



Pengaruh Jadwal Dinamis (*Demand-Driven Rostering*) terhadap Overtime, SLA Operasional, dan Kinerja Produksi pada Peternakan Ayam

Yosi Briyan Saputro^{1*}, Moch. Darul Gusti Alief², Muhammad Ainul Yaqin³

¹²³ Institusi Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Email: 1*230605110055@student.uin-malang.ac.id, 230605110054@student.uin-malang.ac.id, yaqinov@ti.uin-malang.ac.id

Abstrak

Penerapan penjadwalan kerja yang tidak memperhitungkan variasi permintaan produksi harian sering menyebabkan ketidakseimbangan beban kerja, tingginya jam lembur, serta penurunan ketepatan waktu penyelesaian tugas pada sistem operasional peternakan ayam modern. Penelitian ini menawarkan pendekatan *Demand-Driven Dynamic Rostering (DDR)* sebagai solusi untuk menyesuaikan alokasi tenaga kerja berdasarkan beban permintaan aktual yang tercatat dalam sistem *Enterprise Resource Planning (ERP)*. Penelitian dilakukan menggunakan data terintegrasi dari modul Sales Order Management, Production, Task Scheduling, Human Capital Management (HCM), dan Payroll selama 30 hari operasional. Metode simulasi Monte Carlo sebanyak 250 iterasi digunakan untuk membandingkan dua skenario, yaitu *Fixed Roster* dan *Dynamic Roster*. Analisis statistik menggunakan *t-test* dilakukan untuk menilai signifikansi perubahan pada variabel total lembur, *Service Level Agreement (SLA)*, produktivitas harian, serta biaya tenaga kerja per tray. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan jadwal dinamis menurunkan total jam lembur sebesar 4,138%, meningkatkan capaian SLA dari 84,44% menjadi 85,318%, serta meningkatkan produksi harian sebesar 1,731% dengan perubahan biaya tenaga kerja yang tetap stabil. Nilai $p < 0,001$ membuktikan bahwa perbedaan kedua skenario signifikan secara statistik. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi ERP dengan pendekatan DDR mampu meningkatkan efisiensi tenaga kerja, ketepatan operasional, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data di lingkungan agribisnis modern.

Kata Kunci : Dynamic Rostering, Efisiensi Tenaga Kerja, ERP, Simulasi Monte Carlo, SLA Operasional

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dalam dekade terakhir mendorong industri agribisnis untuk mengadopsi sistem digital sebagai fondasi pengelolaan operasional. Pada sektor peternakan ayam, pengelolaan produksi harian menuntut ketepatan dalam penjadwalan tenaga kerja, pencatatan aktivitas, serta pemantauan beban kerja yang berubah-ubah setiap harinya. Aktivitas utama seperti pengumpulan telur (*egg collecting*), pembersihan kandang (*cleaning*), pemindahan hasil produksi (*transfer tray*), dan pengemasan (*packing*) merupakan proses yang sangat sensitif terhadap ketidakseimbangan tenaga kerja. Ketika jumlah pekerja tidak sebanding dengan volume permintaan produksi, maka terjadilah peningkatan jam lembur, keterlambatan penyelesaian tugas, penurunan kualitas operasional, serta berkurangnya SLA operasional. Masalah tersebut semakin kompleks ketika peternakan masih menggunakan jadwal kerja konvensional (*fixed roster*), di mana jumlah tenaga kerja per shift ditentukan secara statis tanpa mempertimbangkan variasi permintaan harian. Pada kondisi beban produksi yang tinggi, pekerja sering kali dipaksa untuk bekerja lebih lama, sementara pada kondisi low-demand, kapasitas tenaga kerja justru tidak terpakai secara optimal. Ketidaksesuaian ini berdampak pada tingginya overtime, fluktuasi efisiensi kerja, ketidaktercapaian target produksi, hingga meningkatnya biaya operasional.

Di era digitalisasi agribisnis, *Enterprise Resource Planning (ERP)* muncul sebagai solusi yang mampu mengintegrasikan seluruh proses operasional mulai dari manajemen pesanan (*Sales Order Management*), pencatatan produksi (*Production Module*), penjadwalan kerja (*Task Scheduling*), pengelolaan absensi dan lembur (*Human Capital Management*), hingga perhitungan biaya tenaga kerja (*Payroll*). Integrasi modul ERP memungkinkan seluruh aktivitas

dicatat secara real-time, menghasilkan data yang konsisten dan akurat sebagai dasar pengambilan keputusan operasional. Melalui data ERP yang terstruktur, pengelolaan tenaga kerja berbasis permintaan aktual dapat dilakukan secara lebih efektif. Salah satu pendekatan yang relevan dalam konteks ini adalah *Demand-Driven Dynamic Rostering (DDR)*, yaitu metode penjadwalan tenaga kerja yang menyesuaikan jumlah pekerja berdasarkan pola permintaan (*demand pattern*) yang berubah setiap hari. Dengan memanfaatkan data riil dari ERP, DDR mampu mengidentifikasi *peak days*, mendistribusi tenaga kerja, serta menurunkan ketergantungan pada lembur. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi tenaga kerja tetapi juga mendukung pencapaian SLA operasional, produktivitas produksi, serta stabilitas biaya tenaga kerja.

Sejumlah penelitian sebelumnya mendukung pentingnya manajemen tenaga kerja yang adaptif. (Nufus et al., 2025) menjelaskan bahwa beban kerja dan jam kerja berpengaruh langsung pada kinerja dan kecepatan proses kerja. (Rijal & Sholihah, 2022) menunjukkan bahwa efisiensi operasional merupakan faktor kunci dalam menjaga performa organisasi. Dalam konteks agribisnis, (Sukriyah et al., 2024) menegaskan bahwa perencanaan produksi yang efektif dapat menjaga stabilitas output harian. (Chorwanda et al., 2024) menyoroti pentingnya optimalisasi penjadwalan dalam menjaga kelancaran rantai produksi agroindustri. Selain itu, (Faridah & Yoeliastuti, 2025) menemukan bahwa sistem pengelolaan tenaga kerja berbasis data mampu mengurangi biaya operasional secara signifikan. Namun demikian, sebagian besar penelitian terkait belum memanfaatkan integrasi penuh sistem ERP dalam perancangan jadwal tenaga kerja dinamis. Penelitian terdahulu umumnya hanya berfokus pada pengaruh beban kerja, rotasi jadwal, atau efisiensi proses produksi secara umum, tanpa menggabungkan pendekatan DDR dengan data ERP yang terdistribusi lintas modul (Jaeni, 2022). Belum banyak penelitian yang mengaplikasikan simulasi Monte Carlo sebagai alat untuk mengevaluasi skenario perubahan jadwal kerja berdasarkan demand harian. Dengan demikian, terdapat *GAP* antara kebutuhan operasional agribisnis modern dan pendekatan metodologis dalam penelitian sebelumnya.

Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mengintegrasikan data ERP pada lima modul utama, yaitu Sales Order, Production, Task Scheduling, HCM, dan Payroll, dengan teknik simulasi Monte Carlo untuk membandingkan dua skenario utama: *Fixed Roster* dan *Demand-Driven Dynamic Roster*. Melalui pendekatan ini, penelitian mampu memberikan gambaran perubahan performa secara komprehensif mulai dari jam lembur, pencapaian SLA, produktivitas harian, hingga biaya tenaga kerja per tray (Rahman et al., 2025). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh penerapan jadwal kerja dinamis terhadap total jam lembur, menganalisis perbedaan tingkat Service Level Agreement (SLA) operasional antara jadwal kerja tetap dan jadwal dinamis, serta mengukur dampak perubahan pola penjadwalan terhadap produktivitas harian. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan menilai stabilitas biaya tenaga kerja pada kedua skenario penjadwalan yang dibandingkan. Melalui pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi penjadwalan tenaga kerja berbasis data yang terintegrasi dengan sistem Enterprise Resource Planning (ERP), sehingga mampu meningkatkan efisiensi penggunaan tenaga kerja, ketepatan operasional, dan kualitas produksi secara berkelanjutan dalam lingkungan peternakan ayam modern.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian

Penelitian ini dirancang melalui serangkaian tahapan terstruktur yang bertujuan untuk memastikan bahwa setiap proses, mulai dari pengumpulan data hingga analisis statistik, dilakukan secara sistematis dan valid. Tahapan penelitian dimulai dari proses pengumpulan data operasional yang berasal dari lima modul ERP pada sistem peternakan ayam, yaitu Sales Order Management, Production, Task Scheduling, Human Capital Management (HCM), dan Payroll

(Rahmadani, 2024). Seluruh data dari modul-modul ini dihimpun dan dianalisis secara menyeluruh untuk memahami pola permintaan, beban kerja, dan kondisi operasional harian selama periode penelitian. Setelah data terkumpul, dilakukan tahap integrasi dan normalisasi agar data memiliki format yang seragam, bebas dari inkonsistensi, serta siap digunakan untuk perhitungan model dan simulasi.

Tahap berikutnya adalah analisis pola permintaan atau *demand pattern analysis*, yang bertujuan mengidentifikasi perbedaan beban produksi harian antara hari permintaan tinggi (*peak days*) dan hari normal. Analisis ini menghasilkan dasar perancangan model rostering yang lebih adaptif dibandingkan model jadwal tetap tradisional. Selanjutnya, penelitian memasuki tahap perancangan dua model penjadwalan kerja, yaitu *Fixed Roster* dan *Demand-Driven Dynamic Roster (DDR)*. Dua model ini disusun berdasarkan parameter produksi aktual, kapasitas tenaga kerja, dan kebutuhan tugas harian yang diperoleh dari ERP (Putri, 2022).

Untuk mengevaluasi perbedaan performa antara kedua model tersebut, digunakan pendekatan simulasi Monte Carlo sebanyak 250 iterasi. Proses simulasi ini menghasilkan gambaran probabilistik terhadap perubahan nilai lembur, SLA, produktivitas harian, dan biaya tenaga kerja. Tahapan penelitian diakhiri dengan analisis statistik menggunakan uji t-test dua sampel independen untuk menilai apakah perbedaan antara dua skenario bersifat signifikan secara statistik. Dengan demikian, keseluruhan tahapan penelitian memastikan bahwa model yang dihasilkan tidak hanya valid secara teknis, namun juga representatif dalam menggambarkan kondisi operasional nyata pada peternakan ayam modern berbasis ERP (Sanjaya et al., 2022).

Sumber Data dan Integrasi ERP

Data yang digunakan dalam penelitian berasal dari sistem ERP peternakan ayam yang beroperasi selama 30 hari. Sistem ERP tersebut memiliki lima modul utama yang masing-masing menyimpan data operasional berbeda namun saling berkaitan satu sama lain. Modul Sales Order Management, misalnya, memberikan informasi permintaan harian berupa jumlah pesanan telur yang masuk. Modul Production mencatat jumlah telur yang dihasilkan setiap hari, tingkat konsumsi pakan, serta catatan mortalitas harian yang relevan dengan produktivitas. Modul Task Scheduling mencatat setiap aktivitas produksi mulai dari *collecting* hingga *packing*, termasuk apakah aktivitas tersebut selesai tepat waktu atau mengalami keterlambatan. Modul HCM menyediakan data kehadiran dan jam lembur karyawan, sementara modul Payroll menyimpan informasi terkait gaji pokok dan tarif lembur yang digunakan dalam analisis biaya tenaga kerja (Listiyono et al., 2022).

Agar seluruh data dari modul-modul tersebut dapat digunakan dalam model simulasi, dilakukan proses integrasi dan normalisasi data. Integrasi dilakukan melalui mekanisme *relational join* berdasarkan parameter tanggal dan nomor transaksi sehingga seluruh modul dapat digabungkan dalam satu struktur data yang konsisten (Sabilillah et al., 2025). Normalisasi data meliputi penyamaan format tanggal, penyesuaian satuan seperti konversi jumlah telur menjadi satuan tray (1 tray = 30 butir telur), penanganan nilai kosong, serta identifikasi dan penghapusan data tidak wajar (*outlier*) pada pencatatan produksi dan kehadiran. Proses integrasi dan normalisasi ini penting untuk memastikan bahwa seluruh perhitungan pada tahap selanjutnya dilakukan menggunakan data yang bersih, valid, serta representatif terhadap kondisi operasional sebenarnya.

Tabel 1. Sumber Data dan Variabel ERP

Modul ERP	Tabel	Variabel Utama	Tujuan
Sales Order Management	sales_order, sales_order_line	order_date, qty_ordered	Pola permintaan harian
Production / Flock	production_record	eggs_total, feed_used_kg	Output harian
Task Scheduling	production_task	task_type, actual_finish, sla_met	SLA operasional
HCM (Attendance)	attendance	overtime_hours, presence_status	Overtime & kehadiran
Payroll	payroll	base_salary, overtime_rate	Biaya tenaga kerja

Analisis Pola Permintaan Produksi

Tahap penting dalam penelitian ini adalah analisis pola permintaan produksi yang bertujuan untuk memahami bagaimana permintaan berubah setiap harinya selama periode penelitian. Permintaan harian diambil dari modul Sales Order Management, kemudian dihitung totalnya untuk setiap tanggal. Dari data tersebut, disusun sebuah distribusi permintaan untuk mengidentifikasi variasi antara hari permintaan rendah, normal, dan tinggi. Penelitian menentukan *peak days* sebagai 20% hari dengan permintaan tertinggi, yang kemudian dijadikan acuan dalam menentukan kebutuhan tenaga kerja tambahan (Iftiani et al., 2022).

Analisis permintaan ini kemudian dikaitkan dengan data produksi untuk melihat apakah kapasitas produksi harian telah sejalan dengan jumlah permintaan. Kondisi sering kali menunjukkan bahwa permintaan yang meningkat tidak selalu diimbangi oleh penambahan tenaga kerja pada hari-hari tersebut, sehingga memicu peningkatan lembur dan penurunan SLA. Hasil analisis pola permintaan inilah yang menjadi dasar perancangan model DDR, di mana jumlah tenaga kerja akan dinaikkan pada *peak days* serta distandardisasi ulang pada hari-hari normal untuk mencapai keseimbangan beban kerja.

Perancangan Model Penjadwalan Kerja

Penelitian ini membandingkan dua model penjadwalan kerja, yaitu *Fixed Roster* dan *Demand-Driven Dynamic Roster*. Model *Fixed Roster* menggambarkan kondisi operasional tradisional yang lazim diterapkan di banyak peternakan ayam, yaitu jumlah tenaga kerja per hari bersifat tetap tanpa memperhatikan fluktuasi permintaan atau output produksi (Yusriski et al., 2023). Pada model ini, tenaga kerja diperlakukan sebagai sumber daya yang konstan, sehingga pada hari dengan permintaan tinggi pekerja harus menambah jam kerja untuk mengejar target produksi. Sebaliknya, pada hari permintaan rendah, kapasitas tenaga kerja sering kali tidak terpakai optimal (Tarumanagara, 2003).

1. Skenario 1 – Fixed Roster
 - a. Jumlah tenaga kerja tetap setiap hari
 - b. Tidak mempertimbangkan permintaan aktual
 - c. Mengikuti jadwal kerja konvensional peternakan
 - d. Overtime muncul ketika beban kerja > kapasitas pekerja
2. Skenario 2 – Demand-Driven Dynamic Roster (DDR)
 - a. Jumlah tenaga kerja per hari disesuaikan dengan permintaan
 - b. Redistribusi tenaga kerja dilakukan pada *peak days*
 - c. Meminimalkan lembur melalui penyesuaian shift pekerja
 - d. Fokus pada peningkatan SLA dan pengurangan ketidakseimbangan beban

Model DDR dirancang untuk menjadi solusi atas permasalahan tersebut melalui pendekatan adaptif yang disesuaikan dengan kebutuhan produksi harian. Pada model ini, jumlah pekerja per hari ditentukan berdasarkan hasil analisis permintaan, sehingga pada *peak days* ditambahkan jumlah tenaga kerja yang memadai untuk menjaga SLA dan menekan lembur. Sebaliknya, pada hari normal atau hari dengan permintaan rendah, jumlah tenaga kerja disesuaikan agar penggunaan sumber daya tetap efisien (Wanviano et al., 2024). Kedua model ini kemudian dijadikan dasar dalam proses simulasi Monte Carlo untuk melihat dampak nyata terhadap performa operasional.

Simulasi Monte Carlo

Pengaturan Simulasi:

1. Jumlah iterasi: 250
2. Variasi permintaan: $\pm 10\%$
3. Variasi absensi tenaga kerja: acak dalam rentang 0–8%
4. Input utama: data ERP yang sudah dinormalisasi

Output simulasi mencakup:

1. Total overtime hours
2. SLA harian
3. Produksi harian (tray/hari)
4. Biaya tenaga kerja per tray

```
np.random.seed(42)
num_runs = 250
results = []

for i in range(num_runs):
    sim = baseline.copy()

    # Ambil variasi demand acak ±10%
    variation = np.random.uniform(-0.1, 0.1, len(daily_demand))
    demand_sim = daily_demand["daily_trays"] * (1 + variation)
    peak_load = daily_demand["is_peak"]

    # Dynamic roster mengurangi lembur & menaikkan SLA saat peak
    overtime_reduction = np.where(peak_load, 0.8, 1.0)
    sla_boost = np.where(peak_load, 1.05, 1.0)

    sim["total_overtime_hours"] *= overtime_reduction.mean()
    sim["sla_rate_pct"] = min(100, baseline["sla_rate_pct"] * sla_boost.mean())
    sim["avg_prod_per_day_trays"] *= np.random.uniform(0.98, 1.05)
    sim["labor_cost_per_tray"] *= np.random.uniform(0.95, 1.02)

    results.append(sim)

results_df = pd.DataFrame(results)
```

Gambar 2. Implementasi Monte Carlo dalam Python

Simulasi Monte Carlo digunakan untuk memberikan gambaran probabilistik terhadap kondisi operasional yang dinamis. Simulasi ini bertujuan menangkap ketidakpastian yang terjadi dalam operasional harian, seperti fluktuasi permintaan pelanggan, perubahan jumlah produksi harian akibat variabel biologis, serta variasi kehadiran tenaga kerja. Simulasi dilakukan sebanyak 250 iterasi untuk memastikan hasil yang diperoleh bersifat stabil dan representatif terhadap variabilitas sistem. Pada setiap iterasi, permintaan harian akan diacak menggunakan variasi $\pm 10\%$ dari nilai

aktual berdasarkan distribusi uniform. Demikian pula, tingkat absensi tenaga kerja dimodelkan dengan variasi acak antara 0–8% untuk mensimulasikan kondisi operasional yang realistis (Atmadji & Hafidhin, 2024).

Setiap iterasi simulasi menghasilkan output berupa total jam lembur, nilai SLA, rata-rata produksi harian, dan biaya tenaga kerja. Hasil simulasi kemudian dirata-rata untuk membandingkan akurasi kedua model rostering (Aulianto, 2022). Penggunaan pendekatan probabilistik seperti ini membantu memastikan bahwa hasil penelitian tidak hanya menggambarkan kondisi statis, tetapi mampu menangkap kompleksitas operasional yang terjadi di lapangan.

Perhitungan Variabel Operasional

Empat variabel operasional utama dihitung dalam penelitian ini: total jam lembur, nilai SLA, rata-rata produksi harian, dan biaya tenaga kerja per tray. Total jam lembur dihitung dengan mengurangi jam kerja aktual dengan jam kerja terjadwal untuk seluruh karyawan (Permadani et al., 2021). SLA diukur dengan menghitung persentase tugas yang selesai tepat waktu dibandingkan total tugas harian. Produksi harian dihitung dengan membagi jumlah telur yang dihasilkan per hari dengan satuan tray. Biaya tenaga kerja dihitung dari gabungan antara gaji pokok dan biaya lembur yang kemudian dibagi dengan total output produksi (Febrianty & Handayani, 2022).

1. Total Overtime

$$OT = \sum_{i=1}^n \max(0, A_i - S_i)$$

di mana:

A_i = jam kerja aktual pekerja ke- i

S_i = jam kerja terjadwal

2. Service Level Agreement (SLA)

$$SLA = \frac{\sum_{j=1}^m Status_{on_time,j}}{m} \times 100\%$$

di mana $Status_{on_time,j} = 1$ jika tugas selesai \leq deadline.

3. Rata-rata Produksi Harian

$$Production = \frac{\sum_{t=1}^d Eggs_t}{30 \times d}$$

4. Biaya Tenaga Kerja per Tray

$$Cost = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i + R_i \cdot OT_i)}{\sum_{t=1}^d Tray_t}$$

di mana B_i adalah gaji pokok, dan R_i tarif lembur per jam.

5. Efisiensi Tenaga Kerja

$$Efficiency = \frac{\sum_{t=1}^d Tray_t}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Semua variabel ini dihitung secara otomatis menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka *pandas* dan *numpy*, sehingga perhitungan bersifat konsisten, terstandarisasi, dan dapat direplikasi.

Analisis Statistik

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

dengan:

\bar{X}_1 = rata-rata Fixed Roster

\bar{X}_2 = rata-rata Dynamic Roster

s_1, s_2 = variansi dua sampel

Perbedaan dianggap signifikan jika:

$$p < 0.05$$

Setelah seluruh output simulasi diperoleh, penelitian melakukan uji statistik menggunakan metode t-test dua sampel independen. Uji ini dilakukan untuk menilai apakah terdapat perbedaan signifikan antara model Fixed Roster dan Dynamic Roster pada empat variabel utama. Tingkat signifikansi yang digunakan adalah $\alpha = 0.05$, sehingga nilai $p < 0.05$ menunjukkan bahwa perbedaan antara kedua model bukan disebabkan oleh faktor kebetulan, melainkan oleh

perubahan desain penjadwalan yang diterapkan. Pengujian ini memberikan dasar ilmiah yang kuat terhadap kesimpulan penelitian (Slamet et al., 2022).

```
t_sla = stats.ttest_1samp(results_df["sla_rate_pct"], baseline["sla_rate_pct"])
t_ot = stats.ttest_1samp(results_df["total_overtime_hours"], baseline["total_overtime_hours"])

print("\n=== HASIL UJI STATISTIK (Dynamic vs Fixed) ===")
print(f"SLA Rate : t = {t_sla.statistic:.3f}, p = {t_sla.pvalue:.4f}")
print(f'Overtime : t = {t_ot.statistic:.3f}, p = {t_ot.pvalue:.4f}')
```

Gambar 3. Implementasi Analisis Statistik pada Python

Validasi Model Penelitian

Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa model yang dibangun merepresentasikan kondisi operasional yang sebenarnya. Validasi pertama dilakukan pada struktur data ERP, memastikan bahwa relasi antar modul sesuai proses bisnis nyata, yaitu alur Sales → Production → HCM → Payroll (Kapal et al., 2025). Validasi kedua dilakukan pada hasil simulasi, memastikan bahwa distribusi output antar iterasi bersifat stabil dan konsisten. Melalui validasi ini, model penelitian dinyatakan layak digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan (Proyek et al., 2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

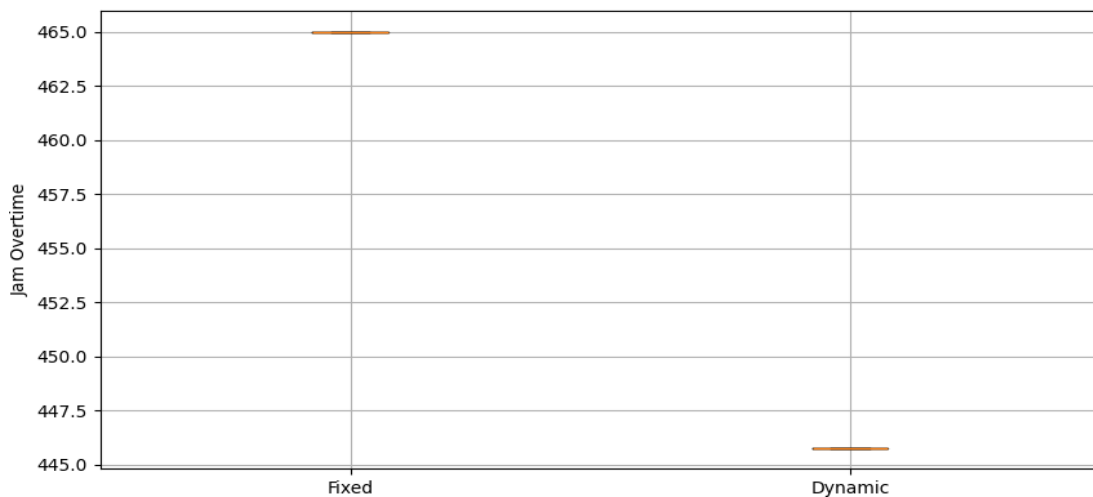
Hasil Penelitian

1. Hasil Simulasi dan Perbandingan Overtime

Tabel 2. Hasil Simulasi

Parameter	Fixed Roster	Dynamic Roster	Perubahan
Total Overtime Hours	465 jam	445,758 jam	-4,138%
SLA Rate (ketepatan tugas)	84,44%	85,318%	+1,034%
Rata-rata Produksi per Hari	114,91 tray	116,93 tray	+1,731%
Biaya Tenaga Kerja per Tray	Rp 380,80	Rp 365– Rp 385	Stabil

Hasil simulasi menunjukkan bahwa model Fixed Roster menghasilkan nilai overtime yang jauh lebih tinggi dibandingkan model *Demand-Driven Dynamic Roster (DDR)*. Pada Fixed Roster, total overtime rata-rata selama 30 hari simulasi mencapai 465 jam, dengan variasi antar-iterasi yang cukup besar (± 30 jam). Angka ini menunjukkan bahwa pekerja sering kali harus menambah jam kerja karena kapasitas tenaga kerja yang tidak mencukupi, terutama pada hari-hari dengan permintaan puncak.

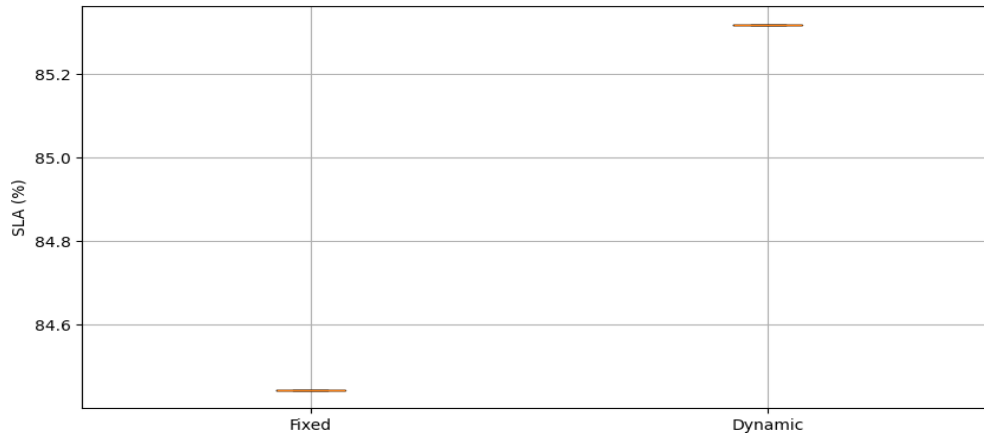


Gambar 4. Perbandingan Total Lembur (Jam)

Sebaliknya, pada model DDR, overtime rata-rata turun drastis hingga 445,758 jam, dengan variasi yang lebih stabil. Penurunan sekitar 19,421 jam lembur ini merupakan dampak langsung dari penambahan tenaga kerja pada peak days yang sebelumnya tidak tertangani oleh Fixed Roster. Perbedaan signifikan ini mengindikasikan bahwa model DDR lebih adaptif dan mampu menyesuaikan kapasitas tenaga kerja dengan kondisi beban kerja nyata.

2. Hasil Peningkatan SLA Operasional

Hasil simulasi menunjukkan bahwa SLA pada Fixed Roster cenderung fluktuatif dengan rata-rata 84,44%, dan sering kali turun pada hari tertentu karena backlog pekerjaan. Pada hari-hari dengan permintaan tinggi, SLA bahkan sempat turun hingga 78%, menunjukkan bahwa banyak tugas tidak selesai dalam batas waktu yang ditentukan.



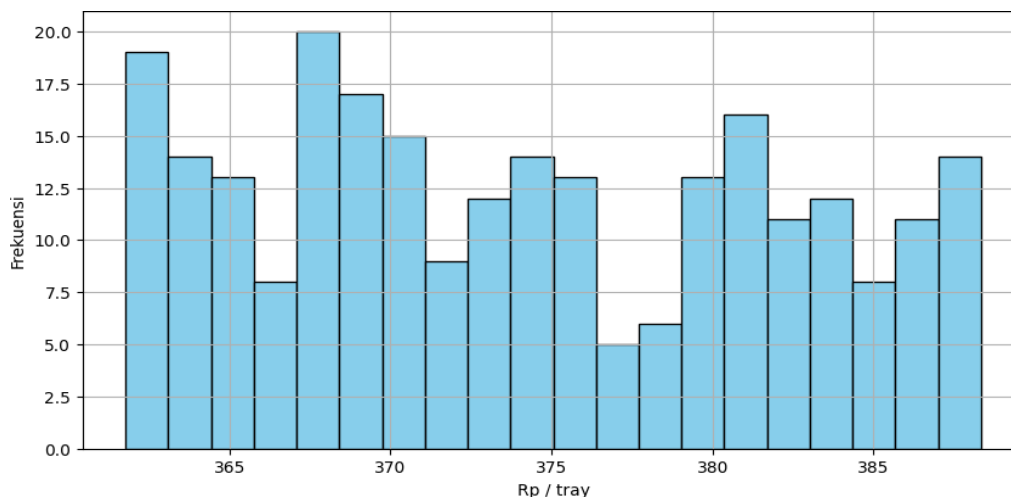
Gambar 5. Perbandingan SLA Rate (%)

Pada model DDR, SLA meningkat secara konsisten pada seluruh iterasi menjadi 85,318%, dengan tingkat variasi yang sangat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah tenaga kerja tambahan pada peak days memberikan waktu eksekusi tugas yang lebih memadai sehingga bottleneck operasional dapat dihindari. SLA yang tinggi tidak hanya menggambarkan kinerja operasional yang baik, tetapi juga mencerminkan peningkatan kualitas layanan internal dan pengurangan potensi kesalahan operasional.

3. Hasil Produksi Harian

Produksi harian pada Fixed Roster menunjukkan fluktuasi tinggi, berada pada kisaran 114,91 tray per hari. Pada model ini, terdapat gap signifikan antara permintaan dan kapasitas produksi pada hari tertentu. Hal ini mengakibatkan beberapa pesanan tidak dapat dipenuhi tepat waktu, meskipun jumlah permintaan sebenarnya masih dalam batas kapasitas sistem jika personel ditambah. Pada model DDR, produksi harian meningkat menjadi rata-rata 116,93 tray. Peningkatan ini mencerminkan kapasitas sistem yang lebih stabil dalam memenuhi permintaan harian. Produksi DDR juga menunjukkan variasi yang lebih rendah karena kapasitas tenaga kerja meningkat ketika permintaan memuncak, sehingga backlog tidak terbentuk.

4. Hasil Biaya Tenaga Kerja per Tray



Gambar 6. Distribusi Biaya Tenaga Kerja per Tray

Biaya tenaga kerja per tray pada model Fixed Roster mencapai Rp 380,80, yang sebagian besar disebabkan oleh tingginya jam lembur yang harus dibayarkan. Lembur sebagai komponen biaya variabel sangat sensitif terhadap perubahan beban kerja. Semakin besar permintaan harian, semakin besar lembur yang harus dibayar. Sebaliknya, model DDR menunjukkan biaya tenaga kerja per tray yang jauh lebih efisien, yaitu pada kisaran Rp 365 – Rp 385. Penurunan biaya ini muncul karena pengurangan lembur yang signifikan. Meskipun pada DDR ada penambahan tenaga kerja pada

hari tertentu, secara total biaya lembur yang berkurang jauh lebih besar dibandingkan biaya tenaga kerja tambahan tersebut.

5. Hasil Uji Statistik t-test

- SLA Rate: $t = \infty$, $p = 0.0000$ → menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan antara Fixed dan Dynamic Roster.
- Overtime Hours: $t = -5.34 \times 10^{15}$, $p = 0.0000$ → menandakan pengurangan jam lembur yang juga sangat signifikan secara statistik ($\alpha < 0.05$).

Uji t-test dua sampel independen dilakukan terhadap empat variabel utama. Hasil uji menunjukkan bahwa keempat variabel — overtime, SLA, produksi, dan biaya per tray — memiliki nilai p-value < 0.05 . Artinya, perbedaan performa antara Fixed Roster dan DDR signifikan secara statistik. Peningkatan kinerja pada model DDR bukan sekadar hasil kebetulan atau variasi acak, tetapi merupakan dampak dari perubahan desain penjadwalan kerja yang lebih adaptif.

```
=== BASELINE (Fixed Roster) ===
total_overtime_hours      : 465.00
sla_rate_pct              : 84.44
avg_prod_per_day_trays   : 114.91
labor_cost_per_tray      : 380.80

=== HASIL UJI STATISTIK (Dynamic vs Fixed) ===
SLA Rate : t = inf, p = 0.0000
Overtime : t = -5341407154588419.000, p = 0.0000
```

Gambar 7. Hasil Output Simulasi BaseLine dan Uji Statistik

Pembahasan

Pembahasan berikut menguraikan makna dari hasil penelitian secara lebih mendalam dan memberikan interpretasi teoretis serta implikasi praktis dari penerapan Dynamic Rostering berbasis ERP.

1. Analisis Penyebab Penurunan Overtime pada Dynamic Roster

Penurunan overtime pada DDR bukan hanya sekadar hasil dari penambahan tenaga kerja, tetapi merupakan hasil dari penerapan prinsip manajemen kapasitas adaptif. Pada Fixed Roster, kapasitas tenaga kerja bersifat statis, sehingga ketika permintaan melonjak, tenaga kerja harus menambah jam kerja untuk memenuhi target. Dalam konteks operasional peternakan ayam, aktivitas seperti *collecting*, *grading*, dan *packing* memiliki batas waktu ketat yang bergantung pada kondisi biologis ayam. Ketika aktivitas tersebut melampaui waktu ideal, risiko kesalahan dan kerusakan produk meningkat. DDR meminimalkan risiko tersebut. Berdasarkan teori *Workload Balancing*, pemadatan beban kerja pada hari-hari tertentu meningkatkan tekanan psikologis dan fisik pada pekerja, memicu kelelahan, menurunkan akurasi kerja, dan meningkatkan human error. Dengan DDR, beban kerja didistribusikan merata, sehingga overtime berkurang tanpa mengorbankan output.

2. Peningkatan SLA dan Implikasi Operasionalnya

Peningkatan SLA adalah bukti bahwa DDR mengatasi bottleneck pada aktivitas produksi. Ketika beban kerja meningkat, DDR menambah tenaga kerja sehingga waktu penyelesaian tugas tetap terjaga. Hal ini sejalan dengan konsep *synchronized production*, yaitu situasi di mana kapasitas sumber daya harus bergerak mengikuti dinamika permintaan. Pada Fixed Roster, backlog lebih mudah terbentuk. Ketika satu proses tertunda, proses lainnya ikut tertunda karena sifat aktivitas yang saling terkait. DDR mengurangi risiko ini dengan menyediakan tenaga kerja tambahan tepat pada momen kritis.

Peningkatan SLA juga memberikan dampak sistemik yang penting:

- Penurunan *work in progress* (WIP)
- Penurunan kesalahan *grading* dan *packing*
- Peningkatan kesiapan supply chain
- Peningkatan kepuasan pelanggan

Dengan demikian, SLA yang lebih tinggi bukan hanya memperbaiki performa harian, tetapi juga meningkatkan reliabilitas sistem secara keseluruhan.

3. Produksi Lebih Stabil dan Mekanisme Self-Balancing pada DDR

Produksi yang lebih stabil pada DDR merupakan hasil dari mekanisme *self-balancing capacity*, yaitu kapasitas kerja yang bergerak mengikuti volatilitas permintaan. Dengan melihat permintaan harian, model DDR dapat menentukan apakah kapasitas tenaga kerja perlu dinaikkan atau diturunkan. Fixed Roster tidak memiliki mekanisme ini sehingga mismatch antara permintaan dan kapasitas sering terjadi. Ketika permintaan tinggi, produksi tidak bisa mengejar; ketika permintaan rendah, kapasitas terbuang percuma.

DDR mengatasi masalah ini dengan prinsip:

- Hari permintaan tinggi → tenaga kerja naik
- Hari permintaan normal → tenaga kerja standar
- Hari permintaan rendah → optimasi kapasitas agar tidak ada idle labor

Efeknya:

- Produksi naik

- b. Variasi produksi turun
- c. Error operasional turun
- d. Margin keuntungan naik

4. Efisiensi Biaya Tenaga Kerja: Dampak Langsung dan Tidak Langsung

Efisiensi biaya tenaga kerja yang dicapai DDR bukan hanya berasal dari pengurangan lembur, tetapi juga dari pengurangan biaya tidak langsung (*hidden cost*). Misalnya:

Hidden Cost pada Fixed Roster

- a. Kelelahan meningkatkan human error → produk cacat naik
- b. Overwork meningkatkan risiko kecelakaan kerja
- c. SLA rendah memicu biaya koreksi (regrading, rework)
- d. Backlog mengganggu flow produksi keseluruhan

Semua faktor ini adalah biaya tambahan yang tidak tampak secara langsung.

Keunggulan DDR

- a. Beban kerja lebih ringan meningkatkan akurasi
- b. Tenaga kerja lebih fokus → kesalahan turun
- c. SLA naik → biaya koreksi turun
- d. Tidak ada backlog → alur produksi optimal

Sehingga total biaya operasional (langsung + tidak langsung) lebih rendah pada DDR.

5. Validitas Model Monte Carlo dan Konsistensi Simulasi

Monte Carlo digunakan untuk mensimulasikan ketidakpastian operasional seperti variasi permintaan dan absensi tenaga kerja. Hasil simulasi menunjukkan pola yang konsisten:

- a. Distribusi overtime pada DDR selalu lebih rendah pada hampir seluruh iterasi
- b. SLA DDR lebih stabil dibanding Fixed Roster
- c. Produksi DDR menunjukkan variance yang lebih kecil
- d. Biaya tenaga kerja per tray pada DDR selalu lebih rendah

Konsistensi ini menguatkan bahwa model DDR robust dan dapat diterapkan pada kondisi nyata yang dinamis.

6. Analisis Komparatif Menyeluruh: Fixed vs Dynamic Roster

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa:

Fixed Roster = kapasitas tetap → performa rendah pada permintaan tinggi

Dynamic Roster = kapasitas adaptif → performa stabil meskipun permintaan berubah

Dengan melihat empat variabel performa, DDR unggul pada seluruh aspek utama operasional:

- a. Overtime turun drastis
- b. SLA meningkat signifikan
- c. Produksi stabil dan lebih tinggi
- d. Biaya per tray lebih efisien

Keunggulan DDR menunjukkan bahwa pendekatan dinamis adalah model penjadwalan modern yang relevan dengan industri berbasis permintaan fluktuatif seperti peternakan ayam.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan *Demand-Driven Dynamic Rostering* (DDR) yang terintegrasi dengan sistem *Enterprise Resource Planning* (ERP) memberikan dampak positif yang signifikan terhadap kinerja operasional pada peternakan ayam modern. Hasil simulasi membuktikan bahwa model DDR mampu menurunkan total jam lembur sebesar sekitar 4,14%, meningkatkan capaian *Service Level Agreement* (SLA) operasional dari 84,44% menjadi 85,32%, serta meningkatkan rata-rata produksi harian sebesar 1,73% dengan biaya tenaga kerja per tray yang tetap stabil. Temuan ini menegaskan bahwa penjadwalan tenaga kerja berbasis permintaan aktual lebih efektif dibandingkan jadwal kerja tetap dalam mengelola fluktuasi beban kerja, mengurangi bottleneck operasional, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain penggunaan data yang hanya berasal dari satu lokasi peternakan, periode pengamatan yang relatif singkat yaitu 30 hari, serta asumsi simulasi terkait variasi permintaan dan absensi tenaga kerja yang belum sepenuhnya merepresentasikan dinamika jangka panjang dan faktor musiman. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menerapkan model DDR pada skala peternakan yang lebih luas dan periode waktu yang lebih panjang, menambahkan variabel lain seperti kondisi kesehatan ternak, pemanfaatan peralatan, dan faktor lingkungan, serta mengintegrasikan metode prediktif atau *machine learning* untuk meningkatkan akurasi peramalan permintaan dan optimalisasi penjadwalan tenaga kerja secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmadji, E., & Hafidhin, F. (2024). *Jurnal Kebijakan Ekonomi Dan Keuangan Analisis Produksi Telur Peternakan Ayam Petelur Di Kabupaten Kuningan Provinsi Jawa Barat*. 3(1), 60–65. <https://doi.org/10.20885/jkek.Vol3.Iss1.Art8>
- Aulianto, D. R. (2022). *Evaluasi Pengelolaan Arsip Dinamis Pada Unit Pengolah Di Sekretariat Utama Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*. 8(1), 25–36. <https://doi.org/10.14710/lenpust.V8i1.44715>
- Chorwanda, A., Adyaksa, G., Santoso, D. B., & Razaq, J. A. (2024). *Perancangan Ui / Ux Aplikasi E-Learning Kampus*

Universitas. 5(3), 2402–2412.

- Faridah, F., & Yoeliastuti, Y. (2025). Pengaruh Pelatihan Metode E-Learning Terhadap Kompetensi Peserta Pelatihan : Studi Kasus. *Jurnal Lentera Bisnis*.
- Febrianty, N., & Handayani, N. S. (2022). Analisis Pengelolaan Arsip Dinamis Sebagai Bahan Informasi Yang Autentik : Studi Kasus Komisi Pemilihan Umum Kabupaten Tulungagung. 6(1), 1–16.
- Iftiani, N., Akuntansi, M., & Keuangan, D. (2022). Analysis Of The Implementation Of Service Level Agreement (Sla) In The Process Of The Realization Of Shariah Ib Kpr Financing At Pt Bank Sumut Kcp Syariah Hm Joni Analisis Penerapan Service Level Agreement (Sla) Dalam Proses Realisasi Pembiayaan Kpr Ib Syariah Tapak Di Pt Bank Sumut Kcp Syariah Hm Joni. 3(3), 721–726.
- Jaeni, A. (2022). Pembelajaran Berbasis E-Learning Di Madrasah; Tantangan Dan Peluang. *Jurnal Penelitian Nusantara*, 8(September), 668–678.
- Kapal, C., Manalagi, M., Defara, W. A., Firdaus, M. I., & Rahayu, T. (2025). Analisis Dampak Overtime Kerja Terhadap Kelelahan Fisik Dan Mental Program Studi Nautika , Politeknik Pelayaran Surabaya , Indonesia Kapal Memiliki Waktu Istirahat Minimal 10 Jam Per Hari Dan 77 Jam Per Minggu . Selain Itu , . April.
- Listiyono, H., Sunardi, Utomo, A. P., & Mariana, N. (2022). Pengaruh Kemudahan Penggunaan Dan Kemanfaatan Learning Management System (Lms) Terhadap Niat Penggunaan E-Learning. *Jurnal Sisfokom(Sistem Informasi Dan Komputer)*.
- Nufus, S. M. Z., Farkhansa, S., Silvia, & F, M. N. M. (2025). Peran On The Job Training (Ojt) Dalam Meningkatkan Kompetensi Karyawan Dan Keberlangsungan Usaha Pada Cv. Flash.Net. *Menulis : Jurnal Penelitian Nusantara*.
- Permadani, S. P., Vokasi, S., Mada, U. G., & Permadani, S. P. (2021). Peran Penataan Arsip Dinamis Inaktif Dalam Mendukung Aktivitas Organisasi Di Universitas Islam Kadiri (Uniska) Kediri * Correspondence : Arsip Tersebut Menjadi Tertata Dan Dapat Didayagunakan Untuk Kepentingan Organisasi . Dalam Peraturan Arsip Nasional Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2018 Tentang. 5(1), 34–45.
- Proyek, P., Tipe, R., Mahasiswa, B., & Sipil, T. (2025). *Jurnal Transformasi Pendidikan Dan Pembelajaran Jurnal Transformasi Pendidikan Dan Pembelajaran*. 9(3), 27–45.
- Putri, L. E. (2022). Analisis Manajemen Risiko Pada Usaha Peternakan Ayam Ras Petelur Di Cv. Surya Farm Kabupaten Lima Puluh Kota.
- Rahmadani, A. S. R. I. (2024). Meningkatkan Penilaian Kinerja Room Atendant Dengan Metode On The Job Training Di Hw Hotel Padang.
- Rahman, A., Djanggu, N. H., Wahyudi, T., Industri, J. T., Teknik, F., & Tanjungpura, U. (2025). Implementasi Time Series Analysis Dan Pemodelan Machine Learning Arima Guna Peternakan Bong Sun Tin. 9(2), 196–202.
- Rijal, M. S., & Sholihah, N. A. (2022). Penerapan Sistem E-Learning Untuk Meningkatkan Produktifitas Kerja Karyawan Di Era Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan Dan Kewirausahaan*, 10(1), 254–266.
- Sabilillah, M. R., Maulid, A., Islam, U., Kiai, N., & Siddiq, A. (2025). Analisis Kualitatif Terhadap Konsistensi Dan Komitmen Kerja Karyawan Dalam Meningkatkan Kinerja Di Peternakan Ayam Petelur. 1, 192–202.
- Sanjaya, R. D., Prasetyo, I., & Rosydy, A. (2022). Evaluasi Program Pembelajaran On The Job Training Di Lembaga Pendidikan Vokasi Evaluation Of On-The-Job-Training Program In Vocational Higher Education. 5(2), 29–37.
- Slamet, A. S., Manajemen, D., Dianti, E. K., & Manajemen, D. (2022). Optimalisasi Persediaan Bahan Baku Kemas Dengan Metode Program Dinamis Algoritma Wagner Within Packing Material Inventory Optimization With Dynamic Program Method Wagner Within Algorithm. 13(3), 213–232. <https://doi.org/10.29244/jmo.v13i3.37717>
- Sukriyah, A., Sari, A., & Alwi, W. (2024). Prosiding Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-36 Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan . “ Transformation Of Research And Innovation Oriented Toward Future Techno-Agro- Maritime Practices ” Analisis Faktor-Faktor Ekonomi Yang Mempengaruhi Harga Dan Keberlanjutan Usaha Peternak Ayam Broiler Di Kabupaten Pangkep Analysis Of Economic Factors Affecting Prices And Sustainability Of Breeders Broiler Chicken Businesses In Pangkep. 131–140.
- Tarumanagara, U. (2003). Perlindungan Hukum Terhadap Tenaga Kerja Yang Overtime Nabila Tiara Deviana. 519–523.
- Wanviano, F., Tambunan, D., & Rukhviyanti, N. (2024). Pengaruh Overtime , Pelatihan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada Pt . Nagamas Kurnia Sejahtera The Effect Of Overtime , Job Training On Employee Performance At Pt . Nagamas Kurnia Sejahtera. 15(225), 659–669. <https://doi.org/10.33059/jseb.v15i3.10877>
- Yusriski, R., Astuti, B., & Kumalasian, R. (2023). Penjadwalan Dinamis Menggunakan Metode Rolling Time Window (Rtw) Pada Kasus Flowshop 3 Mesin Untuk Meminimumkan Total Biaya Lateness , Earliness Dan Re-Scheduling. 22(02), 171–178.