

**IMPLEMENTASI METODE *BRANCH AND CUT AND PRICE*
DALAM PENYELESAIAN MODEL *GILMORE AND GOMORY*
PADA *CUTTING STOCK PROBLEM* DUA DIMENSI**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika**



Oleh

**GHINA SALSABILA
NIM 08011181419021**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FEBRUARI 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI METODE *BRANCH AND CUT AND PRICE*
DALAM PENYELESAIAN MODEL *GILMORE AND GOMORY*
PADA *CUTTING STOCK PROBLEM* DUA DIMENSI**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika**

Oleh

**GHINA SALSABILA
NIM 08011181419021**

Pembimbing Kedua



**Drs. Sugandi Yahdin, M. M.
NIP. 19580727 198603 1 003**

**Indralaya, Februari 2018
Pembimbing Utama**



**Sisca Octarina, M. Sc.
NIP. 19840903 200604 2 001**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika



**Drs. Sugandi Yahdin, M. M.
NIP. 19580727 198603 1 003**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lainnya). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.” – QS. Al-Insyirah : 5-8

“Never stop learning, because life never stops teaching.”

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

1. Kedua Orangtuaku
2. Keluarga Besar
3. Sahabat-sahabatku
4. Almamaterku

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Implementasi Metode *Branch and Cut and Price* dalam Penyelesaian Model *Gilmore and Gomory* pada *Cutting Stock Problem* Dua Dimensi**” dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penuh dengan rasa hormat dan kerendahan hati, penulis mempersembahkan skripsi ini khusus untuk kedua orang tua tercinta Bapak **Adi Kurniawan** dan Ibu **Syarifah Maryam El Zanariah** yang telah merawat dan mendidik penulis dengan penuh rasa cinta dan kasih sayang, serta dukungan yang sangat berharga berupa motivasi, do'a, perhatian, semangat, serta material untuk penulis selama ini. Skripsi ini dapat selesai tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Ibu **Sisca Octarina, M. Sc.** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan memberikan arahan, nasehat, motivasi yang sangat bermanfaat kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M. M.** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam sekaligus selaku Dosen Pembimbing

Kedua yang telah bersedia meluangkan waktu di tengah kesibukannya untuk membimbing pengerjaan skripsi ini.

3. Bapak **Drs. Endro Setyo Cahyono, M. Si.** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis selama belajar di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, M. Sc.**, Ibu **Evi Yuliza, M. Si.**, dan Ibu **Anita Desiani, M. Kom.** selaku Dosen Pembahas skripsi yang telah bersedia meluangkan waktunya dalam memberikan tanggapan dan saran yang bermanfaat dalam perbaikan penyelesaian skripsi ini.
5. **Seluruh Dosen** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Adik-adikku tersayang **Hudiya Mabruha Rifadi** dan **Hudiya Maskura Rifadi** atas kasih sayang, semangat, nasehat, dan do'anya untuk kakak.
7. Tante **Syarifah Rugaiah El Femillu** dan Om **Muhammad Irwan** atas dukungan yang sangat berharga berupa semangat, motivasi, nasehat, dan do'anya untuk penulis selama kuliah.
8. **Keluarga Besarku** terima kasih untuk segala dukungan yang telah banyak diberikan kepada penulis.
9. Sahabat-sahabat di bangku perkuliahan **Insyirah, Ari Putra Pertama, Vinny Ananda, Aisyah Sholihatin, Devi Gusmalia Juita, Salman Al Farisy, Inosensius Nadeak, Desti Destiansari Istinabiyah,** dan **Seluruh Teman-Teman Angkatan**

2014. Terima kasih banyak untuk semuanya, untuk bantuannya, semangat, dukungan dan kebersamaan selama kuliah.

10. Kakak-kakak tingkat Angkatan **2012, 2013** dan adik-adik tingkat Angkatan **2015, Ayu Luviyanti Tanjung, Firdaus, Wiliyanti, Muthia Firdha, Arden Naser Yustian Simarmata,** dan Angkatan **2016.**
11. **Pak Iwan** dan **Ibu Hamidah** yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran yang bermanfaat untuk penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat berguna dalam menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi mahasiswa/mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan semua pihak yang memerlukan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Indralaya, Februari 2018

Penulis

**IMPLEMENTATION OF BRANCH AND CUT AND PRICE METHOD
IN GILMORE AND GOMORY SOLVING MODEL
ON TWO DIMENSIONAL CUTTING STOCK PROBLEM**

By:

**Ghina Salsabila
08011181419021**

ABSTRACT

Two dimensional Cutting Stock Problem (CSP) is a matter of cutting raw material by looking for cutting pattern to fulfill the demand of item by looking at the length and width of raw material. The cutting of raw materials based on optimal cutting patterns becomes a way to minimize the use of raw material. Previous research on CSP only accounts for minimum trim loss, without any way to determine the minimum material needed to fulfill the demand. Based on this problem, the study aims to determine the minimum material needed to fulfill the demand. This study used the Pattern Generation algorithm to look for cutting patterns and to form the Gilmore and Gomory model based on the patterns obtained. The obstacle on Gilmore and Gomory model is to make sure the strip generated in the first stage adjusted to the length used in the second cutting appropriated to the width and the demand of the item met. The optimal solution obtained using Branch and Cut and Price method was as much as 4 pieces of minimum raw materials are cut.

Keywords : Cutting Stock Problem, Pattern Generation, Gilmore and Gomory, Branch and Cut and Price

**IMPLEMENTASI METODE *BRANCH AND CUT AND PRICE*
DALAM PENYELESAIAN MODEL *GILMORE AND GOMORY*
PADA *CUTTING STOCK PROBLEM* DUA DIMENSI**

Oleh:

**Ghina Salsabila
08011181419021**

ABSTRAK

Cutting Stock Problem (CSP) dua dimensi adalah masalah pemotongan bahan baku dengan mencari pola pemotongan untuk memenuhi permintaan suatu barang dengan memperhatikan sisi panjang dan lebar bahan baku. Pemotongan bahan baku berdasarkan pola pemotongan yang optimal menjadi cara untuk meminimumkan penggunaan bahan baku. Penelitian sebelumnya tentang CSP hanya mencari *trim loss* minimum, sehingga tidak dapat diketahui jumlah bahan baku yang digunakan untuk memenuhi permintaan. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mencari jumlah minimum penggunaan bahan baku agar permintaan terpenuhi. Penelitian ini menggunakan algoritma *Pattern Generation* untuk mencari pola-pola pemotongan dan membentuk model *Gilmore and Gomory* berdasarkan pola yang diperoleh. Kendala pada model *Gilmore and Gomory* adalah memastikan strip yang dihasilkan pada tahap pertama yang bersesuaian dengan panjang digunakan pada pemotongan tahap kedua yang bersesuaian dengan lebar dan permintaan terhadap *item* terpenuhi. Solusi optimal yang diperoleh menggunakan metode *Branch and Cut and Price* yaitu sebanyak 4 lembar bahan baku minimum yang dipotong.

Kata Kunci : *Cutting Stock Problem, Pattern Generation, Gilmore and Gomory, Branch and Cut and Price*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	4
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Cutting Stock Problem (CSP)</i>	5
2.2. <i>Pattern Generation (PG)</i>	7
2.3. <i>Model Gilmore and Gomory</i>	11
2.4. <i>Metode Branch and Bound</i>	13
2.5. <i>Metode Branch and Cut</i>	16

2.5.1. Metode <i>Gomory Cutting Plane</i>	16
2.6. Metode <i>Branch and Price</i>	19
2.6.1. <i>Column Generation</i>	20
2.7. Metode <i>Branch and Cut and Price</i>	22
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat.....	24
3.2. Waktu	24
3.3. Metode Penelitian.....	24
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pendeskripsian Data	26
4.2. Pengolahan Data.....	27
4.2.1. Aplikasi Algoritma <i>Pattern Generation</i> (PG) dalam Pembentukan Pola Pemotongan	27
4.2.2. Pembentukan Model <i>Gilmore and Gomory</i>	42
4.2.3. Penyelesaian Model <i>Gilmore and Gomory</i>	48
4.3. Analisis Hasil Akhir dari Implementasi Metode <i>Branch and Cut and Price</i> dalam Model <i>Gilmore and Gomory</i>	86
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	88
5.2. Saran.....	89
 DAFTAR PUSTAKA	90

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Solusi Optimal Umum LP Relaksari.....	17
Tabel 2.2. Tabel Awal <i>Master</i>	21
Tabel 4.1. Ukuran Lantai dan Pesanan.....	26
Tabel 4.2. Pola Pemotongan Bersesuaian dengan Panjang.....	34
Tabel 4.3. Pola Pemotongan Bersesuaian dengan Lebar	41
Tabel 4.4. Pola Pemotongan yang Bersesuaian dengan Panjang	42
Tabel 4.5. Pola Pemotongan yang Bersesuaian dengan Lebar.....	43
Tabel 4.6. Model <i>Gilmore and Gomory</i>	46
Tabel 4.7. Solusi Model <i>Gilmore and Gomory</i>	48
Tabel 4.8. Solusi Submasalah 2	53
Tabel 4.9. Tabel Awal <i>Master</i> Submasalah 3	58
Tabel 4.10. Tabel <i>Master</i> Iterasi 1	60
Tabel 4.11. Tabel <i>Master</i> Iterasi 2	62
Tabel 4.12. Tabel <i>Master</i> Iterasi 3	63
Tabel 4.13. Solusi Submasalah 1	65
Tabel 4.14. Solusi Submasalah 6	73
Tabel 4.15. Tabel Awal <i>Master</i> Submasalah 7	80
Tabel 4.16. Tabel <i>Master</i> Iterasi 1	82
Tabel 4.17. Tabel <i>Master</i> Iterasi 2	83
Tabel 4.18. Tabel <i>Master</i> Iterasi 3	85

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Klasifikasi CSP Dua Dimensi	6
Gambar 2.2. Pendekatan pada Pohon Pencarian.....	9
Gambar 4.1. Pohon Pencarian Pola Pemotongan Bersesuaian dengan Panjang.....	33
Gambar 4.2. Pohon Pencarian Pola Pemotongan Bersesuaian dengan Lebar	40
Gambar 4.3. Pencabangan Submasalah 1 dan Submasalah 2 dari Model (4.3) dan Model (4.4).....	51
Gambar 4.4. Solusi Submasalah 3 dengan Kendala Gomory	55
Gambar 4.5. Solusi Submasalah 4 dengan Kendala Gomory	68
Gambar 4.6. Pencabangan Submasalah 5 dan Submasalah 6 dari Model (4.20) dan Model (4.21).....	72
Gambar 4.7. Solusi Submasalah 7 dengan Kendala Gomory	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perusahaan yang bergerak di bidang industri membutuhkan bahan baku sebagai salah satu bagian terpenting dalam proses produksi. Banyak jenis bahan baku yang digunakan pada perindustrian seperti kaca, kayu, kertas, marmer, baja, kain, dan lain-lain. Bahan baku yang tersedia biasanya mempunyai ukuran standar yang besar sehingga harus dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil sesuai dengan permintaan yang diterima. Penggunaan bahan baku perlu dioptimalkan dengan tujuan meminimumkan bahan baku tetapi tetap dapat memenuhi permintaan suatu barang. Pemotongan bahan baku dengan tepat menjadi cara untuk meminimumkan penggunaan bahan baku. Masalah pemotongan bahan baku dalam bidang optimasi dikenal sebagai *Cutting Stock Problem (CSP)*.

Cutting Stock Problem berdasarkan jumlah dimensi yang dipertimbangkan, dibedakan menjadi CSP satu dimensi, CSP dua dimensi, dan CSP tiga dimensi. Jumlah dimensi yang dipertimbangkan dilihat dari letak sisa pemotongan bahan baku (*trim loss*). Penelitian ini membahas CSP dua dimensi, dimana memperhatikan sisi lebar dan sisi panjang bahan baku dalam proses pemotongan.

Penelitian tentang CSP telah banyak dilakukan. Gilmore *and* Gomory (1963) melakukan penelitian terhadap CSP satu dimensi. Kemudian Gilmore *and* Gomory (1965) mengusulkan model CSP dua dimensi dengan memperluas pendekatan *Column Generation Technique* pada CSP satu dimensi. Model tersebut dipandang sebagai CSP satu dimensi 2-tahap untuk menyelesaikan CSP dua dimensi bertipe *guillotine*. Tipe pemotongan *guillotine* adalah memotong *stock* dari sisi ke sisi yang sejajar. Penyelesaian

CSP satu dimensi menggunakan metode *Branch and Price* telah dilakukan oleh Vance (1998). Mellouli *et al.* (2010) menggunakan algoritma genetika untuk memilih himpunan pola pemotongan, sedangkan model pemrograman linier digunakan untuk mengoptimalkan pola pemotongan. Metode *Branch and Price* untuk menyelesaikan CSP dua dimensi bertipe *guillotine* telah dilakukan oleh Mrad *et al.* (2012).

Suliman (2001) menggunakan algoritma *Pattern Generation* (PG) untuk menyelesaikan masalah pemotongan aluminium dengan menentukan pola pemotongan yang fisibel. Penerapan algoritma PG pada *multiple* CSP dua dimensi dengan menggunakan CGT telah dilakukan oleh Mellouli *and* Dammak (2008). Selain itu, algoritma PG diterapkan ke dalam permasalahan CSP dua dimensi oleh Rodrigo *et al.* (2012b). Selanjutnya Rodrigo *et al.* (2013) menyatakan metode *Modified Branch and Bound* dapat digunakan untuk pemotongan berbentuk segitiga dan segiempat pada saat bersamaan tetapi metode tersebut lebih sesuai untuk bentuk segiempat. Bangun, dkk (2016) juga telah menerapkan algoritma PG ke dalam model *arc-flow* pada CSP satu dimensi. Sedangkan Octarina *et al.* (2017a) membuat aplikasi pembentukan pola pemotongan untuk CSP dua dimensi berdasarkan metode *Modified Branch and Bound*, sehingga pencarian pola pemotongan tidak perlu dilakukan secara manual tetapi aplikasi pembentukan pola pemotongan ini masih menghasilkan banyak pola yang sama. Octarina *et al.* (2017b) selanjutnya mengembangkan penelitian CSP dua dimensi menggunakan metode *Branch and Cut* berdasarkan pola pemotongan hasil PG untuk menentukan pola pemotongan optimal.

Algoritma PG dapat mempermudah pencarian pola pemotongan secara manual dengan mengurangi jumlah pemotongan yang tidak layak. Kelebihan dari algoritma PG

adalah menghasilkan pola pemotongan yang berbeda dan *trim loss* minimum melalui pohon pencarian. Penelitian terdahulu tentang metode *Branch and Cut* yang dilakukan oleh Octarina *et al.* (2017b) menunjukkan bahwa penambahan kendala *Gomory* kurang efektif karena jumlah variabel yang banyak. Jepsen (2011) menggunakan metode *Branch and Cut and Price* untuk menyelesaikan masalah penentuan rute kendaraan. Metode *Branch and Cut and Price* merupakan gabungan dari metode *Branch and Cut* dan metode *Branch and Price* dimana penyelesaiannya membangkitkan baris dan kolom secara bersamaan sehingga dapat mempersingkat iterasi yang dikerjakan dibandingkan dengan metode *Branch and Cut* dan metode *Branch and Price*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini menggunakan pola-pola pemotongan hasil algoritma PG untuk membentuk model *Gilmore and Gomory* pada CSP dua dimensi untuk menentukan *stock* minimum. Selanjutnya model *Gilmore and Gomory* yang terbentuk diselesaikan dengan metode *Branch and Cut and Price*. Data yang digunakan yaitu data penelitian Rodrigo *et al.* (2012a). Rodrigo *et al.* (2012a) hanya melakukan penelitian untuk menentukan *trim loss* minimum dimana bahan baku yang digunakan adalah material marmer, sehingga *stock* minimum yang digunakan untuk memenuhi permintaan yang diterima tidak diketahui.

1.2. Perumusan Masalah

Masalah yang diteliti pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membentuk model *Gilmore and Gomory* berdasarkan pola-pola pemotongan dari algoritma PG?

2. Bagaimana menentukan solusi optimal dari model *Gilmore and Gomory* menggunakan metode *Branch and Cut and Price*?

1.3. Pembatasan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini dibatasi pada beberapa hal yaitu:

1. CSP pada penelitian ini menggunakan data penelitian Rodrigo *et al.* (2012a), dimana bahan baku yang digunakan adalah material marmer.
2. Tipe pemotongan bahan baku dilakukan dengan tipe pemotongan *guillotine*.

1.4. Tujuan

Tujuan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah:

1. Membentuk model *Gilmore and Gomory* pada CSP dua dimensi.
2. Menentukan solusi optimal dari model *Gilmore and Gomory* menggunakan metode *Branch and Cut and Price*.

1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Diperoleh pola pemotongan yang layak dari pengimplementasian algoritma PG pada CSP dua dimensi.
2. Sebagai bahan pertimbangan untuk industri pemotongan dalam menentukan pola pemotongan yang layak.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, P.B.J., Octarina, S., dan Apriani, R. 2016. Penyelesaian Algoritma Pattern Generation dengan Model Arc-Flow pada Cutting Stock Problem Satu Dimensi. *Proceeding Annual Research Seminar*. Universitas Sriwijaya : Fakultas Ilmu Komputer.
- Chen, D.S., Batson, R.G., and Dang, Y. 2010. *Applied Integer Programming Modeling and Solution*. New Jersey : John Wiley & Sons.
- Gilmore, P. and Gomory, R. 1963. A Linear Programming Approach to the Cutting Stock Problem Part II. *Operations Research*. 11(6) : 863 – 888. Informs.
- Gilmore, P. and Gomory, R. 1965. Multistage Cutting Stock Problems of Two and More Dimensions. *Operations Research*. 13(1) : 94 – 120. Informs.
- Jepsen, M.K. 2011. *Branch and Cut and Branch and Cut and Price Algorithms for Solving Vehicle Routing Problems*. Thesis. Denmark : Technical University of Denmark.
- Macedo, R.A.S.G. 2011. *Models and Algorithms for Hard Optimization Problems*. Thesis. Braga : Universidade do Minho.
- Manyatsi, S.M. 2010. *Investigating Some Heuristic Solutions for the Two-Dimensional Cutting Stock Problem*. North-West University : Potchefstroom Campus.
- Mellouli, A., and Dammak, A. 2008. An Algorithm for the Two-Dimensional Cutting Stock Problem Based on a Pattern Generation Procedure. *Information and Management Sciences*. 19(2) : 201 – 218.
- Mellouli, A., Masmoudi, F., Kacem, I., and Haddar, M. 2010. A Hybrid Genetic Algorithm for Optimization of Two-Dimensional Cutting Stock Problem. *International Journal of Applied Metaheuristic Computing*. 1(2) : 34 – 49.
- Mrad, M., Meftahi, I., and Haouari, M. 2012. A Branch and Price Algorithm for the Two-Stage Guillotine Cutting Stock Problem. *Journal of the Operational Research Society*, 1 – 9.
- Octarina, S., Bangun, P.B.J., and Hutapea, S. 2017a. The Application to Find Cutting Pattern in Two-Dimensional Cutting Stock Problem. *Journal of Informatics and Mathematical Science*. 9(2).
- Octarina, S., Bangun, P.B.J., dan Radiana, M. 2017b. Implementasi Branch and Cut dalam Penyelesaian Model Gilmore and Gomory Hasil Pattern Generation. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*.

- Pinha, D., and Zheng, Q.P. 2012. *Branch and Price*. West Virginia University : Department of Industrial and Management Systems Engineering.
- Rodrigo, W.N.P., Daundasekara, W.B., and Perera, A.A.I. 2012a. Pattern Generation for Two-Dimensional Cutting Stock Problem with Location. *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*. 3(2) : 354 – 368.
- Rodrigo, W.N.P., Daundasekara, W.B., and Perera, A.A.I. 2012b. Pattern Generation for Two-Dimensional Cutting Stock Problem. *International Journal of Mathematics Trends and Technology*. 3(2) : 54 – 62.
- Rodrigo, W.N.P., Daundasekara, W.B., and Perera, A.A.I. 2013. A Method for Two-Dimensional Cutting Stock Problem with Triangular Shape Items. *British Journal of Mathematics & Computer Science*. 3(4) : 750 – 771. Sciencedomain International.
- Suliman, S.M.A. 2001. Pattern Generating Procedure for the Cutting Stock Problem. *International Journal of Production Economics*. 74 : 293 – 301.
- Vance, P.H. 1998. Branch and Price Algorithms for the One-Dimensional Cutting Stock Problem. *Computational Optimization and Applications*. 9 : 211 – 228. Kluwer Academic Publishers.