

Algoritme Particle Swarm Optimization (PSO) untuk Optimasi Perencanaan Produksi Agregat Multi-Site pada Industri Tekstil Rumahan

Agung Mustika Rizki ^{1*}, Afina Lina Nurlaili ²

¹ Informatika, UPN Veteran Jawa Timur; agung.mustika.if@upnjatim.ac.id

² Informatika, UPN Veteran Jawa Timur; afina.lina.if@upnjatim.ac.id

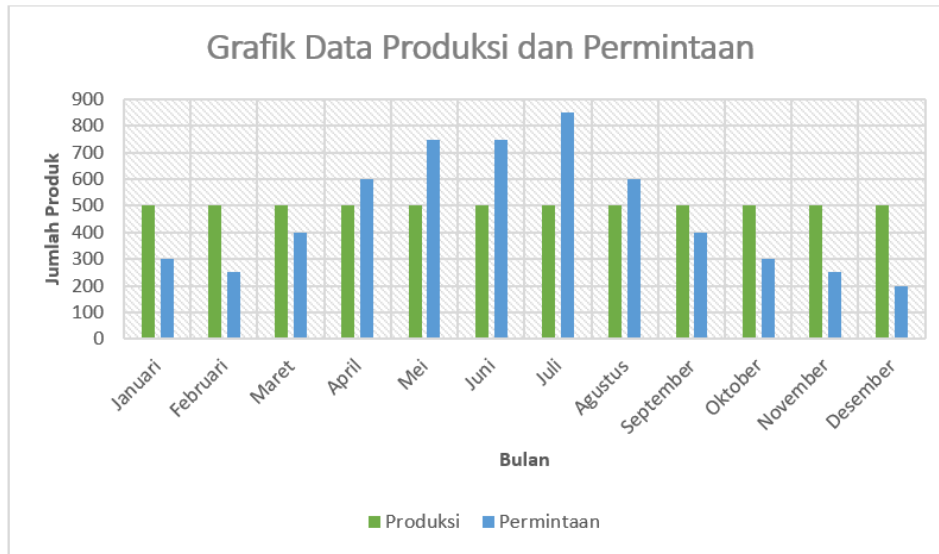
* Correspondence: agung.mustika.if@upnjatim.ac.id

Abstrak: Dalam dunia industri, perusahaan perlu mengelola area produksinya dengan baik. Salah satu caranya adalah dengan menerapkan perencanaan produksi agregat. Hal ini bertujuan agar biaya produksi yang dikeluarkan perusahaan dapat terkontrol dengan baik. Namun, perencanaan produksi tidak dapat dirumuskan dengan cepat. Problem tersebut akan bertambah jika perusahaan memiliki beberapa lokasi produksi. Perbedaan lokasi juga mempengaruhi acuan produksi dan standar yang diterapkan di setiap lokasi. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis mengusulkan untuk menerapkan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) untuk menyelesaikan masalah perencanaan produksi agregat sehingga didapatkan solusi yang optimal untuk setiap lokasi produksi. Hasilnya, algoritma yang diajukan penulis dapat menghasilkan solusi yang optimal dan efisien untuk 6 lokasi produksi. Hal ini dibuktikan dengan waktu yang dibutuhkan relatif lebih singkat dibandingkan dengan perencanaan sebelumnya yang dilakukan oleh perusahaan.

Kata Kunci: Aggregate Production Planning; Particle Swarm Optimization; Multi-site Industry

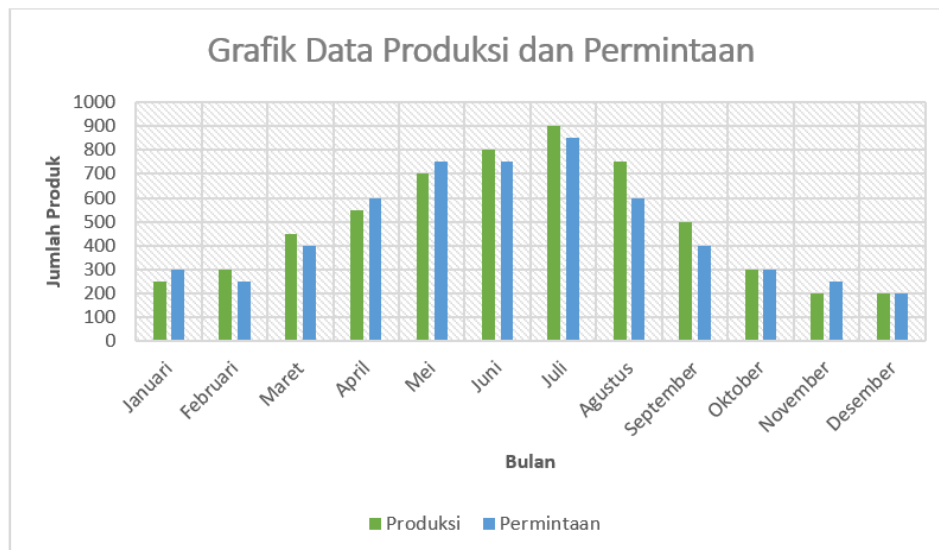
1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan ekonomi yang berkembang pesat di kawasan Asia Tenggara. Hal ini tidak lepas dari banyaknya perusahaan/industri melihat pasar di Indonesia cukup menjanjikan. Disamping itu pemerintah juga berperan aktif dalam mendukung pergerakan industri dalam negeri. Salah satu industri yang terus berkembang saat ini adalah industri tekstil. Hal ini disebabkan karena industri tekstil merupakan bagian pokok dari kebutuhan hidup manusia. Namun di bidang industri terdapat beberapa kendala rumit. Salah satu dari permasalahan tersebut adalah pelaku industri harus merencanakan proses produksi dengan tepat untuk menghadapi permintaan pasar yang sering berubah-ubah. Fluktuasi permintaan ini terjadi karena beberapa faktor diantaranya daya beli masyarakat, perkembangan ekonomi dan munculnya pelaku industri baru pada bidang tekstil. Dengan demikian pelaksanaan produksi harus dilakukan dengan efisien agar tidak berlebihan atau kekurangan. Untuk itu dibutuhkan perencanaan produksi agar permintaan konsumen terpenuhi dengan baik. Dalam hal ini perencanaan produksi agregat dapat dilakukan untuk menghasilkan proses produksi yang efisien tersebut.



Gambar 1 Data Produksi Stabil

Berdasarkan data yang diperoleh dari tempat penelitian, ada 2 skema produksi yang diterapkan. Pada Gambar 1 dapat dilihat pelaksanaan proses produksi stabil tanpa mempertimbangkan permintaan pasar. Strategi ini memaksimalkan produksi selama satu tahun dengan menitikberatkan pada proses penyimpanan. Namun dalam strategi ini biaya penyimpanan harus dipertimbangkan karena dapat menyebabkan pembengkakan biaya sehingga perusahaan tidak dapat memperoleh keuntungan yang maksimal. Disamping itu daya tahan suatu produk dalam penyimpanan juga harus diperhatikan.



Gambar 2 Data Produksi Sesuai Permintaan

Strategi produksi lain dijelaskan pada Gambar 2, strategi ini lebih mempertimbangkan permintaan pasar sebagai acuan dalam melaksanakan proses produksi. Pada prakteknya strategi ini memiliki beberapa kendala diantaranya pemaksimalan pegawai dan waktu kerja. Ketika permintaan melonjak ataupun turun maka perusahaan harus melakukan efisiensi pekerja dan waktu kerja dengan penambahan pegawai, pengurangan pegawai ataupun penambahan waktu lembur. Hal tersebut tentu saja dapat merugikan perusahaan dalam hal jika tidak ada kebijakan yang tepat.

Dari beberapa strategi tersebut, setiap perusahaan memiliki kebijakannya sendiri. Dalam hal ini industri tekstil rumahan sebagai objek penelitian memiliki permasalahan dalam proses produksinya. Industri ini memiliki beberapa tempat produksi yang tersebar di area Jawa Timur. Dengan lokasi

yang berbeda tentu saja strategi produksi yang digunakan akan semakin rumit karena harus mempertimbangkan biaya di beberapa daerah tersebut. Untuk perencanaan produksi agregat multi-site diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Perencanaan produksi agregat adalah perencanaan yang bertujuan untuk menentukan jumlah produksi, persediaan, karyawan, tingkat lembur, dan tingkat kepuasan permintaan yang berujung pada biaya minimum atau keuntungan maksimal [1]. Pada tahap awal perencanaan produksi agregat adalah memperkirakan permintaan konsumen sebagai masukan dari proses perencanaan. Selanjutnya diperhitungkan juga ketersediaan bahan, pekerja, waktu produksi dan biaya yang dibutuhkan. Seperti masalah kombinatorial pada umumnya penyelesaian permasalahan ini cukup rumit. Disamping itu penyelesaian dengan cara biasa membutuhkan tenaga, pikiran dan waktu yang tidak sebentar untuk mendapatkan hasil yang paling optimal. Saat ini pelaku industri cenderung menggunakan perencanaan produksi dengan metode sederhana seperti *Linier Programming* dan *Goal Programming* [2]. Metode tersebut dianggap cukup efektif namun terkadang kesalahan kecil karena faktor manusia dapat menyebabkan kerugian bagi pihak perusahaan. Untuk itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat merencanakan agregat produksi sehingga dapat dicapai keuntungan optimal.

Sebelumnya terdapat penelitian perencanaan produksi agregat pada perusahaan penghasil tembakau rajang yang memiliki permintaan berfluktuasi. Beberapa strategi yang dipakai diantaranya *Chase Strategy*, *Level Strategy* dan *Hybrid Strategy* yang kemudian menghasilkan strategi agregat terpilih adalah *Hybrid Strategy*. Strategi ini menunjukkan total biaya produksi paling minimum sebesar Rp 34.309.781.219, dimana biaya produksi mengalami penghematan sebesar Rp 234.376.086 dari biaya produksi awal perusahaan [3]. Beberapa algoritme meta-heuristik dapat dijadikan solusi untuk menyelesaikan masalah ini. Salah satunya adalah algoritme *Particle Swarm Optimization*.

Particle Swarm Optimization adalah algoritme berbasis populasi yang memiliki sejumlah n particle. Setiap hipotesis solusi dari permasalahan akan diwakili oleh partikel-partikel tersebut. Masing-masing partikel mengubah posisi terhadap waktu. Pada sistem PSO, partikel terbang mengitari ruang pencarian multi dimensional dan menyesuaikan posisinya berdasarkan pengalaman pribadinya dan pengalaman partikel kelompok [4]. Selanjutnya terdapat penelitian lain yang dilakukan oleh Mahmudy dkk. membahas penyelesaian permasalahan pada *Flexible Manufacturing System* (FMS). Yang pertama menggunakan *Improved Particle Swarm Optimization*. Dari penelitian tersebut membuktikan bahwa algoritme yang dipakai efektif untuk menyelesaikan permasalahan kombinatorial [5].

Berdasarkan pemaparan yang telah dibahas sebelumnya, disimpulkan bahwa dengan memanfaatkan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) dapat menyelesaikan permasalahan sejenis yang terstruktur. Oleh karena itu, dengan keadaan dan permasalahan yang ada seperti pada studi kasus mendorong penulis untuk membuat sebuah gagasan yakni merancang suatu sistem guna mendapatkan solusi yang optimal. Solusi dapat dikatakan optimal ketika biaya produksi dapat mencapai nilai seminimal mungkin. Hal tersebut menjadi latar belakang penulis untuk menyajikan studi kasus ini dengan menerapkan algoritme *Particle Swarm Optimization* (PSO) pada permasalahan perencanaan produksi agregat guna mengoptimalkan jumlah produksi pada industri tekstil rumahan. Studi kasus ini diharapkan mampu memberikan dampak yang positif pada bidang industri sehingga mampu menghasilkan perencanaan produksi agregat yang optimal dan sesuai dengan kebutuhan industri saat ini.

2. Metodologi

Particle Swarm Optimization (PSO) merupakan metode yang terinspirasi dari sifat alami sekelompok binatang seperti burung, rayap, lebah atau semut. Algoritme PSO mencontoh sifat alami beberapa organisme tersebut. Sifat ini terdiri dari kebiasaan yang dilakukan dalam kegiatan sehari-hari dan juga pengaruh individu satu terhadap individu-individu lainnya dalam suatu populasi. Kata "partikel" merujuk pada individu, contohnya seekor burung dalam populasi burung. Setiap

individu atau partikel tersebut saling terhubung dengan kecerdasannya (*intelligence*) masing-masing dan juga dipengaruhi oleh perilaku kelompok lain dalam populasinya. Dengan adanya kondisi tersebut, jika salah satu partikel mendapatkan jalur yang efektif atau lebih pendek menuju ke sumber makanan, maka partikel lainnya juga akan mengikuti jalur tersebut meskipun lokasi awal mereka jauh dari kelompok tersebut [6].

Metode untuk optimasi berbasis kecerdasan partikel ini juga disebut sebagai algoritme *behaviorally inspired* yang dapat menjadi salah satu alternatif selain algoritme genetika, yang memang populer dengan *evolution-based procedures*. Untuk pertama kali algoritme PSO ini diusung oleh J. Kennedy dan R. C. Eberhart pada tahun 1995. Terkait dengan optimasi *multi-variable*, kelompok tersebut dapat diartikan memiliki ukuran tertentu atau tetap dimana setiap partikel posisi awalnya terdapat pada suatu lokasi secara acak dalam ruang multi dimensi. Setiap partikel memiliki dua karakteristik yakni posisi dan kecepatan.

Pada PSO terdapat tiga komponen penting antara lain: partikel, komponen kognitif dan komponen sosial, serta kecepatan partikel. Pada setiap partikel tersebut mewakili solusi dari suatu permasalahan yang dihadapi. Pembelajaran untuk partikel terdiri dari dua faktor yakni pengalaman partikel (*cognitive learning*) dan kombinasi pembelajaran dari keseluruhan *swarm* (*social learning*). *Cognitive learning* sebagai pBest yaitu posisi terbaik yang pernah dicapai suatu partikel, sedangkan *social learning* sebagai gBest yaitu posisi terbaik dari keseluruhan partikel dalam *swarm*. Parameter pBest dan gBest berfungsi untuk menghitung kecepatan partikel dan juga kecepatan untuk menghitung posisi partikel selanjutnya [6].

Terdapat beberapa factor penyusun pada algoritme PSO menurut Cholissodin dan Riyandani (2016), antara lain sebagai berikut:

- a) *Swarm*, merupakan jumlah partikel dalam suatu populasi. Ukuran *swarm* bergantung pada seberapa kompleks permasalahan yang akan diselesaikan. Secara umum, ukuran *swarm* pada algoritme PSO cenderung lebih kecil jika dibandingkan dengan algoritme evolusioner lainnya dalam melakukan pencarian solusi terbaik.
- b) Partikel, merupakan suatu individu dalam suatu *swarm* yang merepresentasikan solusi untuk menyelesaikan permasalahan. Setiap partikel memiliki posisi dan kecepatan yang ditentukan oleh representasi solusi tersebut.
- c) *Personal best* (pBest), merupakan posisi terbaik yang pernah dicapai oleh partikel dengan membandingkan nilai fitness pada posisi partikel saat ini dengan sebelumnya. *Personal best* dipersiapkan untuk mendapatkan solusi terbaik.
- d) *Global Best* (gBest), merupakan posisi terbaik partikel yang diperoleh dengan membandingkan nilai fitness terbaik dari keseluruhan partikel dalam *swarm*.
- e) Kecepatan (*velocity*), v merupakan vektor yang menentukan arah perpindahan posisi partikel. Perubahan *velocity* dilakukan setiap iterasi dengan tujuan memperbaiki posisi partikel semula.
- f) Bobot inersia (*inertia weight*), w digunakan untuk mengontrol dampak dari perubahan *velocity* yang diberikan oleh partikel.
- g) Koefisien akselerasi, merupakan faktor pengontrol sejauh mana partikel berpindah dalam satu iterasi. Secara umum nilai koefisien akselerasi C1 dan C2 adalah sama yaitu dalam rentang 0 sampai 4. Namun demikian, nilai tersebut dapat ditentukan sendiri untuk setiap penelitian berbeda.

Terdapat pseudo-code sebagai struktur umum algoritme PSO seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Selanjutnya rumus yang digunakan pada algoritme PSO disajikan dalam Persamaan berikut

Rumus update kecepatan (*velocity*):

Persamaan 1

$$v_{i,j}^{t+1} = w \cdot v_{i,j}^t + c_1 \cdot r_1 (Pbest_{i,j}^t - x_{i,j}^t) + c_2 \cdot r_2 (Gbest_{g,j}^t - x_{i,j}^t)$$

Rumus update posisi:

Persamaan 2

$$x_{i,j}^{t+1} = x_{i,j}^t + v_{i,j}^t$$

```

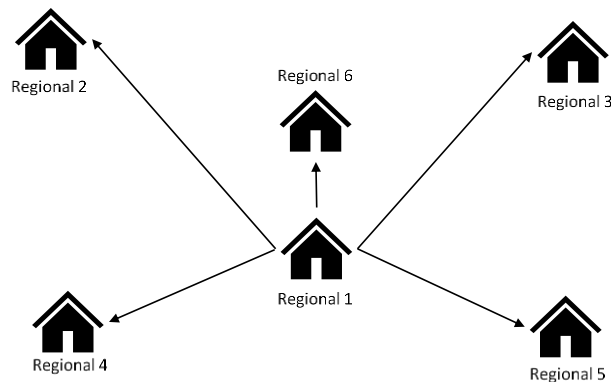
procedure AlgoritmaPSO
begin
  t = 0
  inisialisasi posisi partikel ( $x_{i,j}^t$ ), kecepatan ( $v_{i,j}^t$ ),  $Pbest_{i,j}^t = x_{i,j}^t$ ,
  hitung fitness tiap partikel, dan  $Gbest_{g,j}^t$ 
  do
    t = t + 1
    update kecepatan  $v_{i,j}(t)$ 
    update posisi  $x_{i,j}(t)$ 
    hitung fitness tiap partikel
    update  $Pbest_{i,j}(t)$  dan  $Gbest_{g,j}(t)$ 
  while (bukan kondisi berhenti)
end

```

Gambar 3 Pseudocode Algoritme PSO

3. Formulasi Permasalahan

Permasalahan yang terdapat pada studi kasus penelitian ini seperti ditunjukkan Gambar 4, bahwa proses produksi industri tekstil tidak bertumpu pada satu daerah saja melainkan dibagi menjadi beberapa daerah produksi (*region*) atau selanjutnya akan disebut sebagai *multi-site*. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan sumber daya yang ada pada setiap daerah. Namun strategi ini juga menimbulkan permasalahan baru dalam hal perencanaan proses produksi dikarenakan setiap daerah memiliki standar nilai upah yang beragam serta aturan yang berbeda pula. Untuk itu perencanaan produksi agregat *multi-site* diperlukan guna memaksimalkan segala sumber daya sehingga didapatkan keuntungan yang optimal. Dalam hal ini meminimalkan biaya produksi merupakan tujuan utama.



Gambar 4 Skema Produksi Multi-Site

4. Results

Dari penyelesaian menggunakan metode PSO didapatkan hasil produksi untuk 6 region. Pada Tabel 1 ditunjukkan *cost* atau biaya produksi untuk masing-masing *region*.

Tabel 1 Biaya Produksi Masing-masing Region

Region ke-	Cost
1	369015000
2	428437000
3	430752000
4	480025000
5	513392000

Selanjutnya Tabel 2 sampai dengan Tabel 7 merupakan rincian dari perencanaan produksi agregat untuk masing-masing *region*. Setiap periode perusahaan akan memperhitungkan biaya produksi *regular time* (rt), biaya produksi *over time* (ot), biaya produksi *subcontract* (st), biaya perekrutan pekerja (ht), biaya pemberhentian pekerja (ft) dan jumlah persediaan (it).

Tabel 2 Perencanaan Produksi Agregat Region 1

Periode	Permintaan	Hari Kerja	Produksi	rt	ot	st	ht	ft	it
Agu-16	739	21	740	740	0	0	0	0	1
Sep-16	313	20	674	674	0	0	0	0	362
Okt-16	654	21	565	565	0	0	0	0	273
Nov-16	902	21	1235	1092	143	0	0	0	606
Des-16	475	21	1806	1092	336	378	0	0	1937
Jan-17	711	20	780	780	0	0	0	0	2006
Feb-17	777	22	1579	1144	352	83	0	0	2808
Mar-17	1314	20	1302	1040	262	0	0	0	2796
Apr-17	997	20	1536	1040	320	176	0	0	3335
Mei-17	1269	17	1577	884	272	421	0	0	3643
Jun-17	3396	21	1958	1092	336	530	0	0	2205
Jul-17	4017	22	1791	1144	352	295	0	0	-21

Tabel 3 Perencanaan Produksi Agregat Region 2

Periode	Permintaan	Hari Kerja	Produksi	rt	ot	st	ht	ft	it
Agu-16	1439	21	1443	1443	0	0	0	0	4
Sep-16	838	20	1358	1358	0	0	0	0	524
Okt-16	871	21	882	882	0	0	0	0	535
Nov-16	947	21	608	608	0	0	0	1	196
Des-16	671	21	1509	1509	0	0	0	0	1034
Jan-17	911	20	2243	1440	360	443	0	0	2366
Feb-17	562	22	2717	1584	396	737	0	0	4521
Mar-17	952	20	2491	1440	360	691	0	0	6060
Apr-17	1491	20	1406	1406	0	0	0	0	5975
Mei-17	2660	17	1408	1224	184	0	0	0	4723
Jun-17	2660	21	2439	1512	378	549	0	0	4502
Jul-17	6658	22	2158	1144	352	295	0	0	-21

Tabel 4 Perencanaan Produksi Agregat Region 3

Periode	Permintaan	Hari Kerja	Produksi	rt	ot	st	ht	ft	it
Agu-16	2766	21	3419	1365	420	546	5	0	653
Sep-16	1186	20	736	736	0	0	0	0	203
Okt-16	864	21	1231	1231	0	0	0	0	570
Nov-16	944	21	598	598	0	0	0	1	224
Des-16	687	21	624	624	0	0	0	0	161
Jan-17	790	20	991	991	0	0	0	0	362
Feb-17	805	22	1794	1430	364	0	0	0	1351
Mar-17	615	20	1955	1300	400	255	0	0	2691
Apr-17	1676	20	1809	1300	400	109	0	0	2824
Mei-17	2118	17	1854	1105	340	409	0	0	2560
Jun-17	2617	21	3026	1365	420	546	4	0	2969
Jul-17	5727	22	2722	1430	440	572	2	0	-36

Tabel 5 Perencanaan Produksi Agregat Region 4

Periode	Permintaan	Hari Kerja	Produksi	rt	ot	st	ht	ft	it
Agu-16	1808	21	2890	2016	504	370	0	0	1082
Sep-16	1221	20	1252	1252	0	0	0	0	1113
Okt-16	1455	21	1582	1582	0	0	0	0	1240
Nov-16	1312	21	861	861	0	0	0	1	789
Des-16	1129	21	902	902	0	0	0	0	562
Jan-17	1397	20	862	862	0	0	0	1	27
Feb-17	594	22	3419	2112	528	779	0	0	2852
Mar-17	1003	20	1833	1833	0	0	0	0	3682
Apr-17	2006	20	2951	1920	480	551	0	0	4627
Mei-17	3429	17	2635	1632	408	595	0	0	3833
Jun-17	3579	21	3458	2016	504	938	0	0	3712
Jul-17	7069	22	3370	2112	528	730	0	0	13

Tabel 6 Perencanaan Produksi Agregat Region 5

Periode	Permintaan	Hari Kerja	Produksi	rt	ot	st	ht	ft	it
Agu-16	1843	21	2814	1911	588	315	0	0	971
Sep-16	866	20	627	627	0	0	0	2	732
Okt-16	1202	21	728	728	0	0	0	0	258
Nov-16	1327	21	1262	1262	0	0	0	0	193
Des-16	744	21	1833	1833	0	0	0	0	1282
Jan-17	1304	20	829	829	0	0	0	0	807
Feb-17	1393	22	2893	2002	616	275	0	0	2307
Mar-17	1650	20	2579	1820	560	199	0	0	3236
Apr-17	1606	20	2534	1820	560	154	0	0	4164
Mei-17	2367	17	2440	1547	476	417	0	0	4237
Jun-17	4374	21	3316	1911	588	817	0	0	3179
Jul-17	6339	22	3156	2002	616	538	0	0	-4

Tabel 7 Perencanaan Produksi Agregat Region 6

Periode	Permintaan	Hari Kerja	Produksi	rt	ot	st	ht	ft	it
Agu-16	4047	21	4270	1512	378	756	8	0	223
Sep-16	1582	20	1505	1440	65	0	0	0	146
Okt-16	932	21	841	841	0	0	0	0	55
Nov-16	714	21	2012	1512	378	122	0	0	1353
Des-16	983	21	625	625	0	0	0	0	995
Jan-17	781	20	1402	1402	0	0	0	0	1616
Feb-17	879	22	1932	1584	348	0	0	0	2669
Mar-17	628	20	2309	1440	360	509	0	0	4350
Apr-17	1808	20	2508	1440	360	708	0	0	5050
Mei-17	2344	17	733	733	0	0	0	0	3439
Jun-17	2918	21	2598	1512	378	708	0	0	3119
Jul-17	5305	22	2142	1584	396	162	0	0	-44

Dari hasil yang telah diperoleh dengan menggunakan metode PSO dapat disimpulkan bahwa biaya produksi perusahaan untuk 6 region adalah sebesar Rp2.734.643.500,-. Dengan rincian perencanaan agregat yang juga telah dihasilkan dapat menjadi acuan perusahaan dalam menentukan strategi selama 12 bulan ke depan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terkait solusi atas permasalahan perencanaan produksi agregat *multi-site*, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Representasi solusi dengan menggunakan integer dapat mewakili nilai solusi (jumlah produksi) pada perencanaan agregat produksi. Pada tahap awal, representasi tersebut masuk ke dalam proses PSO dimana setiap satu baris representasi solusi menjadi satu partikel.
2. Mekanisme yang dilakukan oleh penulis terkait algoritme PSO dikatakan berhasil. PSO dapat menentukan nilai produksi yang tepat untuk masing-masing region selama 12 periode .
3. Metode usulan penulis yakni algoritme PSO dapat dikatakan berhasil dalam mencari solusi optimal untuk permasalahan perencanaan produksi agregat. Hal ini terbukti dari hasil algoritme PSO berupa biaya produksi sebesar Rp2.734.643.500,- lebih rendah dibandingkan dengan metode konvensional yang selama ini digunakan yakni sebesar Rp2.817.900.000,-. Disamping itu penelitian ini juga menghasilkan detail perencanaan agregat untuk 6 region yang dapat dipakai sebagai acuan pengambilan keputusan perusahaan di masa mendatang.

Referensi

1. O. Saracoglu, M. C. Arslan, and M. Turkay, "Aggregate Planning Problem from Sustainability Perspective," Int. Conf. Adv. Logist. Transp. Aggreg., pp. 181–186, 2015.
2. L. Nafisah, Sutrisno, and Y. E. H. Hutagaol, "Perencanaan Produksi Menggunakan Goal Programming (Studi Kasus di Bakpia Pathuk 75 Yogyakarta)," Spektrum Ind., vol. 14, pp. 109–230, 2016.
3. I. A. Octavianti, N. W. Setyanto, C. Farela, and M. Tantrika, "Perencanaan Produksi Agregat Produk Tembakau Rajang P01 Dan P02 Di PT X," J. Rekayasa dan Manaj. Sist. Ind., vol. 1, no. 2, pp. 264–274, 2012.
4. W. F. Mahmudy, "Improved Particle Swarm Optimization untuk Menyelesaikan Permasalahan Part Type Selection dan Machine Loading pada Flexible Manufacturing System (FMS)," Konf. Nas. Sist. Inf. , Univ. Klabat, Airmadidi, Minahasa Utara, Sulawesi Utara, no. August, pp. 1003–1008, 2015.
5. W. F. Mahmudy, "Optimization of Part Type Selection and Machine Loading Problems in Flexible Manufacturing System Using Variable Neighborhood Search," IAENG Int. J. Comput. Sci., vol. 42:3, no. July, pp. 254–264, 2015.
6. I. Cholissodin and E. Riyandani, SWARM INTELLIGENCE (Teori & Case Study). Malang: Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, 2016.



© 2019 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).