

**PENENTUAN MUATAN DAN USULAN RUTE DISTRIBUSI
PENGIRIMAN BUKU DI CV Y UNTUK MEMINIMASI
KETERLAMBATAN PENGIRIMAN**

PROPOSAL TUGAS AKHIR



LIDYA AYU VALENTINA

16 06 09059

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul
**PENENTUAN MUATAN DAN USULAN RUTE DISTRIBUSI PENGIRIMAN
BUKU DI CV Y UNTUK MEMINIMASI KETERLAMBATAN PENGIRIMAN**

Yang disusun oleh
Lidya Ayu Valentina

16 06 09059

Dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal Januari 2021

Dosen Pembimbing 1,

Dr. Parama Kartika Dewa S.P., S.T., M.T.

Tim Penguji,

Penguji 1

Penguji 2

The Jin Ai, S.T., M.T., Dr.Eng

Dr. Yosef Daryanto, S.T., M.Sc.

Yogyakarta, Januari 2021
Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Fakultas Teknologi Industri,
Dekan,

Dr. A. Teguh Siswantoro, M.Sc

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lidya Ayu Valentina

NPM : 160609059

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul “Penentuan Muatan dan Usulan Rute Distribusi Pengiriman Buku di CV. Y Untuk Meminimasi Keterlambatan Pengiriman” merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2019/2020 yang bersifat original dan tidak mengandung *plagiasi* dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, Januari 2021

Yang menyatakan,

Lidya Ayu Valentina

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan penyertaannya sehingga penulis dapat menyusun menyelesaikan tugas akhir dengan baik sesuai dengan waktunya. Laporan tugas akhir ini ditulis untuk memenuhi syarat untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik industri pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. terselesaikannya tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan motivasi dari banyak pihak. Karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri
2. Ibu Ririn Diar Astanti, S.T., M.MT.Dr.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Parama Kartika Dewa S.P., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan tenaga, waktu, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam tugas akhir ini.
4. Seluruh Pihak dari CV. Y. yang terlibat telah mengizinkan dan membantu dalam proses pengambilan data selama pengerjaan Tugas Akhir
5. Keluarga dan teman-teman yang selalu mendoakan, mendukung, membantu, dan memberi semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir masih terdapat kekurangan, maka dari itu penulis memohonkan maaf. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Yogyakarta, Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	Halaman Judul	i
	Halaman Pengesahan	ii
	Pernyataan Originalitas	iii
	Kata Pengantar	iv
	Daftar Isi	v
	Daftar Tabel	vii
	Daftar Gambar	x
	Daftar Lampiran	xii
	Intisari	xii
1	PENDAHULUAN	1
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Perumusan Masalah	3
	1.3. Tujuan Penelitian	3
	1.4. Batasan Masalah	4
2	TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
	2.1. Tinjauan Pustaka	5
	2.2. Dasar Teori	7
3	METODELOGI	20
	3.1. Penelitian pendahuluan	21
	3.2. Pengambilan data	21
	3.3. Analisis data	23
	3.4. Kesimpulan	24

4	DATA DAN PENGOLAHAN	25
	4.1. Proses Bisnis	25
	4.2. Data	27
5	ANALISIS DATA	41
	5.1. Konversi Demand	41
	5.2. Pembagian pelanggan menggunakan matriks penghematan	49
	5.3. Menentukan rute armada dengan metode <i>Nearest Neighbour</i>	53
	5.4. Perbandingan dengan rute semula	68
6	KESIMPULAN DAN SARAN	72
	6.1. Kesimpulan	72
	6.2. Saran	72



DAFTAR TABEL

JUDUL	HAL
Tabel 4.1. Tabel data alamat toko	27
Tabel 4.2. Tabel waktu <i>shift</i> pengantaran	29
Tabel 4.3. Spesifikasi armada	30
Tabel 4.4. Spesifikasi <i>kardus</i>	30
Tabel 4.5. Daftar produk	31
Tabel 4.6. Tabel data karakteristik pelanggan	31
Tabel 4.7. Data <i>order</i> dan rata-rata dalam sekali kirim	32
Tabel 4.8. Tabel matriks jarak	39
Tabel 4.9. Tabel matriks waktu	40
Tabel 5.1. Tabel tampilan CLP <i>spreadsheet microsoft excel</i>	45
Tabel 5.2. Tabel Input <i>Item</i> (jenis buku) pelanggan 21 M	46
Tabel 5.3. Tabel Input kontainer (Kardus)	47
Tabel 5.4. Cuplikan tabel matriks solusi pelanggan 21M	47
Tabel 5.5. Berat <i>order</i> tiap pelanggan	48
Tabel 5.6. Cuplikan hasil perhitungan matriks penghematan	50
Tabel 5.7. Cuplikan Urutan Matriks Penghematan	50
Tabel 5.8. Tabel Pembagian Rute	51
Tabel 5.9. Pengecekan <i>Saving Matrix shift</i> pagi	52
Tabel 5.10. Pengecekan <i>Saving Matrix shift</i> siang	53
Tabel 5.11. Tabel Matriks Jarak <i>Shift</i> Pagi dalam km	54
Tabel 5.12. Jarak Depot Ke Pelanggan <i>Shift</i> Pagi	54
Tabel 5.13. Tabel Pengecekan dari PA ke Pelanggan 10	55
Tabel 5.14. Jarak Pelanggan no 10 ke pelanggan lain	55
Tabel 5.15. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 10 ke 11	55
Tabel 5.16. Jarak Pelanggan no 11 ke pelanggan lain	55
Tabel 5.17. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 11 ke 17	56

Tabel 5.18. Jarak Pelanggan no 17 ke pelanggan lain	56
Tabel 5.19. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 17 ke 14	56
Tabel 5.20. Jarak Pelanggan no 14 ke pelanggan lain	56
Tabel 5.21. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 14 ke 12	57
Tabel 5.22. Jarak Pelanggan no 12 ke pelanggan lain	57
Tabel 5.23. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 12 ke 5	57
Tabel 5.24. Jarak Pelanggan no 5 ke pelanggan lain	58
Tabel 5.25. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 5 ke 20	58
Tabel 5.26. Jarak Pelanggan no 20 ke pelanggan lain	58
Tabel 5.27. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 20 ke 6	58
Tabel 5.28. Jarak Pelanggan no 6 ke pelanggan lain	59
Tabel 5.29. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 6 ke 13	59
Tabel 5.30. Jarak Pelanggan no 13 ke pelanggan lain	59
Tabel 5.31. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 13 ke 9	60
Tabel 5.32. Jarak Pelanggan no 9 ke pelanggan lain	60
Tabel 5.33. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 9 ke 4	60
Tabel 5.34. Jarak Pelanggan no 4 ke pelanggan lain	61
Tabel 5.35. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 4 ke 3	61
Tabel 5.36. Jarak Pelanggan no 3 ke pelanggan lain	62
Tabel 5.37. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 3 ke PA	62
Tabel 5.38. Matriks Jarak <i>Shift</i> Siang	62
Tabel 5.39. Jarak Depot ke pelanggan lain	63
Tabel 5.40. Tabel Pengecekan Waktu PA ke Pelanggan 7	63
Tabel 5.41. Jarak Pelanggan no 7 ke pelanggan lain	63
Tabel 5.42. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 7 ke 8	64
Tabel 5.43. Jarak Pelanggan no 8 ke pelanggan lain	64
Tabel 5.44. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 8 ke 1	64
Tabel 5.45. Jarak Pelanggan no 1 ke pelanggan lain	64

Tabel 5.46. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 1 ke 16	65
Tabel 5.47. Jarak Pelanggan no 16 ke pelanggan lain	65
Tabel 5.48. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 16 ke 18	65
Tabel 5.49. Jarak Pelanggan no 18 ke pelanggan lain	65
Tabel 5.50. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 18 ke 21	66
Tabel 5.51. Jarak Pelanggan no 21 ke pelanggan lain	66
Tabel 5.52. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 21 ke 19	66
Tabel 5.53. Jarak Pelanggan no 19 ke pelanggan lain	67
Tabel 5.54. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 19 ke 15	67
Tabel 5.55. Jarak Pelanggan no 15 ke pelanggan lain	67
Tabel 5.56. Tabel Pengecekan Waktu Pelanggan 15 ke 2 dan 2 ke PA	68
Tabel 5.57. Rute Awal <i>Shift</i> Pagi	68
Tabel 5.58. Rute Awal <i>Shift</i> Siang	69
Tabel 5.59. Tabel Perbandingan Rute Lama dan Usulan	69
Tabel 5.60. Tabel Persentase Perubahan	70
Tabel 5.61. Tabel Perbandingan Jarak	71
Tabel 6.1. Pengelompokan pelanggan	72

DAFTAR GAMBAR

JUDUL	HAL
Gambar 2.1. Gambar Pencarian <i>Google Maps</i>	18
Gambar 2.2. Gambar pemilihan rute	18
Gambar 2.3. Hasil pemilihan rute	19
Gambar 3.1. Metodologi Penelitian	20
Gambar 4.1. Proses Bisnis CV. Y	26
Gambar 4.2. Contoh pengambilan jarak dan waktu dengan google maps	38
Gambar 5.1. Contoh visualisasi penataan buku dikardus pelanggan 21 M	48



DAFTAR LAMPIRAN

JUDUL	HAL
Lampiran 1: Surat Keterangan Pengambilan Data Perusahaan	77
Lampiran 2: Pengumpulan Fakta Awal	78
Lampiran 3: Wawancara Lanjutan (Peneliti, Pmsm (Pemasaran))	79
Lampiran 4: Visualisasi Penataan Buku di Kardus	81
Lampiran 5: Tabel Hasil Penghitungan Matriks Penghematan	90
Lampiran 6: Matriks Penghematan	91
Lampiran 7: Langkah Penggunaan CLP SpreadSheet Solver	102



INTISARI

CV. Y merupakan perusahaan yang bergerak di bidang percetakan dan penerbitan buku. CV. Y memiliki beragam pelanggan yang sering melakukan pesanan rutin, khususnya pada produk buku cetak dari penerbitan di CV. Y. Distribusi memiliki peran yang penting dalam memenuhi kebutuhan pelanggan pada bisnis tersebut. Pendistribusian yang dilakukan khususnya di daerah Yogyakarta dilakukan tanpa memperhatikan muatan pengangkutan dan batas waktu pengiriman. Hal yang kerap terjadi adalah ketidaksesuaian waktu dalam mengirim buku cetak yang dilakukan oleh armada. Hal ini karena tidak adanya penentuan rute dalam melakukan pengiriman buku. Akibatnya terjadi penambahan waktu karena armada menunggu pada saat mengantarkan pesanan diakibatkan *time windows*. Permasalahan tersebut dapat terjadi karena belum adanya penentuan rute. Karena hal tersebut pula, terkadang muatan yang dibawa armada melebihi kapasitas yang seharusnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalisir waktu pengiriman dan menempatkan pelanggan sesuai dengan *time windows* dimana kapasitas armada perlu diperhatikan.

CV. Y dalam melakukan pengantaran memiliki 2 *shift* yaitu *shift* siang dan *shift* pagi dimana pembagiannya belum ditentukan karena pembagian *shift* disesuaikan dengan rute pengiriman yang dilalui. Permasalahan ini diselesaikan dengan menggunakan metode *saving matrix* dimana dalam pengerjaannya *time windows* dan muatan diperhatikan untuk membagi *shift*. Pendekatan lain yang digunakan adalah pendekatan *nearest neighbour* untuk mengetahui jarak terpendek yang dilakukan dengan memperhatikan waktu dan *time windows*.

Hasil dari analisis yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa waktu yang dihabiskan berkurang sebesar 15,84% dimana waktu yang dihabiskan saat ini selama 404 menit dalam 1 hari menjadi 340 menit. Rute usulan mengalami perubahan sebesar 22,30% dimana sebelumnya total rute sejauh 68,8 km. *Time windows* terpenuhi tanpa ada waktu tunggu dan keterlambatan dan muatan tidak ada yang melebihi armada.

Kata Kunci: rute, *saving matrix*, *nearest neighbour*, *time windows*.

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini kegiatan membaca merupakan hal yang lumrah terjadi pada masyarakat. Kegiatan ini tak lepas dari hal yang disebut buku. Buku dapat ditemukan disekitar masyarakat seperti di pusat perbelanjaan, *mall*, *plaza*, dan lain sebagainya. Berdasarkan data dari IKAPI (Ikatan Penerbit Indonesia) pada tahun 2015 jumlah anggota IKAPI di seluruh Indonesia ada sebanyak 1328 Penerbit. Dari 1328 penerbit tersebut, buku sering dijual baik melalui pasar daring, *e-book*, sales, ataupun melalui toko buku. Berdasarkan buku IKAPI (2015) diketahui jumlah buku yang diterbitkan penerbit 61% ditampung oleh penerbit besar Indonesia dan sisanya adalah toko buku konvensional lainnya.

CV. Y merupakan salah satu penerbit yang sudah terdaftar di IKAPI. Perusahaan ini terletak di Sleman Yogyakarta. CV. Y menerbitkan buku cetak yang dijual di hampir seluruh toko buku yang ada di Indonesia. CV. Y merupakan perusahaan penerbitan buku dan percetakan dimana buku hasil dari penerbitan merupakan buku yang rutin diproduksi, sedang percetakan hanya melayani pada *event* tertentu. Dalam kegiatan penerbitan buku, CV. Y ini memiliki target pengiriman minimal 10 judul buku dalam seminggu atau 50 judul buku dalam satu bulan. Oleh karena bidang penerbitan memiliki target, maka pengiriman ke pelanggan dapat ditentukan dengan armada dan jasa tertentu yang sudah ditetapkan. Diketahui jumlah pengiriman buku tidak sama setiap melakukan pengiriman serta masing-masing *order* pelanggan dikemas dalam kemasan atau kardus yang berbeda dengan pelanggan lainnya.

Setiap hari CV. Y mengirimkan buku hasil terbitan ke berbagai daerah di Indonesia. Pelanggan buku cetak dari CV. Y adalah toko buku baik toko buku besar ataupun toko buku kecil. Pengiriman buku cetak dilakukan di Yogyakarta dan di luar Provinsi Yogyakarta. Berdasar data dari *Google maps* dan wawancara, di Yogyakarta terdapat lebih dari 20 toko buku baik yang resmi ataupun yang tidak resmi. Disebabkan oleh lokasi percetakan CV. Y yang ada di Yogyakarta, hampir semua toko buku yang ada di Yogyakarta merupakan pelanggan CV. Y.

Dengan jumlah pelanggan yang cukup banyak baik dari Yogyakarta ataupun luar Yogyakarta, maka CV. Y menggunakan armada dan jasa pengiriman dalam

mendistribusikan produknya. Dalam mendistribusikan buku yang terbit, CV. Y menggunakan jasa pos dan jasa ekspedisi sebanyak 17 jasa yang digunakan untuk melakukan pengiriman di Luar Yogyakarta. CV. Y juga menggunakan satu buah armada untuk mengantarkan buku yang diproduksi pada pengiriman daerah Yogyakarta.

Pengiriman buku yang diterbitkan oleh CV. Y di daerah Yogyakarta dilakukan setiap hari Selasa atau Kamis tergantung pada perjanjian dengan pelanggan. Dalam satu bulan frekuensi pengiriman buku di CV. Y buku di Yogyakarta setidaknya sebanyak sekali sebulan dan sebagian besar pengiriman dilakukan sebanyak 4 kali atau 1 minggu sekali. Setiap minggunya CV. Y mengirim buku dengan jumlah muatan yang berubah-ubah. Dalam pengemasan buku digunakan kardus sebagai wadah atau alat simpan yang digunakan untuk mengirim buku. Pesanan dari masing-masing pelanggan diletakkan dalam kardus yang berbeda-beda, sehingga dapat diartikan bahwa buku dalam suatu kardus hanya untuk satu pelanggan tidak bercampur dengan pesanan pelanggan lain.

CV. Y memiliki 2 *shift* dalam 1 hari untuk pengiriman di Yogyakarta atau dapat dikatakan dalam 1 hari ada 2 kali pengiriman buku. Pengiriman pada CV. Y dilakukan setiap hari tergantung pesanan dari pelanggan baik pelanggan tetap yang rutin melakukan pemesanan tiap bulan ataupun pelanggan tidak tetap. Jam operasional di CV. Y adalah pukul 08.00 WIB sampai dengan 16.00 WIB pada hari Senin sampai Jumat dan pukul 08.00 WIB sampai dengan 12.00 WIB pada hari Sabtu. Pengiriman dilakukan pada jam operasional pukul 08.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB yang dibagi menjadi 2 *shift* yaitu *shift* pagi dimulai pukul 08.30 sampai dengan pukul 12.00 dan *shift* siang dari jam 13.20 sampai dengan 16.00.

Dalam operasional pengirimannya, biasanya pengemudi melakukan pengiriman pada wilayah yang paling jauh yaitu pada daerah jalan Magelang. Pemilihan wilayah yang terjauh ini karena terdapat pelanggan yang memiliki *time windows* di pagi hari yang menyebabkan pengiriman pada wilayah tersebut didahulukan. *Time windows* merupakan batasan waktu yang dimiliki pelanggan dalam proses pengiriman, dimana waktu tersebut harus dipenuhi tepat waktu. Dalam pengiriman, pengemudi sering memilih rute yang tidak tetap setiap mengantar karena tidak ada penjadwalan rute yang digunakan di perusahaan.

Disebabkan karena tidak adanya penentuan rute distribusi yang diatur di perusahaan, pengiriman buku terkadang dilakukan melebihi jam operasional yang ditetapkan perusahaan dikarenakan harus mengejar target pelanggan yang harus dikirim saat itu juga. Hal lain yang sering terjadi adalah ketidaktepatan waktu yang bisa menyebabkan keterlambatan pengiriman sehingga berakibat pengiriman buku tidak sesuai dengan waktu yang telah dijanjikan. Hal tersebut sering mengakibatkan CV. Y mendapat komplain dari beberapa pelanggan. Waktu tunggu saat mengantar pesanan pelanggan juga dapat muncul akibat ketidaktepatan waktu saat mengirim, sehingga pengemudi cukup lama membuang waktu saat menunggu. Dampak lain yang dapat terjadi karena tidak adanya rute distribusi yang pasti adalah beban yang dibawa armada dapat melebihi kapasitas maksimal dari armada.

Pengamatan lapangan dan wawancara yang dilakukan memperlihatkan bahwa armada sering membawa dan memaksakan muatan yang melebihi kapasitas yang seharusnya. Hal tersebut dapat terjadi karena pemilihan rute yang acak menyebabkan beban yang dibawa armada tidak konsisten karena pengemudi tidak tahu apakah barang yang dibawa akan diantar pada *shift* tersebut atau tidak. Melalui perbaikan rute pada pengiriman di CV. Y, berpengaruh pada ketepatan waktu, keseimbangan kapasitas, dan dapat melakukan penghematan lain. Melalui Tugas Akhir ini penulis ingin menyelesaikan permasalahan penetapan rute dengan variasi *time windows* dan muatan yang diangkut.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah setiap minggu CV. Y mengirimkan buku kepada pelanggan yang dengan muatan yang berbeda-beda setiap kali mengantar dikarenakan rute yang belum ditetapkan. CV. Y juga harus memenuhi permintaan pelanggan tepat pada *time windows* yang dimiliki pelanggan.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan usulan rute distribusi agar semua *order* pelanggan yang memiliki *time windows* dapat terpenuhi dengan mempertimbangkan muatan yang berbeda-beda saat pengiriman pada jarak yang seminimal mungkin.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian dilakukan pada pengiriman di daerah Yogyakarta pada bulan maret 2020 dengan data bulan September 2019 – Februari 2020
- b. Alat kemas berupa kardus diasumsikan satu ukuran
- c. Pengambilan data jarak dan waktu antar konsumen menggunakan *google maps* dengan mengabaikan *traffic* yang ada
- d. Data pelanggan hanyalah pelanggan yang rutin melakukan pemesanan setiap bulan
- e. Jenis buku yang digunakan merupakan buku yang rutin diproduksi dan dipesan
- f. Pengemasan setiap pesanan pelanggan dilakukan terpisah.



BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada sub-bab tinjauan pustaka ini terdiri dari penelitian terdahulu yang berisikan tentang penelitian yang sudah pernah dilakukan dan penelitian sekarang yang akan dilakukan oleh penulis dalam penelitian ini.

2.1.1. Penelitian terdahulu

Ada beberapa penelitian yang berkaitan dengan saluran distribusi yang optimal dengan menentukan rute terpendek pada permasalahan *travelling salesman problem* seperti penelitian yang dilakukan oleh Hartono (2015) objek pada penelitiannya adalah distributor sepeda yang ada di Semarang yaitu PD. Trijawa Semarang. Pada penelitian ini permasalahan yang terjadi adalah muatan armada yang digunakan untuk mengirim produk melebihi kapasitas yang seharusnya sehingga perlu mengoptimalkan beban pada armada. Penelitian ini menerapkan *travelling salesman problem*. Penyelesaian yang dilakukan adalah dengan membandingkan dua metode yaitu *route first – cluster second* dan *cluster first – route second*. Penelitian lainnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Christata (2019) yang dilakukan pada *polar ice crystal* Yogyakarta yang bertujuan untuk mengatasi ketidaksesuaian waktu pengiriman es batu dengan *time windows* pelanggan dan pembagian beban kerja pada armada dalam permasalahan *Travelling Salesman Problem*.

Penelitian selanjutnya berkaitan dengan permasalahan TSP oleh Julianus (2018) dimana permasalahannya adalah penentuan jalur distribusi pada rantai pasok menggunakan metode *saving matrix*. Jalur distribusi yang tidak diatur dengan jelas menyebabkan biaya transportasi yang tinggi sehingga perlu melakukan perencanaan alat angkut yang digunakan. Penelitian yang dilakukan oleh Purnomo (2019) dengan judul Usulan Rute Distribusi di CV Agrindo *Suprafood* dengan Menggunakan Metode *Saving Matrix*. Tujuan yang ada pada penelitian ini adalah merancang rute distribusi agar jarak dan biaya dapat diminimumkan dengan mempertimbangkan penghematan jarak, kapasitas alat angkut, dan urutan kunjungan. Permasalahan TSP lainnya adalah penelitian yang dilakukan Suryani dkk (2018) dengan tujuan yang dicapai adalah menghasilkan rute distribusi yang

optimal berdasar jarak tempuh terpendek dengan membandingkan metode *nearest neighbour insertion* dan rute awal yang ada di UKM Hasan Bakery.

Penelitian yang dilakukan Sari dkk (2016) di Victoria RO permasalahan yang terjadi adalah muatan yang melebihi kapasitas yang dimiliki. Permasalahan ini merupakan permasalahan *Vehicle Routing Problem* dengan metode penyelesaian yang digunakan adalah CVRP. Penelitian yang dilakukan oleh Dewi (2018) di Jogja Telur merupakan permasalahan VRP. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menentukan rute kendaraan yang digunakan untuk melayani pelanggan Jogja Telur dengan adanya batasan berupa kapasitas armada serta waktu pengiriman. Metode yang digunakan adalah CVRP sehingga didapatkan jarak tempuh yang minimum dan jumlah armada berkurang dari 4 armada menjadi 2 armada.

Penelitian yang dilakukan oleh Ikfan dan Masudin (2013) dengan judul Penentuan Rute Transportasi paling pendek untuk Meminimalkan Biaya dengan menggunakan metode *saving matriks*. Tujuan dari penelitian ini adalah menyesuaikan pengiriman yang dilakukan di CV. Boang Shuttlecock dengan kapasitas kendaraan dan rute yang dihasilkan dapat meminimasi biaya selama proses pengiriman produk. Mahardika dkk (2015) melakukan penelitian berkaitan dengan *Vehicle Routing Problem* dimana rute yang ada saat ini dinilai kurang efektif sehingga perlu dilakukan pencarian rute dengan biaya yang minimal. Dalam permasalahan ini metode yang digunakan ialah *nearest neighbour* sehingga didapat hasil dimana rute usulan lebih singkat sehingga biaya yang dikeluarkan juga ikut berkurang.

2.1.2. Penelitian sekarang

Penelitian yang dilakukan saat ini merupakan penelitian untuk menentukan muatan dan rute distribusi di CV. Y. Permasalahan utama di CV. Y ini adalah muatan yang melebihi kapasitas armada dan belum ada rute pelanggan yang diprioritaskan sehingga waktu pengiriman tidak sesuai dengan *time windows*. Persamaan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang adalah permasalahan yang ada adalah permasalahan *Travelling Salesman Problem (TSP) with time windows*. Penyelesaian masalah menggunakan metode *saving matrix* untuk mempertimbangkan penghematan dan *nearest neighbour* untuk mengetahui rute terpendek. Dalam penelitian ini yang menjadi pembeda adalah objek penelitian berbeda dengan objek penelitian terdahulu, adanya *time windows*,

dan pembagian *shift* belum dilakukan pada objek penelitian sebelumnya, perhitungan muatan, serta saran yang diberikan juga berbeda dengan penelitian terdahulu.

2.2. Dasar Teori

Bagian ini merupakan uraian tentang teori-teori yang menjadi dasar dalam penelitian saat ini.

2.2.1. Manajemen Rantai Pasok

Menurut Heizer dan Rander (2015), Manajemen Rantai Pasok merupakan suatu aktivitas pengelolaan kegiatan untuk memperoleh bahan mentah menjadi *work in process* atau barang setengah jadi dan juga barang jadi, lalu mengantar produk tersebut kepada konsumen dengan sistem distribusi. Aktivitas tersebut termasuk juga dalam fungsi pembelian secara tradisional ditambah dengan aktivitas penting yang lainnya yang ada hubungannya dengan pemasok dan distributor. Berdasarkan pengertian tersebut dapat diartikan bahwa Manajemen Rantai Pasok merupakan suatu pengelolaan dari bahan mentah hingga sampai ke tangan konsumen dengan sistem distribusi.

2.2.2. Distribusi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, distribusi adalah pembagian pengiriman barang ke banyak orang maupun ke beberapa lokasi. Menurut Assauri (2004), distribusi merupakan aktivitas memindahkan produk dari satu tempat kepada konsumen akhir menggunakan saluran distribusi di waktu yang tepat. Pujawan dan Mahendrawathi (2017) juga menyatakan bahwa distribusi pada dasarnya merupakan kegiatan mengantarkan suatu barang berasal dari tempat barang tersebut diproduksi sampai pada tempat produk tersebut hendak dipakai.

2.2.3. Saluran Distribusi

Chopra dan Meindl (2013) mengungkapkan bahwa ada 6 jenis saluran distribusi seperti berikut ini:

a. Manufacturer storage with direct shipping

Distribusi yang menggunakan jenis ini, produk yang hendak diantar, dikirim langsung dari lokasi produksi atau gudang ke *end customer* melalui *retailer* sebagai perantara. Kelebihan dari saluran jenis ini adalah persediaan yang ada di

tempat penyimpanan dapat dikumpulkan sesuai dengan permintaan pengecer, sehingga dapat menghemat biaya simpan.

b. Manufacturer storage with direct shipping and in-transit merge

Pada saluran distribusi ini, setiap produk yang ada dalam list pesanan dikirim secara langsung dari pabrik atau perusahaan untuk *end customer* dengan menggabungkan berbagai pesanan yang ada di lokasi yang berbeda, sehingga pelanggan mendapat satu paket kiriman yang berisikan produk yang berbeda.

c. Distributor storage with carrier delivery

Saluran distribusi yang berikutnya, distribusi dilakukan melalui gudang atau distributor pengantara dimana yang berkewajiban mengirimkan produk bukanlah produsen tetapi distributor perantara.

d. Distributor storage with last mile delivery

Saluran distribusi yang berikutnya, produk yang ada di penyimpanan dikirim ke pelanggan akhir secara langsung melalui paket, sehingga diperlukan distributor yang memiliki jarak paling dekat dengan *customer*.

e. Manufacturer/distributor storage with customer pickup

Saluran distribusi yang berikutnya, persediaan yang ada disimpan didalam penyimpanan perusahaan ataupun distributor. Yang membedakan, pelanggan melakukan pemesanan produk kepada distributor tersebut dan pelanggan mengambil produk yang diinginkan ke lokasi distributor tersebut.

f. Retail storage with customer pickup

Saluran distribusi yang terakhir adalah saluran distribusi yang menempatkan persediaan yang dimilikinya disimpan di toko ritel secara lokal. Pelanggan kemudian memesan ke toko ritel dan mengambilnya di toko ritel.

2.2.4. Transportasi

Nasution (2008) menyatakan bahwa transportasi berperan sebagai pemindahan suatu barang dan orang dari lokasi asal ke lokasi tujuan. Menurut Abbas (2000) transportasi merupakan aktivitas pemindahan barang dan manusia dari suatu lokasi ke lokasi lainnya. Di dalam transportasi terdapat dua unsur yang paling penting yaitu pemindahan atau pergerakan dan mengubah lokasi dari barang dan penumpang ke lokasi lain secara fisik. Bowersox (1995) dalam bukunya menyebutkan bahwa terdapat tiga faktor yang berperanan untuk menentukan kemampuan pelayanan pada transportasi antara lain:

a. Biaya

Biaya merupakan hal yang penting dalam menentukan pelayanan suatu transportasi. Biaya yang dimaksudkan disini adalah pembayaran yang sesungguhnya dalam melakukan pengangkutan dari 2 lokasi dan ongkos perjalanan.

b. Kecepatan

Kecepatan adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pengangkutan atau pengiriman barang dari titik satu ke titik tujuan atau titik lainnya. Kecepatan ini berkaitan dengan kondisi benda yang diangkut dimana benda yang diangkut bisa tiba dengan kondisi yang baik, jika suatu barang dalam kondisi baik, maka diperlukan waktu pengiriman yang cepat. Selain itu kecepatan juga berhubungan dengan biaya dimana jika pelayanan dilakukan dengan cepat maka tarif yang dibutuhkan juga tinggi.

c. Konsistensi

Konsistensi dalam transportasi merujuk pada waktu dalam pengantaran yang teratur atau konsisten. Konsistensi dalam pelayanan transportasi mempengaruhi kepercayaan dari konsumen.

2.2.5. Permasalahan manajemen logistik

Simchi-levi dkk (2007) menyatakan bahwa terdapat beberapa persoalan yang ada dalam manajemen logistik seperti berikut ini:

a. Manajemen Armada Kendaraan

Pada suatu depot yang menyuplai produk ke beberapa pengecer dengan menggunakan armada yang memiliki kapasitas terbatas. Seorang pekerja memiliki tugas untuk mengangkut muatan ke armada dan menentukan rute armada. Pertama, pekerja harus menentukan pembagian kelompok retailer yang bisa dilayani secara tepat oleh armada sesuai dengan kapasitas bebannya. Kedua, pekerja harus menentukan urutan yang digunakan agar meminimumkan biaya.

b. Rute Armada

Mempertimbangkan sebuah armada yang meninggalkan gudang dengan tujuan untuk mengantarkan produk ke sejumlah pengecer. Urutan pengecer yang hendak dikunjungi berpengaruh pada lama waktu pengiriman dan pukul berapa kendaraan bisa kembali ke gudang. Oleh sebab itu, penting bila armada mengikuti rute yang efisien.

c. Masalah Pengemasan

Dalam banyak penerapan logistik, barang harus dikemas dalam suatu kotak, tempat penyimpanan atau di dalam armada yang ukurannya terbatas. Tujuan dari pengemasan barang yang sedemikian rupa adalah membuat jumlah tempat yang digunakan seminimal mungkin.

2.2.6. Permasalahan distribusi

a. *Vehicle routing problem (VRP)*

Vehicle routing problem (VRP) merupakan salah satu masalah dalam penentuan rute di dalam manajemen distribusi dan transportasi. Menurut Yeun dkk (2008) VRP merupakan masalah penentuan rute yang optimal pada kendaraan dalam melakukan pendistribusian barang yang berasal dari satu atau lebih depot ke beberapa pengecer di tempat yang berbeda dengan permintaan yang sudah diketahui serta memenuhi beberapa kendala.

Menurut Toth dan Vigo (2002) ada 4 tujuan umum dari Vehicle routing problem yaitu meminimumkan biaya transportasi, meminimumkan jumlah armada yang dibutuhkan, menyeimbangkan rute, meminimumkan pelanggaran karena pelayanan yang kurang memuaskan. Ada beberapa jenis VRP dalam studi ini penulis menuliskan 6 jenis VRP, antara lain sebagai berikut:

1. *TDVRP*

TDVRP merupakan kependekan dari *time dependent vehicle routing problem*. Menurut toth & Vigo (2014) TDVRP ini merupakan VRP dimana waktu perjalanan ataupun biaya antar lokasi bergantung pada waktu dalam satu hari.

2. *VRP with time windows*

Menurut Faied dkk (2010) *vehicle routing problem with time windows* atau sering disingkat VRPTW merupakan permasalahan VRP yang memiliki tambahan Batasan berupa *time windows* antar pelanggan yang pada interval waktu tertentu pelanggan dapat dilayani.

3. *VRP with pickup and delivery*

Menurut Toth & Vigo (2014) *vehicle routing problem with pick-up delivery* atau sering disingkat VRPPD merupakan permasalahan VRP dimana suatu barang diambil dari satu lokasi kemudian diantar ke lokasi yang lainnya menggunakan armada atau kendaraan yang sama.

4. *Capacitated VRP*

Menurut Faied dkk (2010) *Capacitated vehicle routing problem* atau sering disingkat CVRP merupakan permasalahan VRP yang memiliki tambahan batasan dimana setiap armada harus memiliki kapasitas yang seragam.

5. *SDVRP*

SDVRP kepanjangan dari *split delivery vehicle routing problem*, merupakan permasalahan VRP dimana satu pelanggan bisa dilayani dengan armada yang berbeda bilamana hal tersebut bisa mengurangi biaya (Faied dkk, 2010).

b. *Travelling Salesman Problem (TSP)*

TSP merupakan permasalahan dimana *salesman* diharuskan mengunjungi n pelanggan yang dimulai dari depot, setiap pelanggan yang dikunjungi hanya dapat dikunjungi sekali kemudian salesman harus kembali lagi ke depot pemberangkatan. Permasalahan ini menurut Utomo dkk (2011) merupakan sebuah permasalahan yang dipakai untuk meminimasi biaya distribusi dengan mencari jarak terdekat dan rute terdekat, waktu tercepat, serta biaya yang minimal. Tujuan dari permasalahan TSP ini menurut Eka (2010) adalah untuk menemukan rute yang paling pendek bagi seorang salesmen saat melakukan *touring* dengan mengunjungi setiap pelanggannya satu kali. *Traveling salesman problem* memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Perjalanan dimulai dan diakhiri dari dan ke awal kota
- Terdapat sejumlah node yang semuanya harus dikunjungi tepat satu kali
- Perjalanan tidak dapat kembali ke node awal sebelum semua node dikunjungi
- Tujuan dari permasalahan di TSP ini adalah meminimumkan total jarak yang ditempuh dengan mengatur urutan node yang harus dikunjungi.

c. *Traveling salesman with Time windows (TSPTW)*

Traveling salesmen problem with time windows merupakan permasalahan mencari biaya perjalanan minimum dari beberapa kota, dimana setiap kota hanya dapat dikunjungi sekali saja. Agar *feasible*, perjalanan harus dimulai dan berakhir pada depot tertentu, di dalam batas *time windows* tertentu, dan setiap kota harus dikunjungi dalam batas waktu *time windows* masing-masing (Desrosiers dkk, 1995). Menurut Wibowo dkk (2013), terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi dalam mencari rute dan waktu optimasi dengan *time windows* antara lain adalah banyaknya kunjungan, waktu tunggu ketika *time windows* belum dibuka, waktu pelayanan, dan waktu perjalanan.

2.2.7. Linear Programming

Siswanto (2006) menyatakan bahwa *Linear Programming* merupakan metode matematis yang memiliki karakter *linear* untuk menemukan penyelesaian yang optimal dengan cara memaksimalkan atau meminimumkan fungsi tujuan terhadap kendala. Terdapat beberapa hal yang diperlukan untuk membuat model LP atau *Linear Programming*:

a. Variabel Keputusan

Variabel keputusan merupakan variabel yang mempengaruhi nilai tujuan dalam persoalan yang hendak dicapai. Proses untuk melakukan pemodelan dalam LP adalah menentukan variabel keputusan yang diperlukan sehingga fungsi tujuan dan kendala dapat dilakukan.

b. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan adalah tujuan yang akan dicapai dalam melakukan pemodelan. Pemodelan diterapkan dalam bentuk fungsi linear. Fungsi tujuan ini dilakukan untuk memaksimalkan atau meminimumkan fungsi linear matematis terhadap kendala dalam suatu persoalan.

c. Fungsi Kendala

Fungsi kendala merupakan suatu batasan dalam permasalahan matematika yang dipenuhi secara matematis. Terdapat 3 macam kendala berdasarkan kaidah dalam matematika yaitu kendala pembatas, syarat, dan mutlak.

2.2.8. Three Dimensional Loading Problem

Permasalahan dalam *loading* atau pengemasan barang dalam kontainer merupakan permasalahan yang penting untuk diperhatikan. Dalam pengemasan terdapat beberapa bentuk dimensi ruang yang digunakan untuk menyusun barang saat akan dimasukkan dalam kontainer antara lain 2 dimensi dan 3 dimensi. Permasalahan 2 dimensi hanya mengatur lokasi yang hanya mempertimbangkan 2 sumbu ordinat yaitu sumbu x dan y atau sumbu x dan z atau sumbu y dan z . Pada 3 dimensi *loading* dilakukan dengan mempertimbangkan 3 sumbu ordinat yaitu sumbu x , y , dan z . Permasalahan pada penelitian ini menggunakan permasalahan 3 dimensi karena permasalahan yang ada merupakan permasalahan *loading* buku yang memiliki ukuran berbeda kedalam kardus sebagai medianya. Pedruzzi dkk (2016) dalam jurnalnya menyebut tiga macam permasalahan:

- a. 3D-CLP (*three dimensional-container loading problem*), pada permasalahan ini *item* yang disimpan berupa *box* dengan bentuk yang berbeda.
- b. 3D-BPP (*three dimensional-bin packing problem*), *item* yang disimpan pada permasalahan ini berbentuk kubus atau kotak dengan sisi yang sama.
- c. 3D-CVRP (*three dimensional-container vehicle routing problem*), permasalahan ini berkaitan dengan penentuan rute VRP dimana solusi kendala kapasitas dipertimbangkan dalam pengiriman.

Pada penelitian yang dilakukan penulis, maka permasalahan yang tepat adalah permasalahan 3D-CLP karena *item* berupa buku memiliki dimensi yang berbeda dan bukan berbentuk kubus atau kotak dengan dimensi yang berbeda-beda.

2.2.9. Model Matematis *Three Dimentional Container Loading Problem*

Pada penelitian ini diketahui sejumlah buku yang bisa diangkut dalam kardus dimana varian dimensi buku yang ada beragam sedangkan kardus memiliki dimensi yang sama. Berdasarkan keterangan dimensi buku dan kardus tersebut, maka tujuan yang ingin diperoleh adalah untuk memaksimalkan jumlah buku yang akan dimasukkan kedalam kardus sehingga dapat meminimumkan jumlah kardus yang diperlukan untuk mengangkut buku. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk memindahkan buku kedalam kardus secara maksimal agar utilitas dalam penggunaan kardus meningkat. Oleh karena itu diperlukan metode untuk mencapai tujuan yang ingin dicapai penulis yaitu memaksimalkan utilitas kardus untuk menyimpan buku.

Menurut Pedruzzi dkk (2016) *Three Dimentional Container Loading Problem* (3D-CLP) dibuat dengan tujuan untuk meminimumkan ruang kosong yang ada saat proses *loading* barang dimana barang memiliki ukuran yang beragam dan container memiliki satu dimensi yang sama. Model 3D-CLP diterapkan pada pengemasan buku kedalam kardus pada penelitian ini. Diasumsikan bahwa buku merupakan item atau barang yang memiliki variasi dimensi yang berbeda, sedangkan kardus diasumsikan sebagai kontainer untuk mengangkut barang. Salah satu penelitian yang menerapkan metode 3D-CLP adalah penelitian yang dibuat oleh Gazali dan Manik (2010) dimana model matematis dibuat untuk permasalahan penyusunan barang yang tujuannya adalah mengoptimalkan penyusunan barang dalam kontainer dengan mengatur tata letak barang yang memiliki dimensi Panjang, lebar, dan tinggi yang berbeda dan ukuran kontainer

yang sama. Berikut merupakan persamaan model matematis yang dibuat oleh Gazali dan Manik (2010):

$$\text{Min} \left\{ \sum_{j=1}^m \left[\sum_{k=i}^{N_i} H_j \cdot D_j \cdot L_j - \left[\sum_{i=1}^n l_i d_i h_i x_{ijk} \right] \right] \right\} \quad (2.1)$$

Persamaan (2.1) merupakan fungsi tujuan yang berfungsi untuk meminimasi ruang kosong di kontainer.

$$\text{subject to : } \forall j \in \{1 \dots m\} \sum_{k=1}^{N_i} \sum_{i=1}^n w_i X_{ijk} \leq W_j \quad (2.2)$$

Persamaan (2.2) berfungsi untuk memastikan benda yang disusun lebih kecil dari berat maksimal kontainer.

$$\forall j \in \{1 \dots m\} \sum_{k=1}^{N_i} \sum_{i=1}^n h_i \cdot d_i \cdot l_i \cdot X_{ijk} \leq H_j, D_j, L_j \quad (2.3)$$

Persamaan (2.3) berfungsi untuk memastikan benda yang disusun lebih kecil dari volume maksimal kontainer.

$$\forall (i, j) \in \{1, \dots, n\} \times \{1, \dots, m\} \forall k \in \{1, \dots, N_j\}$$

$$\begin{cases} (X_i + l_i)X_{ijk} \leq L_j \\ (Y_i + h_i)X_{ijk} \leq H_j \\ (Z_i + d_i)X_{ijk} \leq D_j \end{cases} \text{ and } \begin{cases} l_i \min_j L_j \\ h_i \min_j H_j \\ d_i \min_j D_j \end{cases} \quad (2.4)$$

Persamaan (2.4) berfungsi untuk memastikan benda yang disusun ada dalam kontainer atau tidak overlap.

$$\text{and } X_{ijk} \in \{0,1\} \quad (2.5)$$

Persamaan (2.5) berfungsi untuk membatasi barang diletakkan di satu kontainer.

$$\text{for } i \neq 1 \text{ and } X_{ijk} = X_{ikl} = 1 \text{ and if } t_i > t_j \rightarrow y_i + h_i \leq y_j \quad (2.6)$$

Persamaan (2.6) digunakan untuk memperhatikan *time windows* berdasar pada peletakan barang.

$$\forall j \in \{1, \dots, m\} \sum_{k=1}^{N_j} \sum_{k'=k}^{N_j} \sum_{i=1}^n \sum_{i'=1+1}^n Z_{kik'} X_{ijk} X_{i'jk} = \sum_{k=1}^{N_j} \sum_{i=1}^n X_{ijk} \quad (2.7)$$

Persamaan (2.7) berfungsi untuk memastikan semua barang yang kompatibel saat dimasukkan kedalam kontainer.

$$\forall (i, l, j) \in \{1, \dots, n\}^2 \times \{1, \dots, m\} \forall (k, k') \in \{1, \dots, N_j\}^2$$

$$\text{and } i \neq i' \text{ and } X_{ijk} = X_{i'jk'} = 1$$

$$\rightarrow (x_i, y_i, z_i) \in E_{ij} \text{ or } (x_i, y_i, z_i) \in E_{i'j} \quad (2.8)$$

Persamaan (2.8) memastikan barang yang berbeda tidak overlap dalam satu kontainer.

$$\forall (i, l, j) \in \{1, \dots, n\}^2 \times \{1, \dots, m\} \forall (k, m) \in \{1, \dots, Nj\}^2$$

$$\text{and } i \neq l \text{ and } k \neq m \text{ and } X_{ijk} = X_{ijk'} = 1 \text{ and if } t_i > t_l$$

$$\rightarrow m > k \quad (2.9)$$

Persamaan (2.9) berfungsi untuk menyesuaikan peletakan barang dengan memperhatikan *time windows*.

$$\forall i \in \{1, \dots, n\} \sum_{k=1}^{Nj} \sum_{k'=k}^{Nj} X_{ijk} \leq 1 \quad (2.10)$$

Persamaan (2.10) merupakan batasan dimana barang disusun hanya pada satu kontainer saja.

$$\max_i w_i \leq \max_j W_j \text{ And } \min_i w_i \leq \min_j W_j \quad (2.11)$$

Pertidaksamaan (2.11) digunakan ketika barang kurang dari satu kontainer.

$$\forall (i, j) \in \{1, \dots, n\} \times \{1, \dots, m\} l_i \leq L_j \text{ and } h_i \leq H_j \text{ and } d_i \leq D_j \quad (2.12)$$

Pertidaksamaan (2.12) digunakan untuk mempertimbangkan barang yang tingginya melebihi tinggi kontainer.

$$\text{and } \sum_{i=1}^k w_i \geq \max_j W_j \quad (2.13)$$

Pertidaksamaan (2.13) diasumsikan berat barang lebih berat dari berat maksimum kontainer.

Keterangan:

i = *item* / barang ke-n

j = kontainer ke-n

h, d, l = panjang, lebar, tinggi

X_{ijk} = koordinat 3 dimensi (x_i, y_i, z_i)

E_{ij} = bagian kontainer untuk barang khusus atau yang melebihi x atau y atau z

w = berat

t = *time windows*

2.2.10. Penyelesaian *Container Loading Problem* di *Microsoft Excel*

Microsoft excel merupakan *software* yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan berkaitan dengan data. Dalam *Microsoft excel* data diolah menggunakan formula yang ada untuk mendapatkan hasil yang sesuai. Selain formula yang disediakan terdapat juga menu penyelesaian masalah matematika yang didapatkan melalui file khusus yang disediakan diluar menu *basic* pada *Microsoft excel*. Untuk mendapatkan data tersebut, maka digunakan menu *micro ad on* dimana dengan menu tersebut pengguna dapat mengakses penyelesaian yang tidak ada dalam *Microsoft excel*.

Gunes Erdogan dari *Bath University* pada tahun 2017 membuat penyelesaian masalah CLP dengan *microsoft excel* yang berjudul "*Container Loading Problem Spreadsheet Solver*". Penyelesaian ini merupakan salah satu penyelesaian yang digunakan dapat penyusunan barang dalam suatu kontainer dimana jumlah dan ukuran benda bervariasi. Langkah-langkah penyelesaiannya adalah sebagai berikut:

1. mengisi jumlah *item* yang dibutuhkan dan jumlah kontainer yang dibutuhkan pada tab CLP *solver Console*.
2. memasukkan *item* yaitu jenis buku yang digunakan.
3. melakukan *input* berupa dimensi dan karakteristik kontainer.
4. solusi akan muncul dalam bentuk tabel solusi.
5. visualisasi dari solusi yang ada akan muncul.

2.2.11. *Saving matrix*

Ballou (2004) menyatakan bahwa matriks penghematan adalah metode yang dipakai untuk menentukan rute distribusi suatu produk kepada pelanggan dengan cara menentukan jalur yang dilewati dan jumlah armada yang berdasarkan pada kapasitas armada sehingga didapat jalur yang efisien dan biaya yang optimum. Menurut Bowersox (2002) tujuan dari metode *saving matriks* untuk memilih penugasan dari suatu kendaraan dan pembuatan rute yang sebaik mungkin. Langkah yang digunakan untuk menentukan metode matriks penghematan adalah:

- a. Menentukan jarak antar pelanggan. Jarak antar pelanggan dibuat dalam bentuk matriks *from to*. Jarak dapat diketahui menggunakan aplikasi *google maps*.

- b. Membuat matriks penghematan dengan perhitungan $S_{ij} = d_{(depot,i)} + depot_{(depot,j)} - d_{(i,j)}$
- c. Mengurutkan nilai saving matriks dari yang terbesar ke yang terkecil dalam bentuk daftar.
- d. Menggabungkan pelanggan ke dalam rute dengan mempertimbangkan *time windows* pelanggan dan kapasitas yang digunakan. Didalam daftar penghematan, terdapat beberapa hal khusus antara lain: *i* dan *j* ada pada rute yang berbeda dan jumlah permintaan *i* dan *j* tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan.
- e. Jika $i + j >$ kapasitas, maka ulangi langkah 4.

2.2.12. Nearest Neighbour

Menurut Hutasois dkk (2014) *Nearest Neighbour* merupakan metode *heuristic* yang dipakai dalam memecahkan masalah rute, pemecahan masalah dimulai dengan memulai titik awal lalu mencari titik terdekat. Terdapat langkah-langkah yang digunakan dalam pemecahan masalah ini yaitu:

- a. Menentukan node awal yang disebut sebagai lokasi mula-mula
- b. Pelanggan dicari dengan cara mengunjungi pelanggan yang memiliki jarak paling dekat atau pendek dari node awal
- c. Lanjutkan langkah b dengan cara yang sama yaitu memilih jarak terpendek dari titik awal dengan catatan jika kendaraan tidak memiliki kapasitas, maka kembali ke a, jika tidak ada pelanggan karena pengiriman melebihi dari kapasitas yang ada, kembali ke a.
- d. Jika semua pelanggan sudah dikunjungi sekali maka selesai dan armada dapat kembali ke titik mula-mula.

2.2.13. Google maps

Google maps merupakan *platform* yang dimiliki oleh *google* untuk memberi informasi berupa peta, jalan, kondisi lalu lintas, rute yang dilalui melalui transportasi tertentu. *Platform* ini digunakan untuk mengetahui rute dan waktu yang dapat ditempuh dalam merancang perjalanan dengan berbagai moda transportasi. Berikut merupakan langkah pemakaian *google maps* untuk mencari jarak dan waktu antar titik:

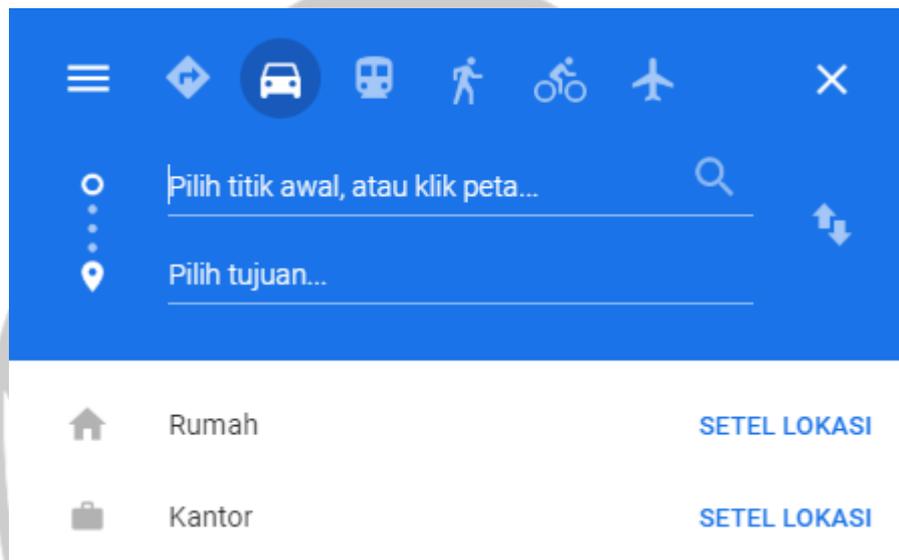
- Menggunakan aplikasi bawaan dari *google* yang bernama *google maps* atau membuka situs *google maps* dengan alamat [google.com/maps](https://www.google.com/maps)

- Memilih ikon yang berwarna biru untuk mencari rute perjalanan.



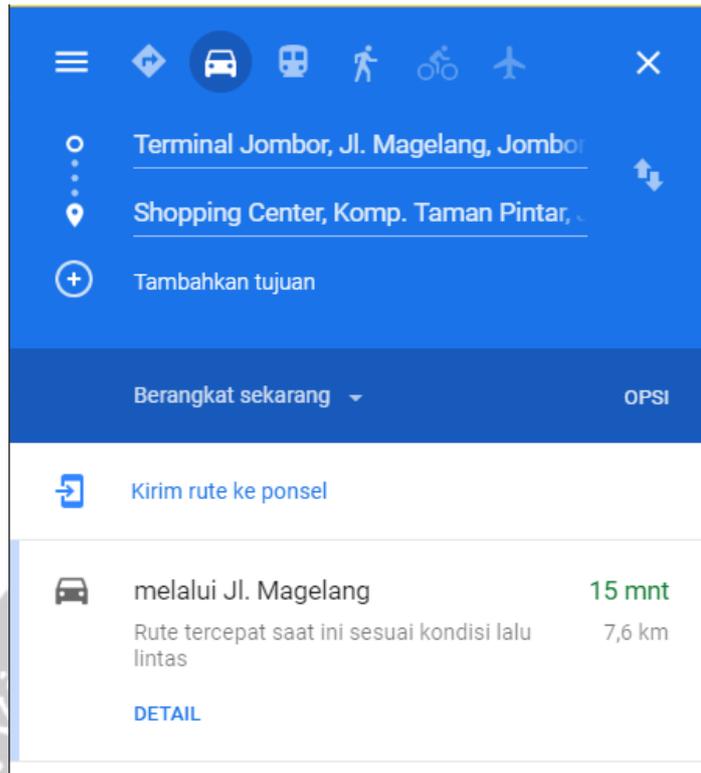
Gambar 2.1. Gambar Pencarian Google Maps

- Setelah itu titik awal dan tujuan ditentukan dengan mengetikkan lokasi tujuan. Jika lokasi sudah terdaftar di *google maps* maka secara otomatis lokasi masuk ke dalam daftar pencarian.



Gambar 2.2. Gambar pemilihan rute

- Setelah diketikkan lokasi mula-mula dengan yang akan dituju, maka *google maps* menampilkan rute tercepat beserta jarak dan waktu tempuhnya secara *real time* sesuai algoritma *google*.



Gambar 2.3. Hasil pemilihan rute

BAB 6 KESIMPULAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, maka diberikan usulan perbaikan rute pada pengiriman buku cetak di CV. Y. Pengelompokan menggunakan pendekatan *nearest neighbour* untuk *shift* pagi dan siang. Pada tabel 6.1 berikut ini merupakan hasil pengelompokan rute usulan:

Tabel 6.1. Pengelompokan pelanggan

Shift	Kode Pelanggan
Shift Pagi	PA – 10 – 11 – 17 – 14 – 12 – 5 – 20 – 6 – 13 – 9 – 4 – 3 – PA
Shift Siang	PA – 7 – 8 – 1 – 18 – 21 – 19 – 15 – 2 – 16 – PA

Dengan adanya usulan perbaikan rute, maka jarak total rute lama sejauh 68,6 km berkurang sebesar 21,72% menjadi 53,7 km. dengan berkurangnya jarak rute lama, maka waktu pengiriman juga berkurang sebesar 15,84% dari 404 menit menjadi 340 menit. Pengiriman pada rute usulan sudah memenuhi *time windows* 100% dimana sebelumnya *time windows* yang terpenuhi hanya pada shift pagi 100% sedang *shift* siang 58,33%.

Muatan yang diangkut dalam kasus ini berbeda-beda setiap minggunya. Diketahui bahwa muatan yang diangkut armada melebihi kapasitas armada dimana kapasitas armada 800 kg. Perbaikan usulan ini menggunakan pendekatan dengan merata-rata berat *order* dan menghasilkan muatan yang diangkut *shift* pagi sebesar 764,53 kg dan *shift* siang sebesar 763,39 kg. Dimana sebelumnya beban *shift* siang pada rute awal mengangkut *order* 850,77 kg dan *shift* pagi 677,15 kg sedangkan pada rute usulan muatan Rute usulan tersebut memberi hasil, semua *order* dan pelanggan dapat terpenuhi 100% dimana pada awalnya hanya pelanggan dan *order shift* pagi yang terpenuhi.

6.2. Saran

6.2.1. Saran untuk perusahaan

Berdasarkan penelitian di CV. Y, penulis memberikan saran yang dapat digunakan perusahaan dan penelitian selanjutnya. Saran bagi perusahaan adalah memperhatikan pemberangkatan armada yang mengirim buku dengan memilih

rute terdekat berdasarkan usulan yang sudah dikerjakan. Setiap melakukan pengiriman buku, maka perusahaan perlu memperhatikan pelanggan yang memiliki *time windows*. Perusahaan perlu melakukan pengukuran muatan untuk memastikan *order* yang dikirim tidak melebihi kapasitas armada. Usulan yang diberikan penulis juga dapat diterapkan pada produk percetakan. Karena sudah diberikan usulan berupa rute, maka saat *loading* barang ke dalam armada dapat diurutkan berdasarkan urutan rute, dimana pesanan pelanggan yang lebih dulu dilayani dimasukkan terakhir atau ditempatkan di tempat paling luar. Penyusunan buku dalam kardus disusun keatas dimana buku dengan ukuran dan jumlah terbesar yang didahulukan.

6.2.2. Saran untuk penelitian selanjutnya

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan penelitian pada produk percetakan dengan dimensi yang lebih bervariasi dan ukuran kardus yang bervariasi. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat membuat penjadwalan berkaitan dengan pengiriman buku dengan mempertimbangkan rute pengiriman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, S. (2000). *Manajemen transportasi (edisi kedua)*. Jakarta: Ghalia Indonesia
- Assauri, S. (2004). *Manajemen pemasaran*. Jakarta: Rajawali Press.
- Ballou, R. H. (2004). *Business logistic supply chain management (5th Ed.)*. New Jersey: Prentice Hall. Inc.
- Bowersox, D. J. (1995). *Manajemen logistik*, Jakarta: Bumi Aksara
- Bowesox, D. J. (2002) *Manajemen logistik Integrasi Sistem-sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material*. (A. Hasymi Ali, Penerjemah) Jakarta: Penerbit Bumi Aksara
- Chopra, S., & Meindl P. (2013). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation (5th ed)*. Harlow: Pearson Education
- Christata, B. R., (2019) *pembagian beban dan penentuan rute distribusi pada polar ice crystal yogyakarta*. [Skripsi S1, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.] UAJY Research Repository <http://e-journal.uajy.ac.id/20518/>
- Desrosiers, J. Yvan D., Maxmillan M., & Eric G. (1995). An Optimal Algorithm for the traveling salesman problem with time windows. *Operation Research Journal*. 43(2), 367-371
- Dewi, Y. H. K. (2018). *Perbaikan Jadwal dan Rute Distribusi Pada Distributor "Jogja Telor" untuk Meninimasi Resiko Keterlambatan Pengiriman*. [Skripsi S1, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.] UAJY Research Repository <http://e-journal.uajy.ac.id/16607/>
- Dorigo, M., & Maniezzo V. (1996). Ant system: optimization by a colony of cooperating agents. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 26(1), 29-41.
- Erdogan, G. (2017). *CLP spreadsheet solver*. Software. Bath: Bath University. People.bath.ac.uk/ge277/clp-spreadsheet-solver/
- Eka. (2010). *Penentuan rute distribusi produk minuman ringan pt. Coca-cola distribution indonesia dc (distribution center) pontianak menggunakan metode travelling salesman problem*. Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Faied, M., Mostafa A., & Girard A. (2010). *Vehicle routing problem instances: application to multi-UAV mission planning*. Reston, VA : American Institute of Aeronatutis and Astronautics Guidance, Navigation, and Control Conference.
- Gazali, W & Manik N. I. (2010). Perancangan program simulasi optimasi penyusunan barang dalam kontainer menggunakan algoritma greedy. *Jurnal Matematika Statistik*. 10(2), 100-113.

- Hana, S. (2017). *Pemodelan Vehicle routing problem with time windows untuk mengoptimasi rute distribusi produk sari roti dengan metode algoritma sweep dan mixed integer linear programming*. [Skripsi S1, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.] Institutional Repository UIN Sunan Kalijaga <http://digilib.uin-suka.ac.id/25026/>
- Hartono, V. A. (2015). *Optimasi Sistem Distribusi Pada Distributor Sepeda di PD. Trijaya Semarang* [Skripsi S1, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.] UAJY Research Repository <http://e-journal.uajy.ac.id/8531/>
- Heizer, J., & Render B. (2011). *Priciples of Operations Management*. United States of America: Pearson.
- Hutasoit, C. S., Susanty S., & Imran A. (2014). Penentuan Rute Distribusi Es Balok Menggunakan Algoritma Nearest Neighbour dan Local Search. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. 2(2), 268–276.
- Ikatan Penerbit Indonesia (2015) *Riset: buku indonesia dalam angka*. Diakses Pada 3 April 2020 dari <https://www.ikapi.org/riset/>
- Ikfan N., & Masudin I. (2013). Penentuan rute transportasi terpendek untuk meminimalkan biaya menggunakan metode *saving matriks*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 12(2), 165-178.
- Hutabarat, J. (2018). Penentuan jalur distribusi pada rantai supply dengan metode *saving matriks*. pp 1. Institut Teknologi Nasional Malang
- Mahardika, A., Rahman A., & Yuniarti R., (2015), Penyelesaian Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbour, *Jurnal pada Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya*.
- Nasution. (2008). *Manajemen transportasi*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Noer, I., & Ilyas M. (2013). Penentuan rute transportasi terpendek untuk meminimalkan biaya menggunakan *saving matriks*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 12(2), 165-167
- Pedruzzi, S., Nunes L. P. A., Rosa, R A., & Arpini B.P. (2016). A Mathematic model to optimize the volumetric capacity of trucks utilized in the transport of food products. *Gest. Prod.* 23(2), 350-364.
- Pujawan, I. N. & Mahendrawathi Er. (2017). *Supply chain management (edisi ketiga)*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Purnomo, R. E. (2019). *Usulan Rute Distribusi di Cv Agrindo Suprafood Dengan Menggunakan Metode Saving matrix*. [Skripsi S1, Universitas Atmajaya Yogyakarta]. UAJY Research Repository. <http://e-journal.uajy.ac.id/20548/>
- Sari, A., Atmini D., & Eminugroho R. S. (2016) penyelesaian capacitated vehicle routing problem menggunakan *saving matriks*, *sequential insertion*, dan *nearest neighbour* di victoria ro. *Jurnal Matematika Universitas Negeri Yogyakarta*.

- Simchi-Levi D., Kaminsky P., & Simchi-Levi E. (2007). *Designing and Managing the Supply chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*. New York: McGraw-Hills
- Siswanto. (2006). *Operation Research* Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Suryani, Deasy K. R. K., Lina D. F. (2018). Perbandingan Penerapan Metode Nearest Neighbour dan Insertion Untuk Penentuan Rute Distribusi Optimal Produk Roti Pada UKM Hasan Bakery Samarinda. *Profisiensi Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman*, 6 (1), 41-49
- Toth, P. & Vigo, D. (2002). *The vehicle routing problem*. Philadelphia: SIAM.
- Toth, P. & Vigo, D. (2014). *The vehicle routing problem*. Philadelphia: SIAM.
- Utomo, H. T., Pulungan M. H., Santoso E. F. S. M., (2004). *Minimasi Biaya Distribusi Tempe Dengan Menggunakan Metode travelling Salesman Problem (TSP)*. *Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya*. 5(2), 87-94
- Wibowo, P. B., Purwanto A., & Susy K. (2013). *Optimalisasi travelling salesman with time windows (TSP-TW) dengan algoritma semut*. [Skripsi S1, Universitas Negeri Malang]. UM Digital Repository.
- Yeun, L. C., Ismail W. R., Omar K., & Zirour M. (2008). Vehicle Routing Problem: Model and Solution. *Journal of Measurement and Analysis*. 4(1), 205-218.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Surat Keterangan Pengambilan Data Perusahaan

	PENERBIT & PERCETAKAN ANDI OFFSET Jl. Beo 38 - 40 Telp. 102741561001, Fax. 102741583202 Yogyakarta 55281 E-mail : hrdpenerbitandi@gmail.com Website : www.andipublisher.com
<u>SURAT KETERANGAN</u> Nomor : 395/AO-Pers/VII/2020	
Yang bertanda tangan di bawah ini, menerangkan bahwa mahasiswa :	
Nama	: LIDYA AYU VALENTINA
No. Mahasiswa	: 160609059
Program Studi	: Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
Telah mengadakan Penelitian di CV. ANDI OFFSET Yogyakarta pada bulan Maret 2020 dalam rangka mengumpulkan keterangan dan data untuk pembuatan skripsi	
Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.	
Yogyakarta, 6 Juli 2020	
 Widi Diantara Jani Manajer Personalia dan Umum	

Lampiran 2: Pengumpulan Fakta Awal

Peneliti : Permasalahan apa saja yang sering terjadi di CV. Y selain yang sudah diambil sebagai topik oleh mahasiswa Teknik industri UAJY saat ini?

HRD : Selain produksi ya, pemasaran dan pengiriman dalam kota karena pengiriman luar kota menggunakan jasa jadi data ada di pihak ketiga. Kalau pemasaran biasa permasalahan order berkaitan dengan target tetapi data yang berkaitan seperti keuangan, target, dsb tidak bisa dikeluarkan. Kalau pengiriman biasa paling driver terlambat kirim atau sampai perusahaan tidak tepat waktu.

Peneliti : dari topik pengiriman, dampak dari keterlambatan itu sendiri apa saja ya?

HRD : ya order terlambat kirim khususnya kalau menggunakan paket, lembur juga bisa terjadi karena jam kerja kantor sendiri dari jam 8 pagi sampai 4 sore, kalau driver tidak kembali tepat waktu ya lembur karena armadanya juga hanya 1 yang digunakan rutin. Ini karena biasanya toko buku khususnya yang besar minta kalau produk harus dikirim dihari yang sama di semua cabang.

Peneliti : keterlambatan pengiriman yang sering terjadi karena apa saja?

HRD : biasanya menunggu toko buka, atau ngetem di terminal menunggu bus, lalu lintas juga tapi itu masalah eksternal yang tidak bisa dikendalikan. Ya karena driver biasanya kirim sesuai insting saja, jalan yang sering dilewati.

Peneliti : apakah disini ada bagian atau staff khusus untuk pengiriman yang mengatur pengiriman ataupun urutan rute distribusi?

HRD : belum ada hanya pengemasan yang menentukan produk yang dikirim apa saja dan dan kemana saja, kemudian driver cuma melakukan pengiriman mengikuti rute yang sering dilewati.

Peneliti : dari hal tersebut berarti ada kemungkinan terjadi overload juga? Karena pelanggan yang terlayani tidak hanya 1 pelanggan dengan banyak cabang, selain itu juga armada yang aktif beroperasi hanya 1 armada

HRD : mungkin bisa terjadi, karena disini biasa asal mobil sudah penuh kirim, apalagi mobilnya mobil *box carry* tahun 2013, tapi kalau hanya mobil *kardus* kelebihan muatannya tidak ada sih kan nggak mungkin kardus ditumpuk diatas mobil *box*. Tapi kalau kapasitasnya berat tidak diketahui tergantung juga pada siapa saja yang dikirim.

Lampiran 3: Wawancara Lanjutan (Peneliti, Pmsm (Pemasaran))

Peneliti : kalau boleh tahu, pelanggan atau toko buku mana saja ya yang menjadi pelanggan tetap di CV. Y?

Pmsrn : secara garis besar semua toko buku besar di jogja gramedia, togamas, social agency, beberapa ada di terban sama taman pintar, ukdw fakultas teologi, tpk, betania itu toko buku rohani, beberapa dititipkan melalui paket juga ikut dalam pengiriman, penitipan yang kita antar kesana biasanya ke terminal jombor lewat bus putra remaja, ekspedisi sadana, paket margorejo itu beberapa pelanggan dari Cirebon, solo, purwokerto.

Peneliti : untuk daerah Yogyakarta sendiri, pengiriman rutin dilakukan berapa kali dalam 1 bulan?

Pmsrn : tergantung order, biasanya untuk toko buku besar atau kirim lewat ekspedisi dan titip ke bus bisa setiap minggu, kalau toko kecil atau instansi bisa 1 bulan. Itu untuk pengiriman buku saja, berbeda lagi kalau percetakan, tapi kalau percetakan tidak rutin setiap bulannya, biasanya bisa 3 bulan sekali, atau setiap bulan.

Peneliti : jadi disini yang rutin di produksi setiap bulannya buku ya?

Pmsrn : ya, buku-buku, soalnya ada pelanggannya, dan memang kita memproduksi buku bisa 50 sampai 60 buku setiap bulan, masing-masing toko juga biasanya pesan 5 sampai 10 eksemplar buku sekali kirim atau setiap bulan secara berkala.

Peneliti : Untuk order, apakah setiap pelanggan punya karakteristik produknya?

Pmsrn : ya ada, seperti toko buku kecil biasanya buku pelajaran, kamus, selain itu juga kalau rohani ya khusus buku rohani. Biasanya juga setiap pesanan dikategorikan ke format permintaan, ada beberapa format kertas juga yang dipakai, seperti majalah, buku pelajaran, biografi ada karakteristik tersendiri. Kalau diperlukan nanti bisa saya kirim data tersebut tetapi hanya rekapitulasi dari beberapa jenis format dan order.

Peneliti : bagaimana dengan pengemasan produknya ya?

Pmsrn : kami pakai kardus jumbo bisa muat puluhan sampai ratusan buku tergantung ukuran. Satuan dari kapasitasnya itu 10 koli dan bisa masuk di mobil *kardus* kurang lebih 20-25 koli sekali angkut.

Peneliti : pengiriman sendiri bagaimana ya, dengan 1 mobil agar bisa memenuhi permintaan pelanggan?

Pmsrn : bisa dibagi menjadi 2 *shift*, nanti dibagi lagi kalau ada yang minta jam segini masukin *shift* mana.

Peneliti : pelanggan memiliki karakteristik dari segi waktu tidak pak seperti pelayanannya, atau mungkin batasan waktu seperti kapan buka dan tutup?

Pmsrn : ada, biasanya ya kalau setahu saya driver dan sales kirim orderan bisa 10 menit khusus di terminal bisa 15 menit di taman pintar juga 15 menit karena harus naik turun tangga, muter lama. Kalau untuk batasan waktu mall biasanya buka jam 9, ada juga yang instansi seperti UKDW ada jam operasional bukanya juga, kita biasa kirim pagi sampai sebelum jam 1 diusahakan. Di jombor juga biasanya waktunya singkat, soalnya bis engga bisa ngetem *ditempat*, lalu di paket itu biasanya daftar pengiriman dari saya dan konsumen biasa janji dikirim pukul berapa. Ya biar nanti sampainya on time juga engga perlu kabari kalau telat, walaupun seritng terjadi keterlambatan.

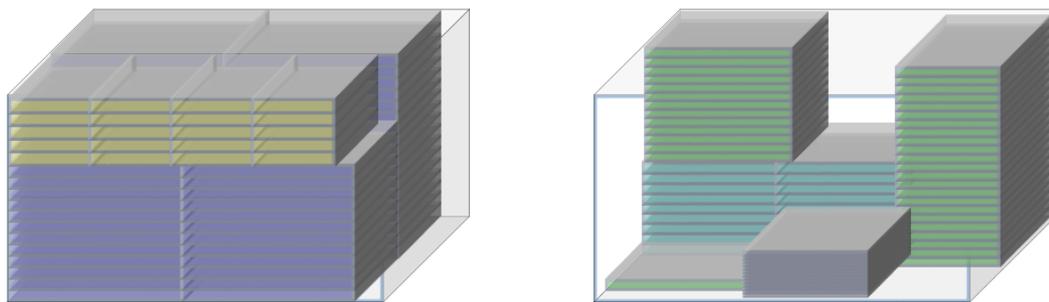
Peneliti : berkaitan dengan pengiriman lainnya, bagaimana ya pak rute yang dilalui oleh armada?

Pmsrn : pengiriman tidak pasti ya karena bergantung pada driver juga, tapi secara rutin, biasanya pengiriman pagi kedaerah kota karena mengejar pengiriman via bus. Kalau *shift* siang yang dekat saja sama paket.

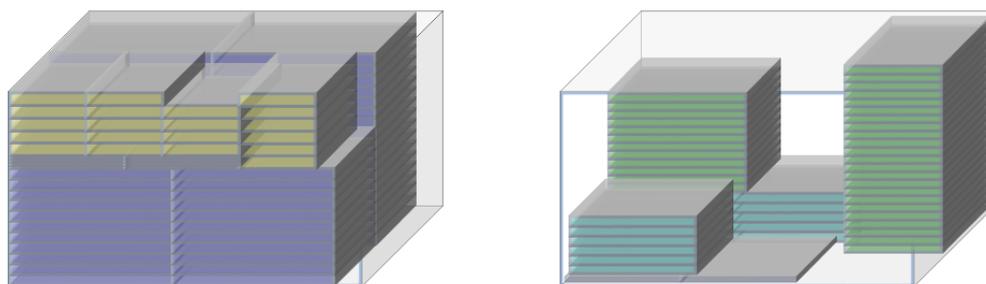
Peneliti : Untuk pengiriman buku sendiri prosesnya bagaimana ya pak?

Pmsrn : biasanya toko buku besar order buku, kemudian bagian pemasaran biasanya cs menawarkan bagaimana buku tersebut akan dicetak, kapan kirim, kontrak perjanjian dan lainnya, selesai dicetak tinggal dikirim sesuai tanggal order. Kalau dari kami sendiri biasanya setelah penulis disetujui lalu membuat kontrak, buku diproduksi dan ditawarkan melalui sales ke toko buku besar ataupun kecil, kadang ke instansi, kemudian buku diproduksi, dan dititipkan. Pembayaran setelah habis waktu kontrak, karena sistem kita konsinyasi. Jadi nanti payment dilakukan dengan bagian keuangan dan pembagian royalti dengan penulis dilakukan setelah buku habis terjual sekian eksemplar.

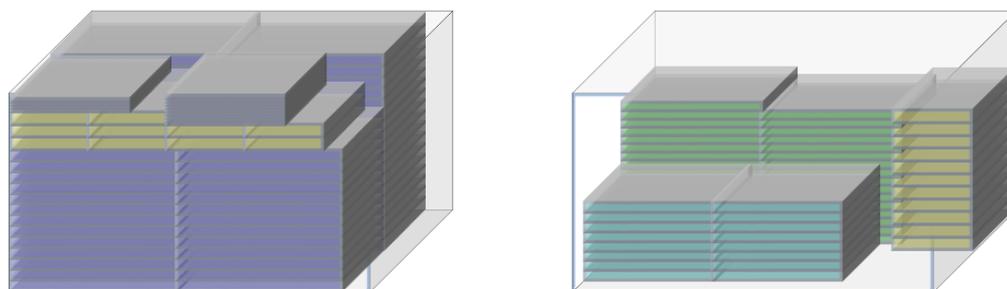
Lampiran 4: Visualisasi Penataan Buku di Kardus



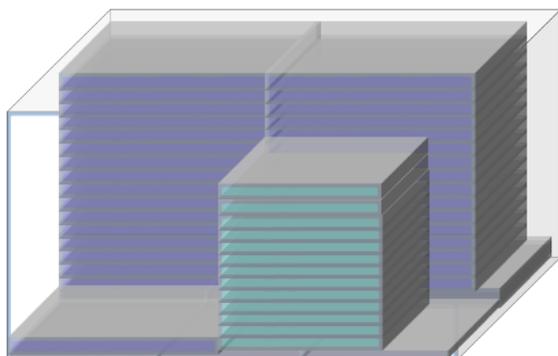
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 1



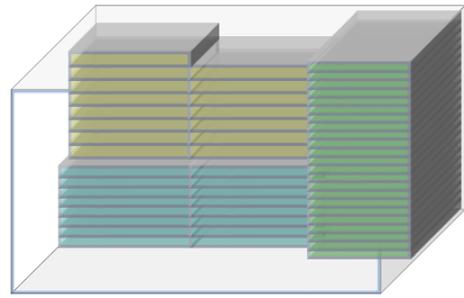
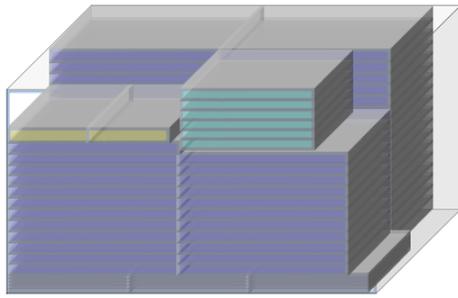
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 2



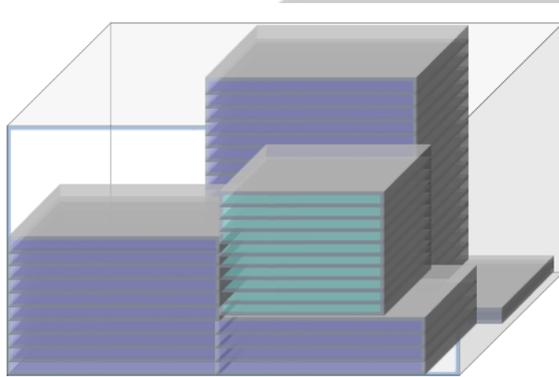
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 3



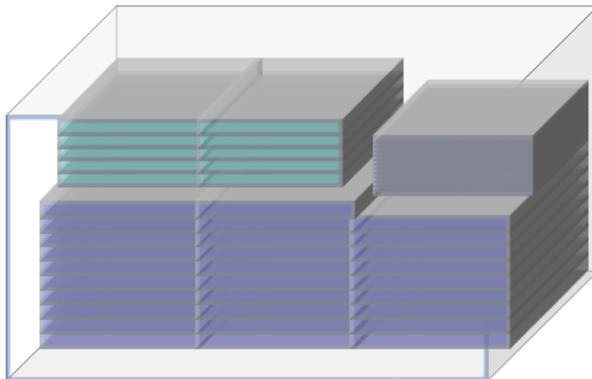
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 4



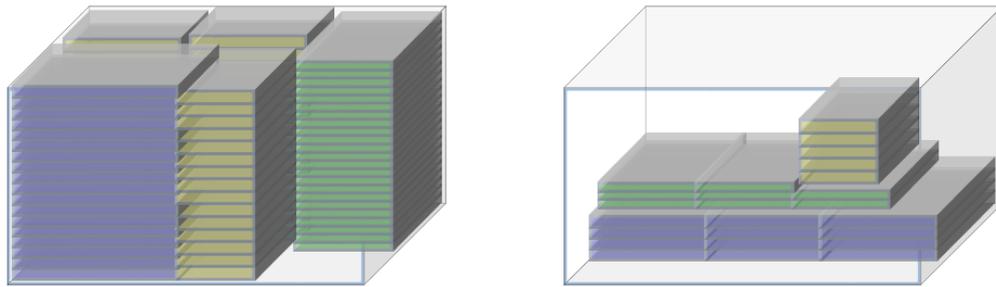
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 5



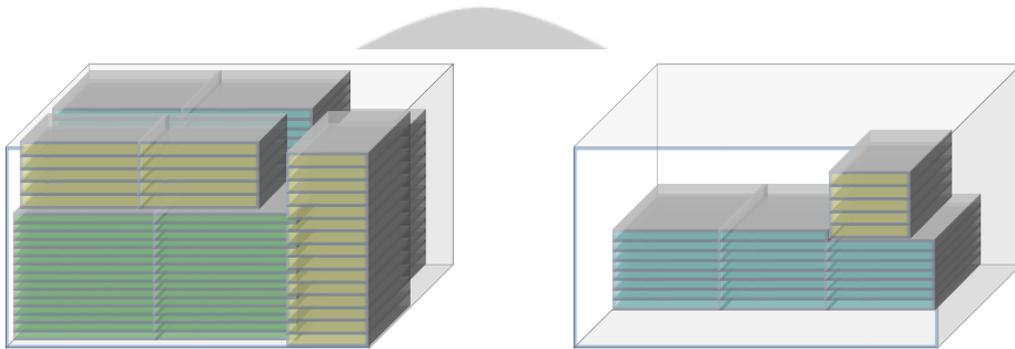
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 6



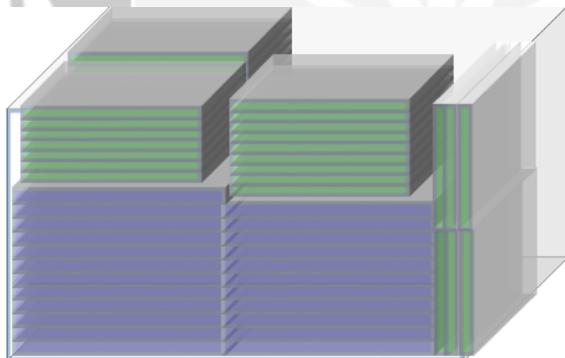
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 7



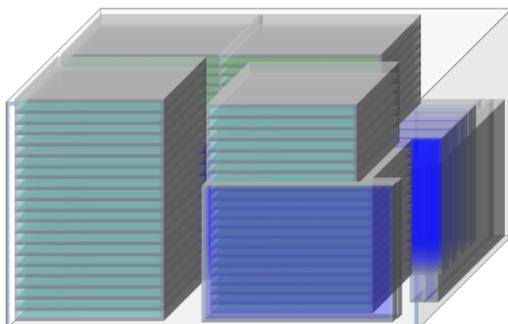
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 8



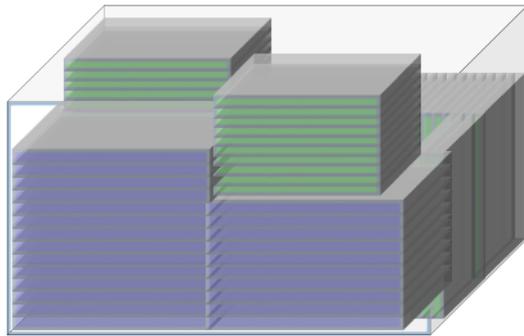
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 9



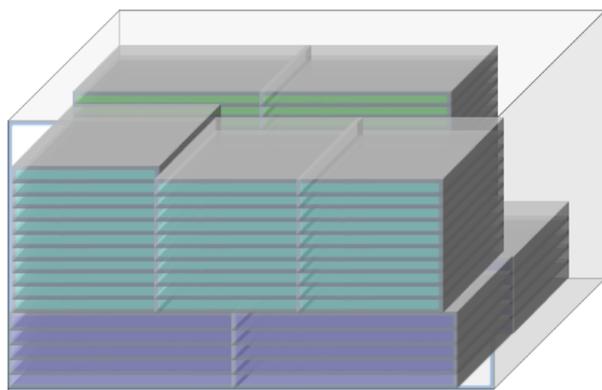
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 10



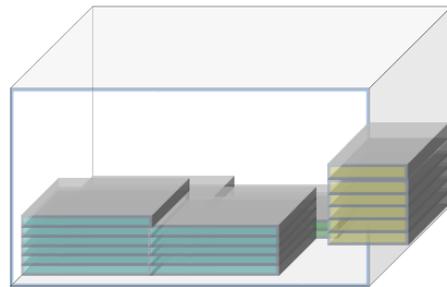
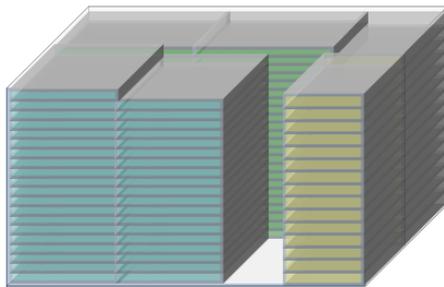
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 11



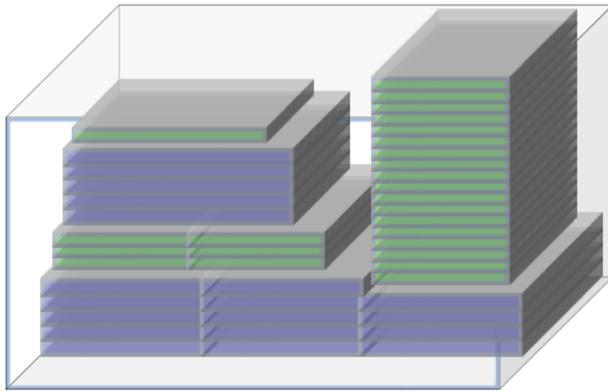
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 12



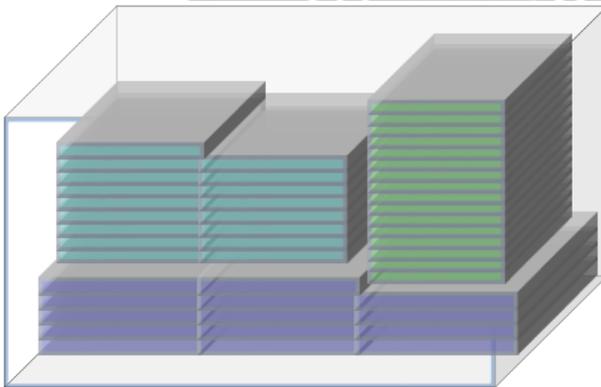
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 13



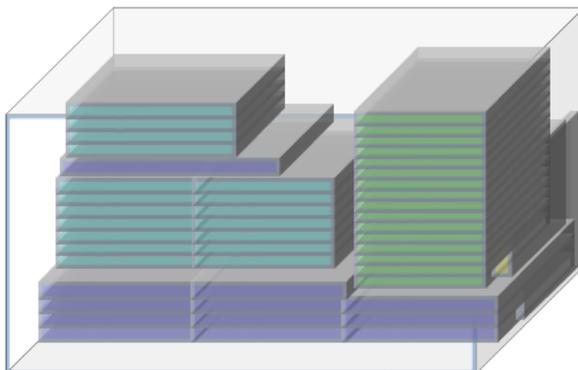
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 14



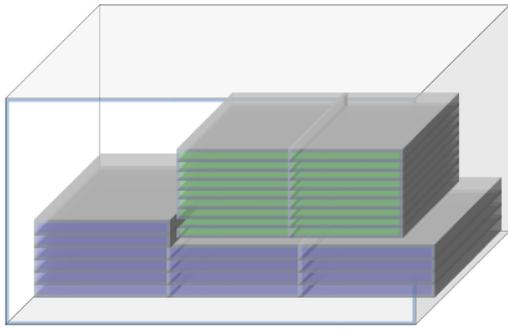
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 15A



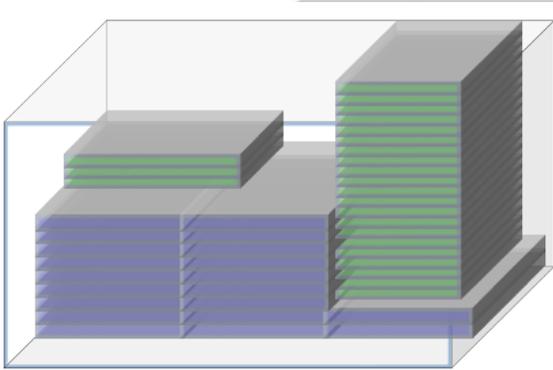
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 15B



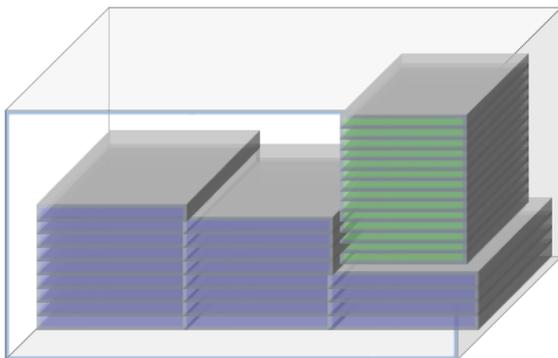
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 15C



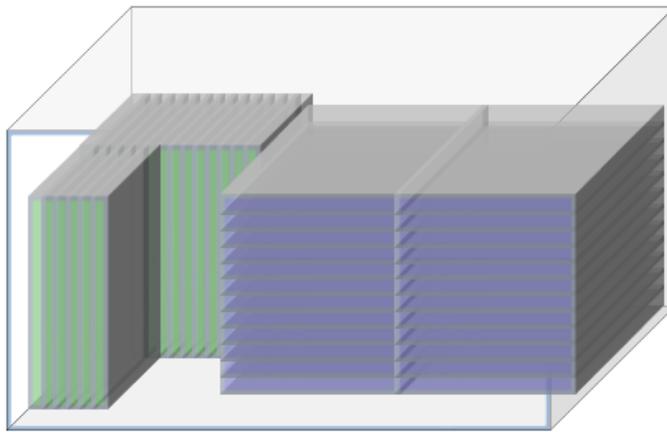
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 15D



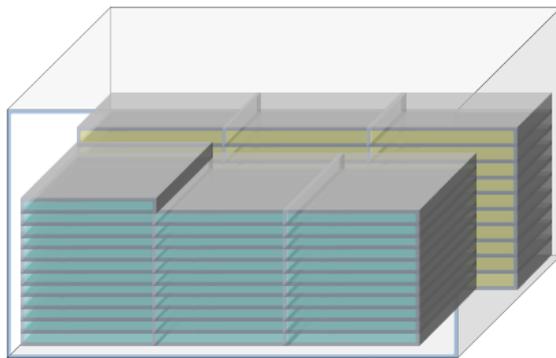
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 16E



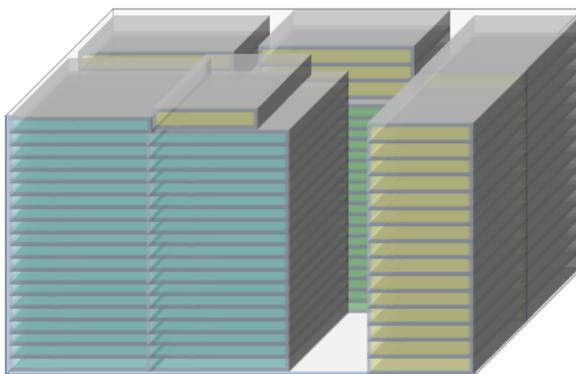
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 16F



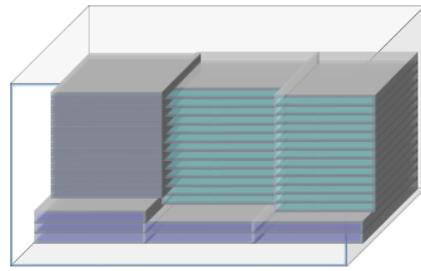
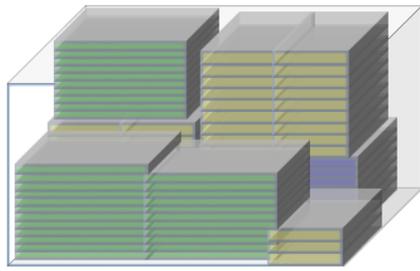
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 16G



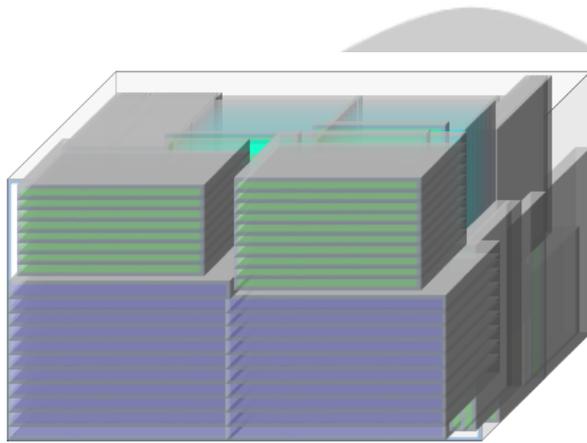
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 17



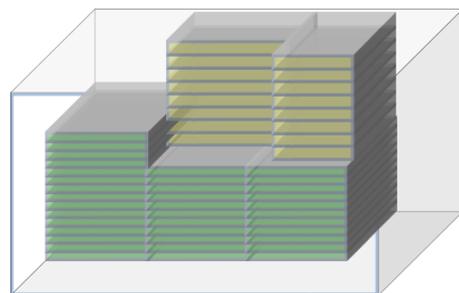
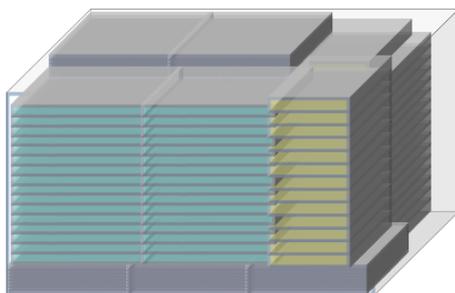
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 18



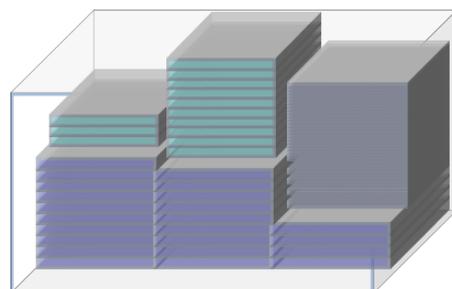
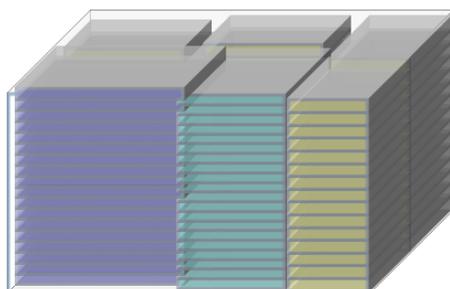
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 19H



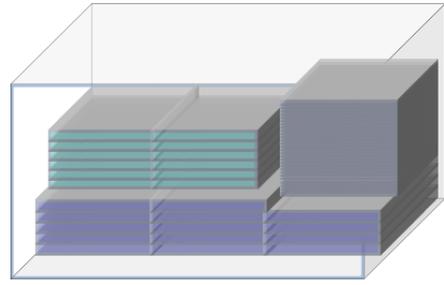
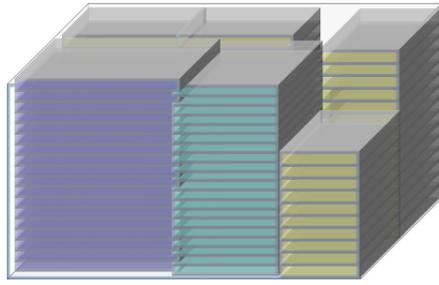
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 19I



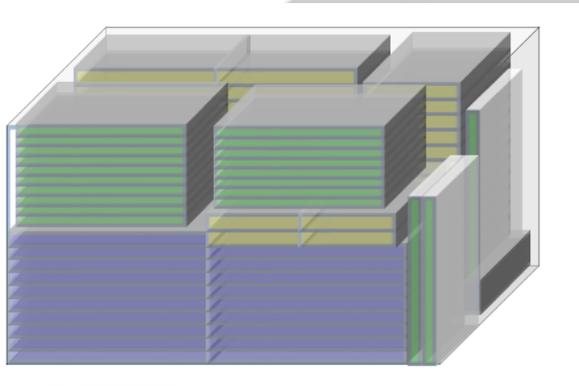
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 20J



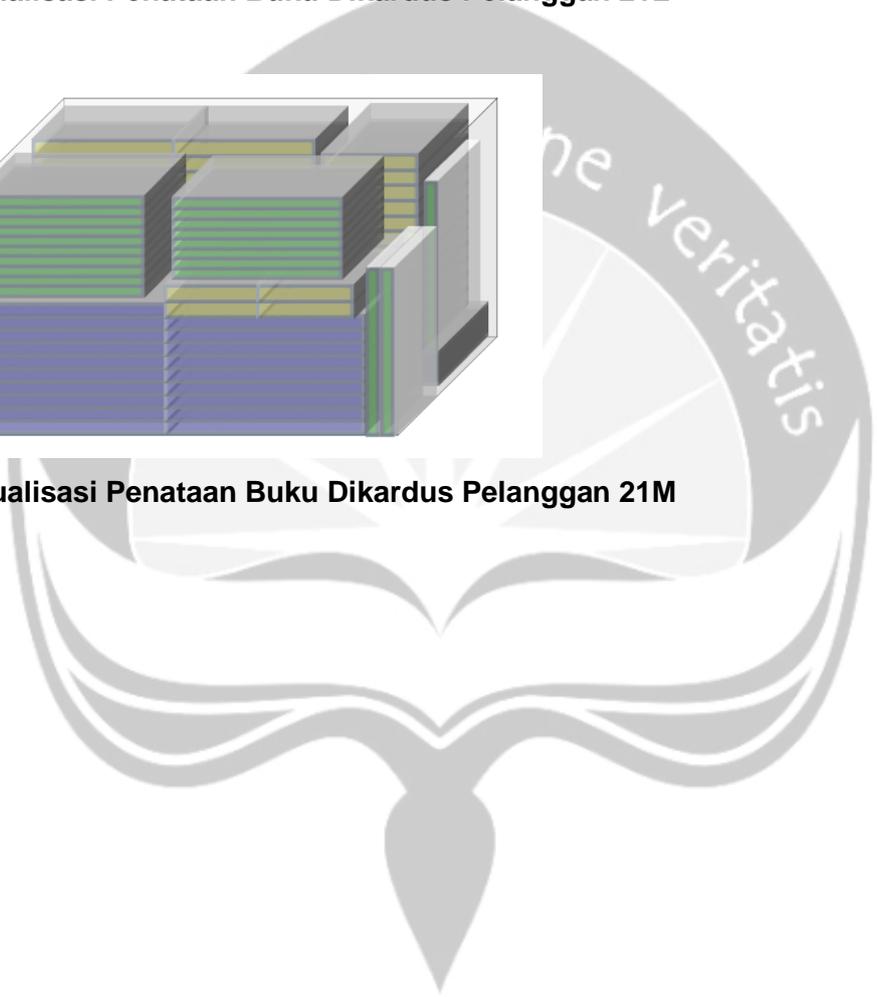
Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 20K



Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 21L



Visualisasi Penataan Buku Dikardus Pelanggan 21M



Lampiran 5: Tabel Hasil Penghitungan Matriks Penghematan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1		6,4	2	1,8	5,3	4,7	4,7	6,9	0,7	2,3	4,1	6,9	4,4	5,4	5,5	7,3	5,4	7,3	5,9	4,7	7
2	6,4		2,1	1,3	6,2	5,5	4,9	6,3	-0,2	2,5	4,6	8,2	3,5	5,7	9,1	6,3	5,7	8,7	9,9	5,5	9,6
3	1,3	0,8		0,8	1,6	-0,6	1,1	1,5	0	2,7	0,8	1,3	0	1,2	0,4	1,7	1	1,9	0,5	-0,5	1,3
4	2,2	1,9	2,7		4,8	5	2,2	2,6	4,9	1,9	1,9	2,4	5,5	2,3	1,4	2,9	2,1	3	1,6	5	2,4
5	4,7	5,7	2,9	5,1		13,4	2,9	5,2	5,4	1,4	3,3	8,1	9	3,7	4,8	5,4	3,6	8,3	5,7	13,4	8,1
6	4,2	5,3	0,1	4,6	12,6		2,5	4,7	4,9	0,9	2,8	7,6	11,9	3,2	4,3	5	3,1	7,8	5,3	12,8	7,6
7	5,3	5	1,5	1,6	3,9	3,2		5,7	-0,5	1,8	2,2	5,5	2,8	4,2	3,9	4,6	4,2	5,7	4,7	3,3	5,5
8	6,4	6,3	2	1,2	4,6	3,9	4,8		0,1	2,3	4,4	6,2	3,7	5,5	5,6	6,6	5,4	6,9	6	4	6,5
9	1,3	1,2	0,7	4,8	4,4	4,7	1,5	1,9		1,1	1,2	1,7	5,1	1,6	0,7	2,2	1,4	2,3	0,8	4,6	1,7
10	1,8	1,7	1,2	0,3	0,5	-0,3	2	2,4	-1,4		1,7	2,1	0,2	2,1	1,2	2,6	1,8	2,8	1,3	-0,3	2,2
11	4	4,6	1,7	2	4,2	3,5	5,3	4,6	-0,1	2,1		4,5	3,2	3,1	3,4	5,1	3,7	5,1	3,6	3,1	4,5
12	5,3	7,1	1,5	1,4	7,9	7,2	4,3	6,5	-0,8	1,9	3,8		0,3	5	6,6	6,8	5	9,4	7,5	7,3	10,7
13	3,9	3,7	0,9	5	8,2	11,8	1,7	4,4	5,3	1,3	3,2	2,3		1,8	2,5	4,9	2,8	5,3	3,3	8,4	4,7
14	5,1	5,6	1,3	1,6	3,9	3,2	5,3	5,7	-0,5	2,7	5	5,5	3,1		5,2	6	5,8	6,4	5,2	2,9	5,5
15	7	9,2	3,1	2,2	5,9	4,8	5,9	7,3	0,8	3,4	5,5	8	4,4	6,6		7,2	6,2	8,5	9,9	4,9	9,4
16	6,2	5,5	1,2	1,1	5	4,3	5,3	6,2	0	1,5	3,4	6,6	3,6	4,7	4,3		4,6	7,2	5,2	4,3	6,6
17	5,2	5,4	1,2	1,3	3,6	2,9	5	5,4	-1,2	2,5	4,7	5,2	2,8	5,7	5,1	5,6		5,8	5	2,9	5,2
18	6,6	8,1	2	1,1	7,3	6,6	5,3	6,5	-1	2,4	4,5	8,9	2,6	5,3	6,7	6,5	5,4		7,7	6,6	10,1
19	6,6	8,4	1,6	1,3	6,9	6,2	5,1	6,8	-1,4	2,6	4,7	8,9	2,2	5,8	10	6,7	5,7	9,4		6,2	10,3
20	5,2	6,4	1,6	5,7	13,7	14	3,6	5,8	6	2	3,9	8	9,6	4,3	5,4	6,1	4,2	8,9	6,4		8,7
21	6,4	8,2	2,1	1,5	7,9	7,3	4,9	6,6	-0,4	2,5	4,6	10,7	3,3	5,6	8,2	6,9	5,6	10,5	9	7,3	

Lampiran 6: Matriks Penghematan

i	j	saving matrix	keputusan	keterangan
20	6	14	O	masuk rute shift pagi (time window pelanggan 20)
20	5	13,7	O	masuk rute shift pagi (time window pelanggan 20)
5	6	13,4	V	sudah masuk rute shift pagi
5	20	13,4	V	sudah masuk rute shift pagi
6	20	12,8	V	sudah masuk rute shift pagi
6	5	12,6	V	sudah masuk rute shift pagi
6	13	11,9	O	masuk rute shift pagi
13	6	11,8	V	sudah masuk rute shift pagi
21	12	10,7	X	beda <i>time windows</i>
12	21	10,7	X	beda <i>time windows</i>
21	18	10,5	O	masuk rute shift siang (time window pelanggan 21)
19	21	10,3	O	sudah masuk rute shift siang
18	21	10,1	V	masuk rute shift siang (time window pelanggan 19)
19	15	10		masuk rute shift siang
2	19	9,9	O	masuk rute shift siang
15	19	9,9	V	sudah masuk rute shift pagi
20	13	9,6	V	sudah masuk rute shift siang
2	21	9,6	V	beda <i>time windows</i>
12	18	9,4	X	beda <i>time windows</i>
15	21	9,4	V	sudah masuk rute shift siang
19	18	9,4	V	sudah masuk rute shift siang
15	2	9,2	V	sudah masuk rute shift siang
2	15	9,1	V	sudah masuk rute shift siang
5	13	9	V	sudah masuk rute shift pagi
21	19	9	V	sudah masuk rute shift pagi
18	12	8,9	X	beda <i>time windows</i>
20	18	8,9	X	<i>shift</i> berbeda
19	12	8,9	X	beda <i>time windows</i>
2	18	8,7	V	sudah masuk rute shift siang
20	21	8,7	X	<i>shift</i> berbeda
15	18	8,5	V	sudah masuk rute shift siang
13	20	8,4	V	sudah masuk rute shift pagi
19	2	8,4	V	sudah masuk rute shift siang
5	18	8,3	X	<i>shift</i> berbeda
2	12	8,2	X	beda <i>time windows</i>
21	15	8,2	V	sudah masuk rute shift siang
13	5	8,2	V	sudah masuk rute shift pagi
21	2	8,2	V	sudah masuk rute shift siang
5	12	8,1	O	masuk rute shift pagi

i	j	saving matrix	keputusan	keterangan
5	21	8,1	X	<i>shift</i> berbeda
18	2	8,1	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
15	12	8	X	<i>shift</i> berbeda
20	12	8	V	sudah masuk rute <i>shift</i> pagi
21	5	7,9	X	<i>shift</i> berbeda
12	5	7,9	V	sudah masuk rute <i>shift</i> pagi
6	18	7,8	X	<i>shift</i> berbeda
18	19	7,7	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
6	12	7,6	V	sudah masuk rute <i>shift</i> pagi
6	21	7,6	X	<i>shift</i> berbeda
12	19	7,5	X	<i>shift</i> berbeda
12	20	7,3	V	sudah masuk rute <i>shift</i> pagi
1	18	7,3	O	masuk rute <i>shift</i> siang
15	8	7,3	O	masuk rute <i>shift</i> pagi
18	5	7,3	X	<i>shift</i> berbeda
21	6	7,3	X	<i>shift</i> berbeda
21	20	7,3	X	<i>shift</i> berbeda
15	16	7,2	O	masuk rute <i>shift</i> siang
12	6	7,2	V	sudah masuk rute <i>shift</i> pagi
16	18	7,2	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
12	2	7,1	X	<i>shift</i> berbeda
1	21	7	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
15	1	7	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
1	8	6,9	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
1	12	6,9	X	<i>shift</i> berbeda
21	16	6,9	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
8	18	6,9	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
19	5	6,9	X	<i>shift</i> berbeda
12	16	6,8	X	<i>shift</i> berbeda
19	8	6,8	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
19	16	6,7	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
18	15	6,7	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
18	20	6,6	X	<i>shift</i> berbeda
19	1	6,6	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
8	16	6,6	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
15	14	6,6	X	mempertimbangkan kapasitas
16	12	6,6	X	<i>shift</i> berbeda
16	21	6,6	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
18	1	6,6	V	sudah masuk rute <i>shift</i> siang
18	6	6,6	X	<i>shift</i> berbeda

i	j	Savingmatrix	keputusan	keterangan
21	8	6,6	V	sudah masuk rute shift siang
12	15	6,6	X	<i>shift</i> berbeda
18	8	6,5	V	sudah masuk rute shift siang
12	8	6,5	X	<i>shift</i> berbeda
8	21	6,5	V	sudah masuk rute shift siang
18	16	6,5	V	sudah masuk rute shift siang
1	2	6,4	V	sudah masuk rute shift siang
2	1	6,4	V	sudah masuk rute shift siang
8	1	6,4	V	sudah masuk rute shift siang
14	18	6,4	X	mempertimbangkan kapasitas
20	2	6,4	X	<i>shift</i> berbeda
20	19	6,4	X	<i>shift</i> berbeda
21	1	6,4	V	sudah masuk rute shift siang
2	8	6,3	V	sudah masuk rute shift siang
8	2	6,3	V	sudah masuk rute shift siang
2	16	6,3	V	sudah masuk rute shift siang
2	5	6,2	X	<i>shift</i> berbeda
15	17	6,2	X	beda <i>time windows</i>
16	8	6,2	V	sudah masuk rute shift siang
19	20	6,2	X	<i>shift</i> berbeda
8	12	6,2	X	<i>shift</i> berbeda
19	6	6,2	X	<i>shift</i> berbeda
20	16	6,1	X	<i>shift</i> berbeda
8	19	6	V	sudah masuk rute shift siang
14	16	6	X	mempertimbangkan kapasitas
20	9	6	O	masuk rute shift pagi
1	19	5,9	V	sudah masuk rute shift siang
15	5	5,9	X	<i>shift</i> berbeda
15	7	5,9	O	masuk rute shift siang
19	14	5,8	X	mempertimbangkan kapasitas
14	17	5,8	O	masuk rute shift pagi
17	18	5,8	X	<i>shift</i> berbeda
20	8	5,8	X	<i>shift</i> berbeda
2	14	5,7	X	<i>shift</i> berbeda
5	19	5,7	X	<i>shift</i> berbeda
7	8	5,7	V	sudah masuk rute shift siang
19	17	5,7	X	<i>shift</i> berbeda
5	2	5,7	X	<i>shift</i> berbeda
7	18	5,7	V	sudah masuk rute shift siang
14	8	5,7	X	mempertimbangkan kapasitas
17	14	5,7	V	sudah masuk rute shift pagi

i	j	Savingmatrix	keputusan	keterangan
20	4	5,7	O	masuk rute shift pagi
2	17	5,7	X	<i>shift</i> berbeda
8	15	5,6	V	sudah masuk rute shift siang
14	2	5,6	X	<i>shift</i> berbeda
17	16	5,6	X	<i>shift</i> berbeda
21	14	5,6	X	<i>shift</i> berbeda
21	17	5,6	X	beda <i>time windows</i>
14	21	5,5	X	<i>shift</i> berbeda
16	2	5,5	V	sudah masuk rute shift siang
1	15	5,5	V	sudah masuk rute shift siang
2	6	5,5	X	<i>shift</i> berbeda
2	20	5,5	X	beda <i>time windows</i>
4	13	5,5	V	sudah masuk rute shift pagi
7	12	5,5	X	beda <i>time windows</i>
7	21	5,5	V	sudah masuk rute shift siang
8	14	5,5	X	<i>shift</i> berbeda
14	12	5,5	X	<i>shift</i> berbeda
15	11	5,5	X	mempertimbangkan kapasitas
1	14	5,4	X	<i>shift</i> berbeda
5	9	5,4	V	sudah masuk rute shift pagi
5	16	5,4	X	<i>shift</i> berbeda
17	2	5,4	X	<i>shift</i> berbeda
17	8	5,4	X	<i>shift</i> berbeda
18	17	5,4	X	<i>shift</i> berbeda
20	15	5,4	X	<i>shift</i> berbeda
1	17	5,4	X	<i>shift</i> berbeda
8	17	5,4	X	<i>shift</i> berbeda
1	5	5,3	X	<i>shift</i> berbeda
6	19	5,3	X	<i>shift</i> berbeda
13	9	5,3	V	sudah masuk rute shift pagi
18	7	5,3	V	sudah masuk rute shift siang
7	1	5,3	V	sudah masuk rute shift siang
11	7	5,3	X	mempertimbangkan kapasitas
14	7	5,3	X	<i>shift</i> berbeda
16	7	5,3	V	sudah masuk rute shift siang
18	14	5,3	X	<i>shift</i> berbeda
6	2	5,3	X	<i>shift</i> berbeda
12	1	5,3	X	<i>shift</i> berbeda
13	18	5,3	X	<i>shift</i> berbeda
14	15	5,2	X	<i>shift</i> berbeda

i	j	Savingmatrix	keputusan	keterangan
14	19	5,2	X	shift berbeda
17	1	5,2	X	shift berbeda
5	8	5,2	X	shift berbeda
16	19	5,2	V	sudah masuk rute shift siang
17	12	5,2	V	sudah masuk rute shift pagi
17	21	5,2	X	shift berbeda
20	1	5,2	X	shift berbeda
5	4	5,1	V	sudah masuk rute shift pagi
9	13	5,1	V	sudah masuk rute shift pagi
11	16	5,1	X	mempertimbangkan kapasitas
11	18	5,1	X	mempertimbangkan kapasitas
14	1	5,1	V	sudah masuk rute shift pagi
17	15	5,1	X	shift berbeda
19	7	5,1	V	sudah masuk rute shift pagi
4	6	5	V	sudah masuk rute shift pagi
4	20	5	V	sudah masuk rute shift pagi
6	16	5	V	sudah masuk rute shift pagi
7	2	5	V	sudah masuk rute shift siang
12	17	5	V	sudah masuk rute shift pagi
14	11	5	O	masuk rute shift pagi
16	5	5	X	shift berbeda
17	7	5	X	shift berbeda
17	19	5	X	shift berbeda
12	14	5	V	sudah masuk rute shift pagi
13	4	5	V	sudah masuk rute shift pagi
2	7	4,9	X	shift berbeda
4	9	4,9	V	sudah masuk rute shift pagi
13	16	4,9	X	shift berbeda
6	9	4,9	V	sudah masuk rute shift pagi
15	20	4,9	X	shift berbeda
21	7	4,9	X	shift berbeda
5	15	4,8	X	shift berbeda
4	5	4,8	V	sudah masuk rute shift pagi
8	7	4,8	X	shift berbeda
9	4	4,8	V	sudah masuk rute shift pagi
15	6	4,8	X	shift berbeda
1	7	4,7	V	sudah masuk rute shift siang
1	20	4,7	X	shift berbeda
7	19	4,7	V	sudah masuk rute shift siang
16	14	4,7	X	shift berbeda

i	j	Savingmatrix	keputusan	keterangan
17	11	4,7	V	sudah masuk rute shift pagi
19	11	4,7	X	shift berbeda
1	6	4,7	X	shift berbeda
5	1	4,7	X	shift berbeda
6	8	4,7	X	shift berbeda
9	6	4,7	V	sudah masuk rute shift pagi
13	21	4,7	X	shift berbeda
2	11	4,6	X	shift berbeda
9	20	4,6	V	sudah masuk rute shift pagi
6	4	4,6	V	sudah masuk rute shift pagi
7	16	4,6	X	shift berbeda
8	5	4,6	X	shift berbeda
11	2	4,6	X	shift berbeda
11	8	4,6	X	shift berbeda
16	17	4,6	X	shift berbeda
21	11	4,6	X	shift berbeda
11	21	4,5	X	shift berbeda
18	11	4,5	X	shift berbeda
11	12	4,5	V	sudah masuk rute shift pagi
1	13	4,4	V	Shift berbeda
8	11	4,4	X	shift berbeda
9	5	4,4	V	sudah masuk rute shift pagi
13	8	4,4	X	shift berbeda
15	13	4,4	X	shift berbeda
6	15	4,3	X	shift berbeda
12	7	4,3	X	shift berbeda
16	1	4,3	V	sudah masuk rute shift siang
16	15	4,3	V	sudah masuk rute shift siang
16	20	4,3	X	shift berbeda
20	14	4,3	V	sudah masuk rute shift pagi
16	6	4,3	X	shift berbeda
7	14	4,2	V	sudah masuk rute shift siang
20	17	4,2	V	sudah masuk rute shift pagi
6	1	4,2	X	shift berbeda
7	17	4,2	X	shift berbeda
11	5	4,2	V	sudah masuk rute shift pagi
1	11	4,1	X	shift berbeda
8	20	4	X	shift berbeda
11	1	4	X	shift berbeda
7	5	3,9	X	shift berbeda

i	j	Savingmatrix	keputusan	keterangan
7	15	3,9	V	sudah masuk rute shift siang
13	1	3,9	X	shift berbeda
14	5	3,9	V	sudah masuk rute shift pagi
20	11	3,9	V	sudah masuk rute shift pagi
8	6	3,9	X	shift berbeda
1	16	3,8	V	sudah masuk rute shift siang
12	11	3,8	V	sudah masuk rute shift pagi
13	2	3,7	X	shift berbeda
11	17	3,7	V	sudah masuk rute shift pagi
5	14	3,7	V	sudah masuk rute shift pagi
8	13	3,7	X	shift berbeda
5	17	3,6	V	sudah masuk rute shift pagi
11	19	3,6	X	shift berbeda
16	13	3,6	X	shift berbeda
17	5	3,6	V	sudah masuk rute shift pagi
20	7	3,6	V	sudah masuk rute shift pagi
2	13	3,5	X	shift berbeda
11	6	3,5	V	sudah masuk rute shift pagi
15	10	3,4	X	Kapasitas melebihi 800kg
16	11	3,4	X	shift berbeda
11	15	3,4	X	shift berbeda
7	20	3,3	V	sudah masuk rute shift pagi
21	13	3,3	X	shift berbeda
5	11	3,3	V	sudah masuk rute shift pagi
13	19	3,3	X	shift berbeda
13	11	3,2	V	sudah masuk rute shift pagi
6	14	3,2	V	sudah masuk rute shift pagi
7	6	3,2	V	Shift berbeda
11	13	3,2	V	sudah masuk rute shift pagi
14	6	3,2	V	sudah masuk rute shift pagi
11	14	3,1	V	sudah masuk rute shift pagi
14	13	3,1	V	sudah masuk rute shift pagi
15	3	3,1	X	mempertimbangkan kapasitas
6	17	3,1	V	sudah masuk rute shift pagi
11	20	3,1	V	sudah masuk rute shift pagi
4	18	3	X	shift berbeda
4	16	2,9	X	shift berbeda
5	3	2,9	O	masuk rute shift pagi
17	20	2,9	V	sudah masuk rute shift pagi
5	7	2,9	V	sudah masuk rute shift pagi

i	j	Savingmatrix	keputusan	keterangan
14	20	2,9	V	sudah masuk rute shift pagi
17	6	2,9	V	sudah masuk rute shift pagi
7	13	2,8	V	Shift berbeda
13	17	2,8	V	sudah masuk rute shift pagi
10	18	2,8	X	mempertimbangkan kapasitas
17	13	2,8	V	sudah masuk rute shift pagi
6	11	2,8	V	sudah masuk rute shift pagi
3	10	2,7	O	masuk rute shift pagi. SELESAI.
4	3	2,7		Iterasi sudah selesai
14	10	2,7		Iterasi sudah selesai
4	8	2,6		Iterasi sudah selesai
10	16	2,6		Iterasi sudah selesai
18	13	2,6		Iterasi sudah selesai
19	10	2,6		Iterasi sudah selesai
21	10	2,5		Iterasi sudah selesai
2	10	2,5		Iterasi sudah selesai
13	15	2,5		Iterasi sudah selesai
17	10	2,5		Iterasi sudah selesai
6	7	2,5		Iterasi sudah selesai
4	12	2,4		Iterasi sudah selesai
4	21	2,4		Iterasi sudah selesai
18	10	2,4		Iterasi sudah selesai
10	8	2,4		Iterasi sudah selesai
4	14	2,3		Iterasi sudah selesai
1	10	2,3		Iterasi sudah selesai
14	3	2,3		Iterasi sudah selesai
8	10	2,3		Iterasi sudah selesai
9	18	2,3		Iterasi sudah selesai
13	12	2,3		Iterasi sudah selesai
4	1	2,2		Iterasi sudah selesai
4	7	2,2		Iterasi sudah selesai
7	11	2,2		Iterasi sudah selesai
15	4	2,2		Iterasi sudah selesai
9	16	2,2		Iterasi sudah selesai
10	21	2,2		Iterasi sudah selesai
17	3	2,2		Iterasi sudah selesai
19	13	2,2		Iterasi sudah selesai
4	17	2,1		Iterasi sudah selesai
10	12	2,1		Iterasi sudah selesai
10	14	2,1		Iterasi sudah selesai

i	j	Savingmatrix	keputusan	keterangan
21	3	2,1		Iterasi sudah selesai
2	3	2,1		Iterasi sudah selesai
11	10	2,1		Iterasi sudah selesai
18	3	2		Iterasi sudah selesai
1	3	2		Iterasi sudah selesai
10	7	2		Iterasi sudah selesai
20	10	2		Iterasi sudah selesai
8	3	2		Iterasi sudah selesai
11	4	2		Iterasi sudah selesai
3	18	1,9		Iterasi sudah selesai
4	10	1,9		Iterasi sudah selesai
4	11	1,9		Iterasi sudah selesai
9	8	1,9		Iterasi sudah selesai
4	2	1,9		Iterasi sudah selesai
12	10	1,9		Iterasi sudah selesai
13	14	1,8		Iterasi sudah selesai
7	10	1,8		Iterasi sudah selesai
10	1	1,8		Iterasi sudah selesai
1	4	1,8		Iterasi sudah selesai
10	17	1,8		Iterasi sudah selesai
3	16	1,7		Iterasi sudah selesai
9	12	1,7		Iterasi sudah selesai
9	21	1,7		Iterasi sudah selesai
10	2	1,7		Iterasi sudah selesai
10	11	1,7		Iterasi sudah selesai
11	3	1,7		Iterasi sudah selesai
13	7	1,7		Iterasi sudah selesai
9	14	1,6		Iterasi sudah selesai
14	4	1,6		Iterasi sudah selesai
3	5	1,6		Iterasi sudah selesai
4	19	1,6		Iterasi sudah selesai
7	4	1,6		Iterasi sudah selesai
19	3	1,6		Iterasi sudah selesai
20	3	1,6		Iterasi sudah selesai
9	7	1,5		Iterasi sudah selesai
3	8	1,5		Iterasi sudah selesai
7	3	1,5		Iterasi sudah selesai
12	3	1,5		Iterasi sudah selesai
16	10	1,5		Iterasi sudah selesai
21	4	1,5		Iterasi sudah selesai

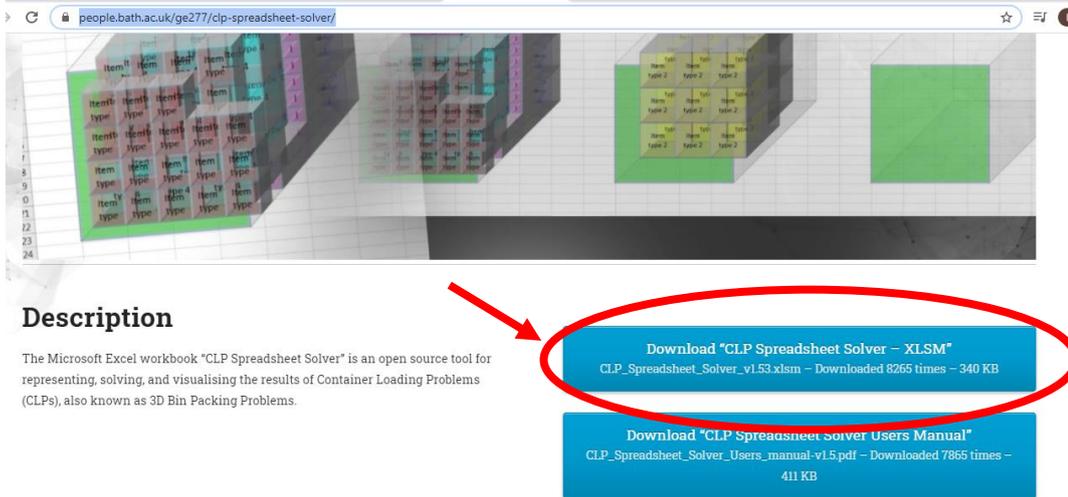
i	j	Savingmatrix	keputusan	keterangan
4	15	1,4		Iterasi sudah selesai
5	10	1,4		Iterasi sudah selesai
12	4	1,4		Iterasi sudah selesai
9	17	1,4		Iterasi sudah selesai
3	1	1,3		Iterasi sudah selesai
3	12	1,3		Iterasi sudah selesai
2	4	1,3		Iterasi sudah selesai
3	21	1,3		Iterasi sudah selesai
9	1	1,3		Iterasi sudah selesai
10	19	1,3		Iterasi sudah selesai
13	10	1,3		Iterasi sudah selesai
17	4	1,3		Iterasi sudah selesai
19	4	1,3		Iterasi sudah selesai
3	14	1,2		Iterasi sudah selesai
9	11	1,2		Iterasi sudah selesai
10	3	1,2		Iterasi sudah selesai
8	4	1,2		Iterasi sudah selesai
9	2	1,2		Iterasi sudah selesai
10	15	1,2		Iterasi sudah selesai
16	3	1,2		Iterasi sudah selesai
9	10	1,1		Iterasi sudah selesai
18	4	1,1		Iterasi sudah selesai
3	7	1,1		Iterasi sudah selesai
16	4	1,1		Iterasi sudah selesai
3	17	1		Iterasi sudah selesai
6	10	0,9		Iterasi sudah selesai
13	3	0,9		Iterasi sudah selesai
9	19	0,8		Iterasi sudah selesai
3	11	0,8		Iterasi sudah selesai
3	2	0,8		Iterasi sudah selesai
3	4	0,8		Iterasi sudah selesai
15	9	0,8		Iterasi sudah selesai
9	3	0,7		Iterasi sudah selesai
9	15	0,7		Iterasi sudah selesai
1	9	0,7		Iterasi sudah selesai
3	19	0,5		Iterasi sudah selesai
10	5	0,5		Iterasi sudah selesai
3	15	0,4		Iterasi sudah selesai
10	4	0,3		Iterasi sudah selesai
12	13	0,3		Iterasi sudah selesai

i	j	Savingmatrix	keputusan	keterangan
10	13	0,2		Iterasi sudah selesai
6	3	0,1		Iterasi sudah selesai
8	9	0,1		Iterasi sudah selesai
1	1	0		Iterasi sudah selesai
2	2	0		Iterasi sudah selesai
3	3	0		Iterasi sudah selesai
3	9	0		Iterasi sudah selesai
3	13	0		Iterasi sudah selesai
4	4	0		Iterasi sudah selesai
5	5	0		Iterasi sudah selesai
6	6	0		Iterasi sudah selesai
7	7	0		Iterasi sudah selesai
8	8	0		Iterasi sudah selesai
9	9	0		Iterasi sudah selesai
10	10	0		Iterasi sudah selesai
11	11	0		Iterasi sudah selesai
12	12	0		Iterasi sudah selesai
13	13	0		Iterasi sudah selesai
14	14	0		Iterasi sudah selesai
15	15	0		Iterasi sudah selesai
16	9	0		Iterasi sudah selesai
16	16	0		Iterasi sudah selesai
17	17	0		Iterasi sudah selesai
18	18	0		Iterasi sudah selesai
19	19	0		Iterasi sudah selesai
20	20	0		Iterasi sudah selesai
21	21	0		Iterasi sudah selesai
11	9	-0,1		Iterasi sudah selesai
2	9	-0,2		Iterasi sudah selesai
10	6	-0,3		Iterasi sudah selesai
10	20	-0,3		Iterasi sudah selesai
21	9	-0,4		Iterasi sudah selesai
3	20	-0,5		Iterasi sudah selesai
7	9	-0,5		Iterasi sudah selesai
14	9	-0,5		Iterasi sudah selesai
3	6	-0,6		Iterasi sudah selesai
12	9	-0,8		Iterasi sudah selesai
18	9	-1		Iterasi sudah selesai
17	9	-1,2		Iterasi sudah selesai
19	9	-1,4		Iterasi sudah selesai
10	9	-1,4		Iterasi sudah selesai

Lampiran 7: Langkah Penggunaan CLP Spreadsheet Solver

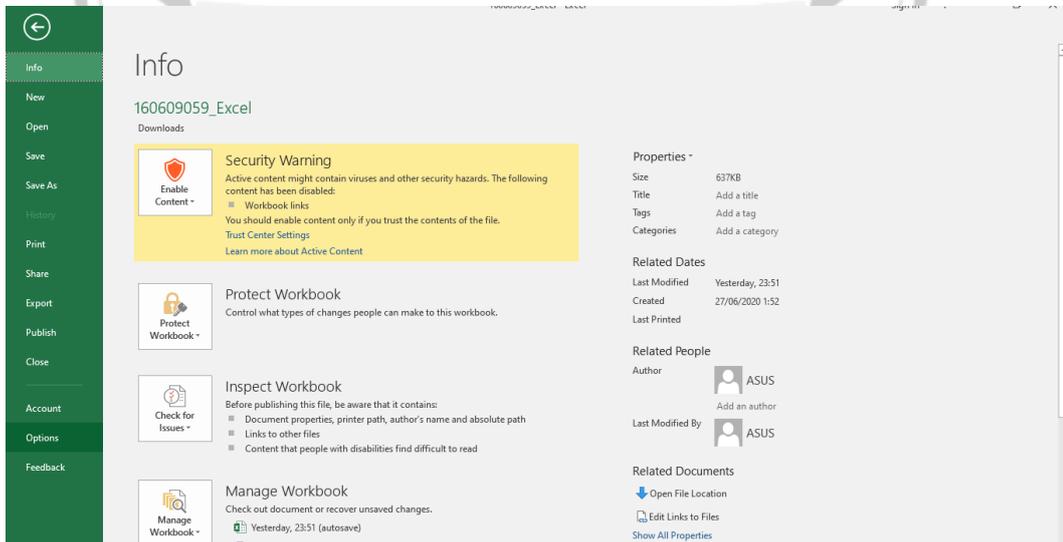
Langkah 1: membuka website: <https://people.bath.ac.uk/ge277/clp-spreadsheet-solver/>

Langkah 2: pada halaman awal yang sudah terbuka, pada bagian *description* pilih "Download Spreadsheet Solver - XLSM" dan file akan terunduh.

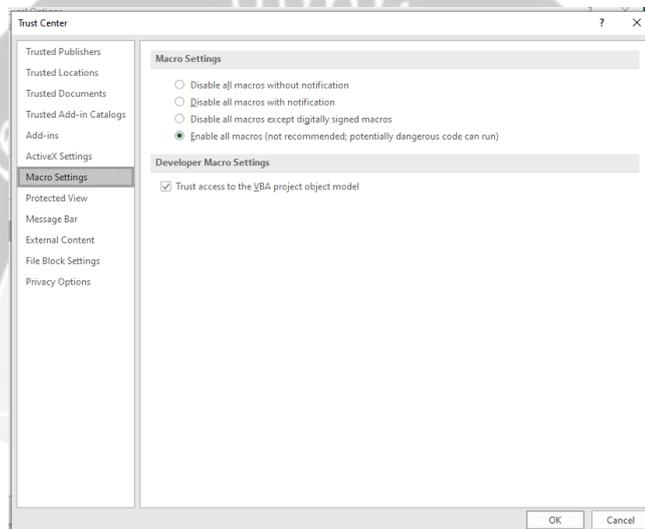
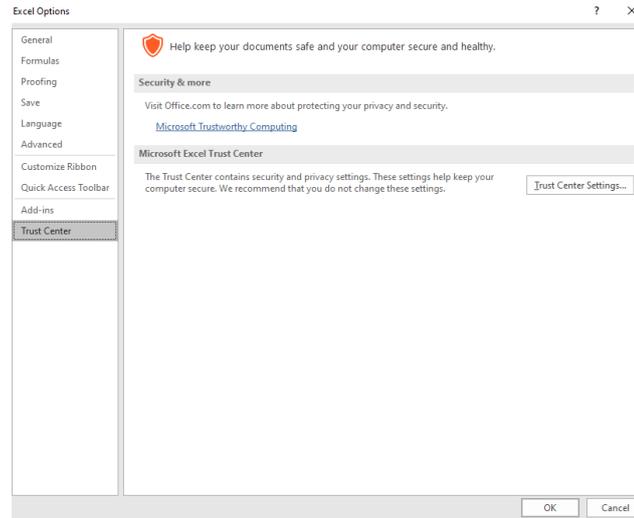


The screenshot shows the website's header with a 3D visualization of a bin packing problem. Below the header is the "Description" section, which contains the following text: "The Microsoft Excel workbook "CLP Spreadsheet Solver" is an open source tool for representing, solving, and visualising the results of Container Loading Problems (CLPs), also known as 3D Bin Packing Problems." Below the description are two download buttons. The first button, "Download "CLP Spreadsheet Solver - XLSM"", is circled in red and has a red arrow pointing to it. The second button is "Download "CLP Spreadsheet Solver Users Manual"". The browser's address bar shows the URL: people.bath.ac.uk/ge277/clp-spreadsheet-solver/.

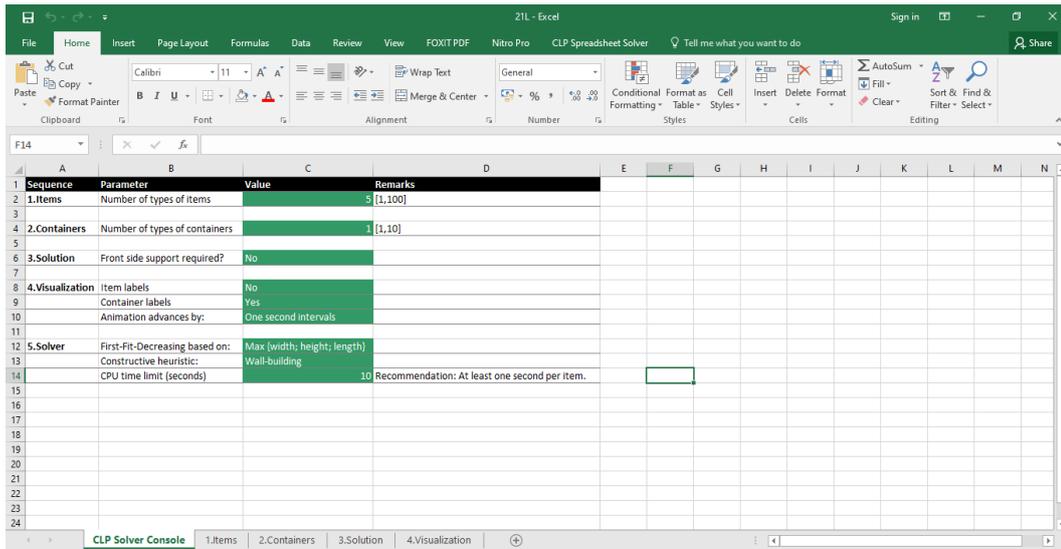
Langkah 3: File dapat terbuka secara langsung bila telah mengaktifkan add-in macro di Microsoft excel. Urutan cara mengaktifkannya dimulai dari file > option > trust center > trust center setting > macro setting > enable all macro > ok



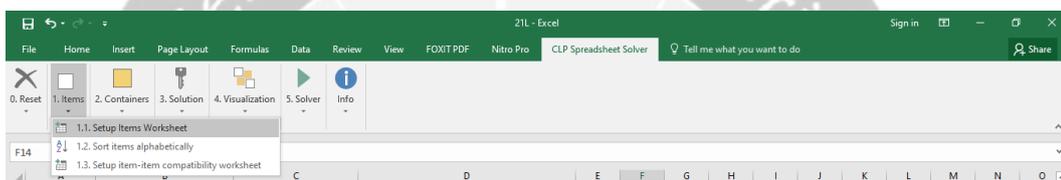
The screenshot shows the Microsoft Excel "Info" pane for a file named "160609059_Excel". The pane is divided into several sections: "Security Warning" (with an "Enable Content" button), "Protect Workbook" (with a "Protect Workbook" button), "Inspect Workbook" (with a "Check for Issues" button), and "Manage Workbook" (with a "Manage Workbook" button). On the right side, there are "Properties" (Size: 637KB, Title: Add a title, Tags: Add a tag, Categories: Add a category), "Related Dates" (Last Modified: Yesterday, 23:51, Created: 27/06/2020 1:52, Last Printed), "Related People" (Author: ASUS, Last Modified By: ASUS), and "Related Documents" (Open File Location, Edit Links to Files, Show All Properties).



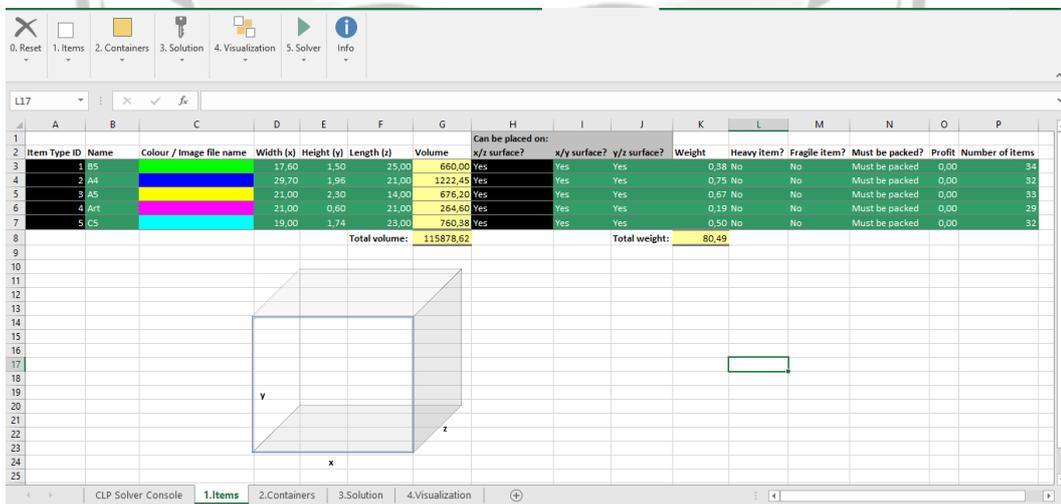
Langkah 4: File yang sudah diunduh dapat dibuka dan dapat digunakan. Tampilan awal berisikan input awal untuk program yang ditampilkan, penjelasan terdapat pada sub-sub bab 5.1.2. berikut tampilan awal CLP *Spreadsheet Solver*.



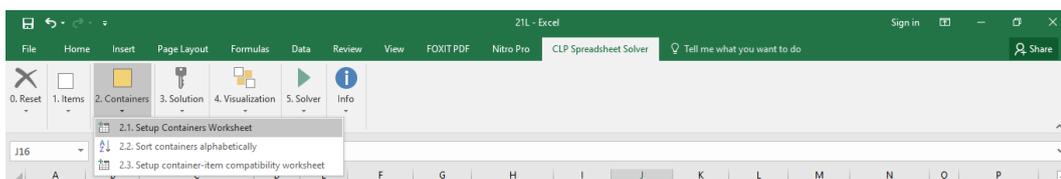
Langkah 5: pengisian *items*. Setelah melakukan pengisian pada halaman awal maka *setup items worksheet* dipilih.



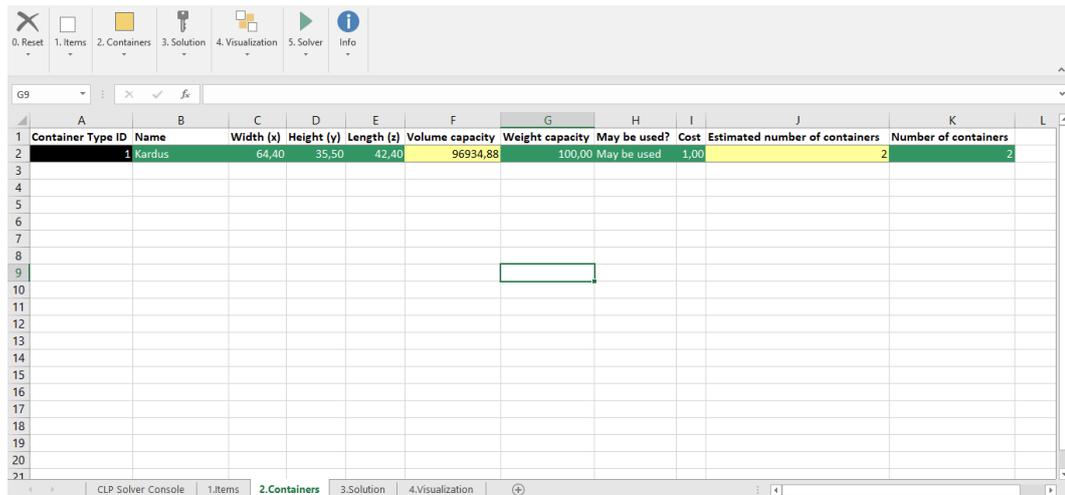
Hal yang perlu diisi adalah nama, panjang, lebar, tinggi, weight, dan numbers of items



Langkah 6: pengisian *containers*. Setelah melakukan pengisian pada *tab items* maka *setup containers worksheet* dipilih.



Hal yang perlu diisi adalah nama, panjang, lebar, tinggi dan berat maksimum

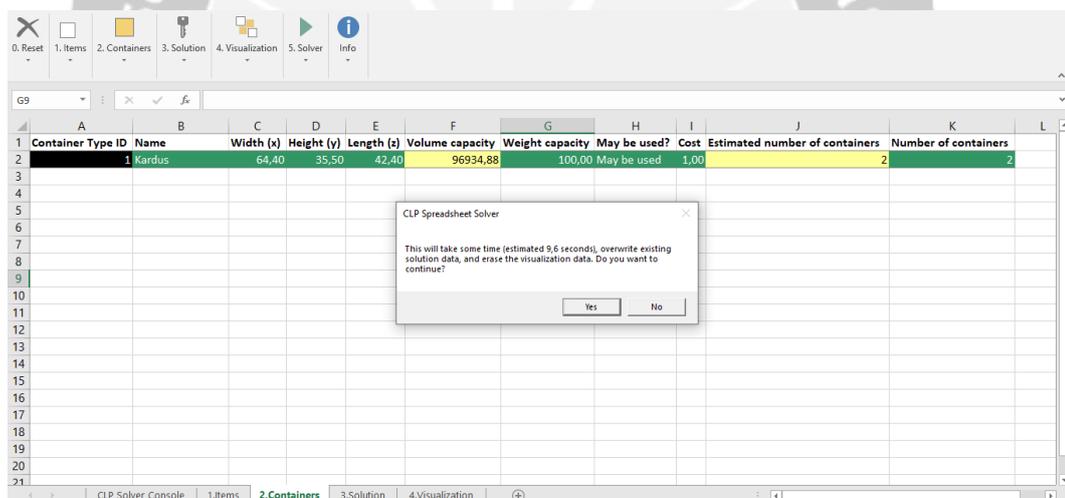


Container Type ID	Name	Width (x)	Height (y)	Length (z)	Volume capacity	Weight capacity	May be used?	Cost	Estimated number of containers	Number of containers
1	Kardus	64,40	35,50	42,40	96934,88	100,00	May be used	1,00	2	2

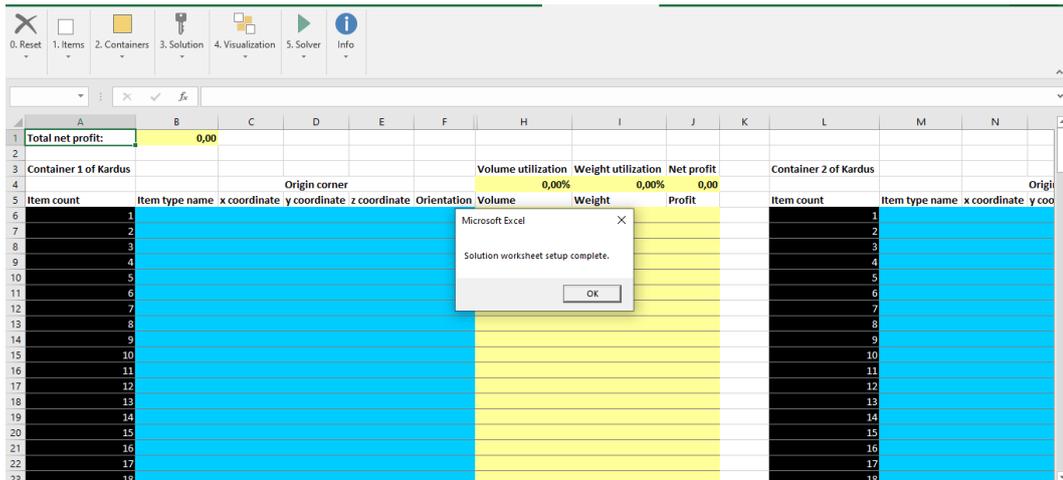
Langkah 7: Tampilan *template solution*. Pilih *setup solution*



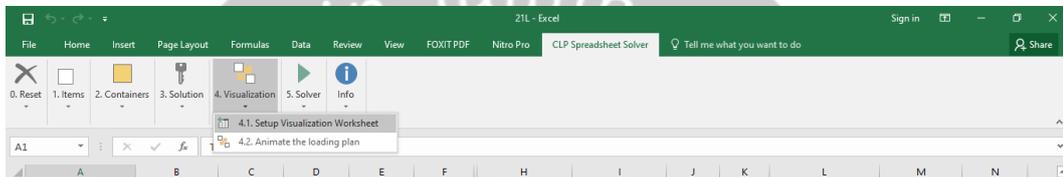
keluar *pop up* klik *ok*



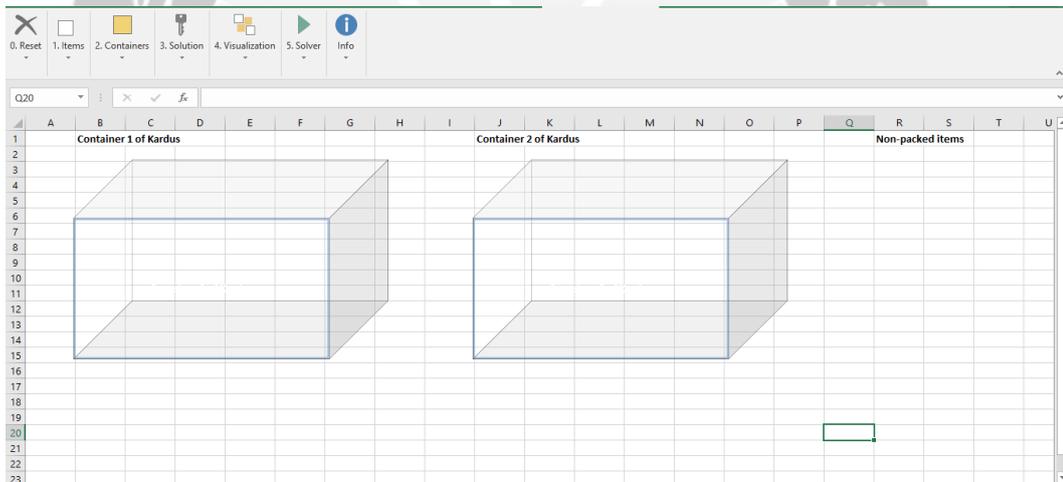
muncul tampilan *template solution*



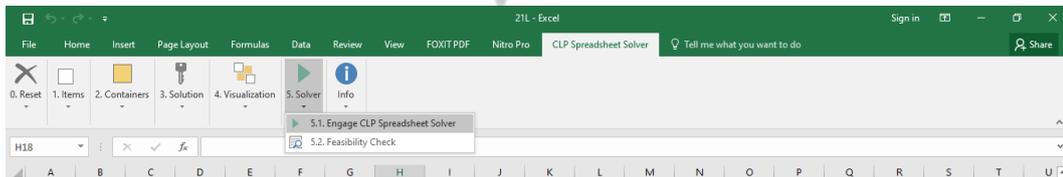
Langkah 8: Tampilan *visualization*. Pilih setup *visualization worksheet*.



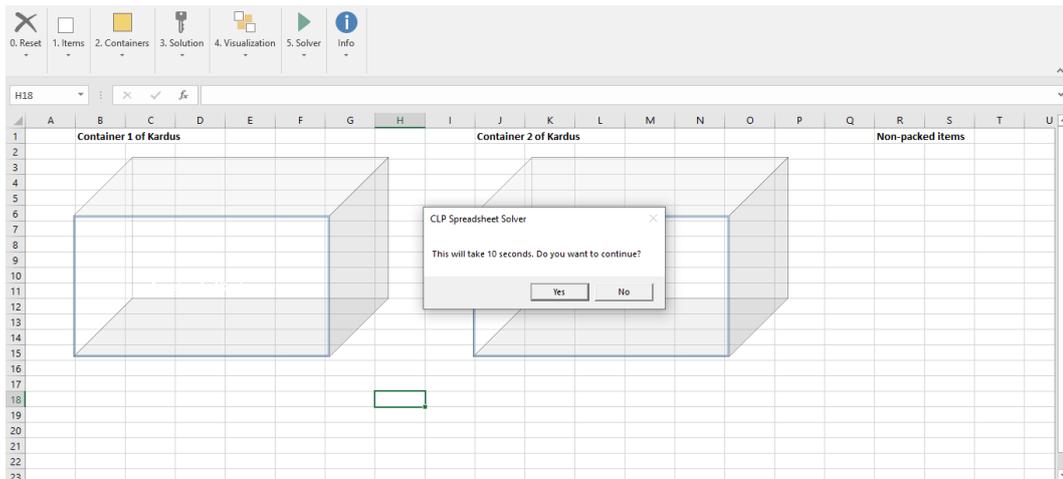
Tampilan *visualization*



Langkah 9: Solver hasil berupa *solution* dan *visualization*. Pilih tab kelima yaitu solver dan pilih *engage CLP Spreadsheet Solver*.



Muncul *pop-up* dan pilih OK



Tampilan Akhir *Solution*

Total net profit:												
Total net profit: -2,00												
Container 1 of Kardus					Volume utilization	Weight utilization	Net profit	Container 2 of Kardus				
Origin corner					92,38%	64,07%	-1,00	Origin				
Item count	Item type name	x coordinate	y coordinate	z coordinate	Orientation	Volume	Weight	Profit	Item count	Item type name	x coordinate	y coordinate
1	A4	0,00	0,00	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	1	B5	0,00	0,00
2	A4	29,70	0,00	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	2	B5	25,00	0,00
3	A4	59,40	0,00	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	3	B5	50,00	0,00
4	A4	61,36	0,00	0,00	yzx	1222,45	0,75	0,00	4	B5	51,50	0,00
5	Art	63,32	0,00	0,00	yzx	264,60	0,19	0,00	5	B5	53,00	0,00
6	A4	0,00	1,96	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	6	B5	54,50	0,00
7	A4	29,70	1,96	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	7	B5	56,00	0,00
8	A4	0,00	3,92	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	8	B5	57,50	0,00
9	A4	29,70	3,92	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	9	B5	59,00	0,00
10	A4	0,00	5,88	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	10	B5	60,50	0,00
11	A4	29,70	5,88	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	11	B5	62,00	0,00
12	A4	0,00	7,84	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	12	B5	63,50	0,00
13	A4	29,70	7,84	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	13	B5	65,00	0,00
14	A4	0,00	9,80	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	14	B5	66,50	0,00
15	A4	29,70	9,80	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	15	B5	68,00	0,00
16	A4	0,00	11,76	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	16	B5	69,50	0,00
17	A4	29,70	11,76	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	17	B5	71,00	0,00
18	A4	0,00	13,72	0,00	xyz	1222,45	0,75	0,00	18	B5	72,50	0,00

Tampilan akhir *visualization*

