

Paper history:

Received 18 June 2024 | Received in revised form 22 August 2024 | Accepted 29 October 2024

PENERAPAN *GOAL PROGRAMMING* UNTUK OPTIMASI JAM KERJA OPERATOR *MOLDING* PADA PENJADWALAN DI PT. ABC

Rita Saputri¹, I Made Aryantha Anthara², Saufik Luthfianto³

Program Studi Teknik Industri Universitas Pancasakti Tegal^{1,3}, Program Studi Teknik Industri Universitas Komputer Indonesia²

Email : ritasaputri652@gmail.com¹, i.made.aryantha@email.unikom.ac.id², saufik_luthfianto@upstegal.ac.id³

ABSTRAK

Mengatur jadwal kerja bagi operator merupakan salah satu persoalan yang dihadapi setiap bisnis. Peraturan yang ditetapkan oleh perusahaan, jumlah man power yang tersedia, dan pembagian bobot kerja merupakan faktor penentu dalam sistem penjadwalan. Masalah penjadwalan operator ini dapat dimodelkan sebagai masalah pemrograman bilangan bulat. Pemrograman bilangan bulat merupakan teknik optimasi dengan fungsi tujuan linier, fungsi batasan linier, dan variabel keputusan dalam bentuk bilangan bulat. Pada penelitian kali ini akan membahas mengenai penggunaan goal programming untuk memberi solusi permasalahan penjadwalan operator molding di PT ABC yang masih menggunakan cara manual dalam melakukan penjadwalan. Metode yang digunakan adalah metode integer goal programming yang merupakan metode yang dapat memberi solusi terhadap permasalahan multi objektif. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui model penjadwalan operator molding yang tepat menggunakan metode goal programming dengan memenuhi seluruh batasan yang telah ditetapkan dan tujuan yang diinginkan yaitu meminimumkan total shift operator molding dengan dibantu dengan software Lingo untuk selanjutnya diimplementasikan pada PT ABC.

Kata kunci : *Goal Programming, Integer Goal Programming, Operator, Penjadwalan*

ABSTRACT

Arranging work schedules for operators is one of the problems every business faces. The scheduling system is influenced by the company's regulations, the amount of manpower available, and the distribution of work weights. We can model this operator scheduling problem as an integer programming problem. Integer programming is an optimization technique with a linear objective function, a linear constraint function, and decision variables in the form of integers. In this research, we will discuss the use of goal programming to provide a solution to the scheduling problem of molding operators at PT ABC, which still uses manual scheduling methods. We use the integer goal programming method, a method capable of solving multi-objective problems. This research was carried out with the aim of finding out the correct modeling model for molding operator scheduling using the goal programming method by fulfilling all the constraints that have been set and the desired goal, namely minimizing the total molding operator shift, with the help of Lingo software for subsequent implementation at PT ABC.

Keywords: *goal programming, integer goal programming, operator, scheduling*

1 Pendahuluan

Penjadwalan operator molding merupakan permasalahan yang dialami oleh PT ABC dimana perusahaan menginginkan minimasi total shift atau jam kerja operator molding dengan aturan mesin molding beroperasi selama 24 jam *non stop* tanpa adanya hari libur di hari minggu. PT ABC merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang komponen karet (*rubber part component*) untuk industri otomotif roda 2, roda 4, dan industri alat berat. Selama beroperasi PT ABC belum melakukan rencana produksi secara optimal sehingga masih menemui keterlambatan pengiriman produk ke beberapa pelanggan. Hal ini terjadi disebabkan oleh tidak efesiennya operasional produksi yang berpotensi menurunkan kepuasan pelanggan.

Perusahaan menginginkan mesin yang menjadi alat atau modal yang diinvestasikan perusahaan guna memperlancar adanya kegiatan produksi digunakan secara maksimal untuk memenuhi target produksi yang telah direncanakan[1]. Setelah dilakukan observasi jika mesin dimatikan setiap selesai *shift* maka akan ada banyak *wasting time* ketika mesin kembali dihidupkan untuk mempersiapkan produksi pada shift berikutnya, maka dari itu perusahaan menginginkan proses produksi pada mesin molding beroperasi selama 24 jam dengan hanya mengandalkan 25 operator yang tersedia. Keterbatasan ini menjadi sebab kompleksnya permasalahan penjadwalan. Perencanaan penjadwalan operator adalah kegiatan yang menentukan bagaimana proses produksi berjalan dengan lancar, efektif, dan efisien dengan mengalokasikan sumber daya yang terbatas pada periode waktu tertentu [2].

Setiap perusahaan akan selalu mengupayakan efisiensi dan efektivitas dalam produksi untuk mencapai hasil yang optimal dan mampu memenuhi pesanan pelanggan sesuai dengan tenggat waktu yang telah disepakati. Perencanaan produksi yang terstruktur dapat dilakukan dengan menetapkan rencana produksi yang baik yang diawali dengan disusunnya jadwal produksi dan penjadwalan operator produksi[3]. PT ABC selama ini melakukan penjadwalan operator *molding* secara manual dengan menghitung permintaan pelanggan yang akan diproduksi hari itu dan dialokasikan pada mesin-mesin molding yang ada. Hal ini menyebabkan penjadwalan hanya bisa dilakukan sehari sebelum proses produksi dilakukan. Penjadwalan yang tidak terstruktur menyebabkan sering terjadinya operator diharuskan berangkat secara mendadak untuk lembur diawal waktu *shift*.

Hasil dari penjadwalan manual memiliki kekurangan yaitu konsumsi waktu yang lama, kinerja yang kurang optimal, dan ketidak seimbangan jadwal pada operator molding [4]. Apabila terdapat banyak data yang perlu digunakan dan parameter yang kompleks, maka penjadwalan yang dilakukan secara manual akan dianggap kurang efektif dan efisien serta penjadwalan secara manual memungkinkan terjadinya kesalahan lebih besar karena membutuhkan tingkat ketelitian yang tinggi dan estimasi waktu yang relatif lebih banyak [5].

Proses produksi yang berjalan selama 24 jam tanpa adanya hari libur menurut Siswanto,2007 dalam [6] dibalik proses produksi yang beroperasi 24 jam sehari pekerja shift berisiko mengalami kelelahan. Untuk menghindari risiko tersebut, maka akan dimodelkan dengan *integer linear programming* untuk mencari hasil penjadwalan yang optimal. *Integer linier programming* merupakan model penyelesaian masalah dengan fungsi tujuan linier dan fungsi kendala serta jumlah variabel dalam bentuk bilangan bulat. Metode *goal programming* secara garis besar bertujuan untuk meminimalkan penyimpangan yang terjadi antara fungsi tujuan yang ingin dicapai dengan tingkat harapan[7]. Telah banyak permasalahan perencanaan penjadwalan yang sudah mendapatkan solusi yang optimal dengan menggunakan *goal programming* dikarenakan kemampuannya dalam menangani kasus-kasus dimana lebih dari satu tujuan yang perlu dicapai [8].

Goal programming merupakan perluasan dari model linier programming. Goal programming adalah model untuk menyelesaikan masalah pengalokasian sumber daya yang terbatas seperti tenaga kerja, bahan baku, jam kerja, mesin dan lain sebagainya dengan tujuan mendapat solusi optimal yang dapat mencakup maksimalisasi keuntungan atau minimasi biaya [9]. Hal ini dilakukan supaya mengetahui maksud dari sebuah permasalahan (*goal constraint*), memasukan variabel simpangan pada kendala tersebut dan menggabungkan variabel deviasi dalam fungsi tujuan untuk menunjukkan seberapa optimal tujuan tersebut dicapai [10].

2 Metode Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan observasi selama 3 bulan yang dilakukan pada tanggal 17 Januari – 16 April 2024 dan tahap pengumpulan data selama satu bulan yaitu pada tanggal 17 April – 17 Mei 2024 di PT ABC. Kemudian pengolahan data yang menggunakan metode integer goal programming untuk mendapat solusi optimal dari fungsi tujuan yang ingin dicapai dan pembatas yang lebih dari satu serta analisis data sampai dengan pembuatan laporan penelitian yang memerlukan waktu selama satu bulan.

Peraturan perusahaan merupakan kendala utama yang harus dipatuhi dan tidak boleh dilanggar [11]. Berikut merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian kali ini [12].

1. Mempelajari literatur yang relevan dengan penelitian, yaitu mengumpulkan informasi dan materi dari jurnal maupun buku yang berkaitan dengan topik penelitian.
2. Melakukan observasi di perusahaan PT ABC dengan mencari data yang terkait dengan jumlah keseluruhan operator molding yang ada, jumlah operator molding yang harus terpenuhi dalam satu shift, dan jumlah hari kerja selama satu periode.
3. Menentukan variabel penelitian, pada penelitian kali ini variabel shift (i), variabel hari/tanggal (j), dan variabel operator (k).
4. Menentukan variabel keputusan, pada penelitian kali ini variabel keputusan bernilai 1 jika operator k ditugaskan bekerja di hari j pada shift i , dan bernilai 0 jika operator k tidak ditugaskan bekerja di hari j pada shift i .
5. Menentukan variabel deviasi
6. Menentukan fungsi tujuan, pada penelitian kali ini fungsi tujuannya yaitu untuk optimalisasi jam kerja operator molding atau dengan kata lain mengurangi jumlah jam kerja atau total shift pada operator molding dalam satu periode penjadwalan.
7. Menentukan kendala utama atau batasan, pada penelitian kali ini terdapat 5 kendala atau batasan yang diterapkan oleh PT ABC yaitu kebutuhan operator molding pada setiap shift harus dipenuhi yaitu minimal 8 operator molding, operator molding yang telah mendapat shift malam maka tidak boleh mendapat shift pagi pada hari berikutnya, setiap operator hanya boleh mendapat satu shift dalam satu hari, setiap operator molding yang telah bekerja selama 6 hari secara berturut-turut harus mendapat libur dihari berikutnya, dan PT ABC menginginkan agar setiap operator molding bekerja minimal 26 hari dalam satu periode penjadwalan.
8. Memformulasikan model *integer linier programming*.
9. Menyelesaikan masalah pada PT ABC menggunakan pemrograman linier khususnya metode integer linier programming menggunakan software Lingo.
10. Jika hasil minimasi telah didapat maka proses minimasi telah selesai dan jadwal operator molding telah diketahui
11. Buat jadwal yang telah optimal hasil dari minimasi tersebut mudah dibaca dan dipahami

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengolahan Data dengan *software* Lingo

Variable	Value	Reduced Cost
AIJK (1, 1, 1)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 2)	1.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 3)	1.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 4)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 5)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 6)	1.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 7)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 8)	1.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 9)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 10)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 11)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 12)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 13)	1.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 14)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 15)	1.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 16)	1.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 17)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 18)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 19)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 20)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 21)	1.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 22)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 23)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 24)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 1, 25)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 2, 1)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 2, 2)	1.000000	1.000000
AIJK (1, 2, 3)	1.000000	1.000000
AIJK (1, 2, 4)	1.000000	1.000000
AIJK (1, 2, 5)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 2, 6)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 2, 7)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 2, 8)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 2, 9)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 2, 10)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 2, 11)	0.000000	1.000000
AIJK (1, 2, 12)	1.000000	1.000000
AIJK (1, 2, 13)	1.000000	1.000000

Gambar 1 Potongan *Range Report*

Pada gambar 2 pada baris pertama yang menunjukkan variabel A_{ijk} (1,1,1) memiliki *value* nol, maka dengan demikian dibaca Operator nomor satu tidak masuk kerja pada *shift* pagi (*shift* 1) ditanggal satu. Pada baris terakhir yang menunjukkan variabel A_{ijk} (1,2,13) memiliki *value* satu, maka dengan demikian dibaca Operator nomor 13 masuk kerja pada tanggal 2 dan mendapatkan *shift* pagi (*shift* 1). Pada baris ke dua dari bawah variabel A_{ijk} (1,2,11) memiliki nilai nol yang artinya operator nomor 11 tidak masuk kerja pada *shift* pagi (*shift* 1) di tanggal dua.

PENERAPAN GOAL PROGRAMMING UNTUK OPTIMASI JAM
KERJA OPERATOR MOLDING PADA PENJADWALAN DI PT. ABC

Tabel 1 Jadwal Optimal *Molding Shift* Pagi (*Shift 1*) Tanggal 1-30

SHIFT - HARI	OPERATOR																									S
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1-01	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8
1-02	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	8
1-03	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	8
1-04	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	8
1-05	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	8
1-06	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	8
1-07	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	8
1-08	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	8
1-09	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	8
1-10	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	8
1-11	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	8
1-12	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	8
1-13	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	8
1-14	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	8
1-15	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	8
1-16	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	8
1-17	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	8
1-18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	8
1-19	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	8
1-20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	8
1-21	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	8
1-22	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	8
1-23	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	8
1-24	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	8
1-25	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	8
1-26	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	8
1-27	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	8
1-28	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	8
1-29	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	8
1-30	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	8

Dari tabel 1 yang merupakan skema jadwal optimal operator *molding* pada *shift* pagi (*shift 1*) dengan parameter s yaitu jumlah operator minimal 8 dalam satu *shift* terpenuhi seluruhnya, dan parameter h yaitu jumlah minimal 26 *shift* yang harus dipenuhi operator dalam satu bulan juga terpenuhi seluruhnya. Pada tabel ini terdapat kolom berwarna kuning yang berisi shift-hari maka ini menunjukkan bahwa pada kolom ini angka satu menunjukkan *indeks shift* satu (*shift* pagi) dan angka 1-30 pada kolom ini menunjukkan tanggal yaitu tanggal 1 sampai dengan tanggal 30. Selanjutnya terdapat baris berwarna hijau yang bertuliskan operator, dalam hal ini 25 operator tidak disebutkan satu-persatu dengan nama masing-masing operator melainkan disimbolkan dengan menggunakan angka supaya memudahkan penulisan penjadwalan.

Tabel 2 Jadwal Optimal *Molding Shift* Siang (*Shift 2*) Tanggal 1-30

SHIFT - HARI	OPERATOR																									S	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
2-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	8	
2-02	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	8	
2-03	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	8	
2-04	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	8	
2-05	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	
2-06	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	8	
2-07	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	8	
2-08	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	8	
2-09	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	8	
2-10	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8	
2-11	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	8	
2-12	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	8	
2-13	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	8	
2-14	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	8	
2-15	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	8	
2-16	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	8	
2-17	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	8	
2-18	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	8	
2-19	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	8	
2-20	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	8	
2-21	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	8	
2-22	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	8	
2-23	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	8
2-24	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	8	
2-25	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	8	
2-26	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	8	
2-27	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	8	
2-28	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	
2-29	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	8	
2-30	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	8	

Dari tabel 2 yang merupakan skema jadwal optimal operator *molding* pada *shift* siang (*shift 2*) dengan parameter s yaitu jumlah operator minimal 8 dalam satu *shift* terpenuhi seluruhnya, dan parameter h yaitu jumlah minimal 26 *shift* yang harus dipenuhi operator dalam satu bulan juga terpenuhi seluruhnya. Pada tabel ini terdapat kolom berwarna kuning yang berisi shift-hari maka ini menunjukkan bahwa pada kolom ini angka dua menunjukkan *indeks shift* dua (*shift* siang) dan angka 1-30 pada kolom ini menunjukkan tanggal yaitu tanggal 1 sampai dengan tanggal 30. Selanjutnya terdapat baris berwarna hijau yang bertuliskan operator, dalam hal ini 25 operator tidak disebutkan satu-persatu dengan nama masing-masing operator melainkan disimbolkan dengan menggunakan angka supaya memudahkan penjadwalan.

PENERAPAN GOAL PROGRAMMING UNTUK OPTIMASI JAM
KERJA OPERATOR MOLDING PADA PENJADWALAN DI PT. ABC

Tabel 3 Jadwal Optimal *Molding Shift* Malam (*Shift 3*) Tanggal 1-30

SHIFT-HARI	OPERATOR																									S	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
3-01	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	8	
3-02	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	8	
3-03	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	8	
3-04	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	8	
3-05	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	8	
3-06	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	8	
3-07	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	8	
3-08	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	
3-09	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	8	
3-10	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	8	
3-11	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8	
3-12	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	8	
3-13	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	8	
3-14	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	8	
3-15	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	8	
3-16	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8	
3-17	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	8	
3-18	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	8
3-19	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	8
3-20	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	8
3-21	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	8	
3-22	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	8	
3-23	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	8	
3-24	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8	
3-25	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	
3-26	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	8	
3-27	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
3-28	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	8	
3-29	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
3-30	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	8	
H	30	30	28	26	30	26	30	30	30	30	30	30	30	26	30	26	26	30	26	30	28	29	30	29	30		

Dari tabel 3 yang merupakan skema jadwal optimal operator *molding* pada *shift* malam (*shift 3*) dengan parameter s yaitu jumlah operator minimal 8 dalam satu *shift* terpenuhi seluruhnya, dan parameter h yaitu jumlah minimal 26 *shift* yang harus dipenuhi operator dalam satu bulan juga terpenuhi seluruhnya. Pada tabel ini terdapat kolom berwarna kuning yang berisi shift-hari maka ini menunjukkan bahwa pada kolom ini angka tiga menunjukkan *indeks shift* tiga (*shift* malam) dan angka 1-30 pada kolom ini menunjukkan tanggal yaitu tanggal 1 sampai dengan tanggal 30. Selanjutnya terdapat baris berwarna hijau yang bertuliskan operator, dalam hal ini 25 operator tidak disebutkan satu-persatu dengan nama masing-masing operator melainkan disimbolkan dengan menggunakan angka supaya memudahkan penulisan penjadwalan.

3.2 Pengolahan Data

Dalam membuat model matematika penjadwalan operator molding ini dilakukan dalam periode satu bulan. Model penjadwalan ini dikembangkan sesuai dengan kebijakan dan permasalahan yang ada pada PT ABC Penomoran dan Pengaturan Persamaan [13]. Perencanaan penjadwalan operator pada PT ABC menginginkan pengurangan total shift atau jam kerja operator dengan jumlah operator molding keseluruhan sebanyak 25 operator yang dibutuhkan pada shift pagi, shift siang, dan shift malam dengan minimal operator yang harus terpenuhi dalam satu shift yaitu sebanyak 8 operator. Jam kerja shift pagi, siang dan malam memiliki waktu 7 jam kerja setiap harinya. Penelitian ini memiliki relevansi dengan[14].

Jumlah karyawan	25 Operator <i>Molding</i>
Kebutuhan <i>shift</i> pagi	8 Operator <i>Molding</i>
Kebutuhan <i>shift</i> siang	8 Operator <i>Molding</i>
Kebutuhan <i>shift</i> malam	8 Operator <i>Molding</i>
Jadwal jam pagi	05.00-13.00 (7 jam)
Jadwal jam siang	13.00-21.00 (7 jam)
Jadwal jam malam	21.00-05.00 (7 jam)

3.2.1 Batasan Penjadwalan

1. Kebutuhan operator molding pada setiap shift (pagi, siang, dan malam) harus terpenuhi setiap harinya. Kebutuhan operator pada masing-masing shift minimal 8 operator.
2. Operator yang mendapatkan shift malam (shift 3) maka pada hari berikutnya tidak boleh mendapat jadwal kerja shift pagi (shift 1).
3. Setiap operator molding hanya boleh mendapat 1 shift kerja dalam satu hari.
4. Operator molding yang sudah bekerja selama 6 hari secara berturut-turut maka harus mendapatkan hari libur pada hari berikutnya.
5. PT ABC menginginkan agar setiap operator bekerja pada shift (pagi, siang dan malam) minimal 26 hari dalam satu periode penjadwalan.

3.2.2 Notasi dan Variabel

i : indeks shift ($i = 1,2,3$)

j : indeks hari/tanggal ($j = 1,2,3,\dots,30$)

k : indeks operator ($k = 1,2,3,\dots,25$)

3.2.3 Parameter

s : banyaknya operator yang harus terpenuhi dalam setiap shift

h : banyaknya hari kerja yang harus dipenuhi dalam satu bulan

3.2.4 Variabel Keputusan

$$A_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{jika operator } k \text{ ditugaskan bekerja di hari } j \text{ pada shift } i \\ 0, & \text{jika operator } k \text{ tidak ditugaskan bekerja di hari } j \text{ pada shift } i \end{cases}$$

3.2.5 Fungsi Objektif

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{30} \sum_{k=1}^{25} A_{ijk} \quad (1)$$

3.2.6 Perumusan Batasan Penjadwalan

1. **Batasan 1** : Kebutuhan operator molding pada setiap shift (pagi, siang, dan malam) harus terpenuhi setiap harinya. Kebutuhan operator pada masing-masing shift lebih dari sama dengan 8 operator.

$$\sum_{k=1}^{25} A_{ijk} \geq 8, \forall i = 1,2,3 \quad \forall j = 1,2, \dots, 30 \quad (2)$$

2. **Batasan 2** : Operator yang mendapatkan shift malam (shift 3) maka pada hari berikutnya tidak boleh mendapat jadwal kerja shift pagi (shift 1).

$$A_{3jk} + A_{1(j+1)k} \leq 1, \forall ijk \quad (3)$$

3. **Batasan 3** : Setiap operator molding hanya boleh mendapat 1 shift kerja dalam satu hari.

$$\sum_{j=j}^{j+6} A_{ijk} \geq 1, \forall k = 1,2, \dots, 25 \quad \forall j = 1,2, \dots, 30 \quad (3) \quad (4)$$

4. **Batasan 4** : Operator molding yang sudah bekerja selama 6 hari secara berturut-turut maka harus mendapatkan hari libur pada hari berikutnya.

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=j}^{j+6} A_{i,j,k} \leq 5 \quad \forall j = \{1,2, \dots, 24\}, \quad k = \{1,2, \dots, 25\} \quad (5)$$

5. **Batasan 5** : PT ABC menginginkan agar setiap operator bekerja pada shift (pagi, siang dan malam) minimal 26 hari dalam satu periode penjadwalan.

$$\sum_{j=1}^{30} A_{ijk} \geq 26, \forall k = 1,2, \dots, 25 \quad \forall j = 1,2, \dots, 30 \quad (6)$$

6. **Batasan 6** : A_{ijk} hanya boleh bernilai 0 atau 1 (*biner*). Untuk setiap *shift* i , hari j , dan operator k

$$A_{ijk} \in (0,1) \quad \forall i,j,k \quad (7)$$

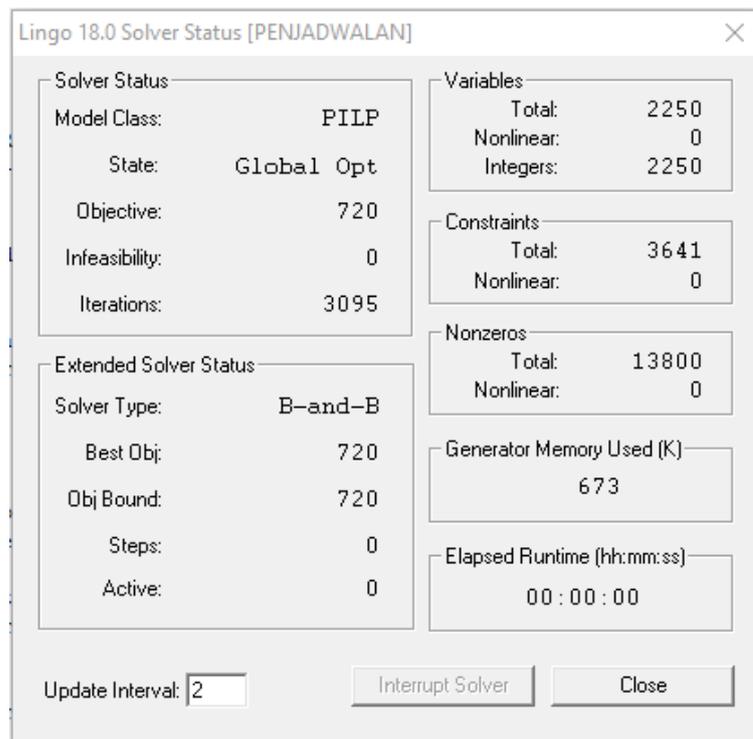
3.2.7 Perumusan Fungsi Tujuan

Langkah selanjutnya yaitu melakukan perumusan fungsi tujuan yang didapat dari perumusan batasan penjadwalan. *Goal* ini terdiri dari variabel dan standar deviasi atau penyimpangan.

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{30} \sum_{k=1}^{25} A_{(i,j,k)} - d_{i,j,k}^+ + d_{i,j,k}^-$$

3.2.8 Penyelesaian dengan *software* Lingo

Penyelesaian fungsi tujuan model goal programming untuk penjadwalan operator molding dilakukan dengan *software* Lingo. Karena tidak bisa menggunakan cara manual dengan menggunakan metode simpleks karena banyaknya variabel dan persamaan yang digunakan [15]. Berikut adalah hasil dari simulasi goal programming menggunakan *software* Lingo dapat dilihat pada gambar 3.1 menampilkan solusi optimal yang ditunjukkan dengan *state Global Optimal*.



Gambar 1 Status Solver menggunakan Metode *Integer*

3.3 Pembahasan

Penjadwalan menggunakan *history* data penjadwalan manual pada periode 17 April – 17 Mei 2024, menggunakan metode *integer goal programming* dengan menggunakan *software* lingo, proses penjadwalan diawali dengan menentukan variabel penelitian, variabel keputusan, variabel deviasi. Langkah selanjutnya yaitu menentukan fungsi tujuan guna mengurangi jumlah jam kerja pada operator molding yang hasil akhirnya akan berdampak pada peningkatan efektifitas dan efisiensi produksi yang optimal guna mengurangi biaya pengeluaran perusahaan dan meningkatkan keuntungan yang diperoleh perusahaan[10]. Setelah menentukan fungsi tujuan langkah selanjutnya yaitu menentukan kendala utama atau batasan dari permasalahan yang ada yang dilanjutkan dengan memformulasikan data yang sudah ada ke dalam model *integer linier programming* dan di *solver* menggunakan *software* lingo untuk mendapatkan hasil penjadwalan yang optimal. Hasil penjadwalan pada *software* lingo berupa angka *binner* yaitu 0 dan 1 seperti pada gambar 2 *Range report*, hasil yang tertera pada gambar 2 menyulitkan operator atau pembaca untuk memahami hasil penjadwalan yang ada, maka dari itu langkah selanjutnya yaitu mengubah output lingo kedalam bentuk tabel dengan *software* excel supaya lebih mudah dibaca dan dipahami oleh pembaca maupun oleh operator. Berikut merupakan pembahasan dari hasil output dari penyelesaian menggunakan *software* lingo pada tabel 1, tabel 2, dan tabel 3 :

1. Kebutuhan operator molding pada setiap *shift* pagi, *shift* siang, dan *shift* malam yaitu minimal 8 operator molding telah terpenuhi 100% karena dilihat dari hasil output penyelesaian menggunakan *software* lingo seperti pada tabel 1, tabel 2, dan tabel 3 menunjukkan bahwa parameter *s* yaitu parameter yang menunjukkan banyaknya operator yang harus terpenuhi menunjukkan angka 8 dan tidak ada yang kurang dari 8.
2. operator yang mendapatkan *shift* malam maka pada hari berikutnya tidak boleh mendapat jadwal kerja *shift* pagi, kendala ini dimaksudkan agar tidak ada operator yang bekerja selama dua *shift* secara berturut-turut agar tidak terjadi kelelahan operator secara berlebihan dikarenakan beban kerja yang tidak terukur telah terpenuhi 100% dapat dilihat dari hasil output penyelesaian dengan menggunakan *software* lingo pada tabel 1, tabel 2, dan tabel 3.
3. Setiap operator molding hanya boleh mendapat 1 *shift* kerja dalam satu hari, kendala ini bertujuan untuk menyeimbangkan jam kerja operator, jadi dalam satu hari operator molding hanya akan bekerja selama 7 jam, kendala ini juga telah terpenuhi secara 100% karena pada hasil output penyelesaian dengan menggunakan *software* lingo pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3 menunjukkan bahwa operator yang telah bekerja pada *shift* 1 (*shift* pagi) di tanggal satu yang ditunjukkan dengan angka *binner* "1" maka pada tabel *shift* 2 dan tabel *shift* 3 di tanggal satu akan tertera angka *binner* "0".
4. Operator molding yang sudah bekerja selama 6 hari secara berturut-turut maka harus mendapatkan hari libur pada hari berikutnya. Kendala ini juga bertujuan supaya operator molding mendapat hari libur secara teratur sehingga tidak ada operator molding yang bekerja secara berturut-turut selama lebih dari 6 hari yang bisa menyebabkan operator mengalami stres kerja, kendala ini telah terpenuhi 100% dapat dilihat dari hasil output penyelesaian dengan menggunakan *software* lingo pada tabel 1, tabel 2, dan tabel 3 tidak ada angka 1 yang berderet kebawah sebanyak 6 kali tanpa adanya angka 0.

- PT ABC menginginkan agar setiap operator bekerja pada shift pagi, shift siang dan shift malam minimal 26 hari dalam satu periode penjadwalan telah terpenuhi 100% karena dilihat dari hasil output penyelesaian menggunakan software lingo seperti pada tabel 1, tabel 2, dan tabel 3 menunjukkan bahwa parameter h yaitu parameter yang menunjukkan banyaknya hari kerja yang harus terpenuhi dalam satu bulan tidak ada yang menunjukkan angka dibawah 26.

Tabel 4 Rangkuman Data Penjadwalan Operator Molding

Hari/Tanggal	Shift Pagi	Shift Siang	Shift Malam	Libur	Total Shift	Jam Kerja
1	8	8	8	1	24	168
2	8	8	8	1	24	168
3	8	8	8	1	24	168
4	8	8	8	1	24	168
5	8	8	8	1	24	168
6	8	8	8	1	24	168
7	8	8	8	1	24	168
8	8	8	8	1	24	168
9	8	8	8	1	24	168
10	8	8	8	1	24	168
11	8	8	8	1	24	168
12	8	8	8	1	24	168
13	8	8	8	1	24	168
14	8	8	8	1	24	168
15	8	8	8	1	24	168
16	8	8	8	1	24	168
17	8	8	8	1	24	168
18	8	8	8	1	24	168
19	8	8	8	1	24	168
20	8	8	8	1	24	168
21	8	8	8	1	24	168
22	8	8	8	1	24	168
23	8	8	8	1	24	168
24	8	8	8	1	24	168
25	8	8	8	1	24	168
26	8	8	8	1	24	168
27	8	8	8	1	24	168
28	8	8	8	1	24	168
29	8	8	8	1	24	168
30	8	8	8	1	24	168

Berdasarkan tabel 4 rangkuman data penjadwalan operator molding terlihat bahwa pada semua shift yaitu shift pagi, shift siang, dan shift malam telah memenuhi kebutuhan minimal yaitu 8 operator. Jadwal juga menunjukkan rata-rata total shift dalam satu hari yaitu terdapat 24 shift dengan 168 jam kerja.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil identifikasi proses penjadwalan operator molding dengan menggunakan metode integer goal programming pada software lingo yang telah dilakukan diatas mendapatkan hasil sebagai berikut :

- Penjadwalan yang dilakukan pada penelitian ini telah terpenuhi 100% sehingga target produksi perusahaan meningkat menjadi 92% dari persentase target awal sebesar 85%.

Kenaikan target produksi sebesar 7% dilakukan dengan mengoptimasi jam kerja operator *molding* dengan penjadwalan secara terstruktur.

2. Hasil penerapan dari model goal programming pada software lingo menghasilkan jadwal operator divisi molding dapat memenuhi semua tujuan dari perencanaan dan kendala yang telah ditetapkan oleh PT ABC secara optimal dibandingkan dengan penjadwalan yang dilakukan secara manual.

5 References

- [1] G. Sianturi and A. F. H. Imaduddin, "Usulan Penjadwalan Pergantian Komponen Pada Mesin Filling Multiline Menggunakan Model Age Replacement Dan Block Replacement Di Pt Ikafood Putramas," *Ina. J. Ind. Qual. Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 19–29, 2019, doi: 10.34010/iqe.v7i1.1735.
- [2] E. Safitri, S. Basriati, and R. E. Putri, "Optimasi Penjadwalan Perawat Menggunakan Integer Linear Programming (Studi Kasus: RS. Aulia Hospital Pekanbaru)," *Fourier*, vol. 10, no. 1, pp. 45–56, 2021, doi: 10.14421/fourier.2021.101.45-56.
- [3] M. H. N. Falih, "Implementasi Algoritma Tabu Search dalam Penjadwalan Produksi PT. Arkha Jayanti Persada untuk Meminimasi Nilai Makespan," *Sci. J. Ind. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 41–46, 2021.
- [4] F. Utina and L. Yahya, "Metode Nonpreemptive Goal Programing Pada Optimasi Penjadwalan Perawat Dengan Mempertimbangkan Tingkat Pendidikan Nonpreemptive Goal Programing Method in Optimization Nurse Scheduling by Considering Education Level," *J. ILMU DASAR*, vol. 22, no. 2, p. 85, 2021.
- [5] I. Irsyad, M. R. Katili, and N. Achmad, "Penerapan Metode Integer Linear Programming Pada Penjadwalan Karyawan," *J. Ris. dan Apl. Mat.*, vol. 4, no. 1, p. 63, 2020, doi: 10.26740/jram.v4n1.p63-73.
- [6] S. M. N. Mohungo and L. Yahya, "Penerapan Model Integer Linear Programming," *Euclid*, vol. 8, no. 1, pp. 6–15, 2021.
- [7] A. Yulianto, S. Husna, and A. Syukri, "Penggunaan Model De Novo Programming Dengan Pendekatan Min-Max Programming Dalam Perencanaan Produksi," *J. Ind. Qual. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 31–40, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.34010/iqe.v8i2.3308>
- [8] Priharyanti, L. S. Pratignyo, and A. I. Sofiyat, "Penjadwalan Pegawai PT XYZ Jakarta Menggunakan Metode Goal Programming Scheduling Of PT XYZ Jakarta Employees Using Goal Programming Method," vol. 1, no. 1, pp. 27–33, 2023.
- [9] Y. Purwanto, D. Krissyda, and T. Oktiarso, "Perencanaan Produksi Dengan Metode Goal Programming Pada UKM XYZ," *Matrik*, vol. 22, no. 1, p. 15, 2023, doi: 10.30587/matrik.v22i1.1577.
- [10] W. K. L. Sinsu and E. Aryanny, "Optimasi Perencanaan Produksi Cat dengan Metode Goal Programming pada PT. Tunggal Djaja Indah," *Pros. SENIATI*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2022, doi: 10.36040/seniati.v6i1.4828.
- [11] E. Valentine and S. Sitorus, "Model Goal Programming Untuk Mengoptimasi Penjadwalan Perawat Rumah Sakit Universitas Sumatera Utara," *FARABI J. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 6, no. 1, pp. 58–66, 2023, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.47662/farabi.v6i1.436%0Ahttp://siakad.univamedan.ac.id/ojs/index.php/JMPM/article/download/436/393>
- [12] S. Pramutia and Y. Rizal, "Optimasi Jadwal Penjagaan Lembaga Pemasarakatan Kelas IIB Pasir

- Pengaraian dengan Metode Goal Programming,” *J. Math. UNP*, vol. 3, no. 2, pp. 17–22, 2020.
- [13] Franita Yesi, “Pendekatan Goal Programming pada Model Penjadwalan Perawat Multiobjektif dengan Mempertimbangkan Preferensi Perawat,” *Unnes J. Math.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, 2019.
- [14] W. Tahir, D. Wungguli, M. Rezky, and F. Payu, “Optimasi Penjadwalan Waktu Kerja Menggunakan,” vol. 7, no. 2, pp. 51–55, 2019.
- [15] A. Pradjaningsih, I. Rohmatul Aulia, and A. Riski, “Penerapan Goal Programming untuk Optimalisasi Penjadwalan Jam Kerja Satuan Pengamanan,” *J. Appl. Informatics Comput.*, vol. 7, no. 1, pp. 22–27, 2023, doi: 10.30871/jaic.v7i1.5322.

6 Biodata Penulis

	<p>Rita Saputri,</p> <p>Penulis merupakan mahasiswa pada Prodi Teknik Industri Universitas Pancasakti Tegal. Saat ini aktif sebagai asisten laboratorium sistem produksi dan laboratorium sistem industri terintegrasi. Penelitian dengan hasil optimasi merupakan salah satu bidang keminatan.</p>
	<p>I Made Aryantha Anthara,</p> <p>Penulis merupakan pengajar pada prodi teknik industri unikom bandung. Operation research merupakan bidang keahlian dalam penelitian yang dikaji. Bidang penelitian ini banyak menghasilkan konsep-konsep baru yang bermanfaat bagi pengguna.</p>
	<p>Saufik Luthfianto,</p> <p>Penulis merupakan pengajar pada prodi teknik industri universitas pancasakti tegal. Bidang penelitian manufaktur merupakan bidang kajian yang dilakukan dalam menghasilkan pengembangan produk dan desain berkelanjutan. Aktif dalam kegiatan pemberdayaan masyarakat terutama pada industri kecil dan menengah.</p>