

# Usulan Penjadwalan Produksi Dengan Pendekatan *Variable Neighbourhood Descent* dan *Integer Linear Programming* Untuk Meminimalisasi Makespan

Fikri Haikal

**Abstrak**— Pada Penelitian ini dilakukan di bagian produksi PT Soen Permata yang terdapat beberapa permasalahan seperti banyaknya job yang mengalami keterlambatan melebihi dari due date, besarnya waktu makespan dan belum adanya penjadwalan produksi yang optimal untuk menyelesaikan keterlambatan penyelesaian produksi. Untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan produksi penelitian ini menggunakan metode Variable Neighbourhood Descent dan Integer Linear Programming. Variable neighborhood descent (VND) merupakan salah satu pengembangan konsep dasar yang diambil dari VNS. Perbedaan antara VNS dan VND terletak pada perubahan neighborhood, VND melakukan perubahan neighborhood secara deterministik sedangkan VNS melakukan perubahan neighborhood secara acak (random), Integer programming adalah sebuah Linear Programming yang memiliki tambahan persyaratan yaitu semua atau beberapa variabel bernilai bulat dan tidak negatif. Model matematika untuk ILP adalah model program linier dengan ditambahkan batasan bahwa variabel yang digunakan harus berupa bilangan bulat (integer). Maka metode Variable Neighborhood Descent (VND) dengan menggunakan pendekatan penjadwalan non delay dapat membuat usulan penjadwalan produksi yang meminimalkan waktu makepan. Untuk metode Integer Linear Programming sebuah metode optimasi dengan hasil bilangan bulat yaitu dapat mengurangi waktu tardiness (keterlambatan penyelesaian) dengan memaksimalkan kapasitas mesin yang digunakan. Dari hasil perhitungan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa yang dijadikan sebagai dasar dan acuan yaitu penjadwalan produksi dengan metode integer linear programming karena total makespan lebih cepat dibanding dengan metode variable neighbourhood descent dengan total makespan sebesar 47,16 jam atau 2830 menit dan 7 hari penyelesaian produk dengan total permintaan 2245 pcs selama bulan Juni-Agustus, untuk urutan job penjadwalan produksi yaitu Fiore Ring, Anklets, Brooch gold, Brooch Silver, Ear Ring, Spirral Ring.

**Kata Kunci**— Integer Linear Programming, Makespan, Penjadwalan Produksi, Variable Neighborhood Descent (VND)

**Abstract** — *This research was conducted in the production section of PT Soen Permata which contained several problems, such as the number of jobs experiencing delays exceeding the due date, the amount of makespan time and the absence of optimal production scheduling to resolve the delay in completing production. To solve the production scheduling problem, this study uses the Variable Neighborhood Descent and Integer Linear Programming methods. Variable neighborhood descent (VND) is one of the basic concept developments taken from VNS. The difference between VNS and VND lies in the neighborhood change, VND makes a deterministic neighborhood change, while VNS makes a neighborhood change randomly (random), Integer programming is a Linear Programming that has additional requirements, namely that all or some variables are round and not negative. The mathematical model for ILP is a linear programming model with the added limitation that the variables used must be integers. So the Variable Neighborhood Descent (VND) method using a non-delay scheduling approach can make a production scheduling suggestion that minimizes forward time. For the Integer Linear Programming method, an optimization method with integer results that can reduce tardiness time (delay in completion) by maximizing the capacity of the machine used. From the calculation results, it can be concluded that what is used as a basis and reference is the production scheduling with the integer linear programming method because the total makespan is faster than the variable neighborhood descent method with a total makespan of 47.16 hours or 2830 minutes and 7 days of product completion with Total requests of 2245 pcs during June-August, for the production scheduling job order, namely Fiore Ring, Anklets, Brooch Gold, Brooch Silver, Ear Ring, Spirral Ring.*

**Keywords**— *Integer Linear Programming, Makespan, Production Scheduling, Variable Neighborhood Descent (VND)*

## I. PENDAHULUAN

P

---

F. Haikal., Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta. Saat ini, sebagai mahasiswa Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta. (fikrih434@gmail.com).

erkembangan teknologi dan ekonomi di Indonesia semakin ketat, hal ini memicu sebuah perusahaan untuk semakin meningkatkan produktifitasnya agar tetap dapat memenuhi permintaan dan pesanan konsumen dengan tepat waktu. Masalah penjadwalan muncul ketika terdapat berbagai macam tugas (*job*) atau proses yang harus dilakukan,

sedangkan sumber daya (waktu, tenaga kerja, dan mesin) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas atau proses tersebut terbatas sehingga diperlukan suatu pengaturan atas pelaksanaan tugas atau proses tersebut.

PT. Soen Permata yang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur khususnya di bidang perhiasan (*Jewellery*), dimana perusahaan ini memproduksi perhiasan dengan bahan baku timah dan kuningan dengan berbagai macam jenis perhiasan seperti *Fiore Ring, Sepiral Ring, Louris Twister Bangel, Anklets, Brooch, Chain, Ear Rings, Necklace*. PT. Soen Permata sering sekali tidak tepat waktu dalam memenuhi penyelesaian produk permintaan konsumen yang disebabkan oleh banyaknya jenis produk yang dipesan oleh konsumen maka sangat sulit untuk melakukan penjadwalan produksi yang optimal, dari permasalahan tersebut hasil waktu *tardiness* dan *maskepan* sangat *over time*.

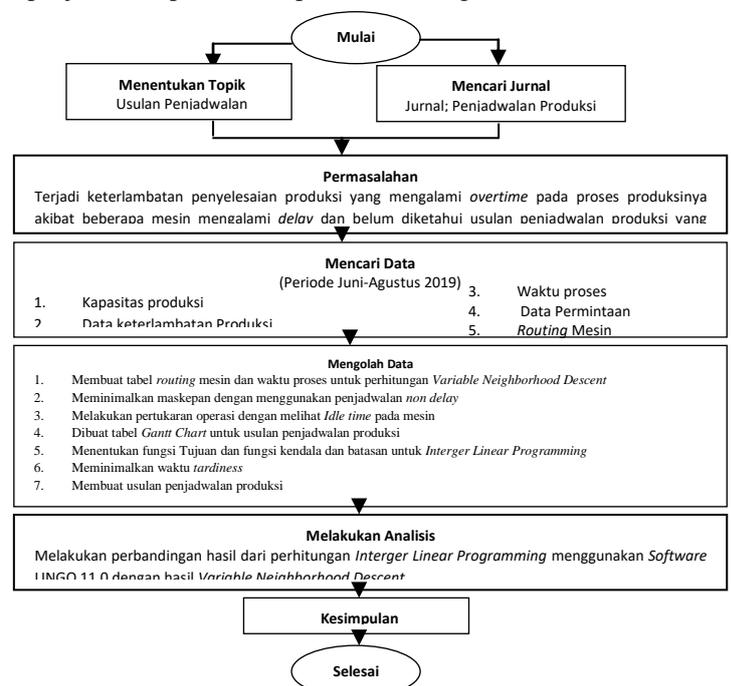
Sebagai solusi dalam memecahkan permasalahan diatas, bertujuan untuk memberikan usulan penjadwalan pada setiap mesin untuk dapat meminimumkan jumlah *maskepan* dan mengurangi waktu *tardiness*. Adapun metode yang memiliki fungsi untuk meminimasi *maskepan* dan *tardiness* suatu lini produksi ialah dengan *Integer Linear Programming* dan *Variable Neighborhood Descent* (VND), dimana kedua metode tersebut digunakan untuk mengatasi keterlambatan penyelesaian produksi, maka dari kedua metode tersebut nantinya akan dijadikan sebuah perbandingan untuk mengetahui hasil yang paling minimum waktu *maskepan* dan *tardiness*, akan menjadi acuan untuk melakukan sebuah usulan penjadwalan produksi optimal yang meminimalkan *maskepan* dan *tardiness*[1][15][17].

## II. METODE DAN PROSEDUR

Metodologi penelitian dan prosedur berisi tahapan-tahapan secara sistematis dalam proses penelitian. Dalam penelitian ini untuk pemecahan masalah menggunakan perhitungan dengan metode *Variable Neighborhood Descent* (VND) merupakan metode metaheuristik yang dapat menyelesaikan masalah-masalah optimasi solusi kombinatorial dengan cara perubahan *neighborhood* yang berbeda-beda secara terstruktur. perubahan *neighborhood* dilakukan secara deterministik *Variable neighborhood descent* (VND) merupakan salah satu pengembangan konsep dasar yang diambil dari VNS. Perbedaan antara VNS dan VND terletak pada perubahan *neighborhood*, VND melakukan perubahan *neighborhood* secara deterministik sedangkan VNS melakukan perubahan *neighborhood* secara acak (*random*)[15]. *Variable Neighborhood Search* atau VNS diusulkan oleh P. Hansen dan N. Mladenovic. Konsep dasar dari VNS ini adalah memeriksa sekumpulan *neighborhood* yang telah ditetapkan untuk menyediakan solusi yang lebih baik[16]. Kemudian dengan metode *Integer Linear Programming* untuk menghasilkan penyelesaian optimal bulat, pada dasarnya ini juga merupakan analisis pasca optimal pemrograman *linear*[11]. Program *linear* merupakan suatu program yang digunakan sebagai metode penentuan nilai optimum dari suatu persoalan *linear*. Nilai optimum (maksimal atau minimum) dapat diperoleh dari

nilai dalam suatu himpunan penyelesaian persoalan *linear*. Di dalam persoalan *linear* tersebut terdapat fungsi *linear* yang bisa disebut sebagai fungsi objektif. Persyaratan, batasan, dan kendala[9]. Dalam masalah *integer programming*, jika model mengharapkan semua *variable* basis nilai *integer* (bulat positif atau nol), dinamakan *pure integer programming*. Suatu pendekatan yang sederhana dan kadang-kadang praktis untuk menyelesaikan masalah *integer programming* adalah dengan membulatkan nilai *variable* keputusan yang diperoleh melalui *linear programming* Penyelesaian *Integer Linear Programming* menggunakan *software Lingo 11.0*. kedua metode tersebut bertujuan untuk meminimasi total *makespan* pada penjadwalan produksi [5][6][7][12].

Maka untuk mengetahui penyusunan tahapan usulan penjadwalan produksi dapat dilihat dari gambar 1.



Gambar 1. Flowchart penelitian

## III. HASIL

Berdasarkan pengumpulan data serta pengamatan langsung mengenai waktu proses produksi, maka untuk menjadi acuan pembuatan usulan penjadwalan produksi menggunakan metode *Variable Neighborhood Descent* (VND) dan *integer linear programming*, dari kedua metode tersebut akan dibandingkan apabila salah satu metode tersebut menghasilkan *makespan* terkecil maka akan menjadi acuan untuk usulan penjadwalan produksi yang optimal.

Berikut ini hasil perhitungan metode *Variable Neighborhood Descent* (VND) dengan pendekatan penjadwalan *Non Delay* :

### a. Tahap Pertama

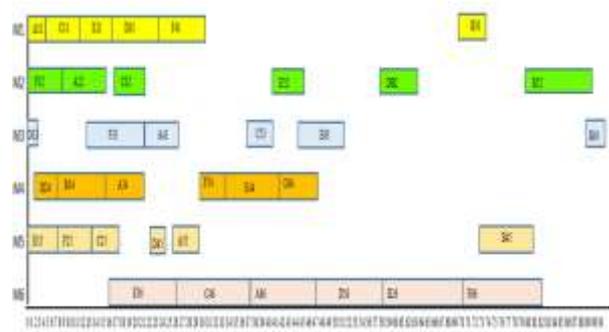
Untuk tahap ini menggunakan operasi pertama pada setiap *jobnya* selanjutnya dari operasi yang terpilih dilihat dari waktu terpendek, akan melanjutkan ke operasi kedua dan seterusnya [18][19]. Berikut ini tabel keterangan untuk melakukan perhitungan dengan

metode *Variable Neighborhood Descent* :

Tabel I.  
Hasil VND tahap pertama

JOB	Operasi	Mesin	Makespan (Menit)
A	1	M1	91
	2	M2	
	3	M4	
	4	M3	
	5	M5	
	6	M6	
B	1	M4	74
	2	M6	
	3	M1	
	4	M5	
	5	M2	
	6	M3	
C	1	M1	91
	2	M5	
	3	M2	
	4	M6	
	5	M3	
	6	M4	
D	1	M3	74
	2	M4	
	3	M1	
	4	M5	
	5	M6	
	6	M2	
E	1	M5	91
	2	M1	
	3	M6	
	4	M4	
	5	M2	
	6	M3	
F	1	M2	74
	2	M5	
	3	M3	
	4	M1	
	5	M4	
	6	M6	

Pada perhitungan tahap awal menunjukkan bahwa total makespan 91 menit dengan total 6 produk menghasilkan 5pcs masing masing produk. Berikut ini gambar *ganttt chart* pada perhitungan tahap pertama :



Gambar 2.  
*Gantt chart* tahap pertama

Dari *ganttt chart* diatas menunjukkan urutan proses produksi serta urutan penggunaan mesin. Selanjutnya tahap kedua melakukan perhitungan kembali serta pertukaran urutan mesin .

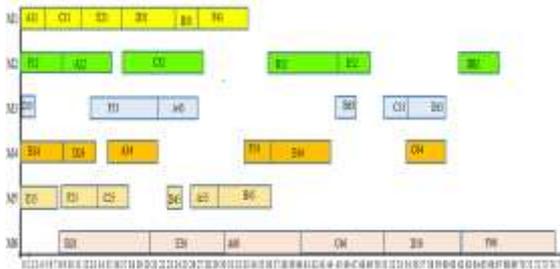
b. Tahap Kedua

Tabel II.  
Hasil VND tahap Kedua

JOB	Operasi	Mesin	Makespan (Menit)
A	1	M1	74
	2	M2	
	3	M4	
	4	M3	
	5	M5	
	6	M6	
B	1	M4	91
	2	M6	
	3	M1	
	4	M5	
	5	M2	
	6	M3	
C	1	M1	74
	2	M5	
	3	M2	
	4	M6	
	5	M3	
	6	M4	
D	1	M3	91
	2	M4	
	3	M1	
	4	M5	
	5	M6	
	6	M2	
E	1	M5	74
	2	M1	
	3	M6	

	4	M4
	5	M2
	6	M3
F	1	M2
	2	M5
	3	M3
	4	M1
	5	M4
	6	M6

Pada perhitungan VND tahap kedua didapatkan hasil yang lebih cepat dibanding tahap pertama, yaitu dengan total *makespan* sebesar 74 menit. Berikut ini gambar *gant chart* perhitungan tahap kedua :



Gambar 3.

*Gantt chart* tahap Kedua

Dari *gant chart* diatas didapatkan *makespan* dengan total 74 menit, hasil tersebut merupakan nilai *makespan* terkecil karena dari Kriteria untuk menyatakan bahwa hasil *makespan* besar atau kecil dengan melihat waktu *idle time* pada mesin yang digunakan, maka pada hasil perhitungan ini *idle time* pada mesin 3 mengalami penurunan dengan total *makespan* sebesar 41 menit, dengan total secara keseluruhan *idle time* sebesar 99 menit, hal tersebut menyebabkan *makespan* serta waktu penyelesaian *job* yang didapat lebih cepat dibanding dengan langkah pertama.

c. Tahap Ketiga

Maka dapat dikatakan bahwa total tercepat *makespan* sebesar 74 menit, berikut ini hasil penyelesaian produksi pada setiap *job* dengan per masing masing mesin yang digunakan :

Tabel III.

Hasil akhir perhitungan VND

JOB	Operasi	Mesin	Start Time	Waktu Operasi	Finish Time
A	1	M1	0	4	4
	2	M2	8	7	15
	3	M4	15	6	21
	4	M3	21	5	26
	5	M5	26	3	29
	6	M6	30	10	40
B	1	M4	0	8	8
	2	M6	8	12	20
	3	M1	23	3	26
	4	M5	29	7	36
	5	M2	36	9	45
	6	M3	45	2	47

C	1	M1	4	7	11
	2	M5	13	4	17
	3	M2	17	10	27
	4	M6	40	11	51
	5	M3	51	3	54
	6	M4	54	6	60
D	1	M3	0	2	2
	2	M4	8	5	13
	3	M1	16	7	23
	4	M5	23	1	24
	5	M6	51	11	62
	6	M2	62	5	67
E	1	M5	0	7	7
	2	M1	11	5	16
	3	M6	20	10	30
	4	M4	36	8	44
	5	M2	45	4	49
	6	M3	54	6	60
F	1	M2	0	8	8
	2	M5	8	5	13
	3	M3	13	8	21
	4	M1	26	7	33
	5	M4	33	3	36
	6	M6	62	12	74

Pada perhitungan VND mendapatkan total *makespan* sebesar 74 menit untuk sekali produksi, dalam arti 74 menit menghasilkan 5 pcs tiap produk, maka apabila total permintaan produksi untuk 1 produk sebanyak 400 , maka penyelesaian produksinya selama 14 hari.

d. Tahap Keempat

Berikut ini hasil perhitungan dengan metode *integer linear programming* dengan *software* Lingo 11.0 :

Tabel IV.

Hasil perhitungan durasi pengejaan

NO	Produk	Jumlah (Pcs)	Durasi Pengejaan Mesin 1(Jam)	Durasi Pengejaan Mesin 2(Jam)	Durasi Pengejaan Mesin 3(Jam)	Durasi Pengejaan Mesin 4(Jam)	Durasi Pengejaan Mesin 5(Jam)
1	Brooch gold	225	45	45	37,50	37,50	45
2	Anklet	420	52,50	52,50	46,67	52,50	46,67
3	Fine Ring	350	70	70	58,33	58,33	58,33
4	Spiral Ring	340	68	68	56,67	56,67	56,67
5	Ear Ring	430	61,43	53,75	61,43	53,75	61,43
6	Brooch Silver	480	96	80	80	96	80

Selanjutnya pengolahan data menggunakan *software* Lingo 11.0 , maka hasil *makespan*nya sebagai berikut :



Gambar 4.

Hasil perhitungan *Integer Linear programming* dengan *LINGO 11.0*

Dari hasil diatas total penyelesaian produksi atau makespan sebesar 47 jam atau sebanyak 7 hari.

Maka dari perhitungan kedua metode tersebut untuk menjadi acuan pembuatan penjadwalan produksi yang optimal ialah hasil dari metode *integer linear programming* karena pada hasil tersebut *makespan* selama 7 hari.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap penjadwalan produksi di PT Soen Permata maka dapat disimpulkan bahwa penjadwalan produksi yang awal belum optimal, maka perlu dilakukan usulan penjadwalan produksi yang optimal, membuat usulan penjadwalan produksi yang optimal maka harus dilakukan perbandingan *makespan* dari kedua metode tersebut. Dari hasil perbandingan tersebut maka untuk acuan usulan penjadwalan produksi menggunakan metode *Integer Linear Programming* karena lebih cepat total penyelesaian produksinya yaitu sebesar 47,16 jam selisih 45 menit lebih cepat dibanding dengan metode *Variable Neighborhood Descent*. Untuk urutan *job* penjadwalan produksi menggunakan metode *integer Linear Programming* yaitu *Fiore Ring, Anklets, Brooch gold, Brooch Silver, Ear Ring, Spriral Ring*.

#### REFERENCES

- [1] Berlianti, I. Miftahol Arifin. (2010). Teknik-Tenik Optimasi Heuristik. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Biegel, Jhon E. (2007). Pengendalian Produksi, Jakarta: Akademika Perindo.
- [3] Ginting, R. (2009). Penjadwalan Produksi. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [4] H. A. Taha. (2004). Operations Research An Introduction (For VTU). India : Pearson Education.
- [5] Kakiay, Thomas J. (2008). Pemrograman Linear Metode dan Problema. Yogyakarta: Andi Offset
- [6] Khairani Sofyan, Diana. (2013). Perencanaan Pengendalian Produksi. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [7] Kusumadewi, S., & Hari, P. (2005). Penyelesaian Masalah Optimasi Menggunakan Teknik-teknik Heuristik. Yogyakarta: Graha Ilmu..
- [8] Lestari Witri, Arif Rahman Hakim. (2016). Program Linear. Jakarta: Unindra Press.
- [9] Ristono, A. Puryani. (2011). Penelitian Operasional Lanjut. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [10] Ristono, A. Puryani. (2012). Penelitian Operasional. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [11] Siswanto. (2006). Operations Research. Jakarta: Erlangga.
- [12] Wahid, Fathul. (2004). Dasar-Dasar Algoritma dan Pemrograman. Yogyakarta: Andi Offset.

- [13] Wijaya, Andi. (2014). Pengantar Riset Operasi. Bogor: Mitra Wacana Media.
- [14] Zulfikarizah, Fien.(2004). Operations Research. Malang: Bayu Media..
- [15] Respati YA, Zaini E., & Imran A. (2015). Model Penjadwalan No-Wait Job Shop Menggunakan Algoritma Variable Neighbourhood Descent Dengan Threshold Untuk. *Reka Integra*. 03(01).108-118.
- [16] Hartini S, Zaini E., & Imran A. (2014). Algoritma Penjadwalan Job Shop Alternatif Routing Menggunakan Variable Neighborhood Descent With Fixed Threshold Untuk Minimasi Makespan. *Reka Integra*. 01(04), 269-28.
- [17] Livia CY., & Oktiarso T. (2017). Penjadwalan Untuk Meminimalkan Total Tardiness Dengan Metode Integer Linear Programming. *JTIUMM*. 18(02),127-137.
- [18] Utomo, Malinda M. Emsosfi Zaini, & Arif Imran. (2014). Algoritma Penjadwalan Job Shop Kelompok Mesin Homogen dan Heterogen Menggunakan Variable Neighborhood Descent with Fixed Threshold Menggunakan Kriteria Minimasi Makespan. *Reka Integra*. 2 (2). 110-121.
- [19] Utama DM. (2016). Analisa Perbandingan Penggunaan Aturan Prioritas Penjadwalan Pada Penjadwalan Non Delay N Job 5 Machine. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*. 02(03).19-23.