

**OPTIMASI PENJADWALAN PROSES PRODUKSI & RUTE DISTRIBUSI
PROGRAM MAKAN BERGIZI GRATIS (MBG) MENGGUNAKAN
METODE *MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING* DAN *BACKWARD
SCHEDULING***

(Studi kasus: SPPG XYZ)

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)



Disusun oleh:
Nama : Ahmad Muzadi
NIM : 22106060076

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2026

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-744/Un.02/DST/PP.00.9/04/2026

Tugas Akhir dengan judul : Optimasi Penjadwalan Proses Produksi dan Rute Distribusi pada Program Makan Bergizi Gratis (MBG) Menggunakan Metode MILP dan BACKWARD SCHEDULING (Studi kasus: SPPG XYZ)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : AHMAD MUZADI, S.T
Nomor Induk Mahasiswa : 22106060076
Telah diujikan pada : Selasa, 28 April 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

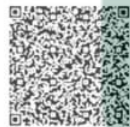
dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Prof. Ir. Dwi Agustina Kurniawati, S.T., M.Eng., Ph.D, IPM,
ASEAN Eng
SIGNED

Valid ID: 6920091a86d



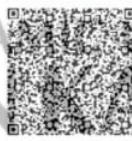
Penguji I
Syaeful Arief, S.T., M.T.
SIGNED

Valid ID: 691191c7d998



Penguji II
Gunawan Budi Susilo, M.Eng.
SIGNED

Valid ID: 6920956078f



Yogyakarta, 28 April 2026.
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 69f808c83030c

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga

Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr wb

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Ahmad Muzadi

NIM : 22106060076

Judul Skripsi : Optimasi Penjadwalan Proses Produksi dan Rute Distribusi Program Makan Bergizi Gratis (MBG) Menggunakan *Metode Mixed Integer Linear Programming* dan *Backward Scheduling*

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Industri.

Dengan ini kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr wb

Yogyakarta,
Pembimbing,


Prof. Ir. Dwi Agustina Kurniawati,
S.T., M.Eng., Ph.D., IPM, ASEAN Eng.
NIP. 19790806 200604 2 001

SURAT KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Muzadi
NIM : 22106060076
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul: Optimasi Penjadwalan Proses Produksi Dan Rute Distribusi Program Makan Bergizi Gratis (MBG) Menggunakan Metode *Mixed Integer Linear Programming* Dan *Backward Scheduling* adalah hasil karya pribadi dan sepanjang pengetahuan penyusun tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penyusun ambil sebagai acuan.

Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, maka sepenuhnya menjadi tanggungjawab penyusun.

Kota Yogyakarta 08 April 2026


n,
Ahmad Muzadi,
NIM 2210606076

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

“Setiap kesempatan layak dihadapi dengan keberanian. Disanalah arah kesuksesan ditentukan”



HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta bimbingan. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas rahmat, kemudahan, dan kelapangan yang memungkinkan setiap tahap dalam proses ini dapat dijalani.
2. Kedua orang tua dan keluarga tercinta penulis, atas doa, dukungan, serta kepercayaan yang menjadi dasar setiap langkah yang diambil.
3. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta beserta jajarannya.
4. Ibu Herninanjati Paramawardhani, M.Sc, selaku kepala program studi Teknik Industri, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Bapak Ir. Taufiq Aji, S.T., M.T., IPM., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan perhatian selama masa perkuliahan.
6. Ibu Prof. Ir. Dwi Agustina Kurniawati, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, ketelitian, serta arahan dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, atas ilmu, pengalaman, dan lingkungan akademik yang membentuk cara berpikir penulis
8. Seluruh pihak SPPG, atas izin, kepercayaan, dan keterbukaan dalam proses pengambilan data penelitian.

9. Teman-teman seperjuangan di Rajendra, Soleh, kak Sop, mas Nur, dan Nayla, atas dukungan, motivasi, dan kebersamaan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
10. Rekan satu bimbingan, mas Dede, Al, Iqbal, Rully, Ismi, dan Nabila, atas semangat yang terus menular di setiap masa penulisan.
11. Mas-mas takmir LABAG, mas Ipul, Pojan, Anwar, Nopal, Yuda, Zain, Faisol, dan Hudzaifi, serta Sahabat Masjid, atas pengalaman dan pembelajaran yang melengkapi proses di luar ruang akademik penulis.
12. Adek, yang senantiasa hadir memberi dukungan dan ruang dalam proses yang penulis jalani hingga selesai.
13. Seluruh pihak yang mendukung dan berkontribusi penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul Optimasi Penjadwalan Proses Produksi & Rute Distribusi Program Makan Bergizi Gratis (MBG) Menggunakan Metode *Mixed Integer Linear Programming* Dan *Backward Scheduling* (Studi Kasus: SPPG XYZ).

Skripsi ini disusun sebagai bentuk kontribusi dalam mengkaji permasalahan operasional, khususnya dalam sistem distribusi dan produksi makanan pada program MBG. Skripsi ini juga disusun guna memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari adanya berbagai tantangan dan keterbatasan. Namun, berkat dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga segala bantuan dan kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT, *aamiin yarabbal'alamiin*.

Yogyakarta, 08 April 2026
Penulis

Ahmad Muzadi
22106060076

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
SURAT KEASLIAN SKRIPSI	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Pertanyaan Penelitian.....	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Batasan Penelitian.....	7
1.6. Sistematika Penulisan	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1. Penelitian Terdahulu	9
2.2. Landasan Teori.....	14
2.2.1. Makan Bergizi Gratis (MBG).....	14
2.2.2. <i>Food Quality</i>	16
2.2.3. Sistem Distribusi.....	18
2.2.4. Proses Produksi.....	19
2.2.5. Transportasi	20
2.2.6. Penjadwalan (<i>Scheduling</i>)	20
2.2.7. <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	21
2.2.8. <i>Vehicle Routing Problem Time Windows</i> (VRPTW).....	23
2.2.9. <i>Mixed Integer Linear Programming</i> (MILP).....	23
2.2.10. Python.....	25
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1. Objek Penelitian.....	27

3.2. Metode Pengumpulan Data.....	27
3.3. Variabel Penelitian.....	29
3.4. Model Analisis.....	32
3.5. Diagram Alir Penelitian.....	33
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1. Gambaran Umum Proses Produksi Perusahaan.....	37
4.2. Pengumpulan Data.....	39
4.2.1. Data Lokasi Pelanggan.....	39
4.2.2. Data Jarak dan Waktu Tempuh dari Depot ke Pelanggan.....	41
4.2.3. Data Permintaan Pelanggan.....	42
4.2.4. Jam Operasional Konsumsi Pelanggan.....	43
4.2.5. Rute <i>Eksisting</i> SPPG XYZ.....	45
4.2.6. Data Proses Produksi.....	48
4.3. Hasil Analisis.....	50
4.3.1. Model Matematika dengan Pendekatan MILP.....	50
4.3.2. Input pada Python.....	56
4.3.3. <i>Output</i> Pengolahan dari Python.....	59
4.3.4. Penjadwalan Proses Produksi Setelah Perbaikan.....	66
4.4. Pembahasan.....	68
4.5. Implementasi Manajerial.....	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1 Kesimpulan.....	72
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....	74
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Provinsi dengan keracunan tertinggi.....	16
Gambar 2. 2 Klasifikasi Solusi Permasalahan VRP.....	22
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 4. 1 <i>food flow</i> dapur di SPPG XYZ.....	37
Gambar 4.2. Rute <i>Eksisting</i> kendaraan 1 pada kloter pertama	46
Gambar 4.3. Rute <i>Eksisting</i> kendaraan 2 pada kloter pertama	46
Gambar 4.4. Rute <i>Eksisting</i> kendaraan 1 pada kloter kedua.....	47
Gambar 4.5. Rute <i>Eksisting</i> kendaraan 2 pada kloter kedua.....	48
Gambar 4.6. Variabel Keputusan dalam Python	57
Gambar 4.7. Fungsi Tujuan dalam Python.....	58
Gambar 4.8. Kendala dalam Python	58
Gambar 4. 9 Hasil Optimasi MILP pada Python	59
Gambar 4. 10 Rute Kloter 1 Hasil Optimasi	60
Gambar 4. 11 Rute Kloter 2 Hasil Optimasi	61
Gambar 4. 12 Visualisasi Rute Optimal Kendaraan 1 Kloter 1	63
Gambar 4. 13 Visualisasi Rute Optimal Kendaraan 2 Kloter 1	64
Gambar 4. 14 Visualisasi Rute Optimal Kendaraan 1 Kloter 2	65
Gambar 4. 15 Visualisasi Rute Optimal Kendaraan 2 Kloter 2	65
Gambar 4. 16 <i>Gantt Chart</i> Penjadwalan <i>Eksisting</i>	68
Gambar 4. 17 <i>Gantt Chart</i> Penjadwalan <i>Backward Scheduling</i>	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel 4.1. Data Lokasi Pelanggan.....	39
Tabel 4.2. Data Jarak dan Waktu Tempuh Depot ke Pelanggan.....	41
Tabel 4.3. Data Permintaan Pelanggan	42
Tabel 4.4. Data Operasional Konsumsi Pelanggan	44
Tabel 4.5. Rute <i>Eksisting</i> SPPG XYZ.....	45
Tabel 4. 6 Data waktu mulai dan proses produksi	48
Tabel 4.7. Rute Hasil Optimasi	62
Tabel 4. 8 Hasil Penjadwalan <i>Backward Scheduling</i>	66



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: KODINGAN

Lampiran 1. 1 Kodingan Model Matematika Menggunakan Python.....L-1

Lampiran 2: MATRIKS

Lampiran 2. 1 Matriks JarakL-10

Lampiran 2. 2 Matriks WaktuL-12



ABSTRAK

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) merupakan program strategis nasional yang bertujuan meningkatkan kualitas gizi peserta didik di Indonesia. Namun, dalam implementasinya, masih terdapat permasalahan pada sistem distribusi dan penjadwalan produksi, seperti rute pengiriman yang belum optimal, keterlambatan distribusi, serta ketidaksesuaian waktu produksi yang menyebabkan penurunan kualitas makanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute distribusi serta menyusun penjadwalan produksi yang terintegrasi agar lebih efisien dan tepat waktu. Metode yang digunakan adalah *pendekatan Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)* dengan model *Mixed Integer Linear Programming (MILP)* untuk menentukan rute distribusi optimal berdasarkan minimasi jarak tempuh dan batasan waktu pelayanan. Selanjutnya, hasil optimasi rute digunakan sebagai dasar dalam penentuan *due date* distribusi yang diintegrasikan ke dalam penjadwalan produksi menggunakan metode *Backward Scheduling*. Data yang digunakan meliputi lokasi pelanggan, jarak dan waktu tempuh, permintaan, kapasitas kendaraan, serta waktu proses produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode MILP mampu menghasilkan rute distribusi yang lebih efisien dengan jarak tempuh yang lebih minimum dibandingkan kondisi *eksisting*. Selain itu, penerapan *Backward Scheduling* mampu menghasilkan jadwal produksi yang lebih sinkron dengan waktu distribusi sehingga dapat meminimalkan keterlambatan serta menjaga kualitas makanan. Dengan demikian, integrasi kedua metode ini terbukti mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasional program MBG di SPPG XYZ.

Kata kunci: VRPTW, MILP, *Backward Scheduling*, Optimasi rute, Penjadwalan Produksi

ABSTRACT

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) is a national strategic program aimed at improving the nutritional quality of students in Indonesia. However, in its implementation, there are still issues with the distribution system and production scheduling, such as suboptimal delivery routes, distribution delays, and mismatched production times that lead to a decline in food quality. This study aims to optimize distribution routes and develop an integrated production schedule to ensure greater efficiency and timeliness. The method employed is the Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) approach using a Mixed Integer Linear Programming (MILP) model to determine optimal distribution routes based on minimizing travel distance and service time constraints. Furthermore, the optimized route results are used as the basis for determining distribution due dates, which are integrated into the production schedule using the Backward Scheduling method. The data used includes customer locations, travel distance and time, demand, vehicle capacity, and production processing time. The research results show that the application of the MILP method is capable of producing more efficient distribution routes with a minimum travel distance compared to the existing conditions. In addition, the application of Backward Scheduling is capable of producing a production schedule that is more synchronized with the distribution time so as to minimize delays and maintain food quality. Thus, the integration of these two methods has proven capable of improving the operational effectiveness and efficiency of the MBG program at SPPG XYZ.

Keywords: *VRPTW, MILP, Backward Scheduling, Route Optimization, Production Scheduling*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemerintah Indonesia yang dipimpin oleh presiden Prabowo Subianto dan Gibran Rakabuming Raka meluncurkan beberapa program prioritas nasional salah satunya adalah program makan bergizi gratis (MBG). Program MBG secara resmi dimulai pada tanggal 06 Januari 2025 dengan target dapat menjangkau 38 provinsi di seluruh Indonesia hingga akhir tahun 2025 (Setkab, 2025). MBG dirancang agar dapat mengatasi permasalahan kekurangan gizi serta salah satu upaya yang dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia di Indonesia (Kiftiyah et al., 2025). Skala program MBG lumayan cukup besar, yakni mencakup sekitar 83 juta anak sekolah dari PAUD hingga SMA dengan anggaran mencapai 70-90 triliun pertahunnya (Zulaika et al., 2025).

Skema implementasi program MBG diawali dengan tahap persiapan bahan baku pangan yang sebagian besar berasal dari petani, peternak, dan pelaku usaha lokal sebagai upaya mendukung ketahanan pangan dan perekonomian daerah. Bahan baku tersebut kemudian dikirim ke satuan pelayanan pemenuhan gizi (SPPG) untuk melalui proses pengolahan dan produksi makanan sesuai dengan standar gizi dan keamanan pangan. Pada tahap ini, SPPG memiliki peran sebagai pusat produksi yang bertanggung jawab dalam menjamin kualitas makanan. Setelah proses produksi selesai, makanan siap saji didistribusikan dari SPPG menuju berbagai titik sekolah penerima manfaat menggunakan armada yang telah disiapkan (Agustini, 2025).

Namun, dalam pelaksanaan program MBG yang berjalan selama kurang lebih satu tahun ini, terdapat beberapa masalah yang dihadapi. Salah satu masalah yang sangat krusial adalah terdapat kasus keracunan makanan pada penerima manfaat program ini yang tak lain adalah para siswa sekolah. Berdasarkan data yang diperoleh pada Jaringan Pemantau Pendidikan Indonesia (JPPI) per oktober 2025, tercatat hampir 13 ribu kasus keracunan makanan yang dialami akibat adanya program MBG. Berdasarkan data yang diperoleh melalui majalah Tempo.com salah satu kasus keracunan terjadi di kabupaten Majene, Sulawesi Barat yang tercatat terdapat 40 orang masih dirawat di puskesmas setempat. Kasus ini tentunya tidak bisa dianggap remeh, sehingga harus dilakukan tindak lanjut untuk mengatasinya.

SPPG XYZ merupakan salah satu unit pelayanan yang berlokasi di Kabupaten Sleman. SPPG XYZ sendiri mengakomodasi sebanyak 23 sekolah. Dalam proses distribusi, SPPG XYZ menggunakan 2 armada kendaraan dengan jenis mobil Gran Max Blindvan yang mampu menampung sebanyak 900 ompreng makanan. Setelah dilakukan proses wawancara dengan pihak SPPG, diketahui terdapat beberapa laporan bahwa makanan yang diantar sudah dalam keadaan basi. Sehingga makanan tersebut sudah tidak layak konsumsi. Berdasarkan kasus tersebut akan dilakukan analisis terhadap kegiatan yang dilakukan oleh SPPG XYZ, terutama pada proses produksi dan distribusi.

Menurut pengemudi yang melakukan distribusi, proses distribusi MBG di SPPG XYZ belum memiliki penentuan rute yang tetap, melainkan hanya menggunakan pengalaman dan intuisi dari pengemudi yang mendistribusikannya. Hal tersebut tentunya dapat menjadi masalah jika tidak diperhatikan lebih lanjut. Masalah yang mungkin terjadi pada kasus tersebut seperti terlambatnya proses

distribusi yang diterima oleh sekolah tujuan sehingga dapat menyebabkan penurunan kualitas makanan yang didistribusikan.

Proses distribusi merupakan salah satu tahapan yang penting. Distribusi merupakan proses penyaluran produk baik berupa barang maupun jasa yang dimulai dari produsen sampai ke konsumen akhir (Musthofa, 2025). Pengelolaan proses distribusi yang tidak optimal dalam pelaksanaan MBG dapat berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan, seperti meningkatnya biaya operasional distribusi, keterlambatan pengiriman makanan ke titik layanan, serta penurunan kualitas makanan akibat waktu tempuh yang terlalu lama (Patmawati & Nugroho, 2022). Kondisi tersebut tidak hanya menghambat efektivitas pelaksanaan program, tetapi juga dapat mengurangi pencapaian tujuan utama MBG dalam menjamin pemenuhan gizi penerima manfaat secara tepat waktu dan layak konsumsi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan dan optimasi rute distribusi yang tepat agar proses penyaluran makanan dapat dilakukan secara efisien, dengan meminimalkan jarak dan waktu tempuh, sekaligus meningkatkan efektivitas operasional secara berkelanjutan

Permasalahan distribusi ini dapat dihubungkan dengan konsep *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP merupakan permasalahan yang mengkaji tentang optimasi dengan tujuan utamanya untuk menentukan rute optimal terhadap satu atau lebih kendaraan dalam melayani sejumlah pelanggan dengan berbagai kendala yang ada (Patmawati & Nugroho, 2022). Kendala-kendala yang terdapat pada permasalahan VRP dapat diidentifikasi seperti kapasitas kendaraan, jumlah pelanggan, jarak antar lokasi, serta waktu pengiriman (Arif et al., 2023). Permasalahan VRP tergolong

kompleks, sehingga sulit diselesaikan secara optimal ketika skala permasalahan semakin besar (Setyati & Juniwati, 2022).

Secara lebih dalam, permasalahan yang terdapat di SPPG XYZ dapat dikembangkan menjadi permasalahan yang berkaitan dengan model *Vehicle Routing Problem Time Windows* (VRPTW). VRPTW merupakan pengembangan dari VRP yang memiliki tujuan untuk merancang rute kendaraan dari depot ke titik pelanggan dengan biaya minimum dan mempertimbangkan perhitungan waktu. Pendekatan VRPTW dalam kasus SPPG XYZ ini cukup selaras dikarenakan pada pendistribusian makanan berpacu dengan waktu, sehingga harus diperhitungkan. Salah satu penyelesaian masalah untuk VRPTW di SPPG XYZ ini dapat dilakukan dengan pendekatan eksak yaitu model *Mixed Integer Linear Programming* (MILP).

Model MILP merupakan model yang memungkinkan perumusan fungsi tujuan dan kendala dalam bentuk persamaan linier dengan variabel keputusan berupa bilangan bulat dan bilangan kontinu (Azizah et al., 2025). Dengan MILP, permasalahan distribusi dapat dianalisis secara sistematis untuk memperoleh solusi optimal berdasarkan kriteria tertentu, seperti minimisasi jarak tempuh atau biaya distribusi. Pendekatan model MILP ini cocok digunakan untuk menganalisis apakah rute distribusi pada program MBG di SPPG XYZ sudah optimal atau belum.

Selain permasalahan rute distribusi, SPPG XYZ juga menghadapi tantangan dalam menentukan waktu produksi yang tepat. Makanan yang diproduksi dalam program MBG bersifat mudah basi dan memiliki batas waktu konsumsi tertentu, sehingga waktu mulai produksi harus selaras dengan jadwal distribusi. Selain itu, waktu selesai produksi di dapur SPPG XYZ memiliki jarak yang cukup lama dengan waktu distribusinya. Ketidaksesuaian antara jadwal produksi dan proses

distribusi dapat menyebabkan makanan diproduksi terlalu awal, sehingga kemungkinan makanan akan lebih mudah basi atau bahkan tidak layak konsumsi. Hasil optimasi rute distribusi menggunakan MILP, selanjutnya dimanfaatkan sebagai dasar dalam menentukan batas waktu maksimum (*due date*) dari proses produksi, Informasi ini kemudian diintegrasikan dengan penjadwalan waktu produksi makanan menggunakan pendekatan *Backward Scheduling*.

Backward Scheduling merupakan salah satu metode penjadwalan yang menggunakan *due date* sebagai titik awal dalam proses perhitungan waktu produksi. Teknik ini menyusun jadwal dengan pendekatan terbalik, yaitu dimulai dari waktu penyelesaian yang ditentukan kemudian dihitung mundur untuk menentukan waktu mulai setiap aktivitas produksi, yang di mana berbeda dengan metode penjadwalan konvensional yang dimulai dari waktu awal produksi (Suhada et al., 2020). *Backward Scheduling* digunakan dalam penentuan penjadwalan untuk penelitian ini dikarenakan memiliki kesinambungan dengan penggunaan metode MILP yang menghasilkan urutan dan jadwal proses distribusi yang dilakukan. Oleh karena itu, dengan mengintegrasikan metode MILP dan *Backward Scheduling*, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan rute distribusi dan sistem penjadwalan produksi yang optimal, efisien, serta mampu menjaga kualitas makanan dalam pelaksanaan Program MBG di SPPG XYZ.

1.2. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan pemaparan masalah yang terdapat pada latar belakang, berikut adalah beberapa pertanyaan dalam penelitian ini.

1. Seperti apakah pola distribusi *eksisting* pada program MBG yang dilaksanakan oleh SPPG XYZ?

2. Seberapa besar tingkat efisiensi jarak dan waktu distribusi pada SPPG XYZ jika dilakukan optimalisasi dengan menggunakan pendekatan MILP?
3. Seperti apakah proses penjadwalan produksi yang optimal pada program MBG di SPPG XYZ dengan menggunakan metode *Backward Scheduling* jika diintegrasikan dengan hasil optimasi distribusi yang telah dilakukan?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dilakukan dalam optimalisasi rute distribusi pada SPPG XYZ ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis pola distribusi *eksisting* pada SPPG XYZ.
2. Menentukan nilai efisiensi jarak pada rute distribusi yang lebih optimal pada program MBG dengan menggunakan pendekatan MILP.
3. menentukan jadwal produksi makanan yang optimal pada program MBG di SPPG XYZ.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari adanya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penggunaan model VRPTW melalui metode MILP dapat dijadikan sebagai referensi dalam penelitian selanjutnya untuk menyelesaikan permasalahan terkait VRPTW.
2. Memberikan peningkatan nilai efisiensi jarak pada rute distribusi program MBG menggunakan pendekatan MILP.
3. Memberikan usulan jadwal produksi makanan yang optimal pada program MBG di SPPG XYZ.

1.5. Batasan Penelitian

Adapun untuk mengantisipasi pembahasan penelitian yang terlalu luas, berikut adalah batasan penelitian yang digunakan.

1. Penelitian difokuskan pada proses produksi dan distribusi makanan pada program MBG yang dilaksanakan oleh SPPG XYZ.
2. Rute distribusi diasumsikan bahwa perjalanan bersifat aktual dengan menggunakan bantuan *Google maps*.
3. Penentuan rute dihasilkan berdasarkan jarak terdekat yang diperoleh melalui *Google maps*.
4. Proses *loading* dan *unloading* omprong diasumsikan memiliki waktu masing-masing yaitu 10 dan 5 menit.
5. Proses masak untuk makanan dengan menu yang bervariasi diasumsikan memiliki waktu dengan range yang sama dengan pembagian jenis prosesnya yang terdiri dari proses masak nasi, masak lauk, dan masak sayur.
6. Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data operasional SPPG XYZ pada periode bulan Januari 2026.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam laporan tugas akhir terdiri dari lima bab yaitu bab 1, bab 2, bab 3, bab 3, dan bab 5. Bab I merupakan bagian pendahuluan yang berisi latar belakang masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan penelitian. Bab II berupa tinjauan pustaka yang berisi pembahasan teori-teori yang berkaitan dengan penelitian seperti sistem distribusi, permasalahan pada kasus VRP dan VRPTW, model MILP, metode *Backward Scheduling* serta ringkasan penelitian-penelitian terdahulu. Bab III berisi metode

penelitian yang menguraikan objek penelitian, metode pengumpulan data, validitas data, variabel penelitian, model analisis, dan diagram alir penelitian. Untuk bab IV sendiri terdiri dari gambaran proses produksi dan distribusi yang terjadi di dapur SPPG XYZ, pengumpulan dan pengolahan data, analisis hasil dan implikasi manajerial. Kemudian untuk bab V berisi kesimpulan dari seluruh pembahasan tugas akhir yang kemudian di lengkapi dengan saran untuk penelitian selanjutnya.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan objek di dapur SPPG XYZ maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- a. Pola distribusi *eksisting* pada SPPG XYZ masih dilakukan secara konvensional, di mana penentuan rute pengiriman belum menggunakan pendekatan optimasi, melainkan berdasarkan pengalaman dan intuisi pengemudi. Kondisi ini menyebabkan rute distribusi belum terstruktur secara optimal, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakefisienan dalam hal jarak dan waktu tempuh. Selain itu, ditemukan adanya ketidaksinkronan antara waktu produksi dan distribusi, yang ditunjukkan dengan adanya jeda waktu tunggu yang cukup panjang antara proses *packing* dan kegiatan distribusi.
- b. Tingkat efisiensi distribusi setelah dilakukan optimasi menggunakan metode MILP menunjukkan adanya perbaikan yang signifikan dalam sistem distribusi. Hasil optimasi menghasilkan rute yang lebih terstruktur dimana total jarak tempuh awal yang dilakukan oleh SPPG XYZ sebesar 71,28 km dan waktu tempuh sebesar 179,9 menit. Setelah menggunakan optimasi total jarak tempuh bernilai sebesar 44,74 km dan total waktu tempuh menjadi 134 menit. Model MILP mampu mengalokasikan rute secara lebih optimal dengan mempertimbangkan kendala kapasitas kendaraan dan batasan waktu layanan (*time windows*), sehingga seluruh pelanggan dapat dilayani secara tepat waktu dengan penggunaan sumber daya yang lebih efisien dibandingkan kondisi *eksisting*.

- c. Proses penjadwalan produksi yang optimal menggunakan metode *Backward Scheduling* menunjukkan bahwa penentuan waktu produksi yang dimulai dari batas waktu distribusi (*due date*) mampu menghasilkan jadwal produksi yang lebih sinkron dengan kegiatan distribusi. Dengan pendekatan ini, waktu mulai produksi dapat diatur lebih mendekati waktu keberangkatan distribusi, sehingga mampu mengurangi waktu tunggu (*idle time*) antara proses produksi dan pengiriman. Integrasi antara hasil optimasi rute distribusi dengan penjadwalan produksi ini menghasilkan sistem operasional yang lebih terkoordinasi, efisien, serta mampu menjaga kualitas makanan agar tetap layak konsumsi saat diterima oleh pelanggan.

5.2 Saran

Untuk memperluas dampak dari adanya penelitian mengenai optimasi rute distribusi dan sistem penjadwalan proses produksi, berikut saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya.

- a. Penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan aspek biaya sebagai salah satu tujuan optimasi, sehingga fungsi tujuan tidak hanya berfokus pada optimasi jarak dan waktu tempuh.
- b. Penelitian selanjutnya dapat memperluas cakupan studi kasus ke beberapa SPPG sekaligus, sehingga diperoleh model yang lebih general dan dapat diterapkan secara luas pada program MBG di berbagai wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, U. (2025). Efektivitas Dan Tantangan Kebijakan Program Makan Bergizi Gratis Sebagai Intervensi Pendidikan Di Indonesia. *Jurnal Kiprah Pendidikan*, 4(3), 362–368. <https://doi.org/10.33578/Kpd.V4i3.P362-368>
- Andin, A., Risti, D., Latifah, I., Panuntun, M., Nur, M., Selviani, R., & Saptatiningsih, R. I. (2025). IJEDR: *Indonesian Journal Of Education And Development Research* Penerapan Nilai Pancasila Melalui Program Makan Bergizi Gratis. *Afifah Andin*, 3(1).
- Anggraeni Pitaloka, D., & Firdaus Mahmudy, W. (2014). Penyelesaian *Vehicle Routing Problem With Time Windows* (Vrptw) Menggunakan Algoritma Genetika Hybrid. <http://jeest.ub.ac.id>
- Anwar, A., Ferdian, R., & Rochman, D. (2024). Model Penjadwalan *Backward Hybrid Flow Shop 2 Stage* Untuk Meminimasi *Mean Flowtime*. 5(2). <https://doi.org/10.46306/Lb.V5i2>
- Arif, M., Suhaimi, M., Nurlaila, Q., Studi Teknik Industri, P., & Teknologi Dumai, S. (2023). Optimasi *Vehicle Routing Problem* Untuk Mengoptimalkan Distribusi Truk Tangki Cpo Di Kota Dumai. 11(2). <https://pdfs.semanticscholar.org/e984/854bb97bed17bc787107d03b0a9031e0efa2.pdf>
- Aulia, B. P. R. (2025). *Strategi Pengelolaan Vehicle Routing Problems Dengan Mempertimbangkan Overflow Warehouse Menggunakan Exact Method Untuk Minimasi Biaya Dan Jarak (Studi Kasus: PT. Pos Logistik Indonesia)*. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/57080>
- Aulia Baiq Putri. (2025). *Strategi Pengelolaan Vehicle Routing Problems Dengan Mempertimbangkan Overflow Warehouse Menggunakan Exact Method Untuk Minimasi Biaya Dan Jarak (Studi Kasus: PT. Pos Logistik Indonesia)*. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/57080>
- Azizah, D. N., Sofiana, A., Wisnu, M., & Sastyawan, R. (2025). *Journal Of Systems Engineering And Management* Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* Dengan Metode *Mixed Integer Linear Programming* Pada Distribusi Obat Di UPKF Banyumas.

- Journal Of Systems Engineering And Management*, 04(01), 26–30.
<https://doi.org/10.6270/joseam.vxix.32073>
- Bakon, K. A., & Holczinger, T. (2025). Addressing Due Date And Storage Restrictions In The S-Graph Scheduling Framework. *Machines*, 13(2).
<https://doi.org/10.3390/machines13020131>
- Demir, H. B., Özmen, E. P., & Esnaf, S. (2022). Time-Windowed Vehicle Routing Problem: Tabu Search Algorithm Approach. *Advances In Distributed Computing And Artificial Intelligence Journal*, 11(2), 179–189. <https://doi.org/10.14201/adcaij.27533>
- Forrest, J., & Lougee-Heimer, R. (2005). CBC User Guide. In *Emerging Theory, Methods, And Applications* (Pp. 257–277). INFORMS.
<https://doi.org/10.1287/educ.1053.0020>
- Halim, A. H., Hidayat, N. P. A., & Aribowo, W. (2022). Single Item Batch-Scheduling Model For A Flow Shop With M Batch-Processing Machines To Minimize Total Actual Flow Time. *International Journal Of Technology*, 13(4), 816–826.
<https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i4.4869>
- Herlina, E., Prabowo, F. H. E., & Nuraida, D. (2021). ANALISIS PENGENDALIAN MUTU DALAM MENINGKATKAN PROSES PRODUKSI. *Jurnal Fokus Manajemen Bisnis*, 11(2), 173.
<https://doi.org/10.12928/fokus.v11i2.4263>
- Jangka, D., Program, P., Gratis, M. B., Kesehatan, T., Pendidikan, K., Cenderawasih, U., Jayapura, U. T., Wulandari, L., & Sawir, M. (2025). *The Long-Term Impact Of The Free Nutritious Meal Program On Health And Educational Sustainability Rif'iy Qomarrullah 1 Suratni 2*.
<https://doi.org/10.51577/ijipublication.v5i2.660>
- Kiftiyah, A., Palestina, F. A., Abshar, F. U., & Rofiah, K. (2025a). Program Makan Bergizi Gratis (MBG) Dalam Perspektif Keadilan Sosial Dan Dinamika Sosial – Politik. *Pancasila: Jurnal Keindonesiaan*, 5(1), 101–112. <https://doi.org/10.52738/pjk.v5i1.726>
- Kiftiyah, A., Palestina, F. A., Abshar, F. U., & Rofiah, K. (2025b). Program Makan Bergizi Gratis (MBG) Dalam Perspektif Keadilan Sosial Dan

- Dinamika Sosial – Politik. *Pancasila: Jurnal Keindonesiaan*, 5(1), 101–112. <https://doi.org/10.52738/Pjk.V5i1.726>
- Kumar, V. (2013). Issues In Solving Vehicle Routing Problem With Time Window And Its Variants Using Meta Heuristics-A Survey. *International Journal Of Engineering And Technology*, 3(6). <https://www.researchgate.net/profile/SandhyaBansal/publication/282689785>
- Liguori, J., Osei-Kwasi, H. A., Savy, M., Nanema, S., Laar, A., & Holdsworth, M. (2024). How Do Publicly Procured School Meals Programmes In Sub-Saharan Africa Improve Nutritional Outcomes For Children And Adolescents: A Mixed-Methods Systematic Review. In *Public Health Nutrition* (Vol. 27, Number 1). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S1368980024001939>
- Liu, X., Chen, Y. L., Por, L. Y., & Ku, C. S. (2023). A Systematic Literature Review Of Vehicle Routing Problems With Time Windows. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 15, Number 15). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/Su151512004>
- Louati, A., Lahyani, R., Aldaej, A., Mellouli, R., & Nusir, M. (2021). Mixed Integer Linear Programming Models To Solve A Real-Life Vehicle Routing Problem With Pickup And Delivery. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(20). <https://doi.org/10.3390/App11209551>
- Macnico, P., Christini, J., Sandra, N., Nuraeni, Y., Buntu Laulita, N., & Cuandra, F. (N.D.). *Analisa Implementasi Manajemen Rantai Pasok Berbasis Erp Pada Sistem Distribusi PT Semen Indonesia Tbk*. Retrieved <https://transpublika.co.id/Ojs/Index.php/Transekonomika>
- Musthofa, A (2025). *Improvement Of Distribution Routes Using The Nearest Neighbour Algorithm (Case Study At Ud. Sumber Es Kristal Kudus)*. <https://repository.unissula.ac.id/41997/>
- Pasaribu, A. K., Hasibuan, M. K., Lubis, N. U., Nasution, Y., & Ginting, S. S. B. (2025). *Kajian Literatur Sistematis: Pemanfaatan Program Bilangan*

Bulat Dalam Optimasi Jadwal Produksi (Ul Khairiah P, Et al.).
<https://doi.org/10.63822/J0kxs342>

- Patmawati, O. H., & Nugroho, Y. A. (2022). Optimalisasi Rute Distribusi Matras Pada Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Dengan Metode Algoritma Genetika. In *JCI Jurnal Cakrawala Ilmiah* (Vol. 1, Number 11). <http://Bajangjournal.Com/Index.Php/JCI>
- Ramadhan, N. A., Ardiansyah, M. N., & Pambudi, H. K. (2023). Penentuan Rute Armada Pengiriman CV. XYZ Menggunakan Pendekatan Vehicle Routing Problem With Time Window And Heterogeneous Fleet Dengan Mixed Integer Linear Programming Untuk Meminimasi Tingkat Keterlambatan. *Journal Of Production, Enterprise, And Industrial Applications*, 1(1), 45. <https://doi.org/10.25124/Jpeia.V1i1.6753>
- Ramadhani, A. P. (2022). Penerapan Metode Transportasi Untuk Optimasi Biaya Pempupukan Pada Tanaman Cabai. *Indonesian Council Of Premier Statistical Science*, 1, 15–19. <https://doi.org/10.24014/Icpss.V1i1.18936>
- Rara Putri, N., Reira Christata, B., & Primadasa, R. (2025). Usulan Rute Pengiriman Es Kristal Menggunakan Algoritme Sweep Dan Algoritme Nearest Neighbor (Studi Kasus: UMKM XYZ Kudus). *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 7(2). <https://doi.org/10.37631/jri.v7i2.1824>
- Ritonga, R. P., Zakaria, M., & Syukriah, D. (2021). Penugasan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Tabu Search Pada Pt. Yakult Indonesia Persada Cabang Lhokseumawe. *Industrial Engineering Journal*, 10(1).
- Saikhu Rakhman, M., & Pusakaningawati, A. (2025). Production Scheduling Approach Using The Theory Of Constraint (TOC) Method At PT. King Of Indonesia Perkasa Suwayuwo Pasuruan. *JKIE (Journal Knowledge Industrial Engineering)*, 11(3), 147–152. <https://doi.org/10.35891/Jkie.V11i3.6165>
- Setyati, E., & Juniwati, I. (2022). Ant Colony Optimization Untuk Menyelesaikan Perutean Distribusi Snack Dengan Vehicle Routing Problem. In *Jurnal Teknologi Informasi Dan Terapan (J-TIT)* (Vol. 9, Number 2). <https://doi.org/10/25047/Jtit.V9i2.296>

- Soto-Concha, R., Morillo-Torres, D., Escobar, J. W., Mena-Reyes, J. F., & Linfati, R. (2025). Mixed-Integer Linear Programming Models For The Vehicle Routing Problem With Release Times And Reloading At Mobile Satellites. *Mathematics*, 13(22).
<https://doi.org/10.3390/Math13223638>
- Suhada, K., Liputra, D. T., Arisandhy, V., & Jeremy, T. (2020). *Scheduling Algorithm For Distribution Of Goods Based On The Backward Scheduling Technique (Case Study: PT. Ultra Jaya Milk Industry & Trading Company Tbk.)*. <https://doi.org/10.28932/jis.v3i2.2994>
- Susanto, A., & Suyatna, N. (2025). Implikasi Hukum Kesehatan Terhadap Kasus Keracunan Makanan Dalam Program Makan Bergizi Gratis Di Indonesia Legal Implications Of Health Law On Food Poisoning Cases In The Free Nutritious Meal Program In Indonesia. In *Jurnal Hukum Lex Generalis* (Vol. 6, Number 12). <https://jhl.g.rewangrencang.com/>
- Tan, S. Y., & Yeh, W. C. (2021). The Vehicle Routing Problem: State-Of-The-Art Classification And Review. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 11, Number 21). MDPI. <https://doi.org/10.3390/App112110295>
- Tigor, Y., Sinaga, M., Cynthia, G., Hasibuan, R., & Nasution, Z. P. (2025). Optimasilisasi Rute Transportasi Dan Biaya Pengangkutan Sampah Di TPS 3R USU Menggunakan Metode Saving Matrix. In *Syntax Literate* (Vol. 10, Number 7).
- Hakim, L. A. (2023). *Usulan Perancangan Rute Transportasi Di PT. XYZ Menggunakan Algoritma Tabu Search Pada Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem Dengan Time Window Untuk* (Vol. 10, Number 3).
- Try Liputra, D., Suhada, K., & Priskilla Novarie, N. (2020). *Nadya Priskilla Novarie Penerapan Metode Backward Scheduling Untuk Produk Roti* 136. <https://www.researchgate.net/profile/David-Liputra/publication/319953974>
- Zidanne, M., Keynobi, F., & Wirdianto, E. (2025). Jurnal Sistem Teknik Industri VRPTW Distribution Route Determination With Rigid And Flexible Time Window And Assignment Based On Number Of Demand.

Jurnal Sistem Teknik Industri, 27(1), 14–20.

<https://doi.org/10.26594/register.v6i1.idarticle>

Zulaika, N., Lestari, D., & Istiqomah, H. (2025). *Tantangan Implementasi Dan Akuntabilitas Anggaran Program Makanan Bergizi Gratis (MBG) Berdasarkan Instruksi Presiden Nomor 1 Tahun 2025*. 01(03), 426–435.
<https://ojs.ruangpublikasi.com/index.php/jpim/article/view/622>

