

**Strategi Optimasi Keuntungan Produksi
Produk Mebel Menggunakan Metode Pemrograman Linier
(Studi diBengkel Produksi PT ATMI Solo Surakarta)**

Hermawan Budi Prasetyo
Email: hermawan_bp@atmi.ac.id

Program Studi Rekayasa Teknik Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta

Diterima
5 November 2023

Perbaikan
20 Desember 2023

Diterbitkan
1 Januari 2024

DOI: <http://dx.doi.org/10.31602/al-kalam.v11i1>

ABSTRAK

This research was conducted to determine the composition of effective production quantities for each standard product at PT ATMI SOLO, in order to maximize profits, using a linear programming method, namely by maximizing or minimizing the objective function, taking into account a number of input variables in the form of resource availability. company and other provisions in the production process.

The linear programming method is applied using a solver which is a menu of optimization calculation facilities installed in Excel software. Profit optimization is determined using 5 decision variables, in the form of 5 standard types of furniture products, taking into account production machine capacity, minimum sales targets, and working capital allocation. The maximum profit formulation is $(P) = 111 X_1 + 137 X_2 + 106$

The solver output results show that the maximum profit value that can be obtained by PT ATMI SOLO is IDR. 655,129,000, applying the composition of the number of furniture products that must be produced is $X_1=500$ units, $X_2=2,470$ units; $X_3=500$ units; $X_4=500$ units; $X_5=982$ units.

Keywords: profit, linear programming, optimization, solver

PENDAHULUAN

Latar belakang dari penelitian ini adalah pentingnya perusahaan melaksanakan strategi optimasi dalam manajemen operasional agar dapat memenangkan persaingan. Menurut Faiq, Rizal dan Tahir (2021) “setiap perusahaan akan berlomba untuk menjadi yang terdepan untuk memenuhi kebutuhan konsumen di pasar supaya bisa bertahan di tengah persaingan. Setiap perusahaan atau industri pasti memiliki visi dan misi untuk terus berkembang selain untuk memperoleh keuntungan yang besar.”

Kegiatan operasional yang terpadu antar bagian akan menghasilkan momentum yang kuat yang akan mempromosikan organisasi untuk bergerak maju, termasuk dalam menentukan strategi produksi untuk menggunakan sumber daya perusahaan untuk meminimalisasi biaya dan memaksimalkan keuntungan.

Perusahaan harus sensitif terhadap batasan-batasan sumber daya internal, seperti keterbatasan kemampuan dan jumlah sumber daya manusia, keterbatasan kapasitas mesin produksi, keterbatasan modal kerja, dan lain-lain. Perusahaan juga harus sensitif terhadap perubahan-perubahan eksternal, seperti perubahan daya serap pasar terhadap produk yang dihasilkan, perubahan kemampuan daya beli para pelanggan dan lain-lain, agar perusahaan dapat menemukan dan melaksanakan konsep-konsep optimasi untuk meningkatkan produktivitas. Menurut Naibaho (2013) “dalam perkembangan dunia ekonomi yang semakin luas saat ini, setiap perusahaan yang tumbuh dan berkembang memerlukan suatu pengendalian internal persediaan yang baik dalam mendukung dan memperlancar kegiatan produksinya.”

Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan strategi optimasi dalam

proses produksidi PT. ATMI SOLO (PT.AS), sebuahperusahaan yang berge-
rakdalambidangmanufakturpembuatanmebel, yang beralamatkan di Jl. Mojo
no. 1, Karangasem, Laweyan, Surakarta, dengancaramenentukankompo-
sisijumlahproduk-produkmebel yang diproduksi, untukmendapatkankeun-
tunganmaksimal,denganmemperhitungkanbatasan-
batasansumberdayaperusahaanyang ada.

Rumusanpermasalahandalampenelitianiniadalahbagaima-
namenemukan dan menentukanbatasan-batasanataukendala-
kendaladalampengelolaanoperasionalproduksi, untukdiformulasikanmen-
jadipersamaan-persamaanmatematika, agar keuntunganperusahaandapatdi-
hitung dan dimaksimalkandenganmetodepemrograman linier.

TINJAUAN PUSTAKA

MenurutTannady (2014) “denganmelakukanoptimasisumberdaya,
bukantidakmungkinkeuntunganmaksimaldapatdiperoleh.”

MenurutHeizer, Render dan Munson (2017) “produksiadalahpencip-
taanbarang dan jasa. Manajemenoperasionaladalahserangkaiankegiatan yang
menciptakannilaidalambentukbarang dan jasadenganmengubah input men-
jadi output.”

Menurut Rusli dan Putri (2015) “pengertianlabaadalahselisihlebi-
hpendapatanatasbebansehubungandenganusahauntukmemperolehpendapa-
tantersebutselamaperiodetertentu.”

MenurutMansini, Ogryczak dan Speranza (2015) “da-
lamkerangkaoptimasi, menginvestasikanseluruh modal dalamsatuasetada-
lahtindakan yang sangat berisiko.Jika kinerjaasetakanberbedadari yang di-
harapkan, tidakhanyamungkintidakadakeuntungan,tetapisebagiandari
modal yang diinvestasikanmungkinhilang.”

Menurut Luenberger dan Ye (2016) “sejumlah besar kendala dan tujuan yang muncul dalam praktik tidak dapat disangkal adalah linier. Jadi, misalnya, jika seseorang merumuskan masalah dengan batasan anggaran yang membatasi jumlah total uang yang akan dialokasikan di antara dua komoditas yang berbeda, batasan anggaran mengambil bentuk $X_1 + X_2 \leq B$, di mana X_j , $i = 1, 2$, adalah jumlah yang dialokasikan untuk kegiatan i , dan B adalah anggaran. Demikian pula, jika tujuannya adalah, misalnya, berat maksimum, maka dapat dinyatakan sebagai $W_1.X_1 + W_2.X_2$, di mana W_j , $i = 1, 2$, adalah satuan berat barang i , yang dinyatakan dalam bentuk; memaksimalkan: $W_1.X_1 + W_2.X_2$, dengan tujuan $X_1 + X_2 \leq B$, di mana $X_1 \geq 0$ dan $X_2 \geq 0$, yang merupakan program linier dasar. Linearitas dari batasan anggaran sangat umum dalam kasus ini dan tidak hanya mewakili pendekatan ke bentuk fungsional yang lebih umum. Linearitas, oleh karena itu, berdasarkan kesederhanaannya, sering dipilih sebagai jalan keluar yang mudah atau, ketika mencari generalitas, sebagai satu-satunya bentuk fungsional yang akan sama-sama dapat diterapkan.”

Menurut Mishra dan Ram (2018) “setiap masalah pemrograman linier jatuh ke dalam salah satu dari empat kategori: (1) Masalah program linier memberikan solusi optimal, yaitu memiliki nilai fungsi biaya minimum atau maksimum yang unik. (2) Masalah program linier tidak terbatas / *unbounded*, yaitu jika kendala tidak cukup menahan fungsi biaya, sehingga untuk setiap *feasible solution* (solusi layak) yang diberikan, solusi layak lain dapat ditemukan, yang membuat perbaikan lebih lanjut pada fungsi biaya. (3) Masalah program linier tidak memberikan solusi yang layak / *infeasible*, yaitu jika solusi yang layak untuk masalah tersebut tidak ada; yaitu tidak ada vektor X yang memenuhi semua kendala masalah. (4) Masalah pemrograman linier mengakui nilai kelayakan yang unik. yaitu memiliki nilai fungsi biaya yang unik.”

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di bengkel produksi PT AS, dilaksanakan pada tanggal 15 Oktober 2022 – 15 November 2022, dengan subyek penelitian adalah 5 produk standar mebel berupa: *filling cabinet 4D*, *small office cabinet*, *small office cabinet swing door*, *small office cabinet sliding door* dan *locker 5-doors*.

Peralatan penelitian menggunakan perlengkapan komputer dengan menggunakan aplikasi *workshop planning* untuk proses penarikan data produksi. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Data-data yang diperoleh bersifat sistematis, berupa angka-angka yang berhubungan dengan masalah yang diajukan oleh penulis. Metode pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti meliputi *interview*, observasi lapangan, dan penarikan data produksi. Data berikut merupakan data produksi 5 produk standar di PT. AS, sebagai berikut:

Tabel 1
Daftar Nama Produk

No.	Nama produk		No. katalog
1	X ₁	<i>Filling cabinet 4D</i>	100-200
2	X ₂	<i>Small office cabinet</i>	100-300
3	X ₃	<i>Small office cabinet swing door</i>	100-400
4	X ₄	<i>Small office cabinet sliding door</i>	100-420
5	X ₅	<i>Locker 5 doors</i>	104-100

Tabel 2
Daftar Harga Produk

No.	Nama produk	Harga / unit (Rp. x 1000)
1	X ₁	1.808
2	X ₂	1.880
3	X ₃	1.838
4	X ₄	1.890
5	X ₅	1.827

Tabel 3
Daftar Biaya Material

No.	Nama produk	Biaya material / unit (Rp. x 1000)
1	X ₁	1.197
2	X ₂	1.311
3	X ₃	1.216
4	X ₄	1.216
5	X ₅	1.050

Tabel 4
Target Penjualan Minimum Dalam 1 Tahun

No.	Nama produk	Target penjualan minimum / tahun (unit)
1	X ₁	500
2	X ₂	500
3	X ₃	500
4	X ₄	500
5	X ₅	100

Tabel 5
Data Waktu Proses Permesinan

No.	No. Katalog	Nama Produk	Waktu Proses Permesinan / Unit (Jam)							
			<i>Cutting</i>	<i>Bending</i>	<i>Punching</i>	<i>Turning</i>	<i>Welding</i>	<i>Painting</i>	<i>Assy</i>	<i>Packing</i>
1	100-200	X ₁	0,4	0,7	1	0	1,7	0,9	0,8	0,2
2	100-300	X ₂	0,3	0,4	0,5	0,5	1,2	1,2	0,4	0,3
3	100-400	X ₃	0,5	0,6	0,8	0,5	1,3	1,4	0,6	0,3
4	100-420	X ₄	0,5	0,6	0,8	0	1,4	1,4	0,8	0,3
5	104-100	X ₅	0,5	0,8	1,1	0	2,5	1	0,6	0,4
Jumlah pemberlakuan shift kerja			1	2	2	1	2	3	2	1
Jumlah jam kerja efektif per shift kerja (jam)			7	7	7	7	7	7	7	7
Jumlah mesin yang digunakan (unit)			1	2	2	1	5	1	4	1
Jumlah hari kerja per tahun (hari)			276	276	276	276	276	276	276	276
Kapasitas jam kerja mesin per tahun (jam)			1.932	7.728	7.728	1.932	19.320	5.796	15.456	1.932

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Keuntungan = total penjualan – total biaya, dimana total biaya di PT.AS terdiri dari biaya material dan total biaya permesinan. Dari persamaan diatas, maka formula optimasi keuntungan produksi adalah sebagai berikut:

$$\text{MAX P} = C_1.X_1 + C_2.X_2 + C_3.X_3 + C_4.X_4 + C_5.X_5$$

Keterangan:

C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 adalah koefisien nilai (Rupiah), dan

X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 adalah nilai jumlah produk (unit).

Persamaan:

$$\text{Total Penjualan} = 1.808 X_1 + 1.880 X_2 + 1.838 X_3 + 1.890 X_4 + 1.827 X_5$$

$$\text{Total Biaya Material} = 1.197 X_1 + 1.311 X_2 + 1.216 X_3 + 1.216 X_4 + 1.050 X_5$$

$$\text{Total Biaya Permesinan} = 500 X_1 + 432 X_2 + 515 X_3 + 528 X_4 + 638 X_5$$

Berdasarkan persamaan diatas, maka diperoleh formulasi untuk menentukan nilai keuntungan maksimal (MAX P) dari produksi 5 produk standar di PT. AS, yaitu :

$$\text{MAX P} = 111 X_1 + 137 X_2 + 106 X_3 + 146 X_4 + 138 X_5(1)$$

Perumusan Variabel Keputusan

Dari hasil penelitian, telah ditetapkan 5 variabel keputusan sehingga diperoleh formula variabel keputusan, yaitu:

X_1 = Jumlah *filling cabinet 4d* yang harus diproduksi per tahun.

X_2 = Jumlah *small office cabinet* yang harus diproduksi per tahun.

X_3 = Jumlah *small office cabinet swing door* yang harus diproduksi per tahun.

X_4 = Jumlah *small office cabinet sliding door* yang harus diproduksi per tahun.

X_5 = Jumlah *locker 5-doors* yang harus diproduksi per tahun.

Fungsi Kendala Kapasitas Permesinan

Dalam proses produksi, ada 8 macam proses permesinan yang diperlukan untuk menyelesaikan 5 produk standar tersebut di PT. AS, dengan masing-masing fungsi kendala diformulasikan sebagai berikut:

$$a_1.X_1 + a_2.X_2 + a_3.X_3 + a_4.X_4 + a_5.X_5 \leq b$$

Keterangan:

a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 = waktu proses per unit produk (jam).

b = ketersediaan kapasitas mesin (jam / tahun).

Kendala pada persamaan diatas menunjukkan ketersediaan kapasitas operasional mesin yang digunakan (a_1, a_2, \dots) untuk pembuatan 5 produk standar tidak lebih dari b jam per tahun.

Fungsi kendala mesin *cutting*.

$$0,4X_1 + 0,3 X_2 + 0,5 X_3 + 0,5X_4 + 0,5 X_5 \leq 1932 \quad (2)$$

Kendala pada persamaan (2) menunjukkan ketersediaan kapasitas operasional mesin *cutting* untuk pembuatan 5 produk standar tidak lebih dari 1.932 jam per tahun.

Fungsi kendala mesin *bending*.

$$0,7X_1 + 0,4 X_2 + 0,6 X_3 + 0,6X_4 + 0,8 X_5 \leq 7.728 \quad (3)$$

Kendala pada persamaan (3) menunjukkan ketersediaan kapasitas operasional mesin *bending* untuk pembuatan 5 produk standar yang tidak lebih dari 7.728 jam per tahun.

Fungsi kendala mesin *punching*.

$$1X_1 + 0,5 X_2 + 0,8 X_3 + 0,8X_4 + 1,1 X_5 \leq 7728 \quad (4)$$

Kendala pada persamaan (4) menunjukkan ketersediaan kapasitas operasional mesin *punching* untuk pembuatan 5 produk standar yang tidak lebih dari 7.728 jam per tahun.

Fungsi kendala mesin *turning*.

$$0 X_1 + 0,5 X_2 + 0,5 X_3 + 0 X_4 + 0 X_5 \leq 1932 \quad (5)$$

Kendala pada persamaan (5) menunjukkan ketersediaan kapasitas operasional mesin *turning* untuk pembuatan 5 produk standar yang tidak lebih dari 1.932 jam per tahun.

Fungsi kendala mesin *welding*.

$$1,7X_1 + 1,2 X_2 + 1,3 X_3 + 1,4X_4 + 2,5 X_5 \leq 19320 \quad (6)$$

Kendala pada persamaan (6) menunjukkan ketersediaan kapasitas operasional mesin *welding* untuk pembuatan 5 produk standar yang tidak lebih dari 19.320 jam per tahun.

Fungsi kendala mesin *painting*.

$$0,9X_1 + 1,2 X_2 + 1,4 X_3 + 1,4X_4 + 1 X_5 \leq 5796 \quad (7)$$

Kendala pada persamaan (7) menunjukkan ketersediaan kapasitas operasional mesin *painting* untuk pembuatan 5 produk standar yang tidak lebih dari 5.796 jam per tahun.

Fungsi kendala unit *assembling*.

$$0,8X_1 + 0,4 X_2 + 0,6 X_3 + 0,8X_4 + 0,6 X_5 \leq 15456 \quad (8).$$

Kendala pada persamaan (8) menunjukkan ketersediaan kapasitas operasional unit *assembling* untuk pembuatan 5 produk standar yang tidak lebih dari 15.456 jam per tahun.

Fungsi kendala mesin *packing*.

$$0,2X_1 + 0,3 X_2 + 0,3 X_3 + 0,3X_4 + 0,4 X_5 \leq 1932 \quad (9)$$

Kendala pada persamaan (9) menunjukkan ketersediaan kapasitas operasional mesin *packing* untuk pembuatan 5 produk standar yang tidak lebih dari 1.932 jam per tahun.

Fungsi Kendala Penjualan

Dalam proses penelitian, telah ditentukan nilai target jumlah penjualan minimal dalam 1 tahun, yang diformulasikan sebagai berikut:

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \geq C$$

Keterangan: C = Jumlah minimal yang dapat dijual dalam 1 tahun

Persaman:

$$\text{Filling cabinet 4d} \quad : X_1 \geq 500(10)$$

$$\text{Small office cabinet} \quad : X_2 \geq 500(11)$$

$$\text{Small office cabinet swing door} \quad : X_3 \geq 500(12)$$

$$\text{Small office cabinet sliding door} \quad : X_4 \geq 500(13)$$

$$\text{Locker 5-doors} \quad : X_5 \geq 100(14)$$

Fungsi Kendala Alokasi Modal

Dalam proses penelitian, ditemukan bahwa dalam proses produksi terdapat kendala keterbatasan modal dalam pembiayaan bahan baku berupa material pelat besi. Fungsi kendala ini dinyatakan dalam nilai target jumlah produksitotal untuk semua standar produk dalam 1 tahun tidak melebihi 5.000 unit, yang diformulasikan sebagai berikut:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 5000 \quad (15)$$

Setelah semua variabel dan fungsi ditentukan dalam bentuk persamaan matematika, dimana telah diperoleh 15 persamaan matematika, maka langkah selanjutnya dilakukan pemodelan dengan menggunakan fungsi *solver* yang biasa tersedia pada program *Microsoft Excel*.

Setelah model matematika dimasukkan kedalam program *Microsoft Excel*, langkah lebih lanjut adalah dengan membuka fasilitas *solver* dengan cara klik pada data menu *Microsoft Excel*. Data-data yang sudah dimasukkan pada program *Microsoft Excel*, lebih lanjut dipergunakan sebagai parameter pada *solver*, seperti ditunjukkan pada tabel 11, sebagai berikut:

Tabel 6
Simulasi Data Parameter Solver

Deskripsi Fungsi	Rumus pada <i>Excel</i>
<i>Set Objective</i>	\$K\$5
<i>To</i>	Max
<i>By Changing Variable Cells</i>	\$D\$3:\$H\$3
<i>Subject to the Constraints</i>	\$I\$9:\$I\$16 <= \$K\$9:\$K\$16 \$I\$19 <= \$K\$19 \$I\$22:\$I\$26 <= \$K\$22:\$K\$26
<i>Select a Solving Method</i>	<i>Simplex LP</i>

Tabel 6 diatas menunjukkan data parameter *solver*, dengan data yang diambil dari pemodelan data *Microsoft Excel*.

Set objectives adalah komponen variable yang dikehendaki untuk dimaksimalkan, yaitu nilai keuntungan tertinggi yang dapat dihasilkan melalui produksi 5 standar produk. Data ini diambil dari cell \$K\$5 pada pemodelan *Microsoft Excel*.

By changing variable cells adalah komponen variabel-variabel bebas yang dikehendaki untuk berubah, yaitu data jumlah masing-masing standar produk, yang dinotasikan dengan variable X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 . Data ini diambil dari cell \$D\$3 sampai \$H\$3 pada pemodelan *Excel*.

Subject to the constraints adalah variable-variabel kendala / batasan yang dipertimbangkan akan mempengaruhi proses penentuan komposisi jumlah produk yang akan diproduksi untuk mendapatkan keuntungan secara maksimal. Pada pemodelan *MicrosoftExcel*, masing – masing kendala diambil dari data sebagai berikut:

- Kendala ketersediaan kapasitas mesin: $500X_1 + 2470X_2 + 500X_3 + 500X_4 + 982X_5 \leq 5000$.
- Kendala pembatasan total produk : $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 5000$.
- Kendala target minimum penjualan: $500X_1 + 2470X_2 + 500X_3 + 500X_4 + 982X_5 \geq 5000$.

Hasil eksekusi *solver* menghasilkan keluaran data sebagai berikut:

Perubahan pemodelan data *MicrosoftExcel*:

Tabel 7
Hasil Formulasi Model Matematika Setelah Eksekusi Solver

Deskripsi	Persamaan	Hasil	Slack
<i>Decision Variables</i>	$500 X_1 + 2470 X_2 + 500 X_3 + 500 X_4 + 982 X_5$		
<i>Objective Function</i>	$111 X_1 + 137 X_2 + 106 X_3 + 146 X_4 + 138 X_5$	maximizing	655.129
<i>Cutting</i>	$0,4X_1 + 0,3 X_2 + 0,5 X_3 + 0,5X_4 + 0,5 X_5 \leq 1932$	1932	0
<i>Bending</i>	$0,7X_1 + 0,4 X_2 + 0,6 X_3 + 0,6X_4 + 0,8 X_5 \leq 7.728$	2723,6	5004,4
<i>Punching</i>	$1X_1 + 0,5 X_2 + 0,8 X_3 + 0,8X_4 + 1,1 X_5 \leq 7728$	3615,2	4112,8
<i>Turning</i>	$0 X_1 + 0,5 X_2 + 0,5 X_3 + 0 X_4 + 0 X_5 \leq 1932$	1485	447
<i>Welding</i>	$1,7X_1 + 1,2 X_2 + 1,3 X_3 + 1,4X_4 + 2,5 X_5 \leq 19320$	7619	11701
<i>Painting</i>	$0,9X_1 + 1,2 X_2 + 1,4 X_3 + 1,4X_4 + 1 X_5 \leq 5796$	5796	0
<i>Assy</i>	$0,8X_1 + 0,4 X_2 + 0,6 X_3 + 0,8X_4 + 0,6 X_5 \leq 15456$	2677,2	12778,8
<i>Packing</i>	$0,2X_1 + 0,3 X_2 + 0,3 X_3 + 0,3X_4 + 0,4 X_5 \leq 1932$	1533,8	398,2
<i>Total Product</i>	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 5000$	4952	48
<i>Minimum Sales</i>			<i>Surplus</i>
X_1	$X_1 \geq 500$	500	
X_2	$X_2 \geq 500$	2470	1970
X_3	$X_3 \geq 500$	500	
X_4	$X_4 \geq 500$	500	
X_5	$X_5 \geq 100$	982	882

Berdasarkan tabel 7, terdapat perubahan nilai pada variable keputusan dan nilai keuntungan maksimal pada fungsi tujuan. Ini menunjukkan bahwa data-data yang dimasukkan dapat diolah dan dikalkulasi dengan baik oleh *solver*.

Tabel 8
Hasil the answer report.

<i>Objective Cell (Max)</i>					
<i>Cell</i>	<i>Name</i>	<i>Original Value</i>	<i>Final Value</i>		
\$K\$5	FungsiTujuan	638	655.129		
<i>Variable Cells</i>					
<i>Cell</i>	<i>Name</i>	<i>Original Value</i>	<i>Final Value</i>	<i>Integer</i>	
\$D\$3	X1	1	500	<i>Contin</i>	
\$E\$3	X2	1	2470	<i>Contin</i>	
\$F\$3	X3	1	500	<i>Contin</i>	
\$G\$3	X4	1	500	<i>Contin</i>	
\$H\$3	X5	1	982	<i>Contin</i>	
<i>Constraints</i>					
<i>Cell</i>	<i>Name</i>	<i>Cell Value</i>	<i>Formula</i>	<i>Status</i>	<i>Slack</i>
\$I\$9	Cutting	1932	\$I\$9<= \$K\$9	<i>Binding</i>	0
\$I\$10	Bending	2723,6	\$I\$10<= \$K\$10	<i>Not Binding</i>	5004,4
\$I\$11	Punching	3615,2	\$I\$11<= \$K\$11	<i>Not Binding</i>	4112,8
\$I\$12	Turning	1485	\$I\$12<= \$K\$12	<i>Not Binding</i>	447
\$I\$13	Welding	7619	\$I\$13<= \$K\$13	<i>Not Binding</i>	11701
\$I\$14	Painting	5796	\$I\$14<= \$K\$14	<i>Binding</i>	0
\$I\$15	Assy	2677,2	\$I\$15<= \$K\$15	<i>Not Binding</i>	12778,8
\$I\$16	Packing	1533,8	\$I\$16<= \$K\$16	<i>Not Binding</i>	398,2
\$I\$19	TotalProduct	4952	\$I\$19<= \$K\$19	<i>Not Binding</i>	48
\$I\$22	X1	500	\$I\$22>= \$K\$22	<i>Binding</i>	0
\$I\$23	X2	2470	\$I\$23>= \$K\$23	<i>Not Binding</i>	1970
\$I\$24	X3	500	\$I\$24>= \$K\$24	<i>Binding</i>	0
\$I\$25	X4	500	\$I\$25>= \$K\$25	<i>Binding</i>	0
\$I\$26	X5	982	\$I\$26>= \$K\$26	<i>Not Binding</i>	882

Analisis berdasarkan data keluaran *solver*, untuk hasil *answer report* seperti ditunjukkan tabel 8 diatas, adalah sebagai berikut:

1. *Objectives cell (max)* adalah hasil nilai yang dimaksimalkan, yaitu memaksimalkan keuntungan atas 5 produk standar yang diproduksi sebesar Rp. 655.129.000,-, dengan mempertimbangkan kendala kapasitas mesin produksi, kendala keterbatasan modal pembelian material dan kendala target minimum penjualan dalam 1 tahun.
2. *Variable cells* adalah nilai akhir dari variabel keputusan, yaitu nilai komposisi jumlah dari 5 produk standar yang diproduksi, untuk mencapai keuntungan maksimal, sesuai tabel 9 berikut:

Tabel 9
Nilai Akhir Variabel Keputusan

Produk	Jumlah (unit)
$X_1 = \text{filling cabinet 4d}$	500
$X_2 = \text{small office cabinet}$	2.470
$X_3 = \text{small office cabinet Swing Door}$	500
$X_4 = \text{small office cabinet sliding door}$	500
$X_5 = \text{locker 5-doors}$	982

Status kendala tidak mengikat (*not binding constrain status*) :

1. Kendala ketersediaan kapasitas mesin produksi: Unit proses *bending*, *punching*, *turning*, *welding*, *assembling* dan *packing* pada kondisi tidak mengikat, artinya masih memiliki sisa kapasitas jam yang belum digunakan. Perusahaan masih memungkinkan untuk dapat meningkatkan produktivitas kerja dengan memanfaatkan sisa kapasitas jam mesin yang tersisa (*slack*) untuk memproduksi produk lain, sejauh produk lain tersebut tidak membutuhkan proses permesinan yang mengikat (*binding*), yaitu proses *cutting* dan *painting*. Strategi lain yang bisa dijalankan untuk meningkatkan produktivitas kerja adalah dengan melakukan penghematan, yaitu dengan mengurangi biaya-biaya operasional yang tidak atau belum perlu, seperti

mengurangi pemberlakuan *shift* dan atau mengurangi jumlah pemakaian mesin pada proses *bending*, *punching*, *welding*, dan *assembling*.

2. Kendala target minimal penjualan: Produk *small office cabinet* dan *locker 5 doors* direkomendasi diproduksi masing-masing 2.470 unit dan 982 unit. Jumlah produksi tersebut jauh diatas target penjualan minimum. Tim marketing harus melaksanakan strategi yang lebih fokus untuk memasarkan 2 jenis produk tersebut.
3. Kendala keterbatasan jumlah produk maksimal yang boleh diproduksi: Karena keterbatasan alokasi jumlah modal untuk pembelian material, maka jumlah total produk yang diproduksi pada kondisi keuntungan maksimal sebanyak 4.952 unit. Kondisi ini memenuhi ketentuan dengan batas jumlah produk maksimal yang boleh diproduksi yaitu sebanyak 5.000 unit.

Status kendala mengikat (*binding constrain status*) :

1. Kendala ketersediaan kapasitas mesin produksi: Unit proses *cutting* dan *painting* berada pada kondisi mengikat (*binding*). Kapasitas unit *cutting* dan *painting* terpakai maksimal. Jika perusahaan berencana meningkatkan jumlah produk untuk diproduksi, maka kapasitas unit *cutting* dan *painting* harus diperbesar, yaitu dengan cara menambah pemberlakuan *shift* kerja untuk proses *cutting* dan menambah jumlah unit mesin untuk proses *painting*.
2. Kendala target minimal penjualan: Produk *filling cabinet 4D*, *small office cabinet swing door* dan *small office cabinet sliding door* direkomendasi diproduksi sesuai dengan target minimum penjualan. Hal ini terjadi karena struktur biaya produksi yang tidak memungkinkan untuk diproduksi lebih banyak dari target minimum penjualan.

Tabel 10
Hasil Sensitivity Report

<i>Variable Cells</i>				
		<i>Final</i>	<i>Reduced</i>	<i>Objective</i>
<i>Cell</i>	<i>Name</i>	<i>Value</i>	<i>Cost</i>	<i>Coefficient</i>
\$D\$3	X1	500	0	110,891268
\$E\$3	X2	2470	0	136,7682823
\$F\$3	X3	500	0	106,4695605
\$G\$3	X4	500	0	145,7301518
\$H\$3	X5	982	0	138,2546898
<i>Constraints</i>				
		<i>Final</i>	<i>Sha- dow</i>	<i>Constraint</i>
<i>Cell</i>	<i>Name</i>	<i>Value</i>	<i>Price</i>	<i>R.H. Side</i>
\$I\$9	<i>Cutting</i>	1932	97,1245	1932
\$I\$10	<i>Bending</i>	2723,6	0	7728
\$I\$11	<i>Punching</i>	3615,2	0	7728
\$I\$12	<i>Turning</i>	1485	0	1932
\$I\$13	<i>Welding</i>	7619	0	19320
\$I\$14	<i>Painting</i>	5796	89,6924	5796
\$I\$15	<i>Assy</i>	2677,2	0	15456
\$I\$16	<i>Packing</i>	1533,8	0	1932
\$I\$19	<i>Total Pro-duct</i>	4952	0	5000
\$I\$22	X1	500	-8,68173	500
\$I\$23	X2	2470	0	500
\$I\$24	X3	500	-67,6621	500
\$I\$25	X4	500	-28,4015	500
\$I\$26	X5	982	0	100

<i>Variable Cells</i>			
		<i>Allowable</i>	<i>Allowable</i>
<i>Cell</i>	<i>Name</i>	<i>Increase</i>	<i>Decrease</i>
\$D\$3	X1	8,681729	1E+30
\$E\$3	X2	29,13735	42,60228
\$F\$3	X3	67,66211	1E+30
\$G\$3	X4	28,40152	1E+30
\$H\$3	X5	89,69245	12,40247

<i>Constraints</i>			
		<i>Allowable</i>	<i>Allowable</i>
<i>Cell</i>	<i>Name</i>	<i>Increase</i>	<i>Decrease</i>
\$I\$9	<i>Cutting</i>	72	220,5
\$I\$10	<i>Bending</i>	1E+30	5004,4
\$I\$11	<i>Punching</i>	1E+30	4112,8
\$I\$12	<i>Turning</i>	1E+30	447
\$I\$13	<i>Welding</i>	1E+30	11701
\$I\$14	<i>Painting</i>	72	1182
\$I\$15	<i>Assy</i>	1E+30	12778,8
\$I\$16	<i>Packing</i>	1E+30	398,2
\$I\$19	<i>Total Product</i>	1E+30	48
\$I\$22	X1	360	500
\$I\$23	X2	1970	1E+30
\$I\$24	X3	1470	180
\$I\$25	X4	1470	180
\$I\$26	X5	882	1E+30

Analisis berdasarkan data keluaran *solver*, untuk hasil *sensitivity report*, seperti yang ditunjukkan pada tabel 10 diatas, adalah sebagai berikut:

Tabel *variable cell* menyajikan informasi mengenai dampak perubahan pada koefisien fungsi tujuan (*objective function coefficients*) pada solusi optimal. Batas dimana koefisien keuntungan (*objectives function*) pada setiap produk dapat diubah tanpa mempengaruhi optimalitas solusi, yang dapat dilihat pada kolom *allowable increase* dan *allowable decrease* pada laporan sensitivitas (*sensitivity report*).

- a) Hasil analisis untuk variable keputusan X_2 . Peningkatan yang diizinkan pada koefisien fungsi tujuan (*objective function coefficient*) adalah Rp. 29.137,-. Sebaliknya, penurunan yang diizinkan adalah Rp. 42.602,-. Ini artinya bahwa jika profit pada X_2 mengalami peningkatan maksimal hingga Rp. 29.137,- yaitu menjadi Rp. 165.905,-, atau jika mengalami penurunan maksimal Rp. 42.602,- yaitu menjadi Rp. 94.166,-, maka nilai jumlah optimal yang harus diproduksi tidak mengalami perubahan. Namun jika profit mengalami kenaikan atau penurunan di atas nilai yang diizinkan tersebut, maka jumlah optimal produk akan mengalami perubahan. Pola hasil analisis ini juga berlaku untuk variable keputusan X_5 .
- b) Hasil analisis untuk variable keputusan X_1 . Peningkatan yang diizinkan pada koefisien fungsi tujuan (*objective function coefficient*) adalah Rp. 8.682,-. Sebaliknya, penurunan yang diizinkan adalah tidak terbatas. Ini artinya bahwa jika profit pada X_1 mengalami peningkatan maksimal hingga Rp. 8.682, yaitu menjadi Rp. 119.573, atau mengalami penurunan hingga tidak terbatas, maka nilai jumlah optimal produk yang harus diproduksi tidak mengalami perubahan. Namun jika profit mengalami kenaikan di atas nilai tersebut, maka jumlah optimal produk akan mengalami perubahan. Pola hasil analisis ini juga berlaku untuk variable keputusan X_3 dan X_4 .

Tabel *constraint* menyajikan informasi terkait dampak perubahan nilai kendala sisi kanan (*right-hand-side / RHS*) pada solusi optimal, pada kasus ini adalah keterbatasan ketersediaan jumlah jam permesinan, pembatasan jumlah produk karena keterbatasan modal dan target minimal penjualan dalam 1 tahun, seperti ditunjukkan pada kolom *constraint R.H. side*.

- a) Hasil analisis untuk unit proses *cutting*, dimana pada kolom *shadow price* terlihat angka Rp. 97.124,-. Harga bayangan (*shadow price*) untuk suatu kendala (*constraint*) adalah peningkatan atau penurunan nilai fungsi tujuan yang dihasilkan dari kenaikan atau penurunan atas 1 (satu) unit harga pada *constraint R.H. side*. Harga bayangan (*shadow price*) Rp. 97.124,- berlaku selama waktu *cutting* yang tersedia tetap dalam batas nilai yang diizinkan, yang ditunjukkan oleh kolom *allowable increase* dan *allowable decrease* pada tabel 15 di atas. Nilai tersebut menunjukkan bahwa *shadow price* Rp. 97.124,- akan berlaku pada saat ketersediaan waktu proses *cutting* mengalami kenaikan hingga 72 jam dan penurunan hingga 220,5 jam dari nilai 1932 jam. Artinya, pada kondisi ketersediaan waktu unit proses *cutting* dapat berkisar dari yang terendah 1711,5 jam ($=1932-220,5$) hingga yang tertinggi 2004 jam ($=1932+72$), maka untuk harga bayangan Rp. 97.124,- masih berlaku. Perusahaan juga harus memberikan perhatian, bahwa setiap jam penurunan pada unit proses *cutting* hingga di atas penurunan maksimal sebesar 220,5 jam, akan membuat kerugian senilai Rp. 97.124. Analisis ini juga berlaku untuk variable kendala yang bersifat mengikat (*binding*).
- b) Hasil analisis yang bersifat tidak mengikat (*not binding*), sebagai contoh bisa dilihat pada proses *bending*, ditunjukkan pada kolom *shadow price* dengan angka 0, atau tidak mempunyai harga bayangan. Nilai kenaikan yang diizinkan adalah tidak terhingga, sedangkan nilai penurunan yang diizinkan 5004,4 jam, yang secara praktis nilai penurunan tersebut juga bisa diartikan tidak terhingga. Kondisi ini terjadi karena proses *bending* tidak mengikat. Kapasitas jam akan ditambah sampai berapapun, tidak akan mempengaruhi optimasi keuntungan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, berdasarkan data dan perhitungan melalui metode pemrograman linear yang diproses dengan *solver*, menunjukkan bahwa keuntungan maksimal PT.AS dari penjualan 5 produk standar sebesar Rp. 655.129.000,- per tahun, dengan komposisi jumlah produk standar yang diproduksi adalah *filling cabinet 4D* sebanyak 500 unit, *small office cabinet* sebanyak 2.470 unit, *small office cabinet swing door* sebanyak 500 unit, *small office cabinet sliding door* sebanyak 500 unit, dan *locker 5 doors* sebanyak 982 unit.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilyanti, S. (2019). Optimasi Keuntungan Produksi Pada Industri Kayu PT. Indopal Harapan Murni Menggunakan Linear Programming. *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI)*, Vol. XIII (No. 1), 8.
- Christian, S. (2013). Penerapan Linear Programming untuk Mengoptimalkan Jumlah Produksi dalam Memperoleh Keuntungan Maksimal pada CV Cipta Unggul Pratama. *Journal The WINNERS*, Vol. 14 (No. 1), 6.
- Faiq, S. S., Rizal, M., & Tahir, R. (2021). Analisis Manajemen Operasional Perusahaan Multinasional. *Jurnal Manajemen*, Vol 11 (No 2), 9.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations Management, Sustainability and Supply Chain Management*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Hu, T. C., & Kahng, A. B. (2016). *Linear and Integer Programming Made Easy*. Springer International Publishing Switzerland.
- Luenberger, D. G., & Ye, Y. (2016). *Linear and Nonlinear Programming* (Fourth Edition ed.). London: Springer International Publishing Switzerland.
- Mansini, R., Ogryczak, W., & Speranza, M. G. (2015). *Linear and Mixed Integer Programming for Portfolio*. London: Springer International Publishing Switzerland.
- Mishra, S. K., & Ram, B. (2018). *Introduction to Linear Programming with MATLAB*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC.
- Naibaho, A. T. (2013, Juni). Analisis Pengendalian Internal Persediaan Bahan Baku Terhadap Efektivitas Pengelolaan Persediaan Bahan Baku. *Jurnal*

- EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, Vol.1 No.3(No.3), 8.
- Nasution, Z., Sunandar, H., Lubis, I., & Sianturi, L. T. (2016). Penerapan Metode Simpleks untuk Menganalisa Persamaan Linier dalam Menghitung Keuntungan Maksimum. *Jurnal Riset Komputer (JURIKOM)*, Vol. 3(No. 4), 7.
- Panik, M. J. (2019). *Linear Programming and Resource Allocation Modeling* (1st edition ed.). Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Ranganathan, P., & Nygard, K. E. (2017). *Distributed Linear Programming Models in a Smart Grid*. Springer International Publishing AG.
- Render, B., Stair Jr, R. M., Hanna, M. E., & Hale, T. S. (2015). *Quantitative Analysis for Management* (Twelfth Edition ed.). Boston: Pearson Education Limited.
- Rusli, M. A., & Putri, R. L. (2015). Optimalisasi Laba Perusahaan Melalui Efisiensi Biaya Produksi. *Infestasi*, Vol. 11(No. 1), 10.
- Tannady, H. (2014). Optimasi Produksi Meubel Menggunakan Model Pemrograman Linear. *Business & Management Journal Bunda Mulia*, Vol 10(No.1).