

Optimasi Masalah Pemuatan Peti Kemas Pada PT. Trias Sentosa

Hans Marsha¹, I Gede Agus Widyadana²

Abstract: PT. Trias Sentosa is a flexible packaging film manufacturing company. Customers who buy from PT. Trias Sentosa gives the demand in form of film type, length, width, thickness, and number of rolls for each type and dimension of the film. In loading the demand into containers, there are several steps to be taken. The first step is to calculate the dimensions of each roll from the length, width, and thickness of the film the customer requested. The rolls are then arranged into pallets according to the policy of the company, as well as searching pairs of pallet to be stacked but not exceeding the height of the container using Greedy Algorithm principle. The second step is to distribute each pallet group evenly into the container. The third step is to arrange the loading order of each container by using Simulated Annealing method and calculate the weight distribution of each container.

Keywords: Container Loading Problem, Greedy Algorithm, Simulated Annealing, Weight Distribution.

Pendahuluan

PT. Trias Sentosa adalah perusahaan manufaktur flexible packaging film. Dalam melakukan produksi, perusahaan menggunakan strategi make to order karena perusahaan menerima permintaan dari berbagai pelanggan yang memiliki permintaan yang beragam. Permintaan yang diterima dari pelanggan yaitu berupa tipe film yang dipakai, panjang film, lebar film, tebal film, dan jumlah gulungan masing-masing produk.

Pengiriman produk kepada pelanggan adalah menggunakan peti kemas 20 feet atau peti kemas 40 feet tergantung banyak permintaan. Satu pengiriman hanya ditujukan kepada 1 pelanggan, sehingga dalam satu peti kemas hanya berisi permintaan 1 pelanggan. Pemuatan permintaan pelanggan ke dalam peti kemas dimulai dengan mengatur film permintaan pelanggan kedalam palet, lalu palet tersebut diatur dalam peti kemas. Penataan dalam peti kemas akan memiliki batasan-batasan berupa dimensi dari peti kemas.

Sebelum penelitian ini dilakukan, sudah ada penelitian yang telah dilakukan terlebih dahulu mengenai optimasi perencanaan pemuatan peti kemas pada PT. Trias Sentosa [3]. Penelitian sebelumnya mengangkat permasalahan yaitu ketika pada saat barang akan diantar kepada pembeli, untuk menata letak barang dalam peti kemas dilakukan secara manual dan dianggap tidak

efisien. Penelitian sebelumnya berhasil untuk membuat algoritma perencanaan pemuatan peti kemas, tetapi dalam penelitian tersebut masih ada beberapa hal yang tidak diperhitungkan. Salah satu hal yang tidak diperhitungkan dalam penelitian sebelumnya adalah distribusi berat dari barang yang berada dalam peti kemas, dan hanya bisa mengoptimalkan permintaan untuk satu peti kemas. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan penelitian sebelumnya, yaitu untuk mengoptimalkan perencanaan pemuatan peti kemas dengan mempertimbangkan distribusi berat dan dapat mengoptimalkan perencanaan peti kemas untuk permintaan yang menggunakan lebih dari satu peti kemas.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan algoritma yang dapat mengoptimalkan perencanaan pemuatan lebih dari satu peti kemas yang dapat mempertimbangkan distribusi berat dari peti kemas tanpa mengurangi efisiensi dari algoritma dari penelitian sebelumnya.

Metode Penelitian

Greedy Algorithm

Greedy algorithm adalah sebuah algoritma yang membuat pilihan secara berurutan, dan setiap pilihan merupakan pilihan terbaik dalam suatu jalan pada waktu itu [1]. Istilah "*greedy*" merujuk pada memilih yang terbaik. Kesederhanaan dari *greedy algorithm* membuatnya mudah diterapkan dan efisien.

Beberapa permasalahan tidak dapat diselesaikan secara langsung, tetapi memungkinkan untuk menggunakan *greedy algorithm* untuk mencari solusi secara heuristic. Ada juga beberapa permasalahan dimana *greedy algorithm* dapat menghasilkan solusi

^{1,2}Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: hansmarsha95@gmail.com, gede@petra.ac.id

secara langsung. Permasalahan tertentu terkadang tidak memiliki jaminan bahwa ada greedy algorithm untuk menyelesaikannya, karena itu pendesain algoritma harus memikirkan strategi yang memungkinkan untuk menyelesaikan permasalahan.

Simulated Annealing

Metode ini didasarkan pada teknik anil untuk mendapatkan keadaan dasar materi, yang merupakan energi minimal keadaan padat. Di kasus tumbuh kristal tunggal dari lelehan, suhu rendah bukanlah kondisi yang cocok untuk mendapatkan keadaan dasar materi. teknik anil merupakan upaya untuk mencapai keadaan suhu rendah dengan cara mencairkan zat, dan kemudian menurunkan suhu secara perlahan. Persamaan berikut memberikan probabilitas dari setiap keadaan yang sebenarnya dari x [2] :

$$p(x) = \exp \frac{-\Delta f(x)}{kT}$$

dimana $f(x)$ adalah konfigurasi energi, k adalah konstanta Boltzmann, dan T adalah temperatur. Untuk masalah optimasi, prosedur optimasi standar SA adalah sebagai berikut:

- Menghasilkan solusi awal: Pilih solusi awal x_0 secara acak untuk sistem yang akan dioptimalkan, dan kemudian menghitung fungsi tujuan.
- Inisialisasi suhu: Nilai awal dari suhu T merupakan parameter penting untuk keberhasilan pelaksanaan SA. Jika nilai terlalu tinggi, maka dibutuhkan reduksi lebih. Jika terlalu kecil, proses pencarian mungkin kurang sempurna sehingga poin yang berpotensi optimum global akan terlewat.
- Pilih solusi baru di lingkungan solusi saat ini: Sebuah solusi baru $x_0 + \Delta x$ adalah diterima sebagai solusi baru-baru ini baru tergantung pada T . Fungsi tujuan untuk $x_0 + \Delta x$ dan x_0 yang diwakili oleh $f(x_0 + \Delta x)$ dan $f(x_0)$, masing-masing.
- Evaluasi solusi baru: Jika $f(x_0 + \Delta x) \leq f(x_0)$, maka $x_0 + \Delta x$ diterima dan menggantikan x_0 , pembaruan solusi optimal yang ada dan lanjutkan ke langkah 6. Di sisi lain, jika $f(x_0 + \Delta x) > f(x_0)$, $x_0 + \Delta x$ dapat juga diterima dengan basis probabilitas persamaan (27).
- Menurunkan suhu berkala: Untuk durasi pencarian proses, suhu T menurun, sebagai akibat pada awal pencarian, probabilitas untuk menerima memburuk bergerak tinggi, dan secara bertahap menurun.
- Ulangi langkah 2 - 6 sampai kriteria berhenti terpenuhi: Perhitungan dihentikan ketika

kriteria penghentian terpenuhi. Jika tidak, langkah 2 sampai 6 yang berulang.

Hasil dan Pembahasan

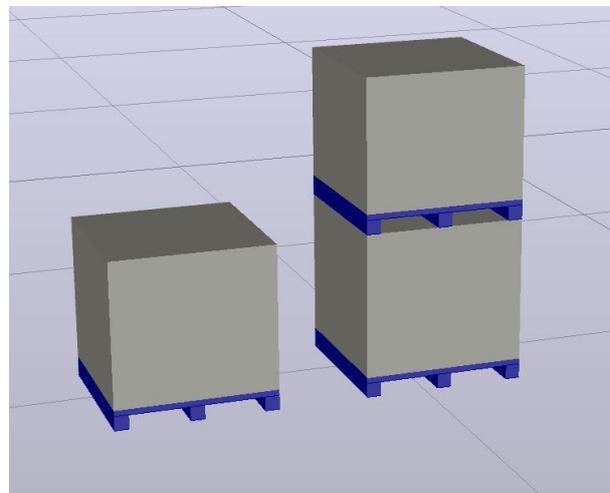
Langkah-langkah Penyelesaian

Untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, secara umum terdapat 3 Tahap yang harus dilakukan. Berikut adalah tahap-tahap yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan yaitu :

- Mengalokasikan gulungan ke dalam palet ,menghitung dimensi palet, dan mencari pasangan tumpukan palet
- mengalokasikan masing-masing kelompok tumpukan palet kedalam masing-masing peti kemas,
- Mengatur urutan pemuatan kelompok palet menggunakan metode yang digunakan dalam penelitian sebelumnya, serta menghitung distribusi berat dari setiap peti kemas.

Tahap 1

Tahap 1 dimulai dengan input berupa ukuran film, tipe film, diameter inti, jenis rotasi, jumlah roll, dan jumlah tumpukan maks yang kemudian dialokasikan menjadi palet. Selain input diatas, jika ada permintaan yang diluar dari standar yang ditentukan, input dapat berupa dimensi palet dan jumlah setiap palet. Palet-palet tersebut kemudian dicari pasangan tumpukan palet dengan prinsip greedy algorithm yang digunakan pada penelitian sebelumnya. Penentuan tumpukan palet memiliki batasan-batasan seperti luas dan ukuran palet yang berada pada bagian atas tidak bisa lebih besar dari palet dibawahnya. Contoh palet dan kelompok tumpukan palet dapat dilihat pada Gambar 1.

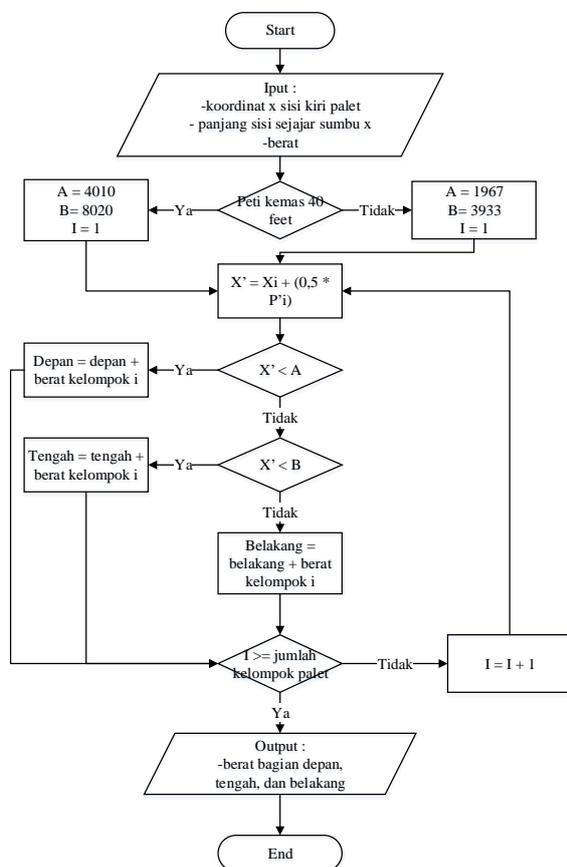


Gambar 1. Palet (kiri), Kelompok Tumpukan Palet (kanan)

Tahap 2

Tahap 2 digunakan untuk membagi kelompok tumpukan palet kedalam masing-masing peti kemas. Langkah-langkah yang dilakukan dalam tahap 2 adalah :

- Menghitung total luas alas yang diperlukan dengan menjumlahkan luas alas setiap kelompok tumpukan palet
- Menghitung jumlah peti kemas yang diperlukan dengan membagi total luas alas dengan luas tipe peti kemas yang digunakan
- Mengurutkan kelompok tumpukan palet berdasarkan luas alas terbesar ke terkecil.
- Mengalokasikan kelompok palet terbesar ke dalam peti kemas 1 dan seterusnya, dan berulang kembali ke peti kemas 1 setelah mencapai peti kemas yang dibutuhkan



Gambar 2. Flowchart perhitungan distribusi berat

Tahap 3

Setiap peti kemas kemudian diselesaikan dengan menggunakan metode yang digunakan dalam penelitian sebelumnya yaitu dengan metode Simulated Annealing. Setelah setiap peti kemas diselesaikan, kemudian distribusi berat setiap peti kemas dihitung dengan langkah-langkah dalam Gambar 2.

Untuk menghitung berat bagian depan, setiap kelompok palet yang memiliki titik berat pada

1/3 bagian depan dijumlah beratnya, berat bagian tengah adalah berat kelompok palet dengan titik berat di bagian sepertiga hingga dua per tiga peti kemas, berat bagian belakang adalah berat kelompok palet sisanya.

Uji Verifikasi dan Validasi

Uji verifikasi dan validasi dilakukan dengan menyelesaikan beberapa contoh kasus dari perusahaan. Model dinyatakan terverifikasi dan tervalidasi jika model dapat menyelesaikan beberapa contoh dari perusahaan tanpa ada kelompok palet yang overlapping, dan menyelesaikan contoh yang telah dikerjakan secara manual.

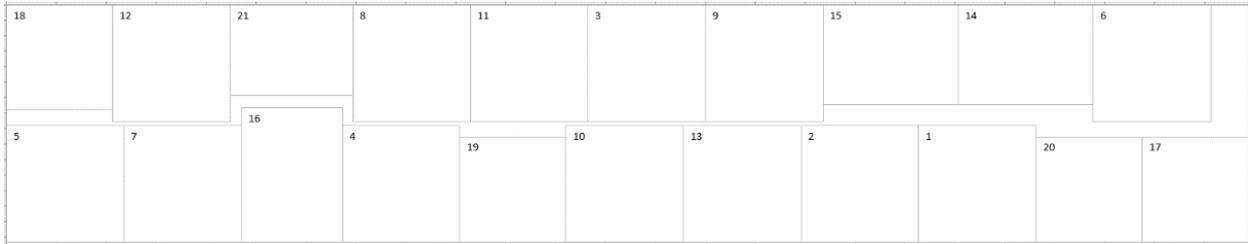
Contoh Kasus 1

Tabel 1 merupakan daftar palet dari permintaan pembeli. Contoh kasus 1 memiliki pengaturan palet yang di luar standar, sehingga input dari tahap 1 berupa dimensi dan jumlah masing-masing palet. Palet yang diluar standar adalah palet dengan isi 1 kotak atau isi 1 layer yang berbeda dari ketentuan pelanggan. P, Q, dan R adalah masing-masing ukuran panjang, lebar, dan tinggi dari palet.

Tabel 1. Daftar Palet contoh kasus 1

Type	P (mm)	Q (mm)	R (mm)	Jumlah
HSS	1130	1130	1025	20
HSS	1130	1130	1165	35
HSS	1130	1130	1050	41
HSS	1130	1130	1075	61
HSL	1130	1130	810	1
HSL	880	1180	2135	6
HSL	880	1180	2250	1
HSL	1130	1130	1075	7
HSL	1130	1130	1075	5
HSB	1020	1020	1090	52
HSB	1020	1020	910	1
HSB	1020	1020	910	7
HSB	1020	1020	1265	6
HSB	970	1300	2060	22

Dapat dilihat penataan pemuatan setiap peti kemas pada Gambar 3 bahwa tidak ada kelompok palet yang saling overlapping. Tidak adanya palet yang saling overlapping menunjukkan bahwa metode ini terverifikasi untuk menyelesaikan masalah pemuatan lebih dari satu peti kemas untuk ukuran peti kemas



Gambar 3. salah satu penyelesaian contoh kasus 1

40 feet. Contoh kasus 1 sebelumnya telah diselesaikan oleh pihak perusahaan secara manual dengan menggunakan 7 peti kemas 40 feet. Penyelesaian kasus di atas menggunakan model juga menggunakan 7 peti kemas 40 feet, sehingga model dapat dinyatakan valid untuk pengerjaan masalah pemuatan lebih dari satu peti kemas untuk ukuran peti kemas 40 feet.

Contoh Kasus 2

Tabel 2 merupakan daftar palet dari permintaan pembeli. Contoh kasus 2 memiliki pengaturan palet yang di luar standar, sehingga input dari tahap 1 berupa dimensi dan jumlah masing-masing palet. Palet yang diluar standar adalah palet dengan isi 1 kotak atau isi 1 layer yang berbeda dari ketentuan pelanggan. P, Q, dan R adalah masing-masing ukuran panjang, lebar, dan tinggi dari palet.

Dapat dilihat penataan pemuatan setiap peti kemas pada Gambar 4 bahwa tidak ada kelompok palet yang saling overlapping. Tidak adanya palet yang saling overlapping menunjukkan bahwa model ini terverifikasi untuk menyelesaikan masalah pemuatan lebih dari satu peti kemas untuk ukuran peti kemas 20 feet. Contoh kasus 2 sebelumnya telah diselesaikan oleh pihak perusahaan secara manual dengan menggunakan 2 peti kemas 20 feet. Penyelesaian kasus di atas menggunakan model juga menggunakan 2 peti kemas 20 ft, sehingga model dapat dinyatakan valid untuk pengerjaan

masalah pemuatan lebih dari satu peti kemas untuk ukuran peti kemas 20 feet.

Tabel 2. Daftar Palet contoh kasus 1

Tipe	P (mm)	Q (mm)	R (mm)	Jumlah
PLE	730	1020	1120	1
PLE	750	1020	1120	1
PLE	630	1020	1120	2
PLE	660	1020	1120	2
PLE	730	1020	1120	5
PLE	750	1020	1120	3
PLE	770	1020	1120	4
PLE	790	1020	1120	4
PLE	800	1020	1120	2
PLE	880	1020	1120	6
PLE	900	1020	1120	2
PLE	1030	1020	1120	4
PLE	910	910	1070	2
PLE	910	930	1070	2
PLE	910	950	1070	2
EP	860	1020	1120	10
EP	870	1020	1120	2

Analisa

Bagian ini membandingkan pengerjaan oleh model dengan pengerjaan secara manual oleh perusahaan. Beberapa hal yang dibandingkan adalah sisa luas peti kemas dan waktu pengerjaan.



Gambar 4. Salah satu penyelesaian contoh kasus 2

Analisa pengerjaan contoh kasus 1

Dari Tabel 3 dapat dilihat sisa luas peti kemas dengan pengerjaan menggunakan model secara umum lebih banyak dari sisa luas peti kemas dengan pengerjaan manual. Data di atas menunjukkan bahwa pengerjaan model lebih efisien dalam hal pemakaian luas peti kemas

Tabel 3. perbandingan luas sisa contoh kasus 1

Model		Manual	
peti kemas	luas sisa	peti kemas	luas sisa
1	2567500	1	2612200
2	2583400	2	533400
3	2804000	3	1825200
4	2804000	4	2532800
5	2804000	5	2848700
6	2804000	6	2612200
7	2804000	7	2612200
Rata2	2738700	Rata2	2225243

Contoh kasus 1 dikerjakan sebanyak 5 kali menggunakan model. Rata-rata waktu pengerjaan contoh kasus 1 yang memerlukan 7 peti kemas adalah 6 menit 23 detik seperti yang tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Waktu yang diperlukan model untuk menyelesaikan contoh kasus 1

replikasi	waktu yang dibutuhkan
1	6 menit 15 detik
2	5 menit 57 detik
3	6 menit 18 detik
4	6 menit 54 detik
5	6 menit 32 detik
Rata2	6 menit 23 detik

Analisa pengerjaan contoh kasus 2

Tabel 5 menunjukkan sisa luas pengerjaan menggunakan model dan pengerjaan secara manual. Dapat dilihat rata-rata sisa luas yang tidak terpakai untuk keduanya adalah sama. Dapat disimpulkan bahwa dalam segi efisiensi luas, pengerjaan menggunakan model sama dengan pengerjaan manual.

Tabel 5. perbandingan luas sisa contoh kasus 2

Model		Manual	
peti kemas	luas sisa	peti kemas	luas sisa
1	2760000	1	2606400
2	2249700	2	2403300
Rata2	2504850	Rata2	2504850

Contoh kasus 2 dikerjakan sebanyak 5 kali menggunakan model. Rata-rata waktu pengerjaan contoh kasus 2 yang memerlukan 2 peti kemas adalah 1 menit 23 detik seperti yang tertera pada Tabel 6

Tabel 6. waktu yang diperlukan model untuk menyelesaikan contoh kasus 2

replikasi	waktu yang dibutuhkan
1	1 menit 8 detik
2	57 detik
3	1 menit 34 detik
4	1 menit 24 detik
5	1 menit 52 detik
Rata2	1 menit 23 detik

Simpulan

Algoritma yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat menyelesaikan masalah pemuatan lebih dari satu peti kemas. Secara umum, model yang telah dihasilkan dalam penelitian ini dapat dinyatakan terverifikasi dan valid karena dapat menyelesaikan contoh kasus yang terjadi di perusahaan. Algoritma penyelesaian permasalahan dalam penelitian ini memiliki 3 tahap utama.

Tahap pertama adalah untuk menghasilkan kelompok tumpukan palet, untuk mencapai hal itu input dapat diberikan berupa jumlah dan ukuran masing-masing roll atau berupa jumlah dan ukuran masing-masing palet. Dari input tersebut kemudian dicari pasangan tumpukan palet

Tahap kedua adalah untuk mengalokasikan setiap kelompok palet kedalam peti kemas yang akan memuatnya. Untuk mencapai hal itu, model pertama-tama akan mencari berapa peti kemas yang dibutuhkan, kemudian kelompok palet dialokasikan ke dalam peti kemas.

Tahap ketiga adalah untuk mengatur urutan pemuatan palet dalam peti kemas. Kelompok palet yang telah dialokasikan ke masing-masing peti kemas kemudian diselesaikan satu persatu dengan menggunakan prinsip simulated annealing.

Daftar Pustaka

1. Curtis, S., The Classification of Greedy Algorithms, Science of Computer Programming, 2003, pp. 125-157.
2. Rere, L. R., Fanany, M. I., & Arymurthy, A. M., Simulated Annealing Algorithm for Deep Learning, Procedia Computer Science, 2015, pp. 137-144.
3. Widjaja, A.T., Optimasi Perencanaan Pemuatan Peti Kemas Pada PT. Trias Sentosa. (TA No. 01022032/IND/2017). Unpublished undergraduate thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2017

