UJM 7 (2) 2020
UNNES Journal of Mathematics
http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm

OPTIMASI KEUNTUNGAN PRODUKSI PABRIK OLAHAN BANDENG NIRWANA DI KABUPATEN PATI DENGAN METODE *INTEGER LINEAR PROGRAMMING* BERBANTUAN SOLVER

Ismi Marfuah✉, Dwijanto

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt.1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang, 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Desember 2020
Disetujui Juni 2021
Dipublikasikan Juni 2021

Keywords:
Optimization,
Maximum Profit,
Integer Linear Programming,

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi banyaknya masing-masing jenis olahan Bandeng yang harus diproduksi sehingga dapat memaksimumkan keuntungan produksi Pabrik Olahan Bandeng Nirwana. Data yang diperoleh dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Hasil perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan keuntungan optimal sebesar Rp 2.451.847,00. Komposisi banyaknya masing-masing jenis olahan bandeng yang harus diproduksi adalah Rolade sebanyak 85 pak, Nugget Bulat sebanyak 27 pak, Nugget Stick sebanyak 30 pak, Bakso sebanyak 20 pak, Sempolan sebanyak 25 pak, Sempolan Crispy sebanyak 70 pak, Otak-otak sebanyak 40 pak, dan Tahu Bakso sebanyak 62 pak. Selisih antara perhitungan keuntungan dengan metode *Integer Linear Programming* dan perhitungan yang dilakukan Pabrik Olahan Bandeng Nirwana sebesar Rp 190.106,00. Ini menunjukkan keuntungan produksi yang diperoleh dengan metode *Integer Linear Programming* lebih optimal.

Abstract

This research was aimed to get the total composition of each Bandeng-product that must be produced, so that it can maximize the profit of Pabrik Olahan Bandeng Nirwana. The data that was gotten in this research were the primary and the secondary data. The result of calculation showed the optimal profit to the amount of 2.451.847,00 IDR by producing 85 units of Rolade, 27 units of Nugget Bulat, 30 units of Nugget Stick, 20 units of Bakso, 25 units of Sempolan, 70 units of Sempolan Crispy, 40 units of Otak-otak and 62 units of Tahu Bakso. The ratio profit calculation using Integer Linear Programming compared with the calculation by Pabrik Olahan Bandeng Nirwana was up 190.106,00 IDR. The showed the profit gotten by Integer Linear Programming method had been optimal.

How to cite:

Marfuah Ismi, Dwijanto (2020). Optimasi Keuntungan Produksi Pabrik Olahan Bandeng Nirwana di Kabupaten Pati dengan Metode *Integer Linear Programming* Berbantuan Solver. *Unnes Journal of Mathematics*, 10(1), 38-46.

© 2020 Universitas Negeri Semarang

Alamat korespondensi:
E-mail: ismimarfuah3@gmail.com

p-ISSN 2252-6943
e-ISSN 2460-5859

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, persaingan dunia usaha semakin ketat dan meningkat. Guna memenangkan persaingan pasar, perkembangan dunia usaha mengharuskan para pemeran kegiatan usaha baik perusahaan maupun industri untuk terus mengoptimalkan kegiatan usahanya. Suatu organisasi harus membuat keputusan mengenai cara mengalokasikan sumber-sumbernya, dan tidak ada organisasi yang beroperasi secara permanen dengan sumber yang tidak terbatas, akibatnya manajemen harus secara terus-menerus mengalokasikan sumber yang langka untuk mencapai tujuan yang optimal. Tiap organisasi berusaha mencapai tujuan tertentu sesuai dengan batasan sumber (tabungan, anggaran, bahan produksi) (Aminudin, 2005).

Riset Operasi (manajemen sains) merupakan penerapan dari metode, teknik dan peralatan ilmiah dalam menghadapi masalah yang muncul dalam operasi perusahaan untuk menemukan solusi alternatif penyelesaian masalah secara optimal (Syaifuddin, 2011).

Linear Programming (LP), atau program linear adalah salah satu teknik yang dapat membantu dalam membuat keputusan alokasi sumberdaya yang terbatas dan langka secara optimum. Sumberdaya yang terbatas ini jika dalam suatu industri atau perusahaan mencakup semua faktor produksi seperti; permesinan, tenaga kerja, bahan baku, modal, teknologi dan informasi (Syaifuddin, 2011). Tujuan utama dari program linear ini adalah menentukan nilai optimum (maksimal/minimal) dari fungsi tujuan yang telah ditetapkan (Dwijanto, 2008).

Penggunaan program linear memecahkan banyak permasalahan seperti permasalahan transportasi, penugasan, program dinamis dan program bilangan bulat. Teknik pemrograman linear dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang muncul dalam bisnis, pemerintah, industri, rumah sakit, perpustakaan, dll (Murthy, 2007).

Metode simpleks adalah sebuah prosedur aljabar, dimana setiap iterasi adalah mengenai penyelesaian suatu sistem persamaan untuk mendapatkan suatu penyelesaian percobaan baru untuk uji optimalitas. Namun, metode ini juga mempunyai interpretasi geometris yang sangat berguna (Hillier& Lieberman, 2001). Metode simpleks merupakan suatu prosedur perhitungan berulang dengan pengulangan terbatas yang dimulai dari suatu Penyelesaian Dasar Fisibel (PDF) (Suyitno, 2014:25).

Integer programming merupakan suatu LP dengan persyaratan tambahan bahwa semua atau sebagian variabel bernilai bulat non-negatif, tetapi parameter model tidak perlu juga bernilai bulat (Mulyono, 2017). Menurut Dwijanto (2008) Pembulatan yang dilakukan begitu saja, akan mengakibatkan solusi tidak optimal, bahkan dapat menghasilkan jawaban yang tak layak (tidak masuk dalam jawaban mungkin). Oleh karena itu pembulatan pada program linear bilangan bulat tidak sesederhana membulatkan menjadi bilangan bulat. Sebab beberapa persyaratan harus dipenuhi. Ada beberapa cara untuk menentukan (menghitung) solusi program linear bilangan bulat, antara lain: metode grafik, metode *Cutting Plan algorithm*, metode *Branch and Bound*, dan penyelesaian dengan program komputer.

Cabang dan Batas (*Branch and Bound*) merupakan suatu metode untuk menghasilkan solusi optimal pemrograman linear yang menghasilkan seluruh variabel keputusan bilangan bulat. Sesuai dengan namanya, metode ini membatasi solusi optimal yang akan menghasilkan bilangan pecahan dengan cara membuat cabang atas dan bawah dari setiap variabel keputusan yang bernilai pecahan agar bernilai bulat sehingga setiap pembatasan akan menghasilkan cabang baru (Siswanto, 2007).

Kabupaten Pati merupakan salah satu kabupaten di Jawa Tengah yang memiliki potensi besar khususnya dalam sektor perikanan budidaya tambak. Bandeng menjadi hasil budidaya terbesar dan termasuk jenis fauna resmi di kabupaten Pati. Berdasarkan BPS Kabupaten Pati (2019) ikan segar budidaya tambak jenis ikan Bandeng di kabupaten Pati memiliki nilai produksi meningkat dari tahun 2016 sampai dengan 2018. Pada tahun 2016, nilai produksinya sebesar Rp 377.849.850, tahun 2017 nilai produksinya sebesar Rp 491.505.021, dan tahun 2018 nilai produksinya sebesar Rp 512.887.920. Karena hasilnya yang melimpah, maka banyak masyarakat yang memanfaatkannya untuk menggerakkan perekonomian masyarakat baik perusahaan besar maupun industri kecil dan menengah.

Masalah optimasi yang sering muncul dalam bidang industri adalah menentukan keuntungan maksimum guna memperoleh pendapatan yang optimal. Tidak terkecuali dengan permasalahan yang dihadapi oleh Pabrik Olahan Bandeng Nirwana. Dalam proses produksinya, Pabrik Olahan Bandeng Nirwana masih mengalami kendala dalam menentukan jumlah produksi setiap harinya dan penentuan keuntungan maksimal. Hal ini dikarenakan Pabrik Olahan Bandeng Nirwana belum menggunakan perhitungan matematis dalam industri yang dilakukan. Supaya biaya yang dikeluarkan dapat seminimal dan keuntungan sebesar mungkin, maka peneliti tertarik untuk menerapkan metode dalam riset operasi dalam penentuan jumlah olahan Bandeng yang dapat diproduksi.

Penelitian mengenai Pemrograman Bilangan Bulat atau *Integer Linear Programming* (ILP) pernah dilakukan oleh Hikmah&Amin (2017) untuk memecahkan masalah optimasi, khususnya meminimumkan biaya produksi di usaha lemari Alumunium dengan menggunakan *Integer Linear Programming* (ILP).

Adapula Windarti&Shahab (2011) melakukan penelitian untuk menentukan jumlah produksi di PT. Hanil Jaya Steel yang dibuat sesuai pesanan menggunakan metode Integer Linear Programming. Hasil dari penerapan metode yang digunakan, tampak bahwa jumlah billet baja yang tersedia cukup untuk memenuhi permintaan selama seminggu. Perusahaan bisa memproduksi besi beton untuk semua diameter sesuai dengan permintaan. Sehingga perusahaan selama seminggu mendapat keuntungan maksimal yang significant.

Metode *Integer Linear Programming* dipilih karena permasalahan dalam penelitian ini berhubungan dengan optimasi jumlah produksi yang variabel optimumnya merupakan bilangan bulat. Solusi pembulatan mungkin memberi nilai fungsi objektif yang sangat jauh dari nilai optimal dan kasus tersebut dapat dihindari jika masalah optimasi diselesaikan sebagai masalah *Integer Linear Programming.*

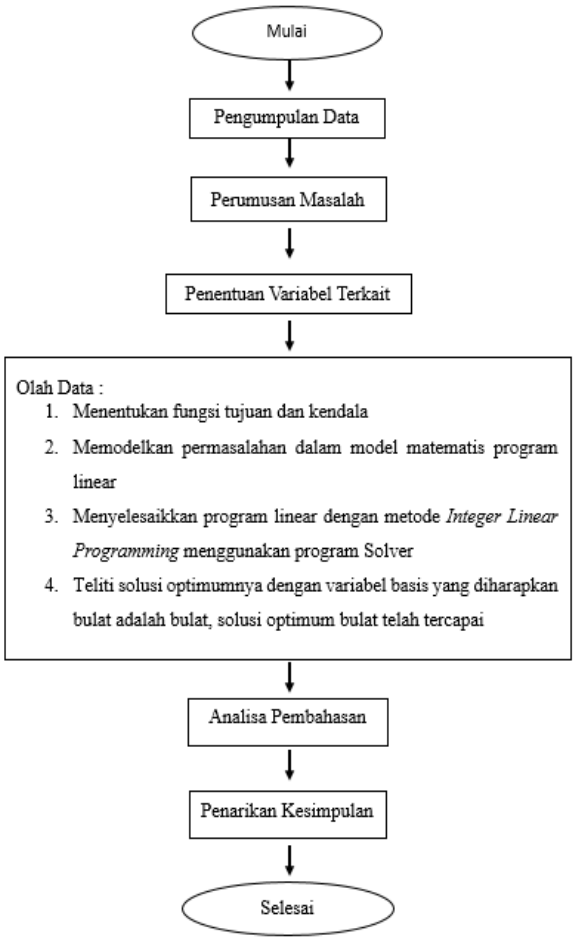
Berdasarkan latar belakang penelitian di atas, maka akan dibahas mengenai optimasi keuntungan produksi Pabrik olahan bandeng Nirwana untuk mendapatkan keuntungan maksimum dengan metode *Integer Linear Programming.* Tujuan penelitian ini adalah (1) Mengetahui model matematika untuk memaksimalkan keuntungan produksi pada Pabrik Olahan Bandeng Nirwana dengan metode *Integer Linear Programming* berbantuan Solver. (2) Mengetahui komposisi banyaknya masing-masing jenis olahan bandeng yang harus diproduksi agar Olahan Bandeng Nirwana memperoleh keuntungan maksimal. (3) Mengetahui perbandingan keuntungan produksi optimal antara metode *Integer Linear Programming* dengan perhitungan Pabrik Olahan Bandeng Nirwana.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian studi kasus. Studi kasus yang diambil dilaksanakan di Pabrik Olahan Bandeng Nirwana yang berlokasi di Kabupaten Pati.

Pengumpulan data yang diperoleh dari obyek penelitian adalah data bahan baku produksi, harga pokok produksi, persediaan bahan baku produksi, harga jual produksi dan biaya produksi. Sedangkan metode pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi dan wawancara pada Pabrik Olahan Bandeng Nirwana dan melakukan tanya jawab/ interview dengan pihak tekait.

Adapun langkah-langkah analisis untuk memperoleh jawaban dari masalah yang diangkat dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 1 berikut



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Analisis Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada 8 jenis olahan Bandeng yang diproduksi oleh Pabrik Olahan Bandeng Nirwana. Jenis olahan Bandeng tersebut diantaranya Rolade, Nugget Bulat, Nugget Stick, Bakso, Sempolan, Sempolan Crispy, Otak-otak dan Tahu Bakso. Data hasil observasi yang akan diolah dalam penelitian diantaranya data komposisi produksi, persedian bahan baku, harga jual produk, kapasitas produksi, permintaan produksi, dan biaya pembuatan olahan Bandeng. Dalam penelitian ini, data diambil berdasarkan periode produksi selama dua bulan. Data tersebut secara rinci ada dalam Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6 berikut.

Tabel 1 Komposisi produksi olahan Bandeng per pak(gram)

Bahan Baku	Jenis Olahan Bandeng							
	Rolade	Nugget Bulat	Nugget Stick	Bakso	Sempolan	Sempolan Crispy	Otak2	Tahu
Fillet Bandeng	83,33	50	50	83,33	83,33	50	75,7	45,45
Kuniran Merah	83,33	50	50	83,33	83,33	50	75,7	45,45
Tepung Roti	29,16	17,5	17,5	0	0	0	30,3	0
Tepung Maizena	29,16	17,5	17,5	0	0	0	1,5	0
Tepung Tapioka	8,33	5	5	66,66	66,66	40	1,5	45,45
Tepung Terigu	0	0	0	0	0	0	6,06	27,27
Tepung Panir	0	32	32	0	0	36	0	0
Telur	20,8	12,5	20,8	12,5	12,5	7,5	18,9	7,5
Rumput Laut	8,33	5	5	8,33	8,33	5	0	4,54

Batasan persediaan bahan baku maksimum yang membatasi produksi olahan Bandeng per hari supaya tidak melebihi kapasitas yang tersedia seperti Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Jumlah Persediaan Bahan Baku Produksi (/gram)

No.	Bahan Baku	Persediaan
1	Fillet Bandeng	30000
2	Kuniran Merah	30000
3	Tepung Roti	25000
4	Tepung Maizena	25000
5	Tepung Tapioka	25000
6	Tepung Terigu	25000
7	Tepung Panir	10000
8	Telur	10000
9	Rumput Laut	2000

Batasan kapasitas produksi maksimum yang membatasi produksi olahan Bandeng per hari agar tidak melebihi kapasitas tempat simpan yang tersedia seperti Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Kapasitas Produksi Olahan Bandeng (/pak)

No.	Olahan Bandeng	Kapasitas Produksi
1	Rolade	200
2	Nugget Bulat	80
3	Nugget Stick	80
4	Bakso	75
5	Sempolan	100
6	Sempolan Crispy	100
7	Otak2	40
8	Tahu Bakso	75

Target produksi minimal yang ditentukan pabrik berdasarkan jumlah permintaan produk seperti Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Permintaan Produk Olahan Bandeng (/pak)

No.	Olahan Bandeng	Jumlah Permintaan Produk
1	Rolade	85
2	Nugget Bulat	27
3	Nugget Stick	28
4	Bakso	20
5	Sempolan	25
6	Sempolan Crispy	70
7	Otak2	38
8	Tahu	40

Perlu untuk mengetahui harga jual produk olahan Bandeng yang ditentukan oleh pabrik seperti Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Harga Setiap Jenis Olahan Bandeng (/pak)

No.	Olahan Bandeng	Harga
1	Rolade	12000
2	Nugget Bulat	12000
3	Nugget Stick	12000
4	Bakso	12000
5	Sempolan	12000
6	Sempolan Crispy	12000
7	Otak2	15000
8	Tahu Bakso	11000

Dalam penentuan model linear dalam kasus Pabrik Nirwana, perlu untuk mengetahui biaya pembuatan olahan Bandeng seperti Tabel 6 berikut.

Tabel 6 Biaya pembuatan Olahan Bandeng (/pak)

No.	Olahan Bandeng	Biaya Pembuatan
1	Rolade	6765
2	Nugget Bulat	4508
3	Nugget Stick	4699
4	Bakso	6516
5	Sempolan	6516
6	Sempolan Crispy	4414
7	Otak2	5887
8	Tahu	3851

Formulasi Model

Kasus optimasi dalam bidang industri yang dihadapi oleh Pabrik Olahan Bandeng Nirwana yaitu penentuan jumlah produksi olahan Bandeng yang akan diolah setiap harinya. Dengan tujuan memaksimalkan keuntungan dari setiap jenis olahan Bandeng. Maka, perlu adanya perumusan masalah ke dalam model matematika program linear.

Variabel Keputusan

x_1 = Banyaknya olahan Rolade yang diproduksi setiap hari (/pak)
x_2 = Banyaknya olahan Nugget Bulat yang diproduksi setiap hari (/pak)
x_3 = Banyaknya olahan Nugget Stick yang diproduksi setiap hari (/pak)
x_4 = Banyaknya olahan Bakso yang diproduksi setiap hari (/pak)
x_5 = Banyaknya olahan Sempolan yang diproduksi setiap hari (/pak)
x_6 = Banyaknya olahan Sempolan Crispy yang diproduksi setiap hari (/pak)
x_7 = Banyaknya olahan Otak-otak yang diproduksi setiap hari (/pak)
x_8 = Banyaknya olahan Tahu Bakso yang diproduksi setiap hari (/pak)

Identifikasi Fungsi Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu memaksimalkan keuntungan dari setiap jenis olahan Bandeng. Hal ini dapat diperoleh dari selisih antara harga jual masing-masing produk dengan biaya pengolahan yang dikeluarkan oleh masing-masing produk. Untuk membantu dalam penentuan fungsi tujuan, maka dapat dibentuk tabel keuntungan olahan Bandeng yang merupakan selisih antara dengan Tabel 5 dengan Tabel 6 yang dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7 Keuntungan Olahan Bandeng (/pak)

No.	Olahan Bandeng	Keuntungan
1	Rolade	5235
2	Nugget Bulat	7492
3	Nugget Stick	7301
4	Bakso	5484
5	Sempolan	5484
6	Sempolan Crispy	7586
7	Otak2	9113
8	Tahu	7149

Dari tabel diatas maka diperoleh sebuah Fungsi tujuan yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

Maks Z = $5235\,x_1 + 7492\,x_2 + 7301\,x_3 + 5484\,x_4 + 5484\,x_5 + 7586\,x_6 + 9113\,x_7 + 7149\,x_8$

Penjelasan:
Maks Z artinya tujuan dari penyelesaian permasalahan dengan program linear adalah memaksimumkan fungsi tujuan. Dimana dalam penelitian ini tujuannnya adalah memaksimalkan keuntungan produksi olahan Bandeng. Z menunjukkan besarnya keuntungan variabel $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, dan\ x_8$.
Besarnya keuntungan x_1 yang akan diperoleh ketika memproduksi 1 pak Rolade adalah Rp 5.235,00. Dengan x_1 adalah banyaknya olahan Rolade yang diproduksi setiap hari (per pak).

Besarnya keuntungan x_2 yang akan diperoleh ketika memproduksi 1 pak Nugget Bulat adalah Rp 7.492,00. Dengan x_2 adalah banyaknya olahan Nugget Bulat yang diproduksi setiap hari (per pak).

Besarnya keuntungan x_3 yang akan diperoleh ketika memproduksi 1 pak Nugget Stick adalah Rp 7.301,00. Dengan x_3 adalah banyaknya olahan Nugget Stick yang diproduksi setiap hari (per pak).

Besarnya keuntungan x_4 yang akan diperoleh ketika memproduksi 1 pak Bakso adalah Rp 5.484,00. Dengan x_4 adalah banyaknya olahan Bakso yang diproduksi setiap hari (per pak).

Besarnya keuntungan x_5 yang akan diperoleh ketika memproduksi 1 pak Sempolan adalah Rp 5.484,00. Dengan x_5 adalah banyaknya olahan Sempolan yang diproduksi setiap hari (per pak).

Besarnya keuntungan x_6 yang akan diperoleh ketika mempeoduksi 1 pak Sempolan Crispy adalah Rp 7.586,00. Dengan x_6 adalah banyaknya

olahan Sempolan Crispy yang diproduksi setiap hari (per pak).

Besarnya keuntungan x_7 yang akan diperoleh ketika memperoduksi 1 pak Otak-otak adalah Rp 9.113,00. Dengan x_7 adalah banyaknya olahan Otak-otak yang diproduksi setiap hari (per pak).

Besarnya keuntungan x_8 yang akan diperoleh ketika memperoduksi 1 pak Tahu Bakso adalah Rp 7.149,00. Dengan x_8 adalah banyaknya olahan Tahu Bakso yang diproduksi setiap hari (per pak).

Identifikasi Kendala

Kasus optimasi di Pabrik Olahan Bandeng Nirwana adalah menentukan banyaknya jenis olahan Bandeng yang dapat diproduksi setiap harinya agar memperoleh keuntungan yang maksimal. Dengan tetap memperhatikan kualitas yang dihasilkan sesuai dengan standart yang telah ditetapkan dan berlaku di pabrik terkait.

Pemodelan Kendala dapat dilihat dalam tabel 4.1 tentang komposisi produksi, tabel 4.2 tentang jumlah persediaan bahan baku, tabel 4.3 tentang kapasitas produksi dan tabel 4.4 tentang permintaan produk olahan Bandeng. Kendalanya dapat dirumuskan sebagai berikut.

Kendala yang menunjukkan jumlah persediaan fillet Bandeng untuk pembuatan produk $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7\ dan\ x_8$ adalah sebesar 30000 gram.

$$83{,}33\ x_1 + 50\ x_2 + 50\ x_3 + 83{,}33\ x_4 + 83{,}33\ x_5 + 50\ x_6 + 75{,}7\ x_7 + 45{,}45\ x_8 \leq 30000$$

Kendala yang menunjukkan jumlah persediaan kuniran merah untuk pembuatan produk $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7\ dan\ x_8$ adalah sebesar 30000 gram.

$$83{,}33\ x_1 + 50\ x_2 + 50\ x_3 + 83{,}33\ x_4 + 83{,}33\ x_5 + 50\ x_6 + 75{,}7\ x_7 + 45{,}45\ x_8 \leq 30000$$

Kendala yang menunjukkan jumlah persediaan tepung roti untuk pembuatan produk $x_1, x_2, x_3, dan\ x_7$ adalah sebesar 25000 gram.

$$29{,}16\ x_1 + 17{,}5\ x_2 + 17{,}5\ x_3 + 30{,}3\ x_7 \leq 25000$$

Kendala yang menunjukkan jumlah persediaan tepung maizena untuk pembuatan produk $x_1, x_2, x_3, dan\ x_7$ adalah sebesar 25000 gram.

$$29{,}16\ x_1 + 17{,}5\ x_2 + 17{,}5\ x_3 + 1{,}5\ x_7 \leq 25000$$

Kendala yang menunjukkan jumlah persediaan tepung tapioka untuk pembuatan produk $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7\ dan\ x_8$ adalah sebesar 25000 gram.

$$8{,}33\ x_1 + 5x_2 + 5x_3 + 66{,}66\ x_4 + 66{,}66\ x_5 + 40\ x_6 + 1{,}5\ x_7 + 45{,}45\ x_8 \leq 25000$$

Kendala yang menunjukkan jumlah persediaan tepung terigu untuk pembuatan produk $x_7\ dan\ x_8$ adalah sebesar 25000 gram.

$$6{,}06\ x_7 + 27{,}27\ x_8 \leq 25000$$

Kendala yang menunjukkan jumlah persediaan tepung panir untuk pembuatan produk $x_2, x_3\ dan\ x_6$ adalah sebesar 10000 gram.

$$32\ x_2 + 32\ x_3 + 36\ x_6 \leq 10000$$

Kendala yang menunjukkan jumlah persediaan telur untuk pembuatan produk $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7\ dan\ x_8$ adalah sebesar 10000 gram.

$$20{,}8\ x_1 + 12{,}5\ x_2 + 20{,}8\ x_3 + 12{,}5\ x_4 + 12{,}5\ x_5 + 7{,}5\ x_6 + 18{,}9\ x_7 + 7{,}5\ x_8 \leq 10000$$

Kendala yang menunjukkan jumlah persediaan rumput laut untuk pembuatan produk $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6\ dan\ x_8$ adalah sebesar 2000 gram.

$$8{,}33\ x_1 + 5x_2 + 5x_3 + 8{,}33\ x_4 + 8{,}33\ x_5 + 5\ x_6 + 4{,}54\ x_8 \leq 2000$$

Kendala kapasitas produksi untuk mengolah 8 jenis olahan Bandeng dalam sehari dapat dilihat dalam tabel 4.3. Kendala ini menunjukkan batas maksimum olahan Bandeng yang dapat diproduksi dalam satu kali produksi atau dalam satu kali produksi olahan Bandeng tidak boleh melebihi kapasitas produksi. Kendala kapasitas produksi dapat dirumuskan sebagai berikut.

1) $x_1 \leq 200$
2) $x_2 \leq 80$
3) $x_3 \leq 80$
4) $x_4 \leq 75$
5) $x_5 \leq 100$
6) $x_6 \leq 100$
7) $x_7 \leq 40$
8) $x_8 \leq 75$

Kendala permintaan untuk memproduksi 8 jenis olahan Bandeng dalam satu kali produksi dapat dilihat dalam tabel 4.4. Kendala ini menunjukkan batas minimum olahan Bandeng yang dapat diproduksi dalam satu kali produksi berdasarkan jumah permintaan produk olahan Bandeng. Kendala permintaan adalah sebagai berikut.

1) $x_1 \geq 85$
2) $x_2 \geq 27$
3) $x_3 \geq 28$
4) $x_4 \geq 20$
5) $x_5 \geq 25$
6) $x_6 \geq 70$
7) $x_7 \geq 38$
8) $x_8 \geq 40$

Secara lengkap dapat ditulis formulasi model matematika dalam Program Linear untuk optimasi keuntungan Pabrik Olahan Bandeng Nirwana adalah sebagai berikut.

Maks Z = $5235\,x_1 + 7492\,x_2 + 7301\,x_3 + 5484\,x_4 + 5484\,x_5 + 7586\,x_6 + 9113\,x_7 + 7149\,x_8$

Dengan kendala:

$83{,}33\,x_1 + 50\,x_2 + 50\,x_3 + 83{,}33\,x_4 + 83{,}33\,x_5 + 50\,x_6 + 75{,}7\,x_7 + 45{,}45\,x_8 \leq 30000$

$83{,}33\,x_1 + 50\,x_2 + 50\,x_3 + 83{,}33\,x_4 + 83{,}33\,x_5 + 50\,x_6 + 75{,}7\,x_7 + 45{,}45\,x_8 \leq 30000$

$29{,}16\,x_1 + 17{,}5\,x_2 + 17{,}5\,x_3 + 30{,}3\,x_7 \leq 25000$

$29{,}16\,x_1 + 17{,}5\,x_2 + 17{,}5\,x_3 + 1{,}5\,x_7 \leq 25000$

$8{,}33\,x_1 + 5x_2 + 5x_3 + 66{,}66\,x_4 + 66{,}66\,x_5 + 40\,x_6 + 1{,}5\,x_7 + 45{,}45\,x_8 \leq 25000$

$6{,}06\,x_7 + 27{,}27\,x_8 \leq 25000$

$32\,x_2 + 32\,x_3 + 36\,x_6 \leq 10000$

$20{,}8\,x_1 + 12{,}5\,x_2 + 20{,}8\,x_3 + 12{,}5\,x_4 + 12{,}5\,x_5 + 7{,}5\,x_6 + 18{,}9\,x_7 + 7{,}5\,x_8 \leq 10000$

$8{,}33\,x_1 + 5x_2 + 5x_3 + 8{,}33\,x_4 + 8{,}33\,x_5 + 5\,x_6 + 4{,}54\,x_8 \leq 2000$

$85 \leq x_1 \leq 200$

$27 \leq x_2 \leq 80$

$28 \leq x_3 \leq 80$

$20 \leq x_4 \leq 75$

$25 \leq x_5 \leq 100$

$70 \leq x_6 \leq 100$

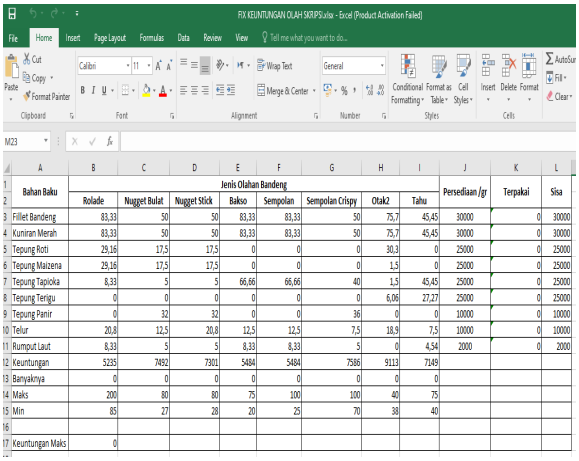
$38 \leq x_7 \leq 40$

$40 \leq x_8 \leq 75$

$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8 \geq 0$ dan *integer*

Untuk menyelesaikan masalah di atas digunakan Model matematika yang telah dirumuskan kemudian dapat dimodelkan dalam program Excel Solver supaya diperoleh suatu penyelesaian yang optimal. Langkah penyelesainnya dapat dirumuskan sebagai berikut.

Masukkan data penelitian dalam Excel seperti Gambar 2 berikut ini.

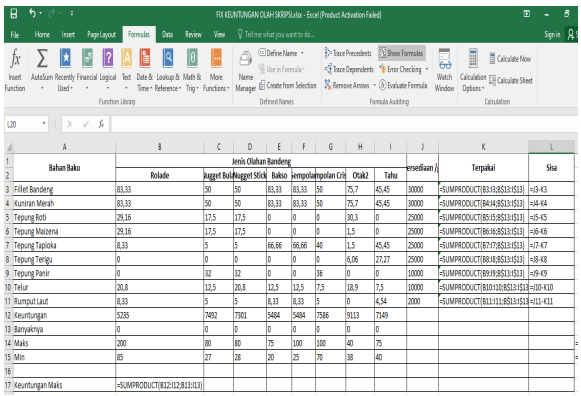


Bahan Baku	Jenis Olahan Bandeng								Persediaan /gr	Terpakai	Sisa
	Rolade	Nugget Bulat	Nugget Stick	Bakso	Sempolan	Sempolan Crispy	Otak2	Tahu			
Fillet Bandeng	83,33	50	50	83,33	83,33	50	75,7	45,45	30000	0	30000
Kuniran Merah	83,33	50	50	83,33	83,33	50	75,7	45,45	30000	0	30000
Tepung Roti	29,16	17,5	17,5	0	0	0	30,3	0	25000	0	25000
Tepung Maizena	29,16	17,5	17,5	0	0	0	1,5	0	25000	0	25000
Tepung Tapioka	8,33	5	5	66,66	66,66	40	1,5	45,45	25000	0	25000
Tepung Terigu	0	0	0	0	0	0	6,06	27,27	25000	0	25000
Tepung Panir	0	32	32	0	0	36	0	0	10000	0	10000
Telur	20,8	12,5	20,8	12,5	12,5	7,5	18,9	7,5	10000	0	10000
Rumput Laut	8,33	5	5	8,33	8,33	5	0	4,54	2000	0	2000
Keuntungan	5235	7492	7301	5484	5484	7586	9113	7149			
Banyaknya	0	0	0	0	0	0	0	0			
Maks	200	80	80	75	100	100	40	75			
Min	85	27	28	20	25	70	38	40			
Keuntungan Maks	0										

Gambar 2 *Input* data dalam Excel

Pada *cell* Banyaknya diisi dengan nilai nol (0) karena *cell* inilah yang akan dicari nilai-nilainya. Hasil akhir pada *cell* ini akan menunjukkan jumlah banyaknya olahan Bandeng yang harus diproduksi. Sedangkan *cell* Keutungan Maks merupakan hasil kali antara *cell* banyaknya produksi dengan *cell* keuntungan sehingga diperoleh keuntungan maksimum. C*ell* terpakai merupakan hasil kali antara *cell* banyaknya produksi dengan *cell* bahan baku setiap jenis olahan Bandeng. Dan *cell* Sisa merupakan hasil pengurangan antara *cell* persediaan dengan *cell* terpakai.

Rumusan / penulisan permasalahan dapat dilihat pada menu Formula dalam Excel kemudian pilih *Show Formulas* seperti pada Gambar 3 berikut ini.



Bahan Baku	Jenis Olahan Bandeng									Terpakai	Sisa
	Rolade	ugget Bula	Nugget Stick	Bakso	empolan	mpolan Cri	Otak2	Tahu	ersediaan /		
Fillet Bandeng	83,33	50	50	83,33	83,33	50	75,7	45,45	30000	=SUMPRODUCT(B3:I3;B$13:I$13)	=L9-K3
Kuniran Merah	83,33	50	50	83,33	83,33	50	75,7	45,45	30000	=SUMPRODUCT(B4:I4;B$13:I$13)	=L4-K4
Tepung Roti	29,16	17,5	17,5	0	0	0	30,3	0	25000	=SUMPRODUCT(B5:I5;B$13:I$13)	=L5-K5
Tepung Maizena	29,16	17,5	17,5	0	0	0	1,5	0	25000	=SUMPRODUCT(B6:I6;B$13:I$13)	=L6-K6
Tepung Tapioka	8,33	5	5	66,66	66,66	40	1,5	45,45	25000	=SUMPRODUCT(B7:I7;B$13:I$13)	=L7-K7
Tepung Terigu	0	0	0	0	0	0	6,06	27,27	25000	=SUMPRODUCT(B8:I8;B$13:I$13)	=L8-K8
Tepung Panir	0	32	32	0	0	36	0	0	10000	=SUMPRODUCT(B9:I9;B$13:I$13)	=L9-K9
Telur	20,8	12,5	20,8	12,5	12,5	7,5	18,9	7,5	10000	=SUMPRODUCT(B10:I10;B$13:I$13)	=L10-K10
Rumput Laut	8,33	5	5	8,33	8,33	5	0	4,54	2000	=SUMPRODUCT(B11:I11;B$13:I$13)	=L11-K11
Keuntungan	5235	7492	7301	5484	5484	7586	9113	7149			
Banyaknya	0	0	0	0	0	0	0	0			
Maks	200	80	80	75	100	100	40	75			
Min	85	27	28	20	25	70	38	40			
Keuntungan Maks	=SUMPRODUCT(B12:I12;B13:I13)										

Gambar 3 Pembuatan Olahan Bandeng dalam Menu Formulas

Untuk menyelesaikan masalah *Integer Linear Programming* dengan solver pada dasarnya sama halnya dengan penyelesaian pemrograman linear biasa, hanya ditambahkan syarat (*constrain*) yaitu banyaknya adalah bilangan bulat (*integer*).

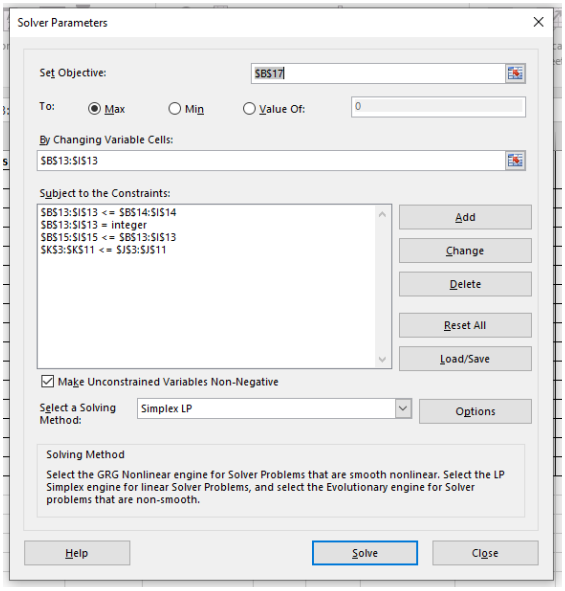
Langkah menyelesaiakan permasalahan dengan program Excel Solver sebagai berikut. Dari tabel sebelumnya, letakkan pada sel B7 (Banyaknya), kemudian pilih menu dengan klik : Data – Solver – kemudian mengisi solver seperti gambar berikut.

- *Set Objective*: menunjukkan fungsi tujuan permasalahan dan isi dengan *cell* keuntungan
- *Equal to*: pilih Maks, hal ini karena permasalahan dalam penelitian berkaitan dengan memaksimalkan keuntungan produksi Pabrik olahan Bandeng.
- *By Changing Variable Cells*: isi dengan *cell* banyaknya, *cell* yang menunjukkan banyaknya jenis olahan Bandeng yang akan diproduksi. Meskipun diprogramkan pertama kali dengan 0, setelah dijalankan nantinya akan berubah menjadi jumlah olahan Bandeng yang diproduksi.
- *Subject to Constrains*: menunjukkan fungsi kendala, isi dengan *cell* kendala dalam permalahan diantaranya seperti banyaknya bahan baku yang terpakai harus kurang atau

sama dengan jumlah persediaan bahan baku, Banyaknya bahan baku yang akan diproduksi harus lebih dari minimal produksi dan kurang dari maksimal produksi.

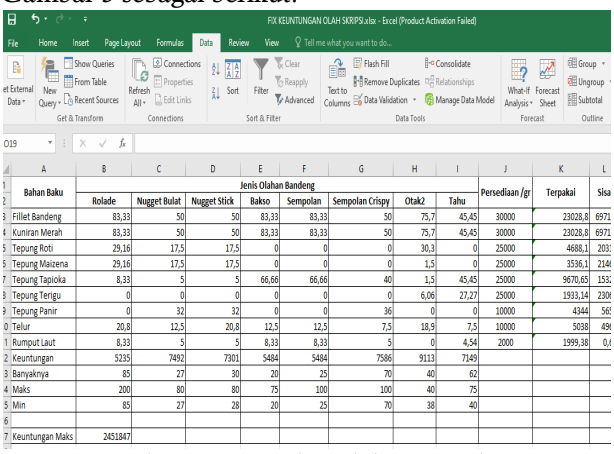
- Karena akan mencari nilai bilangan bulat atau *integer* pada jumlah produksi, maka ditambahkan syarat (*constrain*) yaitu banyaknya adalah bilangan bulat (*integer*).
- Terakhir, *Select a Solving Method* dipilih dengan Simpleks LP.

Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4 *Output* Solver Parameter

Kemudian pilih *Solve*, maka diperoleh hasil pada Gambar 5 sebagai berikut:



Bahan Baku	Jenis Olahan Bandeng								Persediaan /gr	Terpakai	Sisa
	Rolade	Nugget Bulat	Nugget Stick	Bakso	Sempolan	Sempolan Crispy	Otak2	Tahu			
Fillet Bandeng	83,33	50	50	83,33	83,33	50	75,7	45,45	30000	23028,8	6971
Kuniran Merah	83,33	50	50	83,33	83,33	50	75,7	45,45	30000	23028,8	6971
Tepung Roti	29,16	17,5	17,5	0	0	0	30,3	0	25000	4688,1	203
Tepung Maizena	29,16	17,5	17,5	0	0	0	1,5	0	25000	3536,1	214
Tepung Tapioka	8,33	5	5	66,66	66,66	40	1,5	45,45	25000	9670,65	153
Tepung Terigu	0	0	0	0	0	0	6,06	27,27	25000	1933,14	230
Tepung Panir	0	32	32	0	0	36	0	0	10000	4344	56
Telur	20,8	12,5	20,8	12,5	12,5	7,5	18,9	7,5	10000	5038	49
Rumput Laut	8,33	5	5	8,33	8,33	5	0	4,54	2000	1999,38	0,
Keuntungan	5235	7492	7301	5484	5484	7586	9113	7149			
Banyaknya	85	27	30	20	25	70	40	62			
Maks	200	80	80	75	100	100	40	75			
Min	85	27	28	20	25	70	38	40			
Keuntungan Maks	2451847										

Gambar 5 *Output* data dalam Excel

Dari Output di atas, diperoleh hasil optimal dicapai dengan memproduksi Rolade sebanyak 85 pak, Nugget Bulat sebanyak 27 pak, Nugget Stick sebanyak 30 pak, Bakso sebanyak 20 pak, Sempolan sebanyak 25 pak, Sempolan Cripsy sebanyak 70 pak, Otak-otak sebanyak 40 pak dan Tahu Bakso sebanyak 62 pak, dengan Total keuntungan maksimal Rp 2.451.847,00.

PEMBAHASAN

Perhitungan keuntungan Produksi Pabrik Olahan Bandeng Nirwana dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming*

Perolehan keuntungan produksi Pabrik Olahan Bandeng berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming* berbantuan program Solver dapat dilihat pada gambar 4.6. *Output* yang diperoleh menghasilkan keuntungan atau $Z_{maks} = 2.451.847,00$.

Keuntungan tersebut diperoleh dengan memproduksi olahan Bandeng perharinya sebagai berikut.

1. Rolade sebanyak 85 pak
2. Nugget Bulat sebanyak 27 pak
3. Nugget Stick sebanyak 30 pak
4. Bakso sebanyak 20 pak
5. Sempolan sebanyak 25 pak
6. Sempolan Crispy sebanyak 70 pak
7. Otak-otak sebanyak 40 pak
8. Tahu Bakso sebanyak 62 pak

Perhitungan Keuntungan produksi yang dilakukan oleh Pabrik Olahan Bandeng Nirwana

Perhitungan keuntungan yang dilakukan oleh Pabrik Olahan Bandeng Nirwana masih menggunakan cara manual dalam proses produksinya. Jumlah produksi jenis olahan Bandeng setiap harinya oleh Pabrik Olahan Bandeng Nirwana adalah sebagai berikut.

1. Rolade sebanyak 85 pak
2. Nugget Bulat sebanyak 27 pak
3. Nugget Stick sebanyak 28 pak
4. Bakso sebanyak 20 pak
5. Sempolan sebanyak 25 pak
6. Sempolan Crispy sebanyak 70 pak
7. Otak-otak sebanyak 38 pak
8. Tahu Bakso sebanyak 40 pak

Keuntungan produksi olahan Bandeng setiap harinya yang diperoleh dengan perhitungan Pabrik Olahan Bandeng Nirwana adalah dihitung berdasarkan perkalian antara banyaknya produk yang diproduksi dengan keuntungan oleh masing-masing produk. Jadi, keuntungan keseluruhan yang diperoleh oleh Pabrik Olahan Bandeng Nirwana per harinya sebesar Rp 2.261.741,00.

Perbandingan Perhitungan keuntungan Produksi Pada Pabrik Olahan Bandeng Nirwana Menggunakan Metode *Integer Linear Programming*

Dari perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh keuntungan produksi yang diperoleh dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming* sebesar Rp 2.451.847,00. Sedangkan perhitungan keuntungan produksi yang diperoleh dari perhitungan yang dilakukan Pabrik Olahan

Bandeng Nirwana menggunakan cara manual sebesar Rp 2.261.741,00.

Selisih antara perhitungan dengan metode *Integer Linear Programming* dan perhitungan yang dilakukan Pabrik Olahan Bandeng Nirwana sebesar Rp 190.106,00 setiap harinya. Dengan demikian terjadi peningkatan keuntungan sebasar 8,4% dengan menerapkan metode *Integer Linear Programming*. Jelas, ini menunjukkan bahwa keuntungan yang diperoleh Pabrik Olahan Bandeng Nirwana masih belum optimal. Jika dibandingkan Pabrik olahan Bandeng akan memperoleh keuntungan yang lebih besar jika mengoptimalkan produksinya dengan metode *Integer Linear Programming.*

PENUTUP

Dari hasil perhitungan yang telah diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

Komposisi banyaknya masing-masing jenis olahan bandeng yang harus diproduksi per harinya agar Olahan Bandeng Nirwana memperoleh keuntungan maksimal adalah Rolade sebanyak 85 pak, Nugget Bulat sebanyak 27 pak, Nugget Stick sebanyak 30 pak, Bakso sebanyak 20 pak, Sempolan sebanyak 25 pak, Sempolan Crispy sebanyak 70 pak, Otak-otak sebanyak 40 pak, Tahu Bakso sebanyak 62 pak.

Dari perhitungan yang telah dilakukan, keuntungan produksi yang diperoleh dengan menggunakan metode *Integer Linear Programmingm* sebesar Rp 2.451.847,00. Sedangkan perhitungan keuntungan produksi yang diperoleh dari perhitungan yang dilakukan Pabrik Olahan Bandeng Nirwana menggunakan cara manual sebesar Rp 2.261.741,00. Selisih antara perhitungan dengan metode *Integer Linear Programming* dan perhitungan yang dilakukan Pabrik Olahan Bandeng Nirwana sebesar Rp 190.106,00 setiap harinya. Jelas, ini menunjukkan bahwa keuntungan produksi yang diperoleh dengan metode *Integer Linear Programming* lebih optimal dari perhitungan Pabrik Olahan Bandeng Nirwana.

DAFTAR PUSTAKA

Aminudin. (2005). *Prinsip-prinsip Riset Operasi.* Jakarta: Penerbit Erlangga.

Aminudin. (2005). *Prinsip-prinsip Riset Operasi.* Jakarta: Penerbit Erlangga.

BPS, K. P. (2019). Kabupaten Pati dalam Angka 2019. Pati: Badan Pusat Statistik Kabupaten Pati.

Dwijanto. (2008). *PROGRAM LINEAR Berbantuan Komputer: Lindo. Lingo. dan Solver.* Semarang: UPT UNNES Press.

Hikmah, & Amin, N. (2017). Aplikasi Integer Linear Programming (Ilp) untuk Meminimumkan Biaya Produksi pada Siaputo Aluminium. *Jurnal Saintifik Universitas Sulawesi Barat*, 128-134.

Hillier, S., & Lieberman, G. J. (2001). Introduction to Operations Research Seventh Edition. New York: The McGraw-Hill Companies.

Mulyono, S. (2017). *Riset Operasi Edisi 2.* Jakarta : Mitra Wacana Media.

Murthy, P. R. (2007). Operations Research Second Edition . New Delhi: New Age International Publishers.

Siswanto. (2007). *Operation Research Jilid 1.* Bogor: PT Gelora Aksara Pratama.

Suyitno, H. (2014). Program Linear dengan penerapannya. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNNES.

Syaifuddin, D. T. (2011). *Riset Operasi (Aplikasi Quantitative Analysis for Management).* Malang: CV Citra Malang.

Windarti, T., & Shahab, A. (2011). Optimasi Perencanaan Produksi Besi Beton pada Rolling Mill dengan Menggunakan metode Integer Linear Programming di PT. Hanil Jaya Steel. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII ITS*, 1-7.