

Balancing Ice Block Production Tracks Using the Region Approach Method at PT. Xyz

[Keseimbangan Lintasan Produksi ES Balok Dengan Metode Region Approach Di pt.xyz]

Ilham Bagus Setiawan¹⁾, (Boy Isma Putra^{*2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: Boy@umsida.ac.id

Abstract. *PT. XYZ is a company engaged in the manufacture of block ice. In its production process, the aim of this research is to balance the optimal production trajectory in the process of making block ice, PT. XYZ. faced with the problem of line balance, namely the lack of efficiency at work stations, at one work station, so it is planned to determine the optimal production line so that each work station will be more evenly distributed. Based on the problems found in the company, it is known that there is a bottleneck in the production process within 30 days for 4080 minutes so that the company cannot meet the needs as desired. Therefore research will be carried out using the region approach method as in balancing the lines in the production area during waiting time or in other words balance delay, and line efficiency, as well as smoothness time in the production process smooths index. The results obtained in this study show that before balancing the line the number of work stations was 8, then after balancing the line the number of work stations became 3. This resulted in a change in the percentage of waiting time (balance delay) which decreased from 79% to 44%. , while track efficiency has increased from 21% to 56% which indicates the level of work efficiency. The smooth time of the production process in making ice blocks before the track balance was 3888.47, while after the track balance was 1615.06. Making block ice, balancing the track using the region approach method can increase work efficiency in making ice blocks so that the production process is more optimal.*

Keywords : *Line Balancing, Region Approach*

Abstrak. *PT. XYZ ini adalah perusahaan bergerak di bidang pembuatan es balok Didalam proses produksinya, Tujuan dari penelitian ini ialah untuk menyeimbangkan lintasan produksi yang optimal pada proses pembuatan es balok , PT. XYZ. dihadapkan pada permasalahan keseimbangan lintasan yaitu kurangnya efisien pada stasiun kerja, pada salah satu stasiun kerja, sehingga direncanakan untuk menentukan lintasan produksi yang optimal sehingga pada setiap stasiun kerja akan lebih merata. Berdasarkan permasalahan yang ditemukan di perusahaan yang diketahui adanya kemacetan dalam proses produksinya dalam 30 hari selama 4080 menit sehingga perusahaan tidak dapat memenuhi kebutuhan sesuai yang di inginkan. Dikarenakan perencanaan dan pengendalian kerja yang belum akurat, dan ada juga terjadi kemacetan pada stasiun kerja maka sering kali terjadi keterlambatan dan melebihi batas yang seharusnya. Maka dari itu akan dilakukan penelitian dengan menggunakan metode region approach sebagaimana dalam melakukan keseimbangan lintasan pada area produksi pada waktu menunggu atau dalam kata lain balce delay, dan line efisiensi, serta waktu kelancaran dalam proses produksi smoothes index. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini terlihat bahwa sebelum dilakukan keseimbangan lintasan jumlah stasiun kerja sebanyak 8, kemudian sesudah dilakukan keseimbangan lintasan jumlah stasiun kerja menjadi 3. Hal ini mengakibatkan perubahan pada persentase waktu menunggu (balance delay) yang mengalami penurunan dari 79% menjadi 44%, sementara efisiensi lintasan mengalami peningkatan dari 21% menjadi 56% yang menunjukkan tingkat keefisienan kerja. Waktu kelancaran proses produksi pada pembuatan es balok sebelum keseimbangan lintasan sebesar 3888, sedangkan setelah keseimbangan lintasan sebesar 1615. Pembuatan es balok, keseimbangan lintasan menggunakan metode region approach dapat meningkatkan efisiensi kerja pada pembuatan es balok sehingga proses produksi semakin optimal.*

Kata Kunci : *Line Balancing, Region Approach*

I. PENDAHULUAN

Es balok adalah air yang dibekukan di sebuah wadah atau cetakan dengan proses panjang untuk menjadi es batu atau es balok. Es balok ini berbahan dasar air sebagai bahan utama pembuatannya. terlebih dahulu air di bersihkan dari kuman-kuman yaitu dengan penambahan kaporit atau tawas, kaporit sendiri fungsinya untuk membunuh kuman yang ada pada bak air, dan fungsi pada tawas ialah memperlernjernih air serta mengendapkan

kotoran-kotoran. [1] Proses pembuatan es balok sangat sederhana yaitu air yang sudah melalui proses penjernihan yang sebelumnya diambil dari sumber bor yang dimasukkan ke tendon air, yang nantinya dimasukkan ke dalam es cetakan melalui pipa yang tersedia. [2]

PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang menghasilkan es balok dan berlokasi di daerah yang kaya akan sumber air. Oleh karena itu, pasokan air sebagai bahan utama dalam pembuatan es mudah diperoleh. Meskipun begitu, PT. XYZ menghadapi tantangan dalam efisiensi alur produksinya, terutama pada beberapa tahap produksi. Proses produksi es balok di PT. XYZ berlangsung secara berkesinambungan, dimana setiap tahapan saling terkait dan memerlukan penilaian untuk meningkatkan efisiensi dalam proses produksi. [3] Seiring berkembangnya berbagai macam ilmu teknologi berbagai cara dilakukan agar memperoleh hasil kerja yang efektif dan efisien dan memiliki tingkatan hasil yang maksimal.

Terjadi kendala dalam proses produksi di perusahaan, dengan terdeteksinya gangguan yang mengakibatkan penundaan selama 30 hari, setara dengan 4080 menit. Akibatnya, perusahaan mengalami kesulitan dalam memenuhi target produksi yang diinginkan. Gangguan ini mengakibatkan ketidakseimbangan antara berbagai tahap produksi, bahkan mengakibatkan keterlambatan di salah satu stasiun kerja. Oleh karena itu, perlu diterapkan teknik keseimbangan lintasan dalam proses produksi. Keseimbangan lintasan di stasiun kerja sangat penting untuk menjalankan proses produksi secara efisien.

PT. XYZ menghadapi permasalahan dalam keseimbangan lintasan, terutama di salah satu stasiun kerja yang kurang efisien. Rencananya, perusahaan akan melakukan penelitian menggunakan pendekatan metode regional untuk mengatasi masalah keseimbangan lintasan, terutama dalam mengurangi waktu menunggu (*balancing delay*) dalam area produksi. Selain itu, akan diteliti juga efisiensi jalur produksi (*line efficiency*) dan indeks kelancaran proses produksi (*smoothness index*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan pemahaman tentang efektivitas penggunaan waktu produksi secara menyeluruh

II. METODE

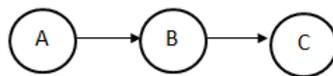
1. Line Balancing

Menurut pengertian atau definisi *line balancing* adalah jalur produksi dimana material berpindah secara berkelanjutan dan berurutan dengan proses yang berbeda dengan laju yang sama melalui jumlah stasiun kerja tempat dilakukannya proses perakitan atau proses produksi, tujuan dari *line balancing* sendiri adalah pembebanan yang seimbang yang harus dilakukan pada setiap stasiun kerja yang ada, yang akan menghasilkan suatu barang yang akan di produksi, [4], *Line Balancing* bertujuan untuk meminimalisir waktu menganggur dari *workstation* pada lantai produksi dengan menyeimbangkan elemen kerja pada setiap *workstation* sehingga dapat memaksimalkan sumber daya yang ada yaitu dari operator maupun peralatan. [5], Menurut tujuan *line balancing* adalah meningkatkan efisiensi setiap stasiun kerja dan menyeimbangkan lintasan sehingga seluruh stasiun kerja bekerja dengan waktu sedapat mungkin sama. [6] Menurut Pengukuran waktu kerja dapat dilakukan pengukuran waktu kerja secara langsung dengan menggunakan jam henti (*stop watch*), pengukuran ini baik digunakan atau di aplikasikan dalam sebuah pekerjaan atau proses produksi yang berlangsung dan berulang-ulang, dimana waktu yang di dapat akan digunakan sebagai standar penyelesaian kerja bagi semua pekerja yang melakukan proses produksi. Pengukuran waktu dilakukan dengan metode jam henti sebagai sarana untuk mengukur berapa lama waktu yang diperlukan operator dalam menyelesaikan satu *unit* produk sehingga dapat mengoptimalkan operator dengan mengevaluasi gerakan-gerakan yang tidak efektif. [7]

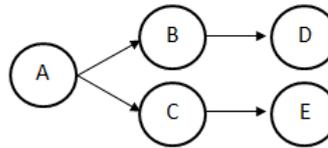
Istilah-Istilah dalam Keseimbangan Menurut Berikut ini adalah Beberapa istilah yang biasa digunakan dalam kesetimbangan lintasan adalah sebagai berikut [8]

- Waktu Operasi adalah waktu yang diberlakukan dapat menyelesaikan sesuatu yang telah ditentukan
- Workstation* adalah suatu wadah untuk stasiun kerja dalam menyelesaikan perakitan. *Cycle Time* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu produk per satu stasiun.
- Balance Delay* merupakan ukuran inkonsistensi distribusi di antara stasiun kerja, yang mengakibatkan waktu tidak produktif
- Line Efficiency* (LE) merupakan *rasio* dari total waktu di stasiun kerja dibagi dengan *Cycle Time* dikalikan jumlah *workstation*.
- Smoothness Index* (SI) merupakan sebuah indeks yang menunjukkan *kelancaran relative* dari penyeimbangan lini perakitan tertentu.
- Precedence diagram*

Diagram Precedence adalah representasi terstruktur yang memperhitungkan urutan langkah-langkah dari keseluruhan proses kerja, dengan niat mempermudah pengawasan, pengaturan, dan perencanaan tugas-tugas terkait di dalamnya [9]



Gambar Hubungan Seri (Berurutan)



Gambar Hubungan Pararel

2. Rumus *line balancing*

Pengumpulan data adalah sebuah data atau rancangan data yang nantinya akan di proses dan digunakan dalam sebuah penelitian, Pengumpulan data dilakukan dengan cara analisis dokumen, observasi, dan wawancara. dengan pengamatan langsung. Data ini akan digunakan untuk menentukan waktu baku dengan proses berikut:

a. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk menentukan bahwa jumlah *sample* data yang diambil cukup untuk proses pengolahan data selanjutnya. Berikut rumus yang di gunakan untuk uji kecukupan data.

$$\left[\frac{\frac{K}{S} \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad (1)$$

Sumber : [10]

Adapun N' adalah jumlah pengamatan yang telah dilakukan. Persamaan ini menggunakan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%. Apabila jumlah pengukuran yang diperlukan ternyata masih lebih besar daripada jumlah pengukuran yang dilakukan atau $N' > N$, maka harus dilakukan pengukuran ulang hingga $N' < N$.

b. Uji Keseragaman Data

Setelah perhitungan uji kecukupan data maka hal yang harus dilakukan adalah menghitung uji keseragaman data berikut rumus yang digunakan pada uji keseragaman data.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Sumber : [10]

Keterangan:

$\sum xi$: jumlah semua nilai X ke 1

$\sum x$: jumlah nilai X

n : jumlah sampel yang di teliti

Pengujian Keseragaman data merupakan konsistensi data tercapai saat seluruh data berada dalam jangkauan dua ambang kontrol, yakni ambang kontrol atas dan ambang kontrol bawah. Ambang kontrol atas dan bawah diformulasikan sebagai berikut

$$BKA = \bar{X} + K \cdot \sigma \quad (3)$$

$$BKB = \bar{X} - K \cdot \sigma \quad (4)$$

Sumber : [10]

c. Waktu Siklus

Waktu siklus atau bisa di sebut *cycle time* adalah waktu yang digunakan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja. Berikut rumus yang digunakan.

$$W_s = \frac{\sum x}{n} \quad (5)$$

Sumber : [10]

d. Waktu Normal

Suatu elemen kerja dengan menunjukkan bahwa suatu operator yang sedang memproduksi suatu barang, bekerja dengan standart yang digunakan perusahaan atau waktu normal sebuah penyelesaian, berikut rumus yang digunakan. [11]

$$W_n = W_s \times p \quad (6)$$

Sumber : [11]

e. Waktu Baku

waktu baku atau waktu standart adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaan yang dikerjakan dalam system kerja terbaik saat itu waktu baku tersebut bisa dihitung dengan rumus berikut ini. [11]

$$W_b = W_n \times (1 - \text{allowence } \%) \quad (7)$$

f. *Balance Delay*

balance delay adalah jumlah dari ketidak efisienan pada suatu lintasan yang nantinya didapat waktu menunggu disebabkan penempatan yang kurang benar diantara stasiun kerja yang ada, rumus *balance delay* dapat dilihat sebagai berikut. [12]

$$\text{Balance Delay} = \frac{(KxCT) - \sum_{j=1}^m t_j}{(KxCT)} \times 100\% \quad (8)$$

Sumber : [12]

g. Efisiensi Lintasan

Efisiensi lintasan lintasan sendiri merupakan perbandingan total waktu stasiun kerja dengan *cycle time* dan dikalikan dengan jumlah stasiun kerja yang ada, berikut adalah rumus yang digunakan. [11]

$$\text{Efisiensi Lintasan} = \frac{\sum_{n=1}^3 (ST)_n}{(KxCT)} \times 100\% \quad (9)$$

Sumber : [12]

h. *Smoothes index*

Merupakan suatu perhitungan yang menggambarkan kelancaran relatif dari keseimbangan lintasan pada sebuah lini produksi, berikut rumus yang digunakan.

$$\text{Smoothing Indeks} = \sqrt{\sum_{i=1}^k (ST_{max} - ST_i)^2} \quad (10)$$

Sumber : [12]

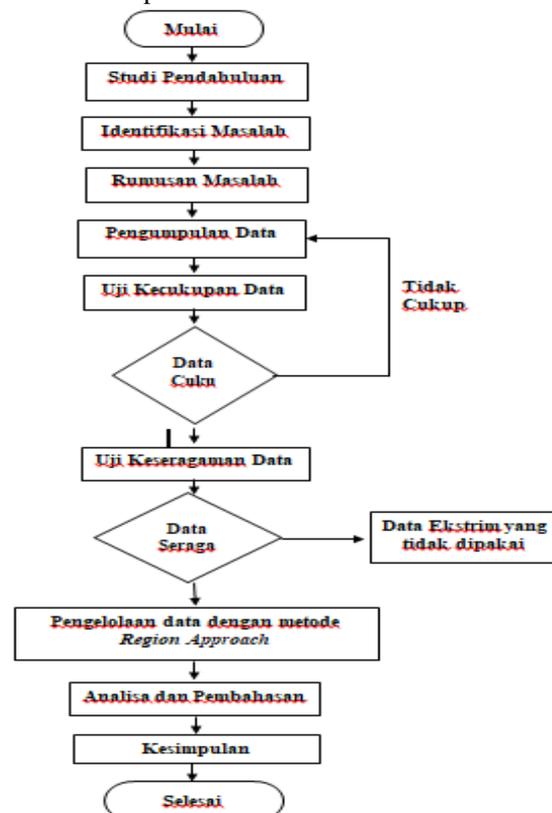
3. Metode *Region Approach*

Metode *Region Approach* ini mengidentifikasi elemen-elemen kerja yang akan ditempatkan di stasiun-stasiun kerja pada diagram urutan kerja. Salah satu tantangan dari metode ini adalah penentuan elemen-elemen kerja yang dipilih berdasarkan posisi yang signifikan dalam diagram urutan kerja. Metode *Region Approach* melibatkan pembagian diagram urutan kerja menjadi beberapa wilayah secara vertikal dan menghindari penempatan dua urutan kerja berurutan dalam satu baris. Pendekatan ini melibatkan pengelompokan tugas-tugas ke dalam kelompok tugas yang memiliki keterkaitan serupa [13]. Metode *region approach* sendiri merupakan pendekatan perbaikan oleh mansor dimana akan memberikan hasil yang optimal. Pendekatan ini melibatkan pertukaran antar pekerja setelah keseimbangan lintasan dilakukan, pendekatan ini tidak layak untuk jaringan yang besar serta kombinasi pekerjaan yang dapat di pertukarkan dapat menjadi kaku. Metode *region approach*, yang dikembangkan oleh Bedworth, melibatkan pembagian diagram urutan kerja menjadi beberapa wilayah di mana tidak ada ketergantungan antara operasi kerja dalam wilayah yang sama. Inti dari metode ini adalah memberikan prioritas lebih awal pada operasi kerja dengan tanggung jawab ketergantungan yang signifikan. [15]

Berikut ini adalah langkah-langkah yang di gunakan di dalam metode *region approach* :

1. Menentukan waktu siklus dengan memilih waktu oprasi kerja terbesar
2. Membuat *precedence* diagram atau diagram jaringan kerja.
3. Membagi *precedence* ke dalam wilayah-wilayah dari kiri ke kanan sesuai dengan *precedence* diagram.
4. Mengurutkan operasi kerja berdasarkan waktu operasi terbesar hingga waktu operasi terkecil.
5. Menghitung jumlah stasiun kerja minimum.
6. Membentuk urutan operasi kerja pada stasiun kerja berdasarkan prioritas operasi dengan syarat waktu stasiun kerja tersebut tidak melebihi waktu siklus.
7. Menghitung *balance delay*, efisiensi lintasan *Smoothnees index* untuk megetahui keseimbangan lintasan sudah terpenuhi.

Gambar 1 adalah diagram alur dari penelitian.



Gambar 1 Diagram alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengolahan Data Dari Kecukupan Data Dan Keseragaman Data

Berikut ini adalah hasil pengolahan data dari penelitian yang dilakukan. Diperlukan ukuran pelaksanaan kegiatan berdasarkan data yang sudah di olah melalui penerapan *line balancing* yang sesuai dan dilakukan beberapa pengujian sehingga bisa dijadikan suatu ukuran penerapan *line balancing* yang nantinya digunakan sebagai pengolahan data dalam metode *region approach*. Bisa di lihat tabel 1

Tabel 1 Hasil Kecukupan Dan Keseragaman Data

	x_i	x	N'	SD	BKA	BKB	WS	W_n	W_b
1	446	45	0,12	0,38	45,41	43,88	45	50,9	60
2	716	72	1,89	2,46	76,56	66,72	72	81,7	97
3	12000	1200	0,00	0,00	1200	1200	1200	1368,0	1621
4	713	71	0,44	1,18	73,71	68,97	71	81,3	96
5	1915	192	0,41	3,08	197,68	185,36	192	218,3	259
6	929	93	0,54	1,71	96,35	89,53	93	106,0	126
7	3078	308	0,67	6,28	320,36	295,24	308	350,9	416
8	309	31	0,02	0,10	31,07	30,66	31	35,2	42
TOTAL	20108						2011	2292	2717

Setelah dilakukan perhitungan kecukupan dan keseragaman data, maka selanjutnya ialah melakukan langkah-langkah pengolahan data dengan menggunakan metode *Region Approach*. Waktu yang di gunakan nantinya adalah waktu baku. Karena waktu baku adalah waktu proses oprasi yang di gunakan operator untuk membuat produk.

B. Pengolahan Data Metode *Region Approach*

Metode ini merupakan pendekatan wilayah dalam teknik pengurutan waktu operasi produksi. Adapun wilayah yang merupakan pembagian operasi produksi berdasarkan pada precedence diagram. Pembagian Wilayah dalam penelitian ini membagi wilayah operasi produksi ke dalam suatu group sehingga dengan mudah dalam membentuk suatu urutan operasi produksi berdasarkan prioritas waktu operasi, untuk hal ini operasi produksi atau operasi kerja paling tinggi dalam melakukan proses dikerjakan terlebih dahulu.[8]

Berikut ini adalah langkah-langkah yang di gunakan di dalam metode *region approach* :

1. Menentukan waktu siklus dengan memilih waktu oprasi kerja terbesar
2. Membuat *precedence* diagram atau diagram jaringan kerja.
3. Membagi *precedence* ke dalam wilayah-wilayah dari kiri ke kanan sesuai dengan *precedence* diagram.
4. Mengurutkan operasi kerja berdasarkan waktu operasi terbesar hingga waktu operasi terkecil.
5. Menghitung jumlah stasiun kerja minimum.
6. Membentuk urutan operasi kerja pada stasiun kerja berdasarkan prioritas operasi dengan syarat waktu stasiun kerja tersebut tidak melebihi waktu siklus.
7. Menghitung *balance delay*, efisiensi lintasan *Smoothnees index* untuk mengetahui keseimbangan lintasan sudah terpenuhi.

1. Menentukan *Cycle Time* Dengan Memilih Operasi Kerja Terbesar

Pada hasil temuan yang telah diperoleh konsep yang dijadikan acuan dalam proses penyajian data mengacu pada teori Metode *Region approach (RA)* Terdapat delapan langkah yang dilakukan pada saat penyajian data berupa produksi es balok, diantaranya langkah awal melibatkan pembuatan diagram precedence atau jaringan kerja. Implementasi Metode Pendekatan Wilayah dalam mencapai keseimbangan lintasan membutuhkan pengukuran waktu standar untuk setiap operasi kerja. Oleh karena itu, dilakukan pengamatan selama periode 30 hari untuk mengamati proses produksi es balok, yang merupakan bagian dari produksi es balok. Rincian operasi kerja dalam pembuatan es balok dapat diidentifikasi dalam Tabel 2.

Tabel 2. Stasiun Kerja Operasi Kerja Pembuatan Es Balok

No	Stasiun Kerja	Oprasi kerja
1	SK 1	Proses pengisian air kedalam es chan
2	SK 2	Proses memasukkan Cetakan
3	SK 3	Pembekuan Es
4	SK 4	Proses pengambilan es dan pemindahan ke bak penampungan
5	SK 5	Waktu perendaman es balok kedalam air garam
6	SK 6	Proses pelepasan es dari cetakan
7	SK 7	Proses sortir dan <i>packing</i>
8	SK 8	Proses sterilisasi cetakan

Terlihat bahwa pada pembuatan es balok terdapat 8 stasiun kerja terdiri dari mulai dari, proses pengisian air kedalam es chan, dilanjutkan ke tahap proses memasukkan cetakan, kemudian tahapan pembekuan es. Selanjutnya jika es sudah berhasil dibekukan maka tahapan selanjutnya ialah proses pengambilan es. Setelah itu Waktu perendaman es balok kedalam air garam. Kemudian dilanjutkan dengan proses pelepasan es dari cetakan, sebelum tahap akhir dilakukan proses sortir dan packing. Terakhir tahapan sterilisasi cetakan yang kosong. Setelah di dapatkan nilai factor penyesuaian dan kelonggaran maka selanjutnya menghitung waktu normal dan waktu baku, nilai waktu normal dan waktu baku dapat dilihat pada tabel 3.

Tabael 3 Waktu Normal Dan Waktu Baku

No	Stasiun Kerja	Proses Oprasi Pembuatan Es Balok	Waktu Normal	Waktu Baku	Waktu Stasiun Kerja
1	SK 1	Proses pengisian air kedalam es chan	50,9	60,32	60,32
2	SK 2	Proses memasukkan Cetakan	81,67	96,78	96,78
3	SK 3	Pembekuan Es	1368	1621,2	1621,2
4	SK 4	Proses pengambilan es dan pemindahan ke bak penampungan	81,33	96,38	96,38

5	SK 5	Waktu perendaman es kedalam air garam	218,33	258,75	258,75
6	SK 6	Proses pelepasan es dari cetakan	105,95	125,56	125,56
7	SK 7	Proses sortir dan packing	350,89	415,85	415,85
8	SK 8	Proses sterilisasi cetakan	35,18	41,7	41,7

Tabel 3, terlihat bahwa waktu normal cenderung lebih pendek daripada waktu baku, karena waktu normal tidak mempertimbangkan faktor kelonggaran. Stasiun kerja dengan waktu penyelesaian tugas tercepat adalah Stasiun VIII, yang melibatkan pemasukan es balok ke dalam pickup, dengan waktu baku 41,70 menit dan waktu normal 35,18 menit. Sementara itu, Stasiun kerja dengan waktu penyelesaian tugas terpanjang atau cycle time terpanjang adalah Stasiun III, yaitu proses pembekuan es balok, dengan waktu baku 1621,2 menit dan waktu normal 35,18 menit. Waktu baku ini akan digunakan untuk mengevaluasi kondisi produksi es balok sebelum dan setelah penerapan keseimbangan lintasan. Perhitungan kondisi produksi es balok sebelum keseimbangan lintasan dapat diuraikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Balance Delay} &= \frac{(KxCT) - \sum_{j=1}^m t_j}{(KxCT)} \times 100\% \\
 &= \frac{(8 \times 1621,2) - 2717}{(8 \times 1621,2)} \times 100\% \\
 &= 79\%
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan didapatkan persentase nilai *balance delay* yang besar sehingga menghasilkan waktu menunggu yang lama, hal ini disebabkan masih belum adanya keseimbangan antara stasiun satu dengan yang lainnya, sehingga perlu adanya pengaturan jumlah stasiun kerja agar *balance delay* semakin kecil dan efisiensi kerja semakin meningkat. Selanjutnya menghitung nilai efisiensi lintasan sebelum dilakukan keseimbangan lintasan pada pembuatan es balok.

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Lintasan} &= \frac{\sum_{n=1}^8 (ST)_n}{(KxCT)} \times 100\% \\
 &= \frac{2717}{(8 \times 1621,2)} \times 100\% \\
 &= 21\%
 \end{aligned}$$

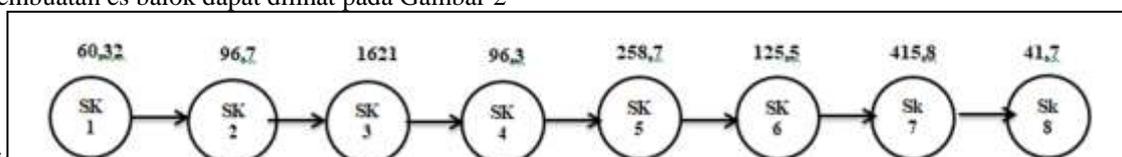
Nilai efisiensi yang diharapkan adalah 100%, semakin tinggi nilai efisiensi lintasan maka hasil lintasan produksi semakin baik. Hasil perhitungan efisiensi lintasan didapat nilai yang rendah, maka dapat dikatakan bahwa efisiensi kerja pada lintasan produksi kurang baik. Sebelum dilakukan keseimbangan lintasan pada proses pembuatan es balok diperoleh *smoothes index* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Smoothes Index} &= \sqrt{\sum_{n=1}^8 ((ST)_{max} - (ST)_n)^2} \\
 &= \sqrt{(1561)^2 + (1524)^2 + (0)^2 + (1525)^2 + (1362)^2 + (1494)^2 + (1205)^2 + (1579)^2} \\
 &= \sqrt{15120257} = 3888
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *smoothes index* sebelum dilakukan keseimbangan lintasan adalah sebesar 3888 atau 65 menit. Lintasan produksi yang baik memiliki nilai *smoothes index* yang mendekati angka nol. Dengan kata lain semakin kecil nilai *smoothes index* maka hasil lintasan produksi semakin baik. Perhitungan dari delapan stasiun kerja diperoleh *cycle time* sebesar 1621,2. Diketahui bahwa nilai *balance delay* masih besar, efisiensi lintasannya relatif rendah, dan *smoothes index* memiliki waktu yang masih besar sehingga dilakukan keseimbangan lintasan menggunakan metode *Region Approach*.

2. Membuat Precedence Diagram Atau Diagram Jaringan Kerja.

Langkah kedua adalah membuat *precedence diagram* dari operasi kerja pada pembuatan es balok yang bertujuan untuk memberikan gambaran dan menentukan urutan dari aktivitas proses pembuatan es yang harus dilakukan. *Precedence diagram* terdiri dari delapan operasi kerja dan setiap operasi kerja memiliki waktu pengerjaan yang dilakukan dalam proses produksi. *Precedence diagram* dari operasi kerja dan waktu operasi kerja pada pembuatan es balok dapat dilihat pada Gambar 2



Copyright

CC BY).

Gambar 2 *Precedence Diagram* Pembuatan Es Balok

3. Membagi *precedence diagram* tersebut kedalam wilayah-wilayah dari kiri ke kanan
Setelah menghasilkan diagram urutan dari tahapan kerja, langkah berikutnya adalah membagi diagram urutan tersebut menjadi sejumlah wilayah, sesuai dengan diagram urutan aslinya. Diagram urutan ini terbagi menjadi delapan wilayah yang disebut A, B, C, D, E, F, G, dan H, dengan masing-masing wilayah berisi berbagai tahapan kerja dengan durasi yang berbeda. Setiap wilayah A, B, C, D, E, F, G, dan H terdiri dari satu tahapan kerja. Kemudian, dilakukan pengaturan tahapan kerja ke dalam wilayah-wilayah ini berdasarkan urutan waktu kerja terpanjang hingga yang terpendek. Dalam konteks ini, tahapan kerja dengan waktu pengerjaan terpanjang diutamakan dan dapat ditemukan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Prioritas Waktu Operasi Kerja Setiap Wilayah

Operasi kerja	Prioritas Waktu
A	60,32
B	96,79
C	1621
D	96,39
E	258,75
F	125,56
G	415,85
H	41,7

Berdasarkan Tabel 4 prioritas waktu operasi kerja pada wilayah A adalah proses pengisian air kedalam es chan sebesar 60 menit. Prioritas waktu operasi kerja pada wilayah B dimulai dari proses memasukkan cetakan terbesar 92 menit. Prioritas waktu operasi kerja pada wilayah C adalah pembekuan es dengan waktu sebesar 1621 menit, prioritas waktu operasi kerja pada wilayah D adalah proses pengambilan es dengan waktu sebesar 96 menit, prioritas waktu operasi kerja pada wilayah E adalah waktu perendaman es balok kedalam air garam dengan waktu sebesar 258 dmenit, prioritas waktu operasi kerja pada wilayah F adalah proses pelepasan es dari cetakan dengan waktu sebesar 125 menit. Prioritas waktu operasi kerja pada wilayah G adalah proses sortir dan packing dengan waktu sebesar 415 menit, dan prioritas waktu operasi kerja pada wilayah H adalah proses sterilisasi cetakan dengan waktu sebesar 42 menit.

4. Oprasi Kerja Berdasarkan Waktu Terbesar Sampai Terkecil
Berikut ini adalah tabel pengurutan waktu terbesar hingga terkecil pada proses produksi es balok bisa dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Prioritas Waktu Operasi Kerja

Operasi kerja	Prioritas Waktu
C	1621
G	415,85
E	258,75
F	125,56
B	96,79
D	96,39
A	60,32
H	41,7

Wilayah yang memiliki waktu tertinggi dialami oleh wilayah C sebesar 1621 menit, diikuti oleh wilayah G sebesar 414 dan E 258. Sedangkan pada wilayah yang memiliki waktu terkecil dialami oleh wilayah H41,7menit , diikuti oleh wilayah A sebesar 60,32 dan D sebesar 96,39 menit.

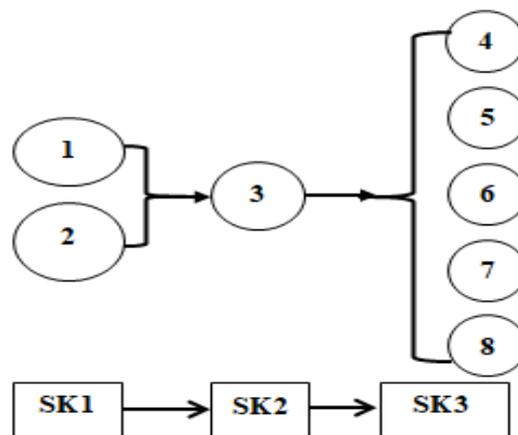
5. Jumlah Setasiun Kerja Minimum

upaya proses produksi, tujuan utamanya adalah meminimalkan jumlah stasiun kerja, karena ini mencerminkan peningkatan efisiensi dalam pembuatan es balok. Selanjutnya, pembentukan urutan operasi kerja pada stasiun kerja dilakukan berdasarkan prioritas operasi. Namun, tetap mematuhi batas waktu stasiun kerja yang tidak boleh melampaui waktu siklus yang telah ditentukan. Hasil dari langkah ini dapat ditemukan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Prioritas Operasi Pada Stasiun Kerja

Stasiun kerja	Proses Operasi	Waktu Stasiun Kerja
I	1,2	157,11
II	3	1621,23
III	4,5,6,7,8	938,24

Gambar 3 ini adalah *precedence diagram* setelah melakukan line balancing dengan menggunakan metode *region approach*. Yang mulanya delapan stasiun kerja setelah dilakukan perhitungan dengan metode *region approach* menjadi tiga stasiun kerja. Stasiun kerja 1 Gabungan oprasi 1 dan 2 lalu stasiun kerja dua hanya pada oprasi 3 dan stasiun 3 gabungan oprasi 4.5.6.7.8.



Gambar 3 Precedence Diagram dari Tiga Operasi Kerja Pembuatan Es Balok

Setelah dilakukan keseimbangan lintasan menggunakan metode *Region Approach* pada proses pembuatan es balok maka terbentuk tiga stasiun kerja baru. Stasiun kerja I terdiri dari dua operasi kerja dengan waktu stasiun kerja sebesar 157,11 menit. Stasiun kerja II terdiri dari satu operasi kerja dengan waktu stasiun kerja sebesar 1621,23 menit. Stasiun kerja yang terakhir terdiri dari lima operasi kerja dengan waktu stasiun kerja sebesar 938,24 menit Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *balance delay*, efisiensi lintasan dan *smoothes index* sesudah dilakukan keseimbangan lintasan. Nilai *balance delay* sesudah dilakukan keseimbangan lintasan perlu dihitung untuk melihat perubahan persentase dari ketidakefisienan dalam penempatan operasi kerja pada stasiun kerja. Hasil perhitungan *balance delay* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Balance Delay} &= \frac{(KxCT) - \sum_{j=1}^m t_j}{(KxCT)} \times 100\% \\
 &= \frac{(3 \times 1621,23) - 2717}{(3 \times 1621,23)} \times 100\% \\
 &= 44\%
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan keseimbangan lintasan diperoleh persentase nilai *balance delay* sebesar 44%. Persentase tersebut menurun dari sebelum dilakukannya keseimbangan lintasan. Hal tersebut menunjukkan efisiensi kerja pada pembuatan es balok mengalami peningkatan dengan tiga stasiun kerja. Selanjutnya menghitung efisiensi lintasan, efisiensi lintasan menunjukkan tingkat keefisienan kerja pada lintasan produksi, semakin tinggi nilai persentase maka lintasan produksi es balok semakin baik. Setelah dilakukan keseimbangan lintasan diperoleh efisiensi lintasan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Lintasan} &= \frac{\sum_{n=1}^3 (ST)_n}{(KxCT)} \times 100\% \\
 &= \frac{2717}{(3 \times 1621,23)} \times 100\% \\
 &= 56\%
 \end{aligned}$$

Hal ini menunjukkan adanya peningkatan nilai efisiensi lintasan dengan tiga stasiun kerja. Hasil *smoothes index* sesudah dilakukan keseimbangan lintasan dari tiga stasiun kerja, diperoleh waktu kelancaran proses produksi pada pembuatan es balok sebagai berikut.

6. Urutan Waktu Operasi Kerja Berdasarkan Prioritas Operasi

Urutan waktu operasi kerja berdasarkan prioritas operasi ini nantinya waktu stasiun kerja nantinya tidak boleh melebihi waktu operasi kerja terbesar atau *cycle time* bisa dilihat di tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Waktu Operasi Setelah Dilakukan *Line Balancing*

Stasiun kerja	Proses Operasi	Waktu Operasi	Waktu Siklus	Idle
I	1,2	157	1621	1463
II	3	1621	1621	0
III	4,5,6,7,8	993	1621	682
	Jumlah	2717		2145

Langkah selanjutnya ialah mengukur *Smoothness index* guna melihat kelancaran relatif dari suatu keseimbangan lini.

$$\begin{aligned}
 \text{Smoothing Indeks} &= \sqrt{\sum_{i=1}^k (ST_{max} - ST_i)^2} \\
 &= \sqrt{(1464)^2 + (0)^2 + (682)^2} \\
 &= \sqrt{26084} = 1615
 \end{aligned}$$

7. Hasil Dari Pengolahan Data

Ada perubahan dalam kelancaran proses produksi selama pembuatan es balok, dimana awalnya terdapat delapan stasiun kerja dengan waktu kelancaran sebesar 3888,47, kemudian setelah penerapan keseimbangan lintasan melalui metode Pendekatan Wilayah, jumlah stasiun kerja berkurang menjadi tiga dengan waktu kelancaran sebesar 1615,06. Perbandingan hasil kondisi pembuatan es balok sebelum dan setelah penerapan keseimbangan lintasan menggunakan Metode Pendekatan Wilayah dapat ditemukan dalam Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Perbandingan Kondisi Pembuatan Es Balok

Pengukuran	Keseimbangan Lintasan	
	Sebelum	Sesudah
Jumlah Stasiun Kerja	8	3
<i>Balance Delay</i>	79%	44%
Efisiensi Lintasan	21%	56%
<i>Smoothes Index</i>	3888	1615

Dari Tabel 8, terlihat bahwa sebelum implementasi keseimbangan lintasan, terdapat 8 stasiun kerja. Namun, setelah implementasi keseimbangan lintasan, jumlah stasiun kerja berkurang menjadi 3. Dampak dari ini adalah mengurangi persentase waktu menunggu (*balance delay*) dari 79% menjadi 44%. Efisiensi lintasan juga meningkat dari 21% menjadi 56%, menandakan peningkatan dalam efisiensi kerja. Sebelum keseimbangan lintasan, waktu kelancaran proses produksi dalam pembuatan es balok adalah 3888, sedangkan setelah keseimbangan lintasan menjadi 1615. Penerapan Metode Pendekatan Wilayah dalam keseimbangan lintasan pada produksi es balok membawa manfaat dengan mengurangi jumlah stasiun kerja, menghasilkan penghematan waktu, dan meningkatkan efisiensi kerja, sehingga mengoptimalkan proses produksi.

IV. SIMPULAN

Dengan menggunakan metode *region approach* dapat menyeimbangkan lintasan produksi es balok dengan optimal. Hasil penelitian yang telah dilakukan metode heuristik telah dapat meningkatkan efisiensi lintasan perakitan, dimana lintasan perakitan terbaik adalah lintasan perakitan yang menggunakan perhitungan menggunakan metode *Region approach* dimana efisiensi lintasan perakitan meningkat yang awalnya sebesar 21% menjadi sebesar 56%. Awal mula terdiri dari delapan stasiun kerja menjadi tiga stasiun kerja. Hal ini memberi gambaran kenaikan tingkat efisiensi kerja. Dan kelancaran waktu dalam produksi disaat sebelum dibuat penyeimbangan lintasan sebesar 3888,47 menit, sedangkan setelah penyeimbangan lintasan sebesar 1615,06 menit. Alternatif atau solusi pada proses produksi es balok dapat dilakukan dengan cara membentuk stasiun kerja dari penggabungan beberapa proses operasi produksi sehingga dapat meminimalisir waktu *delay* dan menyeimbangkan beban kerja pada proses produksi.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini tidak dapat berjalan dengan baik tanpa bantuan dari seluruh pihak. Oleh sebab itu, ucapan terima kasih diberikan kepada pihak Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan PT.Moya Kasri Jatim sebagai tempat pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Choirul Amni, “Penetapan Harga Jual Es Balok Pada PT.Es Muda Perkasa Menggunakan Metode Target Profit Prancing” Volume 7, Nomor 2, Agustus 2019 p. 75-82.
- [2] Sobrin ,” *Analisis Break Event Point* Pada Produksi Es Balok Pada PT. Yanaghi Histalaraya, Jurnal Ekonomi Pembangunan”, Volume XVI Tahun 8, Desember 2015.
- [3] Dupi fudianto and Mibach Munir, “Rancangan Keseimbangan Setasiun Kerja Guna Meningkatkan Evisiensi Oprasi Produk Es Balok” jurnal *Knowledge Industrial Engginering*, Vol,4 No, 3, 2017.
- [4] Aripin, W. T., & Kurniawan, A. (2019). Analisis Keseimbangan Lintasan Di PT. Cibuniwangi Gunung Satria. *J. Ind. Galuh*, vol. 1, No. 2, 2019, 48–55.
- [5] Ekoanindiyo, F. A., & Helmy, L. (2017). Meningkatkan Efisiensi Lintasan Kerja Menggunakan Metode RPW dan Killbridge-Western. *Jurnal Ilmiah Dinamika Teknik*.Vol. X, No.1 Januari 2017.
- [6] Sisputro, A., & Setiawan, A. H. (2013). Analisis Pengaruh Produk Domestik Regional Bruto, Tingkat Upah Minimum Kota, Tingkat Inflasi Dan Beban/Tanggungans Penduduk Terhadap Pengangguran Terbuka Di Kota Magelang Volume. 3, Nomor 3, tahun 2013, hal 1-14.
- [7] Nurhasanah, W Mawarni, dan A Ginantaka, 2016, Analisis Elemen Gerakan Pada Proses Pengupasan Kulit Ubi Dengan Menggunakan Studi Gerak Dan Waktu Untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja, Jurnal Pertanian Volume 7 Nomor 1, April 2016.
- [8] Baroto, T., & Maryati, W. E. (2002). Perencanaan Keseimbangan Lintasan Untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja Dengan Menggunakan Metode RPW. *Jurnal Teknik Industri*, 3(1), 66–74.
- [9] Prabowo, R. (2016). Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Pada PT. HM. Sampoerna Tbk. *Jurnal Iptek*, 20(2), 9–20.
- [10] Wignjosoebroto, S. (2003). *Pengantar Teknik & Manajemen Industri*.
- [11] Dyah Lintang T & Nuzulilah F, (2019), Mengukur Evisiensi Lintasan Dan Stasiun Kerja Menggunakan Metode *Line Balancing* Studi Kasus PT, Xyz. *Jurnal Industrial Servicess* Vol. 4 No, 2 Maret 2019.
- [12] Andri Herlambang, 2021, “ penyeimbangan lintasan pada area produksi dengan menggunakan metode *region approach* di produksi baja kota medan” Jurnal teknik industri vol.2 No. 2 Agustus 2021
- [13] Sabdha Purna Yudha, Pratikto, Ishardita Pambudi Tama, 2017, Meningkatkan Efisiensi Lintasan Perakitan *Plastic Box 260* Menggunakan Pendekatan Metode Heuristik, Vol 9-7, 2017.
- [14] taufiqur rachman, 2015, " Penentuan Keseimbangan Lintasan Optimal Dengan Menggunakan Metode Heuristik," Jurnal Inovasi Volume. 11 Nomor 2, Oktober 2015.
- [15] Miki, M. P., & Helmi, F. F. (n.d.). Metode Region Approach Untuk Keseimbangan Lintasan. *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, Volume 5, No 03,2016 Hal 205-212.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.