

**OPTIMASI PENJADWALAN PEMBUATAN PINTU *ESCAPE*  
KENDARAAN TEMPUR ANOA APC DI PT.PINDAD**

**TUGAS AKHIR**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari  
Program Studi Teknik Industri  
Fakultas Teknik Universitas Pasundan**

**Oleh**

**MUHAMMAD HIDAYATULLOH RIDHO**

**NRP : 203010165**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN**

**2024**

**OPTIMASI PENJADWALAN PEMBUATAN PINTU *ESCAPE*  
KENDARAAN TEMPUR ANOA APC DI PT.PINDAD**

Oleh

**Muhammad Hidayatulloh Ridho**

**NRP : 203010165**

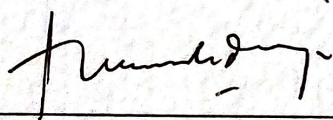
Menyetujui

Tim Pembimbing

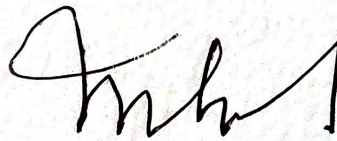
Tanggal ..... 18 Juli 2024

Pembimbing

Penelaah



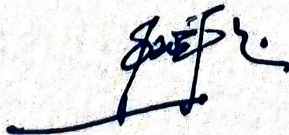
(Dr. Ir. Hj. Tjutju Tarlih Dimiyati, MSIE)



(Ir. Moh. Syarwani, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Ir. M. Nurman Helmi, DEA



# OPTIMASI PENJADWALAN PEMBUATAN PINTU *ESCAPE* KENDARAAN TEMPUR ANOA APC DI PT.PINDAD

MUHAMMAD HIDAYATULLOH RIDHO  
NRP : 203010165

## ABSTRAK

*Penjadwalan produksi merupakan suatu hal yang penting bagi suatu manufaktur, dengannya pengalokasian sumber daya yang dimiliki perusahaan akan digunakan lebih efektif dan efisien yang memungkinkan proses produksi tersusun dengan baik dan terselesaikan dengan tepat waktu sesuai yang diinginkan. Pentingnya penjadwalan ini membuat banyak peneliti yang melakukan penelitian untuk membuat proses penjadwalan menjadi lebih baik dengan metode-metode tertentu. Tetapi banyak proses penjadwalan masih menjadwalkan untuk produk dengan struktur tunggal, yang pada realitanya kebanyakan produk memiliki struktur multi-level. Produk berstruktur multi level ini membuat proses penjadwalan menjadi lebih rumit dikarenakan semakin banyak komponen yang dibutuhkan untuk dibuat menjadi produk semakin banyak penentuan sumber daya yang harus dilakukan untuk membuat suatu penjadwalan yang baik. Dengan adanya persoalan tersebut diperlukan suatu model penjadwalan untuk produk-produk berstruktur multi-level, seperti salah satu produk yang dibuat oleh PT.Pindad, yaitu pintu escape kendaraan tempur ANOA APC yang terbentuk dari tiga komponen dan sembilan sub-komponen. Pada penelitian ini, dilakukan pengembangan model optimasi untuk membuat penjadwalan untuk produk pintu escape tersebut. Model optimasi yang dikembangkan adalah model Mixed Integer Linier Programming (MILP), dengan tujuan meminimasi waktu penyelesaian seluruh produk (minimum makespan). Model yang dikembangkan memperhatikan dua macam pembatas, yang pertama, hubungan ketergantungan antar operasi (precedence constraints) yang digunakan untuk mengatur urutan operasi yang sesuai, yang kedua persaingan yang terjadi di antara operasi-operasi dalam penggunaan mesin (disjunctive constraints) yang digunakan untuk menentukan operasi mana yang didahulukan ketika operasi tersebut harus dilakukan pada mesin yang sama. Setelah model optimasi dikembangkan dan didapatkan formulasi lengkapnya, maka perhitungan formulasi diselesaikan oleh software LINDO. Dari hasil perhitungan formulasi yang dilakukan, didapatkan, bahwa dalam pembuatan produk pintu escape kendaraan tempur ANOA APC dilakukan dua tahap, yaitu tahap pembuatan keseluruhan komponen dan tahap perakitan komponen menjadi produk akhir. Setelah itu dibuat penjadwalan pintu escape kendaraan tempur ANOA APC berdasarkan hasil tersebut menggunakan gantt chart. Dari jadwal yang ada, dapat diketahui untuk membuat pintu escape kendaraan tempur ANOA APC sebanyak dua belas unit sesuai dengan pesanan, dibutuhkan waktu selama delapan belas hari kerja.*

*Kata Kunci : Penjadwalan, Produk berstruktur Multi-Level, Model Optimasi, precedence constraints.*

# OPTIMIZATION OF PINTU ESCAPE KENDARAAN TEMPUR ANOA APC PRODUCTION SCHEDULING AT PT.PINDAD

MUHAMMAD HIDAYATULLOH RIDHO  
NRP : 203010165

## ABSTRACT

*Production scheduling is an important aspect of manufacturing, as it allows companies to allocate their resources more effectively and efficiently, enabling the production process to be well-organized and completed on time as desired. The importance of this scheduling has led many researchers to conduct research to improve the scheduling process using specific methods. However, many scheduling processes still schedule for single-structured products, while in reality most products have a multi-level structure. These multi-level structured products make the scheduling process more complex because the more components needed to create a product, the more resource decisions need to be made to create a good schedule. With this problem, a scheduling model is needed for multi-level structured products, such as one of the products made by PT.Pindad, namely pintu escape kendaraan tempur ANOA APC which consists of three components and nine sub-components. In this study, an optimization model was developed to schedule the production of the escape door. The developed optimization model is a Mixed Integer Linear Programming (MILP) model, with the objective of minimizing the completion time of all products (minimum makespan). The developed model considers two types of constraints: first, the precedence constraints between operations (precedence constraints) which are used to regulate the order of operations accordingly, and second, the competition between operations in using machines (disjunctive constraints) which are used to determine which operation takes precedence when the operations must be performed on the same machine. After the optimization model is developed and the complete formulation is obtained, the formulation calculation will be completed by LINDO software. From the results of the calculation of the formulation carried out, it was obtained that the manufacture of the pintu escape kendaraan tempur ANOA APC is carried out in two stages, namely the stage of making all components and the stage of assembling the components into the final product. After that, the pintu escape kendaraan tempur ANOA APC is scheduled based on the results using a gantt chart. From the existing schedule, it can be seen that to make twelve pintu escape kendaraan tempur ANOA APC according to the order, it takes eighteen working days.*

*Keywords: Production Scheduling, multi-level structured products, optimization model, precedence constraints, disjunctive constraints.*

## Daftar Isi

ABSTRAK .....	1
ABSTRACT .....	2
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Kata Pengantar .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Daftar Isi.....	3
Daftar Gambar.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Daftar Tabel.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Bab I Pendahuluan .....	6
I.1 Latar Belakang Masalah .....	6
I.2 Perumusan Masalah.....	7
I.3 Tujuan Penelitian.....	7
I.4 Manfaat Penelitian.....	8
I.5 Batasan dan Asumsi.....	8
I.5.1 Batasan Penelitian .....	8
I.5.2 Asumsi Penelitian .....	8
I.6 Sistematika Penulisan Laporan .....	9
Bab II Landasan Teori .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.1 Penjadwalan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.2 Definisi Dalam Penjadwalan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.3 Tujuan Penjadwalan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.4 Jenis Penjadwalan Produksi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.4.1 Penjadwalan Produksi <i>Flow shop</i> ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.4.2 Penjadwalan Produksi <i>Job shop</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.5 Metode Penjadwalan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



II.6	Metode Optimasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.6.1	<i>Linear Programming</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.6.2	Asumsi-asumsi Dasar dalam <i>Linear Programming</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.6.3	Istilah dalam <i>Linear Programming</i> ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.6.4	Variasi <i>Linear Programmer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.6.5	Model Penjadwalan Produksi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.6.5.1	<i>Precedence Constraints</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.6.5.2	<i>Disjunctive Constraints</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.6.6	<i>Gantt Chart</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Bab III	Metodologi Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.1	<i>Flowchart</i> Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.2	Identifikasi Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.3	Perumusan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.4	Menetapkan Tujuan Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.5	Menentukan Batasan dan Asumsi Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.6	Studi Literatur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.7	Pengumpulan Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.8	Pengolahan Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.9	Pengembangan Model Optimasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.9.1	Model Optimasi Yang Digunakan....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.9.2	<i>Flowchart</i> Pengembangan Model ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.10	Menyelesaikan Formulasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.11	Analisis dan Pembahasan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.12	Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Bab IV	Pengumpulan dan Pengolahan Data ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1	Pengumpulan Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.1	Data Permintaan ( <i>Demand</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.2	Struktur Produk .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.3	<i>Operation Process Chart</i> (OPC).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.2	Pengolahan Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.2.1	Bill-Of-Operation.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.2.2	Perhitungan Waktu Proses.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.3	Pengembangan Model Optimasi untuk Penjadwalan Pintu <i>Escape</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.4	Formulasi Penjadwalan Pintu <i>Escape</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.5	Penyelesaian Formulasi Menggunakan LINDO	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.6	Hasil Formulasi Penjadwalan Pintu <i>Escape</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Bab V	Analisis dan Pembahasan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.1	Penjadwalan Dua Belas Unit Pintu <i>Escape</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.2	Fleksibilitas Penjadwalan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Bab VI	Penutup .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.1	Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
VI.2	Rekomendasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Daftar Pustaka

LAMPIRAN

# Bab I Pendahuluan

## I.1 Latar Belakang Masalah

Persaingan antara industri semakin hari semakin meningkat dengan sangat cepat. Semua industri akan bersaing untuk memperebutkan pasar dan mempertahankan konsumen yang tersedia. Salah satunya dalam ketepatan waktu untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Dalam hal ini penjadwalan produksi yang baik akan menjadi faktor penting untuk memenuhi hal tersebut karena penjadwalan akan mempresentasikan waktu produksi dan dapat diketahui waktu penyelesaian seluruh produksi (*makespan*). Disisi lain, dengan penjadwalan yang baik dapat mempengaruhi sistem produksi agar berjalan efisien sehingga mendapat hasil produksi yang optimal hingga mengurangi biaya operasional.

Menurut (Lesmana, 2016) penjadwalan adalah pengalokasian sumber daya dari waktu ke waktu untuk menunjang pelaksanaan dan penyelesaian suatu aktivitas pengerjaan spesifik. Penentuan alokasi sumber daya perusahaan (sumber daya manusia, kapasitas dan peralatan produksi atau mesin-mesin, dan waktu) ditunjukkan untuk mewujudkan sasaran penggunaan sumber daya secara efektif dan efisien, sekaligus menghasilkan keluaran (*output*) yang tepat jumlah, tepat waktu, dan tepat kualitas.

Berdasarkan pernyataan diatas, penjadwalan merupakan aspek yang penting bagi suatu industri dalam hal perencanaan dan pengoperasian sistem manufaktur. Karena itu persoalan penjadwalan ini mendapatkan perhatian dari para peneliti dan banyak penelitian telah dilakukan yang menganalisis dampak masalah penjadwalan *flow shop* dan *job shop* pada sistem manufaktur (Liaqait et al., 2021). Dalam permasalahan penjadwalan *job shop* mencakup operasi produksi dengan urutan mesin serta waktu pemrosesan yang berbeda yang dilakukan berdasarkan kriteria tertentu.

Salah satu permasalahan pada penjadwalan *job shop*, menurut (Dimiyati, 1999) pembahasan persoalan penjadwalan pada umumnya berkaitan dengan penjadwalan produk-produk yang merupakan komponen tunggal, yaitu produk-produk yang hanya membutuhkan serangkaian operasi permesinan dengan urutan proses (*routing*) tertentu. Tetapi dalam kenyataannya, banyak manufaktur memiliki produk



berstruktur multi-level, yang terdiri dari komponen-komponen yang membutuhkan serangkaian operasi permesinan dan perakitan menjadi produk akhir. Dengan adanya sejumlah komponen ini lah, persoalan penjadwalan menjadi lebih rumit karena akan lebih banyak yang perlu dipertimbangkan untuk pembagian sumber daya yang ada. Sehingga perlu dilakukan penelitian yang bisa membangun suatu model penjadwalan yang dapat digunakan pada produk-produk berstruktur multi-level.

Salah satu contoh produk berstruktur multi-level adalah pintu *escape* yang merupakan salah satu komponen utama dari kendaraan tempur ANOA APC yang dibuat oleh PT.Pindad. Pintu *escape* pada kendaraan tempur ANOA APC ini terbentuk dari berbagai komponen yang memiliki serangkaian operasinya sendiri yang akhirnya akan dirakit menjadi pintu *escape*. Sehingga pintu *escape* ini merupakan produk yang memiliki struktur multi-level. Karena produk ini dibuat sendiri oleh PT.Pindad, maka diperlukan penjadwalan dalam memproduksi komponen pintu *escape* kendaraan tempur ANOA APC.

## **I.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model optimasi yang dapat digunakan untuk melakukan penjadwalan produk pintu *escape* kendaraan tempur ANOA APC?
2. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan produk pintu *escape* kendaraan tempur ANOA APC?

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1. Membangun model optimasi yang digunakan untuk persoalan penjadwalan produk pintu *escape* kendaraan tempur ANOA APC.
2. Melakukan analisis terhadap hasil penjadwalan agar dapat diketahui waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan produksi pintu *escape* kendaraan tempur ANOA APC.

## **I.4 Manfaat Penelitian**

Adanya penelitian dan penulisan laporan ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Hasil pemodelan penjadwalan bisa dijadikan panduan oleh PT.Pindad dalam menjadwalkan produksi dari produk yang sama atau sejenis dalam laporan ini.
2. Hasil penjadwalan dapat memberikan gambaran kapan suatu pekerjaan dapat dilakukan dan bagaimana urutan pengerjaan dari sejumlah komponen dalam memproduksi suatu produk bagi perusahaan.

## **I.5 Batasan dan Asumsi**

Untuk membatasi penelitian agar penelitian terarah dan tidak melebar jauh serta memperjelas ruang lingkup masalah, berikut batasan dan asumsi yang ditetapkan:

### **I.5.1 Batasan Penelitian**

Batasan penelitian yang ditetapkan sebagai berikut:

1. Produk yang disertakan dalam penelitian adalah pintu *escape* kendaraan tempur ANOA yang dibuat oleh PT.Pindad.
2. Data yang digunakan merupakan data pembuatan produk pada tahun 2023.
3. Penjadwalan yang digunakan adalah penjadwalan *job shop*.
4. Kriteria penjadwalan adalah minimum waktu penyelesaian seluruh produk pintu *escape* kendaraan tempur ANOA APC (*minimum makespan*).
5. Perhitungan formulasi diselesaikan menggunakan *software* LINDO.

### **I.5.2 Asumsi Penelitian**

Asumsi penelitian yang ditetapkan sebagai berikut:

1. Satu mesin hanya memproses satu operasi pada satu waktu.
2. Waktu proses yang digunakan murni merupakan waktu proses pengerjaan produk pada operasi tertentu, yang mana waktu *set-up* mesin

dan waktu perpindahan antar mesin dapat diabaikan.

3. Urutan proses (*routing*) yang ada digunakan dalam penelitian merupakan satu-satunya *routing* yang dapat dilakukan.

## **I.6 Sistematika Penulisan Laporan**

Berikut sistematika penulisan laporan penelitian yang dibagi menjadi beberapa bab guna memahami lebih jelas laporan ini:

### **Bab I Pendahuluan**

Pada bab ini dibahas mengenai hal-hal yang mendasari penelitian seperti latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan dan asumsi penelitian serta sistematika penulisan.

### **Bab II Landasan Teori**

Pada bab ini dijelaskan teori-teori atau studi lainnya yang relevan dengan penelitian berdasarkan studi literatur dan jurnal. Seperti teori mengenai penjadwalan produksi yang merupakan fokus penelitian

### **Bab III Metodologi Penelitian**

Pada bab ini diuraikan tentang alur proses penelitian dari awal penelitian hingga akhir penarikan kesimpulan, seperti teknik pengumpulan data, dan metoda pengolahan data.

### **Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Pada bab ini dijelaskan tentang pengumpulan data yang dibutuhkan dan proses pengolahan data yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian.

### **Bab V Analisis dan Pembahasan**

Pada bab ini diuraikan hasil analisis dan pembahasan dari hasil yang diperoleh pada pengolahan data untuk mencapai hasil akhir dari penelitian.

### **Bab VI Penutup**

Pada bab ini dibahas kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta rekomendasi terkait dengan penelitian yang telah dilakukan.



## Daftar Pustaka

- Abdillah. (2013). *Program Linear*. Dua Satu Press.
- Amalia, A. R. F. (2017). *Optimasi Penentuan Tingkat Pengadaan Beras Pada Studi Kasus PT. X*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Baker, K. R., & Trietsch, D. (2019). *Principles of Sequencing and Scheduling* (Second Edition). John Wiley Sons, Inc.
- Dimiyati, T. T. (1999). Model Optimasi Penjadwalan Jobshop untuk Produk-Produk Berstruktur Multil-Level. *Jurnal Informatika Manajemen Dan Teknologi*, 1(1), 1–9.
- Dimiyati, T. T., & Dimiyati, A. (2020). *OPERATIONS RESEARCH: Model-model Pengambilan Keputusan*. Sinar Baru Algensindo.
- Ginting, R. (2009). *Penjadwalan Mesin* (Edisi Pertama). Graha Ilmu.
- Lesmana, N. I. (2016). Penjadwalan Produksi Untuk Meminimalkan Waktu Produksi Dengan Menggunakan Metode Branch And Bound. *Jurnal Teknik Industri*, 17(1), 42–50.
- Liaqait, R. A., Hamid, S., Warsi, S. S., & Khalid, A. (2021). A critical analysis of job shop scheduling in context of Industry 4.0. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 13, Issue 14). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/su13147684>
- Pinedo, M. (2016). *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems* (Fifth Edition). Springer.
- Sundry, A. (2017). *Penyelesaian Masalah Transportasi Dengan Metode Zero Suffix*. Universitas Negeri Islam Sultan Syarif Kasim Riau.
- Warman, R. A. A. (2018). *Optimasi Penjadwalan Karyawan Menggunakan Metode Goal Programming (Studi Kasus PT.ABC)*. Institusi Teknologi Sepuluh November.
- Widodo, C. E. (2014). *Optimasi Penjadwalan Mesin Produksi Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) Pada Perusahaan Manufaktur*. Universitas Negeri Yogyakarta.