

Optimalisasi Keuntungan Digital Printing Menggunakan *Branch and Bound* serta *Cutting Plane* Berbasis *R Software*

Sekar Handayani^{1*}, Achi Rinaldi¹, Siska Andriani¹

¹Jurusan Pendidikan Matematika, UIN Raden Intan Lampung, Lampung 35131, Indonesia

*Penulis Korespondensi. Email: sekarhandayani1602@gmail.com

Abstrak

Digital printing merupakan tata cara yang digunakan untuk mencetak pola pada percetakan modern yang memanfaatkan metode digital. Dalam penelitian ini yang dibahas adalah banner, stiker, dan undangan. Tujuan dari penelitian ini ialah mencari metode yang terbaik dan memperoleh keuntungan yang maksimal yang dihasilkan dari produksi pada CV Demangan Digital Printing dengan mengimplementasikan metode *branch and bound* dan metode *cutting plane*. Metode *branch and bound* dan metode *cutting plane* merupakan suatu metode untuk menyelesaikan masalah program linier dengan variabel keputusan berupa *interger*. Untuk membantu menyelesaikan kasus pengoptimalan keuntungan usaha digital printing digunakan *R software*. Berdasarkan hasil analisis data perusahaan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa metode *branch and bound* dan metode *cutting plane* memperoleh keuntungan maksimal yang sama besar. Keuntungan maksimal yang diperoleh sebesar Rp 61.200.000 dengan memproduksi banner sebanyak 8.000 meter, stiker sebanyak 615 meter, dan undangan sebanyak 500 lembar.

Kata Kunci: *Branch and Bound; Cutting Plane; Optimalisasi; R software*

Abstract

Digital printing is a procedure used to print patterns in modern printing using digital methods. In this study, what was discussed were banners, stickers, and invitations. This study aims to find the best method and obtain maximum profit from production on CV Demangan Digital Printing by implementing the branch and bound method and the cutting plane method. The branch and bound method and the cutting plane method solve linear program problems with decision variables in integers. To help solve the case of optimizing the profitability of the digital printing business, the R software. Based on the results of the company's data analysis that has been carried out, it shows that the branch and bound method and the cutting plane method obtain the same maximum profit. The maximum profit obtained is Rp. 61.200.000 by producing 8000 meters of banners, 615 meters of stickers, and 500 invitations.

Keywords: *Branch and Bound; Cutting Plane; Optimazation; R software*

1. Pendahuluan

Salah satu motor penggerak pertumbuhan ekonomi ialah pembangunan dan pertumbuhan usaha mikro kecil dan menengah (UMKM). UMKM berdasarkan UU No. 20 Tahun 2008, UMKM ialah usaha perdagangan yang dikelola oleh perorangan yang merujuk pada usaha ekonomi produktif dengan kriteria yang sudah ditetapkan dalam Undang-Undang. Secara sederhana, UMKM merupakan suatu usaha yang dijalankan dalam lingkup kecil dan dikelola oleh perorangan ataupun suatu badan usaha [1].

UMKM di Indonesia berkembang diberbagai kategori. Salah satunya yang bergerak pada kategori industri kertas dan barang dari kertas, percetakan dan reproduksi media rekaman ialah CV. Demangan Digital Printing. Menurut Ratmono [2] digital printing ialah semua hasil percetakan yang

dihasilkan melalui digital file. Produk digital printing banyak digemari kalangan pengguna percetakan, dikarenakan proses digital printing paling sesuai dengan ekspektasi pemesan [3].

Akan tetapi permasalahan yang paling sering timbul dalam usaha pengembangan UMKM sendiri ialah perencanaan ketersediaan bahan baku yang masih menggunakan metode perkiraan dan waktu produksi yang lama. Seperti yang dialami oleh UMKM dibidang digital printing. Berdasarkan wawancara dengan pemilik CV Demangan Digital Printing diketahui terdapat kendala pada faktor produksi sehingga mengakibatkan keuntungan yang diperoleh tidak optimal. Keuntungan sendiri merupakan tujuan didirikannya suatu usaha atau bisnis yang mana pemiliknya mengharapkan usahanya menghasilkan keuntungan sebesar-besarnya [4]. Pada dasarnya keuntungan yang didapatkan perusahaan saat penjualan produk maupun jasa pada pembeli dengan cara total penerimaan dikurangi dengan biaya produksi total [5]. Keuntungan merupakan gambaran dari dapat bersaing atau tidaknya perusahaan dengan perusahaan yang lain karena dari keuntungan kita dapat mengamati jalannya proses produksi [6]. Permasalahan pada CV Demangan Digital Printing dapat dipandang sebagai *integer linier programming* karena semua variabel keputusan menghasilkan bilangan bulat (*integer*).

Integer linier programming merupakan sesuatu pemrograman linier dengan persyaratan tambahan bahwa semua atau beberapa variabel memiliki nilai bulat nonnegatif [7]. Solusi optimal ialah gambaran hasil dari tergapainya tujuan tertentu yang paling optimal diantara alternatif-alternatif yang ada [8]. Untuk mendapatkan solusi optimal pada permasalahan *integer linier programming* dapat digunakan metode *branch and bound* dan *cutting plane*.

Metode *branch and bound* merupakan suatu metode untuk menghasilkan penyelesaian optimal program linier yang menghasilkan variabel-variabel keputusan bilangan bulat [9]. Berdasarkan definisi tersebut, peneliti merasa metode ini dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang dialami oleh CV Demangan Digital Printing mengingat permasalahannya harus mempunyai solusi bilangan bulat. Metode *branch and bound* bekerja dengan membuat batasan penyelesaian maksimal yaitu cabang atas dan cabang bawah pada variabel keputusan yang belum berupa *integer* agar mempunyai nilai *integer* sehingga setiap batasan memperoleh cabang baru [10]. Kelebihan dari metode *branch and bound* adalah hasil pengolahan data lebih teliti. Ketelitian ini diperoleh karena iterasi yang digunakan sangat panjang sehingga membutuhkan waktu yang lama. Waktu yang lama inilah yang menjadi kekurangan dari metode ini [11]. Untuk mengatasi kekurangan metode *branch and bound* maka digunakan *R software* yang memudahkan dalam memproses pengolahan data supaya dapat memperoleh keuntungan maksimal.

Pada metode *branch and bound* memiliki dua konsep dasar ialah *branching* dan *bounding*. Cabang dan batas (*branch and bound*) dapat diartikan sebagai proses pembentukan cabang penyelesaian dengan melakukan pembatasan nilai *integer* [12]. *Branching* merupakan tahapan membagi permasalahan pada sub-masalah yang kemungkinan mengarah ke solusi. *Bounding* merupakan tahapan untuk menentukan batas atas dan batas bawah untuk mendapatkan hasil optimal pada sub-masalah yang mengarah ke solusi.

Selain menggunakan metode *branch and bound*, pada permasalahan *integer linier programming* dapat memanfaatkan metode *cutting plane* untuk mengetahui hasil paling optimal. Metode *cutting plane* diperkenalkan oleh *Ralph Gomory* pada tahun 1950-an dengan mendefinisikan sebagai metode yang dapat digunakan dalam memecahkan program bilangan bulat dan pemrograman *mixed-integer* [7]. Metode ini adalah metode yang dimanfaatkan dalam penyelesaian program linier dengan *integer* sebagai *integer* murni ataupun campuran dengan menambahkan kendala baru yang dikenal dengan *gomory*. Batas *gomory* difungsikan apabila nilai variabel keputusan bukan bulat (masih pecahan) sehingga diperoleh daerah fisibel baru yang penyelesaiannya merupakan bilangan bulat [13]. Fokus dari metode ini ialah pada hasil penyelesaian yang masih bernilai pecahan saja [14].

Dalam menyelesaikan permasalahan *integer linier programming* ini dibantu dengan *R software*. *R software* merupakan suatu aplikasi gratis yang digunakan untuk menganalisis informasi dan grafik yang berbasis bahasa pemrograman S [15]. Salah satu alasan penelitian ini menggunakan *R software* dikarenakan aplikasi ini dapat digunakan untuk menganalisis data menggunakan metode *branch and bound* dan *cutting plane* yang dapat diunduh secara gratis berbeda dengan aplikasi-aplikasi lain yang harus membayar. *R software* adalah perangkat lunak statistik yang canggih dan gratis yang dibuat oleh mantan pembuat SPSS dan SAS [16]. *R software* mempunyai segudang manfaat yang berguna untuk memudahkan pekerjaan kita. *Software* ini dapat dimanfaatkan untuk menampilkan grafik, memanipulasi data, perhitungan, simulasi, dan penerjemah [17].

Menurut Nugraha [18], *R software* diciptakan versi awalnya pada tahun 1992 oleh Ross Ihaka dan Robert Gentleman di Universitas Aucland, New Zealand. *R software* secara bebas dapat diperoleh pada CRAN-*archive* di laman <http://CRAN.r-project.or>. Menurut Masudin, dkk [19] *R software* mempunyai keunggulan-keunggulan diantaranya multifungsi, sangat interaktif, berbasis S, popularitas. Meskipun R mudah digunakan, berdasarkan pengguna *R software* juga sulit dipelajari apalagi yang tidak memiliki dasar bahasa pemrograman. Pada penelitian ini, *packages* yang digunakan yaitu *lpSolveAPI* dan *Rsymphony*. Pada metode *Branch and Bound* menggunakan *packages lpSolveAPI*, sedangkan pada metode *Cutting Plane* menggunakan *packages Rsymphony*.

Penelitian mengenai penggunaan metode *Branch and Bound* dan metode *Cutting Plane* telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Penelitian yang dilakukan oleh Safitri, dkk [20] menghasilkan keuntungan produksi sebesar Rp 14.250.000. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Suhika dan Wamiliana [8] menghasilkan ilustrasi pengaplikasian algoritma pada K_4 dan K_5 . Penelitian yang dilakukan oleh Azzahrha, dkk [21] menunjukkan bahwa metode *Cutting Plane* memberikan hasil optimal dibandingkan dengan metode *Branch and Bound* yaitu Rp 1.886.500 dengan bantuan *software* lingo. Namun, hasil penelitian ini dilakukan pada lokasi dengan karakteristik yang berbeda, termasuk sampel yang diambilpun berbeda. Pada penelitian ini digunakan *R software* untuk mempermudah proses pengolahan data, menghindari kesalahan perhitungan, dan memanfaatkan perkembangan teknologi. Adapun penelitian ini berfokus pada optimalisasi keuntungan digital printing dengan menerapkan metode *Branch and Bound* dan metode *Cutting Plane* yang berbasis *R software*. Diharapkan dengan diterapkan metode *Branch and Bound* dan metode *Cutting Plane* dapat memberikan hasil keuntungan yang optimal seperti penelitian-penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dikarenakan dalam pengambilan data maupun informasi berupa angka serta dalam proses analisis pengujian menggunakan statistik. Pada penelitian ini, populasinya adalah keseluruhan yang berkaitan dengan CV. Demangan Digital Printing. Sedangkan sampelnya adalah data keuntungan, modal, dan bahan baku. Pada penelitian ini, terdapat variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebasnya adalah modal (X_1) dan bahan baku (X_2). Variabel terikat pada penelitian ini adalah keuntungan (Y). Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2022/2023 di CV. Demangan Digital Printing yang beralamatkan Jl. Pulau Legundi No. 199 Sukarame, Bandar Lampung. Jenis data pada penelitian ini adalah data primer yaitu data yang sumber datanya diperoleh langsung dari CV. Demangan Digital Printing. Penyelesaian permasalahan *integer linier programming* yang dialami oleh CV. Demangan Digital Printing dapat diselesaikan menggunakan metode *branch and bound* dan metode *cutting plane*.

Metode *branch and bound* dapat diselesaikan melalui tahap-tahap berikut [22]:

1. Tahap pertama formulasikan kendala-kendala yang ada ke dalam bentuk *Integer Linear Programming* (ILP).
2. Setelah itu, langkah selanjutnya menyelesaikan formulasi tersebut menggunakan *integer linier programming*.

3. Apabila hasilnya *feasible* maka proses selesai, namun apabila *infeasible* maka dilanjutkan dengan *bounding* dan *branching*.
4. Jika hasil dari *bounding* dan *branching* sudah *fathom* maka permasalahan *integer linier programming* telah selesai sehingga didapatkan fungsi tujuan yang optimal atau minimum.

Langkah-langkah penyelesaian menggunakan metode *cutting plane* adalah sebagai berikut:

1. Menyelesaikan permasalahan integer linear programming menggunakan metode simpleks. Jika masalah sederhana, dapat diselesaikan dengan pendekatan grafik sehingga pendekatan *gomory* kurang efisien
2. Periksa solusi optimum. Jika solusi yang diperoleh dari langkah pertama memiliki nilai pecahan, maka pilih salah satu baris dari tabel terakhir dari metode sederhana yang nilai pecahan terbesarnya adalah b . Hal ini dilakukan untuk mempercepat pengulangan
3. Pada baris yang dipilih, tambahkan batasan seperti yang ditunjukkan pada persamaan di bawah ini:

$$S_{gi} - \sum_{j=1}^n \binom{n}{k} f_{ij}x_j = -f_i$$

Keterangan:

S_{gi} : batasan *gomory* ke- i

f_{ij} : pecahan dalam a_{ij}

f_i : pecahan dalam b_i

4. Menyelesaikan metode *cutting plane* dengan memanfaatkan dual simpleks

Tahapan analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan cara penyelesaian masalah optimasi keuntungan CV Demangan Digital Printing dengan menggunakan metode *branch and bound*.
 - a. Melakukan permodelan masalah optimasi keuntungan CV Demangan Digital Printing dalam bentuk program linier
 - 1) Menjalani penelitian kepustakaan dengan mengumpulkan bahan dari buku dan sumber lain selanjutnya masalah dianalisis.
 - 2) Mengumpulkan data keuntungan CV Demangan Digital Printing berisi bahan dasar, waktu produksi, modal produksi, persediaan maksimum bahan dasar per bulan, laba, dan harga jual.
 - 3) Menentukan variabel keputusan.
 - 4) Menentukan fungsi tujuan.
 - 5) Menentukan fungsi kendala/batasan-batasan.
 - 6) Memodelkan masalah ke dalam bentuk program linier.
 - b. Menyusun model program linier dalam persoalan optimasi keuntungan CV Demangan Digital Printing ke dalam tabel simpleks.
 - c. Menyelesaikan model matematik menggunakan metode simpleks.
 - d. Apabila didapatkan pemecahan optimum berbentuk *integer* maka proses selesai namun bila pemecahan berbentuk desimal maka diselesaikan dengan metode *branch and bound*.
 - e. Mencabangkan variabel keputusan yang masih bukan bilangan bulat ke dalam subpermasalahan baru.
 - f. Menambahkan pencabangan baru ke dalam bentuk umum program linier.
 - g. Menentukan solusi memanfaatkan bantuan *R software* dan *QM for Windows* hingga didapatkan seluruh nilai variabel keputusannya berupa *integer*.
2. Menentukan cara penyelesaian persoalan optimasi keuntungan CV Demangan Digital Printing dengan menggunakan metode *cutting plane*

- a. Memodelkan masalah optimasi keuntungan CV Demangan Digital Printing ke dalam bentuk program linier
 - 1) Menjalani penelitian kepustakaan dengan mengumpulkan bahan dari buku dan sumber lain selanjutnya masalah dianalisis.
 - 2) Mengumpulkan data keuntungan CV Demangan Digital Printing berisi bahan dasar, waktu produksi, modal produksi, persediaan maksimum bahan dasar per bulan, laba, dan harga jual.
 - 3) Menentukan variabel keputusan.
 - 4) Menentukan fungsi tujuan.
 - 5) Menentukan fungsi kendala/batasan-batasan.
 - 6) Memodelkan masalah ke dalam bentuk program linier.
 - b. Menyusun model program linier dalam persoalan optimasi keuntungan CV Demangan Digital Printing ke dalam tabel simpleks.
 - c. Menyelesaikan model matematik menggunakan metode simpleks.
 - d. Apabila didapatkan pemecahan optimum berbentuk *integer* maka proses selesai namun bila pemecahan berbentuk desimal maka diselesaikan dengan metode *cutting plane*.
 - e. Memilih sembarang baris optimal simpleks yang dalam kolom ruas kanannya memuat pecahan yang hendak menjadi batasan baru.
 - f. Penambahan kendala baru ke dalam wujud persamaan linier yang didapatkan dari tabel simpleks.
 - g. Mencari solusi dengan menggunakan bantuan *R software* dan QM for Windows hingga didapatkan seluruh nilai variabel keputusannya berupa *integer*.
3. Menentukan metode yang memaksimalkan keuntungan CV Demangan Digital Printing antara menggunakan metode *branch and bound* dengan metode *cutting plane*.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam menyelesaikan permasalahan untuk memaksimalkan keuntungan CV. Demangan Digital Printing selama satu bulan terdapat uraian kendala yang terjadi pada CV. Demangan Digital Printing. Uraian tersebut dapat kita amati pada Tabel 1 yang bersumber dari CV. Demangan Digital Printing pada tahun 2022.

Tabel 1. Ketersediaan Produksi di Bulan Juli 2022

No	Faktor Produksi	Ketersediaan	Satuan
1.	Bahan baku		
	a. Flexy 280 gsm	8.960	Meter
	b. Tinta outdoor	80	Liter
	c. Sticker vinyl	660	Meter
	d. Tinta indoor	8	Liter
	e. Kertas kunstruk	500	Lembar
	f. Tinta	2.000	Mili liter
2.	Tenaga kerja	15	Orang
3.	Jam kerja	182	Jam
4.	Mesin produksi		
	a. Mesin banner butterfly 520	8	Jam
	b. Mesin roland	6	Jam
	c. Mesin Xerox	8	Jam
5.	Biaya operasional	5.200.000	Rupiah
6.	Batasan produksi X_1 - X_3	3	Jenis

Berdasarkan Tabel 1 yang bersumber dari CV. Demangan Digital Printing pada tahun 2022, selanjutnya diselesaikan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

3.1 Analisis Menggunakan Metode Simpleks

a. Menentukan variabel keputusan

Variabel keputusan dalam perencanaan produksi oleh CV. Demangan Digital Printing adalah:

x_1 = banner (1 meter)

x_2 = stiker (1 meter)

x_3 = undangan (1 lembar)

b. Menentukan fungsi kendala

Fungsi kendala didapatkan dari ketersediaan produksi dalam membuat sebuah produk. Fungsi kendala pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$x_1 + 0x_2 + 0x_3 \leq 8.960$$

$$10x_1 + 0x_2 + 0x_3 \leq 80.000$$

$$0x_1 + 1x_2 + 0x_3 \leq 660$$

$$0x_1 + 13x_2 + 0x_3 \leq 8.000$$

$$0x_1 + 0x_2 + x_3 \leq 500$$

$$0x_1 + 0x_2 + 4x_3 \leq 2.000$$

$$x_1 + 0x_2 + 0x_3 \leq 7.900$$

$$0x_1 + x_2 + 0x_3 \leq 593$$

$$0x_1 + 0x_2 + x_3 \leq 490$$

dimana x_1, x_2, x_3 integer.

c. Menentukan fungsi tujuan

Total biaya produksi dan harga jual untuk tiap jenis produk digital printing yang dihasilkan dapat diamati pada Tabel 2.

Tabel 2. Biaya produksi dan harga jual

Jenis Produk	Biaya Produksi	Harga Jual	Keuntungan Penjualan
Banner	Rp. 12.250	Rp. 17.500	Rp. 5.250
Sticker	Rp. 70.000	Rp. 100.000	Rp. 30.000
Undangan	Rp. 3.500	Rp. 5.000	Rp. 1.500

Berdasarkan Tabel 2 yang bersumber dari CV. Demangan Digital Printing pada tahun 2022, dapat diperoleh fungsi tujuan untuk optimalisasi jumlah produksi banner, stiker, dan undangan yaitu:

$$\text{Max } Z = 5.250 x_1 + 30.000 x_2 + 1.500 x_3.$$

d. Memodelkan masalah ke dalam bentuk program linier

Bentuk umum pemrograman linier pada penyelesaian optimalisasi keuntungan CV. Demangan Digital Printing adalah fungsi yang memaksimalkan, yaitu:

$$Z - 5.250 x_1 + 30.000 x_2 + 1.500 x_3 - 0s_1 - 0s_2 - 0s_3 - 0s_4 - 0s_5 - 0s_6 + 0s_7 + 0s_8 + 0s_9 - 0a_1 - 0a_2 - 0a_3 = 0$$

dengan fungsi kendala adalah

$$\begin{aligned}
x_1 + 0x_2 + 0x_3 + s_1 &= 8.960 \\
10x_1 + 0x_2 + 0x_3 + s_2 &= 80.000 \\
0x_1 + x_2 + 0x_3 + s_3 &= 660 \\
0x_1 + 13x_2 + 0x_3 + s_4 &= 8.000 \\
0x_1 + 0x_2 + x_3 + s_5 &= 500 \\
0x_1 + 0x_2 + 4x_3 + s_6 &= 2.000 \\
x_1 + 0x_2 + 0x_3 - s_7 + a_1 &= 7.900 \\
0x_1 + x_2 + 0x_3 - s_8 + a_2 &= 593 \\
0x_1 + 0x_2 + x_3 - s_9 + a_3 &= 490
\end{aligned}$$

e. Menyelesaikan model matematik menggunakan metode simpleks

Model matematik selanjutnya diselesaikan menggunakan metode simpleks dengan *software QM for Windows* diperoleh hasil sebagai pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan metode simpleks dengan *QM for windows*

	X1	X2	X3	RHS	Dual
Maximize	5250	30000	1500		
Flexy 280 gsm	1	0	0	8960	0
Tinta outdoor	10	0	0	80000	525
Sticker vinyl	0	1	0	660	0
Tinta indoor	0	13	0	8000	2307.69
Kertas kunstruk	0	0	1	500	1500
Tinta	0	0	4	2000	0
Produksi X1	1	0	0	7900	0
Produksi X2	0	1	0	593	0
Produksi X3	0	0	1	490	0
Solution->	8000	615.38	500	61211540	

Dapat diamati perbandingan hasil perhitungan optimalisasi keuntungan menggunakan *factual* dengan metode simpleks pada Tabel 4.

Tabel 4. Produksi Optimal Menggunakan Simpleks

No	Jenis Produk	Tingkat Produk	
		Faktual	Optimal
1	Banner	7.900	8.000
2	Stiker	593	615,38
3	Undangan	490	500
	Total	8.983	9.115,38

Berdasarkan hasil pengolahan data optimal dengan menggunakan metode simpleks berbantuan *software QM* tingkat produksi seharusnya berjumlah 9.115,38 dengan produksi 8.000 meter banner, 615,38 meter stiker, dan 500 lembar undangan. Sehingga mendapatkan keuntungan optimal sebesar Rp 61.211.540 dan kenaikan keuntungan sebesar Rp 1.211.540. Dikarenakan penyelesaian dengan metode simpleks masih terdapat bilangan belum *integer*, maka selanjutnya diselesaikan menggunakan metode *branch and bound* dan metode *cutting plane*.

3.2 Analisis Menggunakan Metode Branch and Bound

Penyelesaian permasalahan optimalisasi keuntungan menggunakan metode *branch and bound* dengan *R software* diperoleh hasil seperti pada Gambar 1.

```

> set.bounds(bb, lower = c(0, 0, 0))
> set.bounds(bb, upper = c(Inf, Inf, Inf))
>
> set.rhs(bb, b)
> set.constr.type(bb, tipores)
> bb
Model name:
      C1      C2      C3
Maximize  5250 30000 1500
R1         1      0      0 <=  8960
R2         10     0      0 <= 80000
R3          0      1      0 <=   660
R4          0     13     0 <=  8000
R5          0      0      1 <=   500
R6          0      0      4 <=  2000
R7          1      0      0 >=  7900
R8          0      1      0 >=   593
R9          0      0      1 >=   490
Kind       Std     Std     Std
Type       Real    Real    Real
Upper      Inf     Inf     Inf
Lower      0       0       0
>
> branchAndBound(bb, A, b)
SubProblem_1
Lower bounds:000
Upper bounds:InfInfInf
Solution: 8000615.384615384615500
z: 61211538.4615384

SubProblem_2
Lower bounds:000
Upper bounds:Inf615Inf
Solution: 8000615500
z: 61200000

$solution
[1] 8000 615 500

$`objective value`
[1] 61200000

```

Gambar 1. Hasil perhitungan metode *Branch and Bound*

Dapat diamati perbandingan hasil perhitungan optimalisasi keuntungan menggunakan metode simpleks dengan metode *branch and bound* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Produksi optimal *Branch and Bound*

No	Jenis Produk	Tingkat Produk	
		Faktual	Optimal
1	Banner	7.900	8.000
2	Stiker	593	615
3	Undangan	490	500
Total		8.983	9.115

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa jumlah produksi factual pada CV. Demangan Digital Printing sebanyak 8.983 dengan produksi banner sebanyak 7.900 meter, stiker sebanyak 593, dan undangan sebanyak 490 lembar. Kemudian berdasarkan hasil pengolahan data optimal dengan menggunakan metode *branch and bound* berbantuan *R software* tingkat produksi seharusnya

berjumlah 9.115 dengan produksi 8.000 meter banner, 615 meter stiker, dan 500 lembar undangan. Sehingga mendapatkan keuntungan optimal sebesar Rp 61.200.000.

3.3 Analisis Menggunakan Metode Cutting Plane

Selain menggunakan metode *branch and bound*, kita dapat menyelesaikan permasalahan optimalisasi keuntungan CV. Demangan Digital Printing menggunakan metode *cutting plane* berbasis *R software*. Diperoleh hasil seperti pada Gambar 2.

```
> require(Rsymphony)
> ## Simple linear program.
> ## maximize: 5250 x_1 + 30000 x_2 + 1500 x_3
> ## subject to: 1 x_1 + 0 x_2 + 0 x_3 <= 8960
> ## 10 x_1 + 0 x_2 + 0 x_3 <= 80000
> ## 0 x_1 + 1 x_2 + 0 x_3 <= 660
> ## 0 x_1 + 13 x_2 + 0 x_3 <= 8000
> ## 0 x_1 + 0 x_2 + 1 x_3 <= 500
> ## 0 x_1 + 0 x_2 + 4 x_3 <= 2000
> ## 1 x_1 + 0 x_2 + 0 x_3 >= 7900
> ## 0 x_1 + 1 x_2 + 0 x_3 >= 593
> ## 0 x_1 + 0 x_2 + 1 x_3 >= 490
> ## x_1, x_2, x_3 are integer
> obj <- c(5250, 30000, 1500)
> mat <- matrix(c(1, 10, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 13, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 4, 0, 0, 0, 1), nrow = 9)
> dir <- c("<=", "<=", "<=", "<=", "<=", "<=", ">=", ">=", ">=")
> rhs <- c(8960, 80000, 660, 8000, 500, 2000, 7900, 593, 490)
> max <- TRUE
> types <- c("I", "I", "I")
> Rsymphony_solve_LP(obj, mat, dir, rhs, types = types, max = max)
$solution
[1] 8000 615 500

$objval
[1] 61200000

$status
TM_OPTIMAL_SOLUTION_FOUND
0

> |
```

Gambar 2 Hasil perhitungan metode *Cutting Plane* berbantuan *R Software*

Dapat diamati perbandingan hasil perhitungan optimalisasi keuntungan menggunakan metode simpleks dengan metode *cutting plane* pada Tabel 6.

Tabel 6. Produksi Optimal *Cutting Plane*

No	Jenis Produk	Tingkat Produk	
		Faktual	Optimal
1	Banner	7.900	8.000
2	Stiker	593	615
3	Undangan	490	500
Total		8.983	9.115

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa jumlah produksi factual pada CV. Demangan Digital Printing sebanyak 8.983 dengan produksi banner sebanyak 7.900 meter, stiker sebanyak 593, dan undangan sebanyak 490 lembar. Kemudian berdasarkan hasil pengolahan data optimal dengan menggunakan metode *cutting plane* berbantuan *R software* tingkat produksi seharusnya berjumlah 9.115 dengan produksi 8.000 meter banner, 615 meter stiker, dan 500 lembar undangan. Sehingga mendapatkan keuntungan optimal sebesar Rp 61.200.000.

3.4 Perbandingan Keuntungan

Perbandingan keuntungan CV. Demangan Digital Printing yang diperoleh secara *factual*, metode *branch and bound*, dan metode *cutting plane* pada Tabel 7.

Tabel 7 Perbandingan keuntungan

No	Tipe	Perusahaan		<i>Branch and Bound</i>		<i>Cutting Plane</i>	
		Jumlah Produksi	Keuntungan	Jumlah Produksi	Keuntungan	Jumlah Produksi	Keuntungan
1.	Banner	7.900	41.475.000	8.000	42.000.000	8.000	42.000.000
2.	Stiker	593	17.790.000	615	18.450.000	615	18.450.000
3.	Undangan	490	735.000	500	750.000	500	750.000
	Total	8.983	60.000.000	9.115	61.200.000	9.115	61.200.000

Berdasarkan Tabel 7, diperoleh bahwa keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan dalam kondisi *factual* sebesar Rp 60.000.000 dengan memproduksi banner sebanyak 7.900 meter, stiker sebanyak 593 meter, dan undangan sebanyak 490 lembar. Keuntungan optimal yang diperoleh menggunakan metode *branch and bound* adalah sebesar Rp 61.200.000 dengan memproduksi banner sebanyak 8.000 meter, stiker 615 meter, dan undangan sebanyak 500 lembar. Sedangkan menggunakan metode *cutting plane* diperoleh produksi maksimal dengan memproduksi banner sebanyak 8.000 meter, stiker 615 meter, dan undangan sebanyak 500 lembar sehingga memperoleh keuntungan sebesar Rp 61.200.000.

4. Kesimpulan

Metode *branch and bound* dan metode *cutting plane* menghasilkan keuntungan optimal yang besarnya sama sehingga kedua metode tersebut dapat digunakan untuk mengatasi masalah optimalisasi keuntungan digital printing. Keuntungan optimal yang diperoleh sebesar Rp 61.200.000 dengan memproduksi *banner* sebanyak 8.000 meter, stiker sebanyak 615 meter, dan undangan sebanyak 500 lembar.

Referensi

- [1] A. Ariyanto, *Entrepreneurial Mindset Dan Skills*, 1ed. Sumatra Barat: Penerbit Insan Candekia Mandiri, 2021.
- [2] D. Ratmono, "Tinjauan Pemanfaatan Digital Printing dalam Pelestarian Majalah Terjilid Koleksi Perpustakaan Nasional RI," *Media Pustak.*, vol. 24, no. 3, pp. 71–80, 2017, doi: <https://doi.org/10.37014/medpus.v24i3.465>.
- [3] K. Saharja and R. Gobal, "Pengaruh Waktu Proses Produksi Digital Printing Terhadap Kepuasan Konsumen Pengguna Produk Cetak," *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 5, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.30645/j-sakti.v5i1.339>.
- [4] A. Kristianti, "Pengaruh Modal Kerja Dan Penjualan Terhadap Laba Bersih Pada Perusahaan Otomotif Yang Tercatat Di Bursa Efek Indonesia Periode 2013-2017," *J. Ilm. Mah. Akut.*, vol. 1, no. 1, pp. 60-76, 2021, [Online]. Available: <https://jom.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jima/article/view/26/27>.
- [5] E. A. Hardi, "Etika Produksi Islami: Masalah dan Maksimalisasi Keuntungan," *el-JIZYA*, vol. 8, no. 1, pp. 98-119, 2020. [Online]. Available: <https://ejournal.uinsaizu.ac.id/index.php/eljizya/article/view/3995>.
- [6] S. F. Ghaliyah, E. Harahap, and F. H. Badruzzaman, "Optimalisasi Keuntungan Produksi Sambal Menggunakan Metode Simpleks Berbantuan Software QM," *Bandung Conf. Ser. Math.*, vol. 2, p. 10, 2021, doi: <https://doi.org/10.29313/bcsm.v2i1.1388>.
- [7] J. H. Lumbantoruan, *Buku Materi Pembelajaran Pemrograman Linier*. Jakarta: Universitas Kristen Indonesia, 2020.
- [8] D. Suhika and W. Wamiliana, "Penggunaan Metode Cutting Plane untuk Menyelesaikan

Minimum Spanning Tree Dengan kendala Bobot Pada Graf Kn,” *Aksioma*, vol. 7, no. 1, pp. 87-95, 2018. doi: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v7i1.1353>.

- [9] D. Septinauli, “Aplikasi Metode Branch and Bound dan Cutting Plane Untuk Mengoptimalkan Keuntungan Produksi Keripik Ubi Pada UD Rezeki Baru,” Skripsi, Universitas Kristen Indonesia, 2019.
- [10] W. Hartono, A. D. Y. A. Putri, and S. Sugiyarto, “Integer Programming Dengan Pendekatan Metode Branch and Bound Untuk Optimasi Sisa Material Besi (Waste) Pada Plat Lantai (Studi Kasus: Pasar Elpabes Banjarsari Surakarta),” *Matriks Teknik Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 86-92, 2014, doi: <https://doi.org/10.20961/mateksi.v2i2.37440>.
- [11] S. S. Supatimah, Farida, and S. Andriani, “Optimasi Keuntungan Dengan Metode Branch and Bound,” *AKSIOMA: J. Mat. dan Pend. Mat.*, vol. 10, No. 1, pp. 13-23, 2019, doi: <https://doi.org/10.26877/aks.v10i1.3145>.
- [12] Siswanto, *Operations Research*, 1ed. Jakarta: Penerbit Erlangga, 2007.
- [13] N. Nico, I. Iryanto, and G. Tarigan, “Aplikasi Metode Cutting Plane Produksi Tahunan,” *Saintia Mat.*, vol. 2, no. 2, pp. 127–136, 2014.
- [14] R. Jannah, A. Arnellis, and R. Sriningsih, “Optimasi Hasil Produksi Tahu dan Tempe dengan Metode Branch and Bound dan Metode Cutting Plane,” *J. Math UNP*, vol. 3, no. 1, pp. 42–44, 2018.
- [15] P. U. Gio and D. E. Irawan, *Belajar Statistika Dengan R*. Medan: USU Press, 2016.
- [16] S. Sugianto and H. Setio, *Statistika Deskriptif & Konsep Peluang Aplikasi R-Stat*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2020.
- [17] S. Kania, D. Rachmatin, and J. A. Dahlan, “Program Aplikasi Pengelompokan Objek Dengan Metode Self Organizing Map Menggunakan Bahasa R,” *J. EurekaMatika*, vol. 7, no. 2, pp. 17-29, 2019, doi: <https://doi.org/10.17509/jem.v7i2.22132>.
- [18] J. Nugraha, *Pengantar Analisis Data Kategorik Metode dan Aplikasi menggunakan Program R*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish, 2014.
- [19] I. Masudin, M. F. Ibrahim, and G. Yandeza, *Linear Programming Dengan R (Aplikasi Untuk Teknik Industri)*, 1ed. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang, 2018.
- [20] E. Safitri, S. Basriati, and H. Najmi, “Penerapan Metode Branch and Bound dalam Optimalisasi Produk Mebel (Studi kasus: Toko Mebel di Jalan Marsan Panam),” *KUBIK J. Pub. I. Mat.*, vol. 5, no. 1, pp. 43-53, 2020, doi: <https://doi.org/10.15575/kubik.v5i1.8611>.
- [21] F. K. Azzahrha, R. P. Sari, and M. D. R. Fauzi, “Optimalisasi Produksi Tahu Menggunakan Metode Branch and Bound dan Cutting Plane,” *STRING Satuan Tulisan Riset Inov. Tek.*, vol. 6, no. 2, pp. 175-184, 2021, doi: <https://doi.org/10.30998/string.v6i2.10821>.
- [22] Y. N. Firdaus, N. Litano, A. Hermansyah, R. Nurhadiyati, I. Falani, and E. Wiratmani, “Implementasi Algoritma Branch and Bound dalam Penentuan Jumlah Produksi untuk Memaksimalkan Keuntungan,” *STRING Satuan Tulisan Riset Inov. Tek.*, vol. 4, no. 1, pp. 65-70, 2019, doi: <https://doi.org/10.30998/string.v4i1.3717>.