



Analisis Optimasi Penugasan Operator Laboratorium Pengujian dalam Meningkatkan Produktivitas Kerja dengan Menggunakan Metode Hungarian

Edo Fortuna^{1*}, Arif Rahman², Janudin³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia

*Corresponding author: edofortuna7@email.com

ARTICLE INFORMATION

Received : 2 Juli 2024
Revised : 26 September 2024
Accepted : 29 September 2024
Available online : 30 September 2024

KATA KUNCI

Penugasan
Hungarian,
Optimalisasi
Produktivitas
LINGO

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penugasan operator di Laboratorium Konversi Energi (LKE) Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dalam pengujian modul fotovoltaik. Pertumbuhan industri dan kebutuhan regulasi Standar Nasional Indonesia (SNI) yang harus melalui beberapa layanan uji guna dapat dikomersialkan atau menjadi daya saing produk lokal bahkan internasional. Banyaknya permintaan pengujian dari mitra industri menyebabkan antrean sampel yang panjang dan penundaan pengujian akibat keterbatasan jumlah operator. Setiap operator memiliki kecepatan kerja yang berbeda, yang menyebabkan ketidakefisienan dan keterlambatan. Metode Hungarian diterapkan untuk meminimalkan waktu pengujian dan meningkatkan efisiensi kerja. Data waktu kerja operator diolah dalam bentuk matriks dan diselesaikan menggunakan metode Hungarian serta divalidasi dengan aplikasi LINGO. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total waktu pengujian dapat diminimalkan hingga 50 menit dengan penugasan optimal: operator A pada *Sun Testing*, operator B pada *Visual Testing*, operator C pada *Heating Testing*, operator D pada *Outdoor Testing*, dan operator E pada *Chamber Testing*. Penugasan yang sesuai dengan keahlian dan pengalaman operator terbukti meningkatkan efisiensi proses pengujian dan produktivitas laboratorium secara signifikan. Oleh karena itu, penerapan metode penugasan yang optimal sangat penting untuk memastikan konsistensi dan efisiensi dalam pelaksanaan pengujian fotovoltaik di laboratorium LKE BRIN.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dan peningkatan kebutuhan masyarakat memicu pertumbuhan industri yang pesat. Industri menghadapi tantangan dalam memenuhi regulasi Standar Nasional Indonesia (SNI) yang memerlukan berbagai layanan uji agar produk dapat dipasarkan. Salah satu industri yang berkembang pesat adalah produksi modul fotovoltaik tenaga surya untuk target pemerintah mengenai energi baru dan terbarukan (EBT) sebesar 23% pada bauran energi nasional tahun 2025.

Laboratorium Konversi Energi (LKE) BRIN memainkan peran penting dalam pengujian modul fotovoltaik namun sering mengalami keterlambatan karena antrean sampel dan keterbatasan operator [1]. Penempatan operator yang tidak efisien menyebabkan pemborosan waktu dan biaya [2].

Masalah alokasi yang dihadapi bisnis dalam manajemen operasi lebih baik disebut masalah alokasi, dan merupakan kasus khusus dari masalah linier [3]. Masalah alokasi merupakan suatu masalah dalam mengatur objek tertentu untuk melakukan suatu tugas dengan bertujuan untuk meminimalkan biaya, waktu, jarak, dan lain-lain, atau dapat

memaksimalkan keuntungan yang maksimal [4]. Penempatan staf yang tidak memadai mengakibatkan biaya produksi yang terbuang selama masa pengujian dan menghambat laboratorium memperoleh keuntungan maksimal dan kepercayaan dari mitra industri. Oleh karena itu, untuk meminimalkan waktu pengujian dan memaksimalkan kualitas kinerja dalam masalah penugasan operator.

Untuk mendapatkan tujuan tersebut, instansi atau perusahaan dapat menggunakan salah satu metode penugasan atau sering disebut juga (*assignment method*) [5]. Model penugasan ini adalah suatu model yang berhubungan dengan jaringan, dimana model ini adalah suatu model khusus dari model program linear yang serupa dengan model transportasi lainnya [6]. Perbedaan model penugasan dengan transportasi adalah model penugasan kuantitas suatu pinggiran kolom maupun pinggiran barisnya dibatasi sebanyak satu unit [7]. Metode Hungarian adalah metode yang mentransformasikan baris dan kolom suatu matriks fungsional hingga muncul angka nol pada setiap baris atau kolom dan dapat dipilih sebagai distribusi penugasannya penugasan [8]. Semua tugas yang diberikan dibagi secara tepat ke dalam tugas-tugas tertentu dan dapat menampilkan hasil tugas minimum bila ditempatkan pada matriks pertama [9].

Metode Hungarian telah banyak diterapkan dalam berbagai penelitian terkait optimasi penugasan. Sebagai salah satu metode klasik dalam riset operasi, metode ini cocok digunakan untuk memecahkan masalah penugasan yang melibatkan banyak variabel dan batasan, termasuk dalam konteks penelitian ini. Beberapa studi sebelumnya menunjukkan bahwa metode Hungarian efektif dalam meminimalkan waktu penyelesaian tugas serta meningkatkan efisiensi distribusi sumber daya manusia dalam lingkungan kerja yang beragam. Metode Hungarian berhasil diterapkan untuk mengoptimalkan penugasan operator di sebuah pabrik, yang mengakibatkan peningkatan efisiensi sebesar 15% dibandingkan metode konvensional [10]. Sementara itu, juga menunjukkan hasil serupa dalam konteks penugasan tenaga kerja di bidang industri perakitan, di mana waktu tunggu berkurang secara signifikan dengan penerapan metode ini.

Penelitian-penelitian terdahulu memperkuat relevansi metode Hungarian dalam meminimalkan waktu penyelesaian pekerjaan dan mengatasi masalah keterlambatan operasional, seperti yang terjadi di Laboratorium Konversi Energi (LKE). Oleh karena itu, penerapan metode Hungarian dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi optimal untuk penugasan operator alat, guna mengurangi antrean

sampel dan memastikan proses pengujian berjalan lebih efisien.

II. METODE

1. Objek Penelitian

Objek Penelitian dalam artikel ini yaitu mengenai optimasi penugasan operator di Laboratorium Konversi Energi (LKE) milik Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), untuk pengujian fotovoltaik. Laboratorium ini memiliki lima Operator Alat (OA) berstatus pegawai non-pemerintah yang melaksanakan pengujian modul fotovoltaik menggunakan berbagai alat seperti *Visual Testing*, *Sun Simulator*, *Outdoor Testing*, *Sun Simulator Chamber*, dan *Heating Table*. Yang dimana saat ini operator bekerja dengan kecepatan berbeda-beda, menyebabkan antrean sampel panjang dan keterlambatan penyelesaian pengujian. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penugasan operator guna meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja laboratorium, mengatasi keterlambatan, dan memastikan semua mitra industri dapat terlayani dengan baik, dengan penerapan metode Hungarian untuk meminimalkan waktu pengujian dan meningkatkan efisiensi kerja operator.

2. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan beberapa sumber pengumpulan data yang bertujuan untuk mendapatkan data dan informasi yang mendukung penyempurnaan penelitian. Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi:

a. Observasi

1) Data Primer

Diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan, termasuk mengamati proses pengujian dan melakukan wawancara dengan operator alat di laboratorium. Data yang dikumpulkan berupa waktu dalam menit yang dibutuhkan setiap operator untuk menyelesaikan masing-masing proses pengujian, serta berbagai masalah-masalah yang terkait dengan penelitian ini.

2) Data Sekunder:

Tidak diamati langsung oleh peneliti, tetapi diperoleh melalui studi kepustakaan dan dokumen-dokumen yang dimiliki oleh instansi atau perusahaan. Data ini mencakup hasil dari berbagai penelitian-penelitian terdahulu dan dokumen-dokumen lain yang relevan.

b. Wawancara

Survei tanya jawab langsung dengan operator alat laboratorium dilakukan untuk memperoleh informasi individu dan mengetahui kondisi masing-masing

proses pengujian yang berkaitan dengan topik penelitian.

c. Studi Pustaka

Data sekunder juga diperoleh melalui media perantara seperti jurnal, catatan, dan bukti terdokumentasi lainnya. Dalam penelitian ini, data sekunder dikumpulkan dari 10 jurnal yang membahas masalah penugasan.

3. Alur Penelitian

Penelitian ini disusun dalam beberapa tahapan yang terstruktur untuk mencapai hasil optimasi penugasan operator di laboratorium. Berikut adalah alur penelitian yang dilakukan:

a. Menentukan Topik dan Kajian Pustaka

Tahapan awal penelitian dimulai dengan menentukan topik penelitian yang berkaitan dengan optimasi penugasan operator dalam pengujian modul fotovoltaik. Kajian pustaka dilakukan untuk mengidentifikasi penelitian terdahulu yang relevan, mengulas metode optimasi penugasan operator, termasuk metode Hungarian, serta masalah yang kerap dihadapi dalam distribusi tugas laboratorium.

b. Identifikasi Masalah

Penelitian mengidentifikasi masalah utama yang terjadi di laboratorium, yaitu ketidakmerataan kecepatan kerja operator yang mengakibatkan antrean panjang dan keterlambatan dalam penyelesaian pengujian modul fotovoltaik. Fokus penelitian adalah bagaimana menganalisis dan meminimalkan waktu pengujian dengan metode Hungarian.

c. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah waktu penyelesaian pengujian dari 5 operator pada alat uji fotovoltaik di Laboratorium BRIN. Data ini dikumpulkan melalui observasi langsung dan wawancara terkait masalah operasional.

d. Mengolah Data

Data waktu kerja operator diorganisasi ke dalam bentuk matriks $m \times n$, di mana baris (m) mewakili operator alat, dan kolom (n) mewakili tugas atau alat pengujian. Setiap elemen matriks menunjukkan waktu yang diperlukan operator untuk menyelesaikan tugas pengujian tertentu.

Setelah tabel penugasan terbentuk, metode Hungarian diterapkan untuk mengoptimalkan penugasan operator. Metode ini mencakup beberapa langkah berikut:

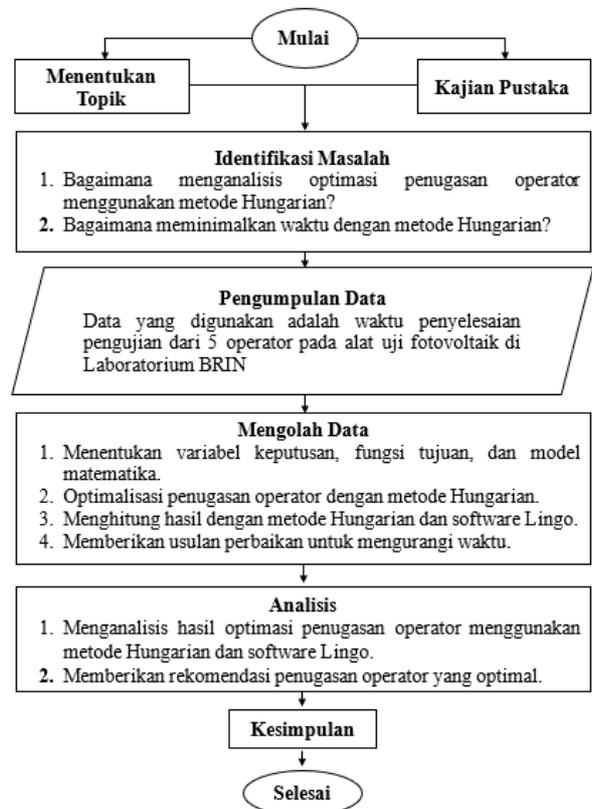
- 1) Pengurangan nilai baris dan kolom dalam matriks untuk mendapatkan elemen nol.
- 2) Penugasan optimal dilakukan berdasarkan posisi elemen nol dalam matriks.
- 3) Revisi tabel dilakukan jika perlu untuk memastikan penugasan yang paling efisien.
- 4) Analisis dengan Aplikasi LINGO

e. Analisis

Hasil dari penerapan metode Hungarian dan analisis di aplikasi LINGO dievaluasi dan dibandingkan dengan situasi aktual di laboratorium. Peneliti membandingkan hasil optimasi dengan kondisi sebelumnya untuk menilai efektivitas model penugasan yang dihasilkan, serta memberikan rekomendasi perbaikan jika diperlukan.

f. Kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan hasil analisis dan evaluasi yang dilakukan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan metode Hungarian dan penggunaan aplikasi LINGO efektif dalam mengoptimalkan penugasan operator, meminimalkan waktu pengujian, serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas di Laboratorium Konversi Energi BRIN.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini mencakup beberapa langkah penting untuk memproses data menjadi informasi yang dapat

dipahami dan digunakan untuk menemukan solusi atas permasalahan penelitian. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

a. Pembentukan Tabel Penugasan

Data waktu kerja masing-masing operator diolah ke dalam bentuk matriks segi empat $m \times n$, di mana baris (m) mewakili operator alat dan kolom (n) mewakili tugas atau alat pengujian yang digunakan oleh masing-masing operator tersebut. Setiap baris diisi berdasarkan waktu kerja operator dalam menyelesaikan setiap pengujian.

b. Penerapan Metode Hungarian

Data matriks diproses menggunakan metode Hungarian untuk meminimalkan waktu proses pengujian. Teknik ini merupakan perubahan baris dan kolom pada matriks hingga pada baris atau kolom memiliki satu komponen nol yang optimal untuk posisi penugasan.

Langkah-langkah ini meliputi dalam melakukan modifikasi pada tabel penugasan ke dalam suatu matriks efektivitas, serta pengurangan nilai baris dan kolom untuk mendapatkan suatu elemen nol, penugasan optimum dengan garis horizontal atau vertikal, serta melakukan revisi tabel dan penempatan penugasan pada sel yang bernilai nol.

c. Analisis Optimasi Penugasan Operator dengan Menggunakan Aplikasi LINGO

LINGO digunakan untuk menyelesaikan masalah penugasan dengan pemodelan matematis, implementasi pada model LINGO adalah dapat melakukan analisa diantaranya penentuan fungsi tujuan, penambahan kendala, menjalankan solusi, menganalisis hasil, melakukan optimasi dan analisis sensitivitas, serta dokumentasi. Proses ini juga dapat memastikan bahwa suatu penugasan masing – masing operator alat pengujian di laboratorium dapat dilakukan secara optimal dan efisien, dan dapat meningkatkan produktivitas kerja.

LINGO juga sangat berguna untuk memecahkan masalah riset operasi seperti pemrograman linier dan nonlinier, persamaan kuadrat, batasan kuadrat, teori probabilitas, dan optimasi model bilangan bulat dengan lebih cepat, mudah, dan efisien. Ini merupakan salah satu alat yang dirancang secara komprehensif untuk menyelesaikan suatu masalah secara sistematis dan akurat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Model Assignment (Hungarian)

Metode Hungarian digunakan untuk menentukan penugasan optimal bagi setiap operator pada setiap alat pengujian. Berdasarkan metode Hungarian, maka

data-data yang diperoleh disajikan dalam bentuk matriks waktu baku untuk menentukan penugasan. Dalam menentukan matrik diperlukan perhitungan untuk menentukan rata-rata waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Berikut data waktu (dalam menit) proses satu kali pengujian dari masing-masing operator A,B,C,D,E di setiap proses kerjanya pada alat pengujian *Visual Testing* (VT), *Sun Testing* (ST), *Outdoor Testing* (OT), *Chamber Testing* (CT), *Heating Testing* (HT). Dalam mengaplikasikan metode ini, dilakukan beberapa langkah sistematis untuk mencapai penugasan yang optimal.

Tabel 1. Data Waktu Proses Pengujian Fothovoiltaik Pada Masing-Masing Operator (Menit)

No.	Operator	VT	ST	OT	CT	HT
1	A	95	79	81	106	89
2	B	86	87	90	100	92
3	C	91	82	84	94	81
4	D	90	80	76	109	88
5	E	94	77	79	93	91

Laboratorium Konversi Energi (LKE) ingin menempatkan atau menugaskan kelima operator tersebut ke posisi penugasan optimal dengan total penyelesaian waktu kerja yang paling minimum untuk meningkatkan produktivitas dalam proses pengujian.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Waktu Sebelum Menggunakan Metode Hungarian

No.	Operator	Tahap Pengujian	Waktu (Menit)
1	Operator A	<i>Visual Testing</i>	95
2	Operator B	<i>Sun Testing</i>	87
3	Operator C	<i>Outdoor Testing</i>	84
4	Operator D	<i>Chamber Testing</i>	109
5	Operator E	<i>Heating Testing</i>	91
Total			465

Pada Tabel 2 menunjukkan perhitungan waktu rata-rata proses pengujian fothovoiltaik pada masing-masing operator sebelum menggunakan metode hungarian jika hanya mengikuti urutan pengujian dan pembagian jadwal operator saat ini oleh laboratorium yang dilakukan hanya secara acak tanpa mempertimbangkan kecepatan pada masing-masing operator.

Berikutnya adalah langkah – langkah dengan menggunakan dengan konsep Metode Hungarian yaitu :

- Pilih angka paling besar untuk setiap baris dan kolom seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 kurangi semua angka dan serta pada angka paling

minimum di setiap baris pada matriks tersebut untuk mendapatkan hasil pada Tabel 3.

Tabel 3. Langkah Penyesuaian 1

No.	Operator	VT	ST	OT	CT	HT
1	A	16	0	2	27	10
2	B	0	1	4	14	6
3	C	10	1	3	13	0
4	D	14	3	0	32	11
5	E	17	0	2	16	14

- b. Pilih angka paling terkecil dari kolom yang tidak mengandung angka nol (0), seperti terlihat pada Tabel 3 bahwasanya kolom pada CT menunjukkan tidak adanya angka nol (0) maka langkah ini dapat dilakukan dengan mengurangi semua angka dengan nilai minimum pada kolom ini untuk mendapatkan hasil perhitungan pada Tabel 4.

Tabel 4 Langkah Penyesuaian 2

No.	Operator	VT	ST	OT	CT	HT
1	A	16	0	2	14	10
2	B	0	1	4	1	6
3	C	10	1	3	0	0
4	D	14	3	0	19	11
5	E	17	0	2	3	14

- c. Buatlah tugas optimal dengan menggambar jumlah garis horizontal atau vertikal minimum untuk setiap elemen yang bernilai nol. Jika jumlah garis sama dengan jumlah baris atau kolom, maka penugasan sudah optimal. Namun, jika jumlah garis tidak sama dengan kolom, revisi pada garis perlu dilakukan.

Tabel 5. Langkah Penyesuaian 3

No.	Operator	VT	ST	OT	CT	HT
1	A	16	0	2	14	10
2	B	0	1	4	1	6
3	C	10	1	2	0	0
4	D	14	3	0	19	11
5	E	17	0	2	3	14

Koreksi diperlukan karena jumlah baris tidak sama dengan jumlah baris atau kolom.

- d. Ubah tabel dengan memilih angka terkecil yang tidak melebihi baris, seperti yang terlihat pada Tabel 5 menunjukkan angka minimal yang tidak sejajar dengan angka 2 Selanjutnya adalah kurangi bilangan yang tidak berpotongan pada garis lurus dari bilangan angka terkecil, dan jumlahkan bilangan yang berpotongan pada garis lurus sebagai bilangan 1 dan 3 pada kolom bilangan minimal.

Tabel 6. Langkah Penyesuaian 4

No.	Operator	VT	ST	OT	CT	HT
1	A	14	0	0	12	8
2	B	0	3	4	1	7
3	C	10	3	3	0	0
4	D	14	5	0	19	11
5	E	15	0	0	1	12

- e. Pilih angka terendah pada baris tersebut (angka 1), kurangi angka pada baris tersebut dengan angka di bawahnya, lalu tambahkan angka pada baris di bawahnya. Kemudian buatlah peta bagus yang setidaknya memetakan ulang jumlah garis horizontal atau vertikal ke nilai nol untuk semua elemen. Oleh karena itu, diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 7. Langkah Penyesuaian 5

No.	Operator	VT	ST	OT	CT	HT
1	A	13	0	0	11	7
2	B	0	4	3	2	7
3	C	10	4	3	0	0
4	D	13	5	0	18	10
5	E	14	0	0	0	11

Alokasi tersebut optimal karena jumlah baris sama dengan jumlah baris atau kolom. Oleh karena itu, pada hasil Tabel 7 alokasi optimal untuk meminimalkan waktu penyelesaian proses kerja secara keseluruhan setiap operator pada setiap proses pengujian yang dijalankan diperoleh hasil pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Penugasan Optimal Masing-Masing Operator di setiap Proses Kerja

No.	Operator	VT	ST	OT	CT	HT
1	A	13	0	0	11	7
2	B	0	4	5	2	7
3	C	10	4	3	0	0
4	D	13	5	0	18	10
5	E	14	0	0	0	11

Berdasarkan pada Tabel 8 bisa dihitung hasil waktu minimum setiap operator yang menggunakan alat pengujian yaitu:

- 1) A menempati Sun Testing = 79 Menit
- 2) B menempati Visual Testing = 86 Menit
- 3) C menempati Heating Testing = 81 Menit
- 4) D menempati Outdoor Testing = 76 Menit
- 5) E menempati Chamber Testing = 93 Menit

Hasilnya menunjukkan penugasan optimal bagi masing-masing operator, di mana setiap operator ditempatkan pada alat pengujian yang memberikan

waktu kerja minimum bagi mereka. Total waktu minimum yang diperoleh adalah 415 menit.

2. Analisis Software LINGO (*Linear Interactive and Discrete Optimization*)

Salah satu perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah LINGO (*Linear Interactive and Discrete Optimization*). LINGO merupakan program komputer yang dirancang untuk menyelesaikan berbagai masalah optimasi, termasuk pemrograman linier. Pemrograman linier adalah metode pemodelan matematika yang digunakan untuk mencari solusi optimal berdasarkan batasan-batasan yang telah ditetapkan.

Dalam konteks penelitian ini, LINGO digunakan untuk memodelkan permasalahan penugasan operator sebagai masalah optimasi linier. Setelah data dan kendala yang relevan dimasukkan ke dalam sistem, LINGO menghasilkan solusi optimal yang menunjukkan penugasan operator pada alat pengujian dengan total waktu penyelesaian minimum.

Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup waktu penyelesaian (dalam menit) untuk setiap operator pada berbagai proses pengujian alat. Model pemrograman linier kemudian dibuat di dalam LINGO untuk memperoleh solusi optimal yang divisualisasikan pada Gambar 2.

```

LINGO Model - Lingo1 Rev1 07052024
MODEL:
!Penugasan Operator Alat Laboratorium;
SETS:
Pegawai/A B C D E/:Sumber;
Pekerjaan/Visual_Testing Sun_Testing Outdoor_Testing Chamber_
Testing Heating_Testing/:Tujuan;
LINKS (Pegawai, Pekerjaan):Skor,Assign;
ENDSETS
!Fungsi Tujuan;
MIN=@SUM (LINKS:Skor*Assign);
!Kendala/Pembatas;
@FOR (Pegawai (I) :
@SUM (Pekerjaan (J) :Assign (I,J))= Sumber (I));
@FOR (Pekerjaan (J) :
@SUM (Pegawai (I) :Assign (I,J))= Tujuan (J));
!Data;
DATA:
Sumber = 1 1 1 1 1;
Tujuan = 1 1 1 1 1;
Skor = 95 79 81 106 89
86 87 90 100 92
91 82 84 94 81
90 80 76 109 88
94 77 79 93 91;
ENDDATA
END
    
```

Gambar 2. Data yang Digunakan Pada Model

Hasil analisis keluaran dan pemrograman yang dilakukan menggunakan LINGO untuk masalah penugasan operator dan alat uji di laboratorium LKE dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini :

Variable	Value	Reduced Cost
ASSIGN(A, SUN_TESTING)	1.000000	0.000000
ASSIGN(B, VISUAL_TESTING)	1.000000	0.000000
ASSIGN(C, HEATING_TESTING)	1.000000	0.000000
ASSIGN(D, OUTDOOR_TESTING)	1.000000	0.000000
ASSIGN(E, CHAMBER_TESTING)	1.000000	0.000000

Gambar 3. Hasil Akhir Model

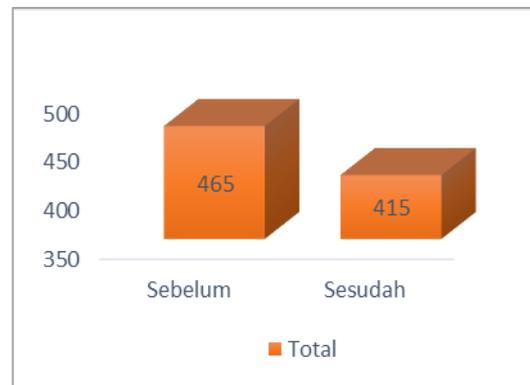
Hasil akhir software LINGO pada Gambar 3 dari penyelesaian kasus penugasan operator dengan alat pengujian di laboratorium BRIN.

- 1) A menempati Sun Testing = 79 Menit
- 2) B menempati Visual Testing = 86 Menit
- 3) C menempati Heating Testing = 81 Menit
- 4) D menempati Outdoor Testing = 76 Menit
- 5) E menempati Chamber Testing = 93 Menit

Hasilnya serupa dengan Metode Hungarian, di mana setiap operator ditempatkan pada alat pengujian yang sesuai dengan waktu kerja minimum bagi mereka. Dengan total waktu minimum yang diperoleh pada setiap operator pada alat pengujian adalah sebesar 415 menit.

Kedua metode yang digunakan menghasilkan penugasan yang serupa, di mana setiap operator ditempatkan pada alat pengujian yang memberikan total waktu kerja minimum bagi mereka. Hal ini menunjukkan konsistensi antara hasil dari Metode Hungarian dan software LINGO.

Di bawah ini adalah diagram antara waktu aktual sebelum menggunakan metode Hungaria untuk pengujian fotovoltaik dan waktu yang direncanakan untuk pengujian fotovoltaik menggunakan metode Hungarian.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Waktu Sebelum dan Sesudah (Menit)

Berdasarkan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa tugas setiap operator pengujian pada setiap pengujian

sebelum menggunakan metode Hungaria adalah 465 menit sesuai yang terlihat pada Tabel 2 jika di bandingkan dengan sesudah perhitungan metode hungarian maka di dapat 415 menit dalam satu kali pengujian maka dari total waktu minimum penyelesaian pengujian fothovoiltaik pada Laboratorium Konversi Energi BRIN. Hal ini dapat mengurangi waktu pengujian sebesar 50 menit dibandingkan dengan durasi sebenarnya dari proses pengujian dan dapat mengetahui penugasan paling optimal pada setiap operator di antaranya operator A menempati *Sun Testing*, operator B menempati *Visual Testing*, operator C menempati *Heating Testing*, operator D menempati *Outdoor Testing*, Operator E menempati *Chamber Testing*. sehingga mampu meningkatkan produktifitas kerja.

Dengan demikian, analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa dengan penugasan yang optimal, penggunaan sumber daya manusia dan alat pengujian dapat dioptimalkan untuk mencapai produktivitas maksimum di laboratorium konversi energi BRIN dan penerapan Metode Hungarian dan menggunakan software LINGO untuk mengoptimalkan penugasan operator pada alat pengujian di Laboratorium Konversi Energi BRIN, ditemukan bahwa total waktu minimum yang diperlukan untuk menyelesaikan pengujian fothovoiltaik dapat diminimalkan sampai 50 menit dan penugasan paling optimal. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan penugasan yang optimal, maka produktivitas kerja operator di laboratorium dapat ditingkatkan secara signifikan.

Dengan memperhatikan keahlian dan pengalaman masing-masing operator serta alat pengujian yang sesuai efisiensi dalam proses pengujian dapat meningkat yang pada akhirnya akan berkontribusi pada produktivitas keseluruhan laboratorium. Oleh karena itu pemahaman dan penerapan metode penugasan yang efektif sangat penting dalam memastikan konsistensi dan efisiensi dalam pelaksanaan pengujian fotovoltaik di laboratorium BRIN tersebut.

IV. SIMPULAN

Penelitian di Laboratorium Konversi Energi BRIN menunjukkan bahwa penerapan metode Hungarian untuk penugasan operator dapat meningkatkan produktivitas secara signifikan. Alokasi tugas berdasarkan keahlian dan pengalaman masing-masing operator memastikan efisiensi dan mengurangi waktu pengujian fotovoltaik dari 465 menit menjadi 415 menit, menghemat 50 menit. Penugasan optimal adalah operator A pada *Sun Testing* (79 menit), operator B pada *Visual Testing* (86 menit), operator C pada *Heating Testing* (81

menit), operator D pada *Outdoor Testing* (76 menit), dan operator E pada *Chamber Testing* (93 menit).

Dengan penugasan yang optimal, laboratorium dapat meningkatkan produktivitasnya melalui alokasi tenaga kerja yang sesuai dengan keahlian dan pengalaman masing-masing operator. Optimalisasi ini mengurangi keterlambatan dan antrean panjang, serta menunjukkan bahwa distribusi tugas yang tepat mampu meningkatkan kualitas dan kecepatan proses pengujian. Dengan demikian, penempatan tugas yang optimal berdasarkan keahlian dan pengalaman operator terbukti dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja di Laboratorium Konversi Energi BRIN.

REFERENSI

- [1] W. R. Nabila, D. Herwanto, W. R. Zahra, P. Studi, T. Industri, and U. S. Karawang, "OPTIMALISASI WAKTU KERJA KARYAWAN MENGGUNAKAN METODE HUNGARIAN (STUDI KASUS CV BINTANG JAYA)," vol. 7, no. 1, 2022.
- [2] M. Ni, M. Dwi, and I. Mindhayani, "Penempatan Karyawan Dapur Yang Optimal Untuk Meningkatkan Produktivitas Dengan Menggunakan Metode Hungarian," vol. 3, no. 2, pp. 99–109, 2021.
- [3] B. Prasetyo and A. M. Lubis, "Penyelesaian Masalah Penugasan pada Drafter Menggunakan Metode Hungarian dan Aplikasi POM-QM," vol. 1, no. 1, 2020.
- [4] S. Parningotan and N. Pangastuti, "Analisis Penugasan Karyawan Dalam Meningkatkan Produktivitas Kerja Menggunakan metode Hungarian pada Software Pom Qmdengankasus Maksimasi," *Simasi*, vol. 2, no. 1, pp. 22–32, 2022.
- [5] D. Firmansyah and Dede, "Teknik Pengambilan Sampel Umum dalam Metodologi Penelitian: Literature Review," *J. Ilm. Pendidik. Holistik*, vol. 1, no. 2, pp. 85–114, 2022, doi: 10.55927/jiph.v1i2.937.
- [6] M. Hungarian, "USULAN PENUGASAN DENGAN METODE HUNGARIAN SEBAGAI ALAT MENINGKATKAN EFISIENSI DI BAGIAN FINISHING (Studi Kasus di PT Duaroda Saranatama) Yuta Ardianti Putri 1), Zeny Fatimah Hunusalela2), Elfitria Wiratmani3)," vol. 2, no. 2, 2019.

- [7] S. Kasus, C. V Anteraja, and C. Mekarmukti, "Optimalisasi Penugasan Karyawan Jasa Ekspedisi Menggunakan Metode Hungarian," vol. VI, no. 3, pp. 2120–2127, 2021.
- [8] J. Simatupang, "Teknik Penugasan Karyawan Vhida Ponsel dalam Penjualan Kartu Paket Internet Dengan Menggunakan Metode Hungarian," *Bull. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2021, [Online]. Available: <https://journal.fkpt.org/index.php/BIT/article/view/47>
- [9] T. A. Firmansyah, A. E. Nugraha, and W. E. Cahyanto, "Analisa Keuntungan dan Penugasan Menggunakan Metode Simpleks dan Hungarian (Studi Kasus : UMKM Aneka Kerupuk Setuju)," vol. VIII, no. 2, pp. 5711–5719, 2023.
- [10] G. A. Sari, D. Herwanto, and B. Nugraha, "Optimalisasi WAKTU KERJA DAN JARINGAN PENDISTRIBUSIAN MAKANAN RINGAN MENGGUNAKAN MODEL ASSIGNMENT DAN HUNGARIAN," *Ina. J. Ind. Qual. Eng.*, vol. 9, no. 1, pp. 81–95, 2021, doi: 10.34010/iqe.v9i1.4364.