

APLIKASI *FUZZY LINEAR PROGRAMMING (FLP)* DAN SIMULASI ARENA 10.0 UNTUK MENGOPTIMALKAN *PRODUCTION PLANNING*

Suseno^{*)}, Ari Zaqi Al-Faritsy^{*)}

Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl Ringroad Utara, Jombor, Sleman, Yogyakarta Telp. (0274) 623310

Abstrak

Perencanaan produksi yang dilakukan oleh PT Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta adalah menyederhanakan beberapa produk menjadi 2 produk yaitu tiang pancang dan tiang listrik. Mengacu pada 2 produk tersebut beserta dengan kebutuhan jenis dan jumlah materialnya serta kapasitas produksinya, selanjutnya dilakukan pembuatan model matematis berupa *Linear Programming (LP)* dan *Fuzzy Linear Programming (FLP)* dengan memaksimalkan laba.

Metodologi penelitian yang diterapkan pada kasus ini adalah hasil perhitungan optimasi menggunakan *Linear Programming (LP)* dan *Fuzzy Linear Programming (FLP)* diperoleh laba maksimum. Laba maksimum dari kedua metode tersebut dibandingkan dan dipilih yang terbesar untuk dijadikan masukkan dalam running simulasi menggunakan ARENA 10, apakah rencana produksi yang dihasilkan layak untuk dijalankan di lantai produksi atau tidak.

Model optimal perencanaan produksi dengan model FLP produksi untuk tiang listrik sebanyak 242 unit dan untuk tiang pancang sebanyak 152 unit dan keuntungan yang optimal adalah Rp 329.149.000,-.

Kata kunci : perencanaan produksi; *linier programming*; *fuzzy linier programming*; simulasi; arena

Abstract

Production planning conducted by PT. Tonggak Ampuh Unit III of Yogyakarta is simplifying some of the product into two products namely poles and power lines. Two refers to the product along with the needs of the type and quantity of material and production capacity, then performed the mathematical modeling of a Linear Programming (LP) and Fuzzy Linear Programming (FLP) to maximize profits.

The research methodology applied in this case is the result of the optimization calculations using Linear Programming (LP) and Fuzzy Linear Programming (FLP) obtained the maximum profit. The maximum profit from both methods were compared and selected the largest to be entered in running simulation using ARENA 10, if feasible production plan is generated to run on the production floor or not.

Optimal production planning model with a model for the production of electric pole FLP many as 242 units and to pile as many as 152 units and the optimal profit is Rp. 329.149.000,-.

Keyword : *production planning*; *linier programming*; *fuzzy linier programming*; *simulation*, *arena*

Pendahuluan

Perencanaan produksi *Production Planning* perusahaan dapat dilakukan dengan berbagai cara. Pada PT Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta sebagai produsen penghasil berbagai produk tiang listrik dan tiang pancang. Perencanaan produksinya dilakukan dengan cara analisis kuantitatif sebagai alat bantu pengambilan keputusan., karena perusahaan memiliki tingkat kompleksitas cukup tinggi, dimana terdapat multi produk dan multi periode.

Penggunaan model analitik (analisa kuantitatif) misalnya dengan *Linear Programming (LP)* dan *Fuzzy*

Linear Programming (FLP) pada permasalahan perencanaan produksi dapat dilakukan dengan baik apabila beberapa asumsi dasarnya terpenuhi dalam kondisi aktual. Model analitik memberikan solusi optimal perencanaan produksi. Namun demikian seringkali tidak mudah atau tidak layak untuk dilaksanakan dalam kondisi aktualnya, karena beberapa asumsi tidak bisa dipenuhi dalam kondisi riil perusahaan, misalnya : waktu proses produksi yang stokastik, waktu kedatangan bahan baku yang probabilistik, transfer time dan sebagainya. Penggunaan model simulasi dapat menutupi dan menyelesaikan kekurangan model analitik tersebut, dimana dengan model simulasi dapat meniru proses produksi nyata, meskipun tidak memberikan solusi optimal. Maka pada penelitian ini dicoba untuk menggabungkan 2 model

^{*)} Penulis Korespondensi.

email: onesuseno@gmail.com,

zaqi.alfaritsy@gmail.com

tersebut, atau sering disebut sebagai metode hybrid (*Hybrid Method*). Dengan demikian diharapkan hasil perencanaan produksinya dapat dilakukan dalam kondisi optimal sekaligus layak untuk dijalankan.

Permasalahan yang dihadapi oleh PT Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta adalah perencanaan produksi yang telah dibuat dengan asumsi data yang deterministik, ternyata seringkali belum bisa diperoleh hasil yang optimal sekaligus layak untuk diproduksi. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dibahas bagaimana perencanaan produksi dibuat secara optimal sesuai dengan tujuan perusahaan, namun dapat dilaksanakan dengan baik oleh perusahaan.

Metode Penelitian

Secara ringkas, metodologi penelitian yang digunakan dalam penyelesaian masalah ini dapat terlihat pada gambar 1.

Hasil Dan Pembahasan

Dari hasil menentukan fungsi tujuan dan menentukan fungsi kendala yang ada pada PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta di atas dapat diketahui formulasi yang digunakan untuk LP dan FLP adalah sebagai berikut:
maksimumkan :

$$Z = 950.000 X_1 + 650.000 X_2$$

dengan batasan

$$9,3 X_1 + 2,93 X_2 \leq 3300 + 99 t$$

$$72 X_1 + 45 X_2 \leq 24000 + 720 t$$

$$108 X_1 + 68 X_2 \leq 36000 + 1080 t$$

$$162 X_1 + 102 X_2 \leq 55000 + 1650 t$$

$$0,1 X_1 + 0,1167 X_2 \leq 42$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Keterangan :

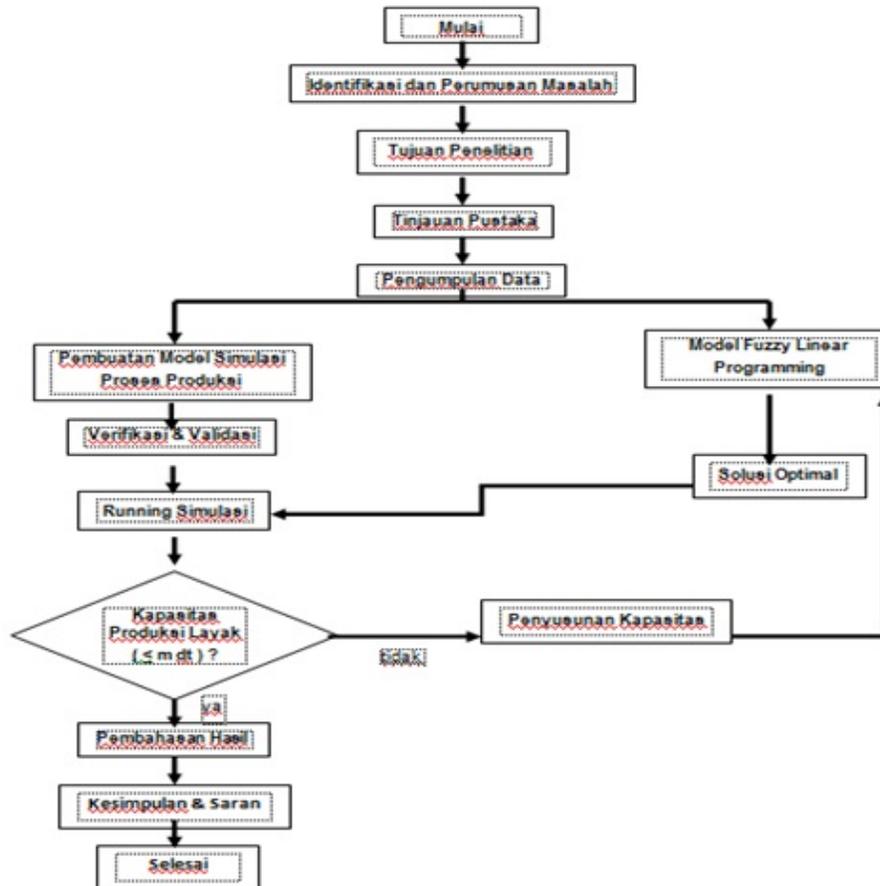
Z = Keuntungan/laba per unit produk

X_1 = Produk tiang listrik

X_2 = Produk tiang pancang

Menyelesaikan permasalahan dan persamaan fungsi dengan menggunakan software win qsb. Langkah pertama yaitu memasukan data model batasan t=0 ke dalam program win qsb, sehingga dapat diketahui dari hasil perhitungan untuk t=0.

Solusi optimal diperoleh dengan memproduksi sebanyak 233 batang tiang listrik dan 159 batang tiang pancang, sehingga laba perusahaan menjadi Rp 324.700.000,-. Untuk penggunaan materialnya adalah sebagai berikut: PC wire 2.632,77 kg, semen 23.931 kg, pasir 35.976 kg dan split 53.964 kg; sedangkan total waktu yang dibutuhkan untuk produksi sebesar 41,8553 jam.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Mencari model batasan *linear programming* t=1 akan menambahkan toleransi penambahan bahan baku yang masih bisa disediakan perusahaan pada formulasi kendala batasan untuk mengetahui keuntungan dan produksi yang harus diproduksi untuk tiang listrik dan tiang pancang. Sehingga untuk hasilnya akan seperti batasan di bawah ini:

Untuk t = 1 ($\lambda = 0$), diperoleh model mak:
 $Z = 950.000 x_1 + 650.000 x_2$ dengan batasan :
 $9,3 + 2,93 \leq 3399$
 $72 + 45 \leq 24720$
 $108 + 68 \leq 37080$
 $162 + 102 \leq 56650$
 $0,1 + 0,1167 \leq 42, \geq 0$

Menyelesaikan permasalahan dan persamaan fungsi dengan menggunakan software win qsb yaitu memasukan data model batasan t=1 ke dalam program win qsb, sehingga di dapat hasil dari hasil perhitungan di ketahui solusi untuk t=1.

Solusi optimal diperoleh dengan memproduksi sebanyak 253 batang tiang listrik dan 143 batang tiang pancang, sehingga laba perusahaan menjadi Rp 333.300.000,-. Untuk penggunaan materialnya adalah sebagai berikut: PC wire 2.771,89 kg, semen 24.651 kg, pasir 37.048 kg dan split 55.572 kg; sedangkan total waktu dibutuhkan untuk produksi sebesar 41,9881 jam.

Setelah didapat hasil p_0 (t1-t0) dapat dibentuk model *fuzzy linear programming*. Dari kedua hasil (t=0 dan t=1) dapat ditentukan nilai p_0 , yaitu hasil pengurangan dari z pada saat t=1 dengan z pada saat t=0 ($p_0 = 333.300.000 - 324.700.000 = 8.600.000$). Setelah didapat hasil p_0 (t1-t0) dapat dibentuk model FLP. Model Batasan FLP ini digunakan dikarenakan hasil dari model batasan t=1 yang mempertimbangkan jika toleransi bahan baku maksimal yang masih bisa diberikan oleh perusahaan perminggu untuk produksi produk tiang listrik dan tiang pancang di gunakan hasilnya kurang optimal. Pada FLP akan dicari suatu nilai z yang merupakan fungsi objektif yang akan di optimasikan. sedemikian hingga tunduk pada batasan-batasan yang dimodelkan dengan menggunakan himpunan *fuzzy* sebagai berikut:

maksimumkan : λ membuat batasan untuk FLP.
 $-8.600.000\lambda + 950.000x_1 + 650.000x_2 \leq 324.700.000$
 $99\lambda + 9,3 x_1 + 2,93 x_2 \leq 3399$
 $720\lambda + 72 x_1 + 45 x_2 \leq 24720$
 $1080\lambda + 108 x_1 + 68x_2 \leq 37080$
 $1650\lambda + 162 x_1 + 102 x_2 \leq 56650$
 $0.1 x_1 + 0,1167 x_2 \leq 42$
 $\lambda, x_1, x_2 \geq 0$

Menyelesaikan permasalahan dan persamaan fungsi FLP dengan menggunakan software win qsb. Langkah pertama yaitu memasukan data model FLP ke dalam program win qsb, sehingga di dapat hasil dari hasil perhitungan di ketahui solusi untuk FLP.

Solusi optimal diperoleh dengan memproduksi sebanyak 242 batang tiang listrik dan 152 batang tiang pancang, sehingga laba perusahaan menjadi Rp 329.149.000,- pada tingkat lamda = 0.5173. Untuk penggunaan materialnya adalah sebagai berikut: PC

wire 2.750,551 kg, semen 24.669,23 kg, pasir 37.080 kg dan split 55.635,52 kg; sedangkan total waktu yang dibutuhkan untuk produksi sebesar 42 jam. Sehingga dengan model FLP produksi untuk tiang listrik sebanyak 242 dan untuk tiang pancang sebanyak 152 dan keuntungan yang optimal adalah Rp 329.149.000,-. Dengan catatan bahwa pada kondisi ini membutuhkan pc wire sebanyak 2.695,95 kg, semen sebanyak 24.264 kg, pasir sebanyak 36.472 kg dan split sebanyak 54.708 kg, jam proses produksi selama 41,9384 menit. Sehingga dari hasil ini mengharuskan perusahaan untuk menambah semen sebanyak 264 kg dari 24.000 kg yang mutlak harus disediakan dan menambah pasir sebanyak 472 kg dari 36.000 kg yang mutlak disediakan.

Simulasi proses produksi ini akan diuraikan dalam beberapa bagian, yaitu : input simulasi, verifikasi & validasi model simulasi, dan analisis kelayakan perencanaan produksi. Input simulasi meliputi distribusi waktu kedatangan bahan dan jam mesin. Untuk waktu kedatangan bahan terkait proses sebelumnya serta jam mesin/waktu yang digunakan untuk proses selanjutnya dilakukan uji verifikasi dan dinyatakan sesuai oleh perusahaan. Tahapan selanjutnya adalah dilakukan uji validasi. Uji validasi dilakukan dengan membandingkan sistem riil dengan model simulasi yang dibuat. Apakah desain model simulasi bisa diterima sebagai perwakilan sistem riil atau tidak. Uji validasi dilakukan dengan menggunakan T test pada tabel 1. Dan uji validasi model dengan menggunakan software SPSS versi 18, proses uji menggunakan uji T satu sampel. Hasil uji validasi disajikan pada tabel 2.

Tabel 1. Uji validasi model simulasi proses produksi tiang listrik

Produk	Jumlah	Hasil simulasi 8 kali (replikasi dalam jam)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Tiang listrik	420	42,00	42,00	42,00	42,00	42,10	42,10	42,10	42,10

One sample T : Validasi
Test of mu = 42 vs mu not 42

Tabel 2. Hasil validasi proses tiang listrik

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Output	8	42.0375	.05175	.01830

One-Sample Test						
Test Value = 42						
	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
output	2.049	7	.080	.03750	-.0058	.0808

Tabel 3. Uji validasi model simulasi proses produksi tiang pancang

Produk	Jumlah	Hasil simulasi 8 kali (replikasi dalam jam)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Tiang pancang	360	42,00	42,1167	42,00	41,8833	42,00	42,10	41,8833	42,10

One sample T : Validasi
Test of mu = 42 vs mu not 42

Uji validasi model dengan menggunakan software SPSS versi 18, proses uji menggunakan uji T satu sampel. Hasil uji validasi disajikan pada tabel 4

Tabel 4. Hasil validasi proses tiang pancang

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Output	8	42.0100	.09442	.03338

One-Sample Test						
Test Value = 42						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Output	.300	7	.773	.01000	-.0689	.0889

Pada tabel 2 dan 4 menunjukkan bahwa nilai sig. (2-tailed) > nilai signifikansi (0,05), maka sistem simulasi sama dengan sistem nyata.

Setelah model simulasi memenuhi dan sesuai kondisi riilnya, berdasarkan uji verifikasi dan validasi, maka model simulasi yang dibuat dikatakan relevan dengan kondisi riilnya. Hasil running simulasi perencanaan produksi dilakukan 4 kali

Tabel 5. Cycle Time tiap Produk (4 kali replikasi)

Kode	Produk	Cycle Time (Replikasi 4 Kali)			
1	Tiang listrik	24,20	24,30	24,30	24
2	Tiang pancang	17,7384	17,8550	17,7384	17,8550
	Jumlah	41,9384	42,155	42,0384	41,855

Uji validasi model dengan menggunakan software SPSS versi 18, proses uji menggunakan uji T satu sampel. Hasil uji validasi disajikan pada tabel 6

Tabel 6. Validasi running solusi FLP

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Output	4	41.9925	.12816	.06408

One-Sample Test						
Test Value = 42						
	T	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Output	-.117	3	.914	-.00750	-.2114	.1964

Pada tabel di atas menunjukkan bahwa nilai sig. (2-tailed) > nilai signifikansi (0,05), maka sistem simulasi sama dengan sistem nyata.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di PT. Tonggak Ampuh Unit III Yogyakarta dapat diambil kesimpulan bahwa Model optimal perencanaan produksi dengan model FLP produksi untuk tiang listrik sebanyak 242 unit dan untuk tiang pancang sebanyak 152 unit dan keuntungan yang optimal adalah Rp 329.149.000,-.

Model sistem simulasi menghasilkan rata - rata produk tiang listrik sebanyak 42,03 unit dan sistem nyata 42 unit menghasilkan nilai sig. (2-tailed) (0,080) > nilai signifikansi (0,05) dan rata – rata tiang pancang sebanyak 42,01 unit dan sistem nyata 42 unit menghasilkan nilai sig. (2-tailed) (0,773) > nilai signifikansi (0,05), sehingga model simulasi sesuai dengan kondisi riilnya (sistem nyata).

Hasil uji verifikasi dan validasi dengan nilai rata – rata waktu simulasi sebesar 41,99 menit dan nilai rata – rata waktu nyata sebesar 42 menit menghasilkan nilai sig. (2-tailed) (0,914) > nilai signifikansi (0,05), sehingga waktu proses produksi (*cycle time*) dinyatakan layak.

Daftar Pustaka

- Byrne, MD., & M.A. Bakir, 1999. *Production Planning Using a Hybrid Simulation – Analytical Approach*. International Journal of production Economics vol. 59, p 305 – 311.
- Czarnecki, H., Bernard, J. Schroer & M Mizzanur Rahman,. 1997. *Using Simulation to Schedule Manufacturing Resources*. Proceedings of the 1997. Winter Simulation Conference, p.750 – 757.
- Kelton, W. David, Sadowski, Randall P. & Sadowski, Deborah A., 2002. *Simulation with Arena*, Mc. Graw-Hill Companies Inc, 2nd Edition, New York.
- Kusumadewi, Sri dan Purnomo, Hari., 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri; Hartati, Sri; Harjoko, Agus dan Wardoyo, Retantyo, 2006, *Fuzzy Multi Attribute decision Making*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Law, A.M., & Michael G. Mc Gomas, 1997. *Simulation of Manufacturing systems*. Proceeding of the 1997. Winter Simulation Conference, p.86 – 89.
- Mulyono, Joko, 2001. *Perencanaan Produksi Menggunakan Gabungan Model Simulasi dan Pendekatan Analitik*, Tesis PS. Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Puji E., Ayudina., 2002. “*Jurnal Penerapan Metode Linear Programming untuk Membuat Perencanaan Produksi yang Optimal*”. Skripsi. Malang : Universitas Muhammadiyah.
- Purwantoro, Nanang Agus, 2003. *Perencanaan Produksi Menggunakan Gabungan Model Simulasi dan Pendekatan Analitik*, Tesis Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Sartin, 2012, *Penerapan Fuzzy Multi Objective Linear Programming pada Perencanaan Agregat Produksi*, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III, Yogyakarta
- Siringoringo, Hotniar., 2005. *Seri Teknik Riset Operasional. Pemrograman Linear* , Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Siswanto, 2007, *Operations Research*, Erlangga, Jakarta.
- Taha, Hamdy A., 1996, *Riset Operasi*, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Safi, M. R.; Maleki, H. R; And Zaeimazad, E.; 2007, *A Note On The Zimmermann Method For Solving Fuzzy Linear Programming Problems*, Iranian Journal of Fuzzy Systems Vol. 4, No. 2, (2007) pp. 31-45, Iran.
- Yutmiati, Wiwin, 2008, *Aplikasi Fuzzy Linear Programming (FLP) Untuk Perencanaan Hasil Produksi (Studi Kasus CV. GIZA Bojonegoro)*, Skripsi, UIN, Malang.