		PPN 8	FERDI	FITRI
		MERI	TS 4		BI 9				TETI	ROSMI		FLORA		
	14.30-16.00	PDE 8	ADE	SBD 7	DIMMI	KD 10	BI 10	PA 11		SO 8		PPN 7	PJ 11	PT 9
		MERI	TBA 4	SANTI	ROSY	IRA	EDI			ELVA		FLORA	HENDRY	AFDIAL
JUMAT	16.30-18.00		DESI		FITRI		PA 10	BI 11						
							EDI	IRA						

Detail Jadwal Kuliah				
Sesi\Hari	Senin	Selasa	Rabu	Kamis
1 :: 08.00-09.00	Labor 1/Paket Pemrograman Niaga I/Netty Susanti, S.Kom/1MI 2 Ruang 1/Aljabar Linear/Dariyo, S.Pd/1MI 1	Ruang 3/Logika dan Algoritma/Ferdinal R, S.Kom/1MI 4		
2 :: 09.00-10.00	Labor 1/Paket Pemrograman Niaga I/Netty Susanti, S.Kom/1MI 2 Ruang 1/Aljabar Linear/Dariyo, S.Pd/1MI 1	Ruang 3/Logika dan Algoritma/Ferdinal R, S.Kom/1MI 4		

Gambar 4. Hasil Penyusunan Jadwal Kuliah

DAFTAR PUSTAKA

- Arrummaisha Adrifina¹, Prasetyo², Sutresna Wati³, Ernastuti⁴. (2008). *“Jurnal Penyelesaian Masalah N-Queen Dengan Teknik Backtracking”*
- Cecilia E. Nugraheni. (2008). *“Jurnal Penyelesaian Masalah Penjadwalan Ujian Dengan Sat”*
- Dhamma Nibbana Putra¹, Ozzi Oriza Sardjito², Christopher Lawrence³. *“Penerapan dan Implementasi Algoritma Backtracking”*
- Heni Jusuf. (2009). *“Jurnal Pewarnaan Graph Pada Simpul Untuk Mendeteksi Konflik Penjadwalan Kuliah”*
- Luca Anselma. (2009). *“Constraint Satisfaction Problems (CSP) and ! Temporal reasoning”*
- Ryan Sosiawan¹, Pradita Herdiansyah², Nashirudin Anwar³. (2009). *“Paduan Aplikasi Algoritma Branch And Bound Dan Backtracking Dalam Pencarian n - Jarak Tersingkat Dalam Sistem GPS”*
- Ruli Manurung. (2007). *“Constraint Satisfaction Problems”*
- Sahrul Arif¹, Helmi Fajar A², Yanuar Asshidqi³. (2009). *“Analisis Algoritma Backtacking Pada Game Kuda Menyeberang Jembatan Dengan Lintasan Hamilton”*
- Vipin Kumar. (1992). *“Articles Algorithms for Constraint-Satisfaction Problems: A Survey”*