

Penyeimbangan Lintasan Produksi Ribbed Smoke Sheet Untuk Meningkatkan Efisiensi Lintasan Menggunakan Metode Theory Constraint

Novri Yohannes Harianja

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Irwan Soejanto

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Eko Nursubiyantoro

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Korespondensi penulis: irwan.soejanto@upnyk.ac.id

Jl. Babarsari 2 Tambakbayan, Yogyakarta, 55281 Phone. (0274) 485363 Fax : (0274) 486256

Abstract. *PT. Perkebunan Nusantara IX is a State-Owned Enterprise (BUMN) manufacturing rubber processing to produce Ribbed Smoke Sheets (RSS) located in Salatiga City, Central Java. Several things are not done by the company, namely the inefficient trajectory caused by the company's target being too high compared to the output produced. The production process has an imbalance in the trajectory, in which there is still an accumulation of materials/goods in process in several workstations so that actual production is not meet production targets, and the company is having difficulty meeting market demand. So it is necessary to balance the trajectory to answer these problems. Increasing the efficiency of the production balance can be obtained by balancing the trajectory using the theory constraint method aimed at reducing idle time and accumulation of goods so that the production process becomes more efficient. The method that can be used is CPM/PERT. The steps used are grouping work elements into workstations, calculating the value of workload, tracking efficiency, smoothing index, and balance delay, which are then compared based on the two methods. The results obtained are that the RSS production line has a high track efficiency value based on comparing the CPM/PERT method. Hence, the suggestion for the Ribbed Smoke Sheet (RSS) production line so that the line efficiency value is high following the CPM/PERT method is to make three workstations so that the value obtained is the track efficiency is 85% and increases by 21% from the initial track efficiency value, from 64% to 85%. The idle time value decreased from the initial 4.66 minutes to 1.51 minutes, the Balance Delay value also decreased from 37% to 16%, and the Smoothing Index value decreased from the initial 3.3 minutes to 1.08 minutes.*

Keywords: *Theory of constraint, Work Station, Line Efficiency, Ribbed Smoke Sheet*

Abstrak. PT. Perkebunan Nusantara IX merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang manufaktur pengolahan karet untuk diproduksi menjadi Ribbed Smoke Sheet (RSS) terletak Kota Salatiga, Jawa Tengah. Terdapat beberapa hal yang belum sesuai dengan perusahaan yaitu lintasan yang kurang efisien disebabkan oleh target perusahaan yang terlalu tinggi dibandingkan dengan output yang dihasilkan, kemudian proses produksi terdapat ketidakseimbangan lintasan, yang dimana masih ditemukan penumpukan bahan/barang dalam proses di beberapa stasiun kerja sehingga produksi aktual tidak memenuhi target produksi dan perusahaan mengalami kesulitan memenuhi permintaan pasar. Sehingga perlu dilakukan penyeimbangan lintasan untuk menjawab permasalahan tersebut. Peningkatan efisiensi keseimbangan produksi dapat diperoleh dengan cara menyeimbangkan lintasan dengan menggunakan metode theory constraint ditujukan untuk mengurangi waktu menganggur dan penumpukan barang, sehingga proses produksi menjadi lebih efisien. Metode yang dapat digunakan adalah CPM/PERT. Langkah-langkah yang digunakan yaitu dengan mengelompokkan elemen kerja ke dalam stasiun kerja, kemudian menghitung nilai beban kerja, efisiensi lintasan, smoothing index dan balance delay yang kemudian dibandingkan berdasarkan kedua metode tersebut. Hasil yang diperoleh agar lintasan produksi RSS memiliki nilai efisiensi lintasan yang tinggi berdasarkan perbandingan metode CPM/PERT, sehingga saran untuk lintasan produksi Ribbed Smoke Sheet (RSS) agar nilai efisiensi lintasan tinggi mengikuti metode CPM/PERT adalah membuat 3 stasiun kerja sehingga didapatkan nilai efisiensi lintasan sebesar 85% dan meningkat sebanyak 21% dari nilai efisiensi lintasan yang awal yaitu dari 64% menjadi 85%, kemudian untuk nilai idle time berkurang dari awalnya 4,66 menit menjadi 1,51 menit, untuk nilai Balance Delay juga berkurang dari awalnya 37% menjadi 16%, dan untuk nilai Smoothing Index juga berkurang dari awalnya 3,3 menit menjadi 1,08 menit.

Kata kunci: *Theory Constraint, Stasiun Kerja, Line Efficiency, Ribbed Smoke Sheet*

LATAR BELAKANG

Pada saat ini, persaingan di dunia industri menjadi lebih kompetitif sehingga menuntut perusahaan untuk lebih meningkatkan performance agar dapat memenangkan pasar. Salah satu cara atau langkah untuk mewujudkannya adalah melalui pengembangan sistem operasional dan pemrosesan dengan mengeliminasi tahap operasi yang tidak dibutuhkan, serta peningkatan produktivitas dalam suatu perusahaan dapat dilihat dari kemampuan perusahaan dalam menjalankan proses produksi secara efektif dan efisien. Semakin efisien proses produksi dilaksanakan, maka performance perusahaan semakin meningkat.

PT. Perkebunan Nusantara IX merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang industri pertanian karet yang terletak di Jl. Raya Beringin, Getas, Kauman Lor, Kec. Pabelan, Kota Salatiga, Jawa Tengah. Perusahaan ini memiliki karakteristik make to stock dalam sistem produksinya. PT. Perkebunan

Nusantara IX bergerak dibidang manufaktur pengolahan karet untuk diproduksi menjadi Ribbed Smoke Sheet (RSS). Ribbed Smoke Sheet (RSS) nantinya dapat digunakan sebagai bahan baku ban motor ataupun mobil dan juga bahan untuk pemakaian lapisan karet pada pintu dan kaca mobil. Perusahaan ini bekerja sama dengan perusahaan - perusahaan besar dalam menjual hasil olahan karetnya kepada PT. Bridgestone Tire Indonesia, PT. Gajah Tunggal, PT. Michelin Indonesia dan juga perusahaan - perusahaan kecil lainnya yang bergerak dalam bidang karet. Ribbed Smoke Sheet (RSS) yang diproduksi perusahaan ini memiliki proses produksi dari proses pengisian bak, pemberian asam semut, pemasangan sekat pada bak, pengeringan bak, pembongkaran bak, penggilingan karet, penyusunan sheet pada bambu pengasapan, pengasapan sheet, sortasi sheet, proses pengepakan, mesin press sheet, dan pelaburan bundle.

Berdasarkan pengamatan dan wawancara dengan narasumber, terdapat beberapa hal yang belum sesuai dengan perusahaan. Lintasan yang kurang efisien menyebabkan target perusahaan tidak tercapai jika dibandingkan dengan output yang dihasilkan. Pada kenyataannya perusahaan tidak mampu untuk mencapai target produksi yang telah ditetapkan pada PT. Perkebunan Nusantara IX dengan data pada tahun 2021, pada bulan tertentu contohnya pada bulan Januari, Februari dan Juli dengan target produksi secara berurutannya sebesar 135.300, 126.300, dan 141.000 sheet sedangkan produksi aktualnya secara berurutan hanya mencapai 117.696, 102.105, dan 121.268 sheet (PT. Perkebunan Nusantara IX, 2021). Berdasarkan data tersebut, yang dimana produksi aktual tidak memenuhi target produksi. Dengan adanya kendala tersebut, perusahaan mengalami kesulitan dalam mencukupi permintaan dari para konsumen ataupun pasar. Berdasarkan pengamatan di lapangan, proses produksi yang dilakukan saat ini masih mengalami ketidakseimbangan lintasan, yang dimana masih ditemukan penumpukan bahan/barang dalam proses di beberapa stasiun kerja, seperti pada proses pembongkaran bak, penggilingan karet, penyusunan sheet pada bambu pengasapan, sortasi sheet, dan pelaburan bundle. Penumpukan tersebut dapat terjadi karena ketidakseimbangan beban kerja yang diterapkan pada masing – masing proses kerja sehingga terjadi bottleneck. Berdasarkan permasalahan di atas, dapat dikatakan bahwa perusahaan belum menyadari dengan adanya penyeimbangan lintasan, perusahaan dapat bekerja dengan lebih efektif dan efisien. Sehingga perlu dilakukan penyeimbangan lintasan untuk menjawab permasalahan tersebut.

Peningkatan efisiensi keseimbangan produksi dapat diperoleh dengan cara menyeimbangkan lintasan dengan menggunakan metode Theory Constraints. Theory Constraints merupakan metode yang ditujukan untuk pemeratakan beban kerja dari setiap stasiun kerja (mesin dan alat) yang ditujukan untuk mengurangi waktu menganggur dan penumpukan barang, sehingga proses produksi menjadi lebih efisien. Metode ini terdiri dari beberapa tahap antara lain, identification, exploiting, subordinating, elevating, dan repeating. Metode yang digunakan ini diharapkan mampu memberikan rekomendasi untuk mengefisiensikan lintasan produksi pada PT. Perkebunan Nusantara IX.

KAJIAN TEORITIS

1. Konsep Teori Kendala (*Theory of Constraint*)

Theory of Constraints (TOC) merupakan pengembangan dari *Optimized Production Technology* (OPT). Teori ini pertama kali diperkenalkan oleh seorang ilmuwan fisika berkebangsaan Israel, Dr. Eliyahu M. Goldratt, dalam bukunya yang berjudul “*The Goal : A Process of Ongoing Improvement*”, yang ditulis pada tahun 1986. (Fogarty, 1991) Konsep OPT menekankan pada optimasi pemanfaatan stasiun *constraints*, metode ini juga dikenal dengan nama *Theory of Constraints* (TOC) atau teori kendala.

2. Ukuran Kinerja Dalam Teori Kendala

Tujuan utama perusahaan adalah menghasilkan laba untuk saat ini dan selanjutnya. Ukuran kerja finansial yang penting adalah keuntungan bersih, Return on Investment (ROI) atau pengembalian modal dan Cash flow atau aliran kas. Langkah ini menyatakan bahwa kendala harus diangkat, sehingga dapat diambil tindakan untuk mengurangi pengaruh hasilnya (Throughput), persediaan dan biaya operasi. Hasil didefinisikan sebagai tingkat dimana sistem dapat menghasilkan uang melalui penjualan bukan produksi. Beberapa pokok persoalan dalam TOC :

1. Tujuan perusahaan adalah untuk menghasilkan uang.
2. Kriteria kinerja.
3. Penyeimbangan aliran produksi pada sistem, bukan usaha penyeimbangan kapasitas.

3. Aturan Umum Dalam Konsep Teori Kendala

Keberhasilan penerapan teori kendala akan ditentukan oleh keberhasilan penerapan beberapa prinsip dasar, yaitu:

- a. Berdasarkan keseimbangan aliran, bukan keseimbangan kapasitas. Diasumsikan perusahaan memiliki kapasitas tidak seimbang dengan jumlah permintaan pasar, karena keseimbangan kapasitas menghambat pencapaian tujuan perusahaan.
- b. Tingkat utilisasi sumber daya non *bottleneck* tidak ditentukan oleh potensinya, tetapi oleh stasiun kerja *bottleneck* atau sumber kritis lainnya.
- c. Penggunaan (Utilisasi) dan pengaktifan sumber daya adalah tidak sama.
- d. Penghematan dalam setiap jam adalah keuntungan yang besar yang sulit dicapai.
- e. Prioritas dapat diuji dengan menguji kendala sistem, dengan Lead time yang diturunkan dalam penjadwalannya.

4. Kendala

Kendala dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang menghambat suatu sistem untuk mencapai kinerja yang lebih tinggi. Ada dua tipe pokok kendala, yaitu batasan fisik dan batasan non fisik. Batasan fisik adalah batasan yang berhubungan dengan kapasitas mesin, sedangkan batasan non fisik berupa permintaan terhadap produk dan prosedur kerja (Fogarty, 1991).

5. Sistem Produksi

Sistem produksi merupakan satuan terintegrasi yang terbentuk dari kumpulan kegiatan produksi untuk menciptakan suatu produk. Sistem produksi muncul dari adanya sub sistem yang saling berkaitan antar sub sistem sehingga dapat mengubah suatu *input* (bahan baku) menjadi *output* (produk). Sistem produksi tidak dapat terbentuk tanpa adanya komponen-komponen yang terkait dalam *input*-nya seperti bahan baku, tenaga kerja, serta mesin. *Output* yang dimaksud dapat berupa produk fisik atau non fisik sebagai contoh informasi (Nasution, 2013).

6. Pengukuran Waktu Kerja

Menurut Ginting (2009), pengukuran waktu kerja dapat diartikan sebagai kegiatan untuk mengamati suatu objek dan operasi pekerjaan sehingga dapat diperoleh waktu kerja untuk setiap proses sehingga dapat dijadikan dasar dalam menghitung waktu siklus dari penggunaan peralatan yang ada. Pengukuran waktu kerja dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu pengukuran langsung dengan observasi dan tidak langsung dengan data historis perusahaan.

Hasil dari pengukuran waktu kerja selanjutnya perlu diuji secara statistik guna menentukan kesesuaian pengumpulan data dengan realita dilapangan. Uji statistika dapat dilakukan dengan melakukan analisis kecukupan data dan keseragaman data.

1. Uji keseragaman data

Uji keseragaman data dilakukan untuk memastikan data yang diperoleh seragam. Uji keseragaman data dilakukan dengan persamaan sebagai berikut (Sutalaksana, Anggawisastra, & Tjakraatmadja, 2006).

a. Menghitung rata-rata dalam subgrup.

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n} \quad (1)$$

Keterangan :

n : ukuran subgrup

b. Menghitung standar deviasi rata-rata subgrup.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

$\sigma_{\bar{x}}$: standar deviasi rata-rata subgrup

n : ukuran subgrup

σ : standar deviasi populasi

c. Menentukan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB).

$$BKA = \bar{X} + 3\sigma_{\bar{x}} \quad (3)$$

$$BKB = \bar{X} - 3\sigma_{\bar{x}} \quad (4)$$

2. Uji kecukupan data

Uji kecukupan data adalah uji statistik pertama yang dilakukan dengan tujuan apakah data yang digunakan telah cukup secara objektif atau belum untuk dapat

diolah selanjutnya. Uji kecukupan data dapat dilakukan dengan menentukan tingkat keyakinan peneliti terhadap data yang sudah diambil.

$$N' = \left[\frac{k/s\sqrt{N \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2 \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

- k : konstanta tingkat keyakinan
- s : derajat ketelitian
- N : jumlah data pengamatan
- N' : jumlah data teoritis
- x : data pengamatan

7. Waktu Baku

Waktu adalah nilai yang digunakan untuk menggambarkan durasi dari kegiatan atau proses. Waktu baku adalah standar waktu yang diperlukan operator dalam membuat suatu produk. Untuk menghasilkan waktu baku diperlukan nilai waktu siklus dan waktu normal. Waktu siklus adalah nilai rata-rata dari waktu yang dibutuhkan operator dalam bekerja. Waktu normal adalah durasi kerja yang ditentukan oleh operator karena adanya pertimbangan terhadap faktor penyesuaian (*rating performance*). Waktu baku yang menjadi durasi standar operator dalam bekerja ditentukan berdasarkan nilai *allowance* yang ditetapkan. Waktu baku dapat dihitung dengan cara berikut.

$$W_s = \frac{\sum xi}{n} \dots\dots\dots (6)$$

$$W_n = W_s P \dots\dots\dots (7)$$

$$W_b = W_n \frac{100\%}{1(-\%Allowance)} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

- W_s : Waktu siklus
- W_n : Waktu normal
- W_b : waktu baku
- P : Tingkat penyesuaian kerja (*rating performance*)
- $\%Allowance$: Tingkat *allowance*
- X_i : Data waktu hasil pengukuran
- n : Jumlah pengamatan

8. Lead Time

Menurut Assauri (2008), *lead time* merupakan durasi waktu dari pemesanan bahan-bahan hingga bahan yang dipesan datang dan disimpan dalam gudang persediaan. Menurut Slamet (2015), *lead time* merupakan jangka waktu yang dibutuhkan sejak mulai dilakukan pemesanan sampai dengan datangnya bahan baku yang sudah dipesan.

9. Ribbed Smoke Sheet (RSS)

Menurut Mede et al (2021), karet lembaran asap atau *Ribbed Smoked Sheet* (RSS) adalah salah satu jenis produk karet olahan dari getah tanaman karet *hevea brasiliensis* yang diperoleh dari perkebunan karet perusahaan atau perorangan. Produk olahan tanaman karet ini mempunyai banyak manfaat dalam dunia industri sebagai bahan baku untuk pembuatan industri otomotif contohnya ban.

10. Formulir Rating Performance dan Allowance

Dalam melakukan pengukuran waktu baku, pengukuran harus mengamati kewajaran yang ditunjukkan oleh operator. Ketidakwajaran bisa saja terjadi misalnya operator bekerja tanpa kesungguhan, sangat cepat seolah-olah diburu waktu, atau karena menjumpai kesulitan-kesulitan seperti kondisi ruangan yang buruk. Penyebab seperti yang disebutkan dapat mempengaruhi kecepatan dalam bekerja yang berakibat terlalu singkat atau dapat memperlambat waktu penyelesaian.. Salah satu cara untuk menilai ketidakwajaran dari operator adalah dengan menggunakan formulir *rating performance*. Untuk metode penilaian formulir sendiri menggunakan metode *westinghouse* dan metode objektif.

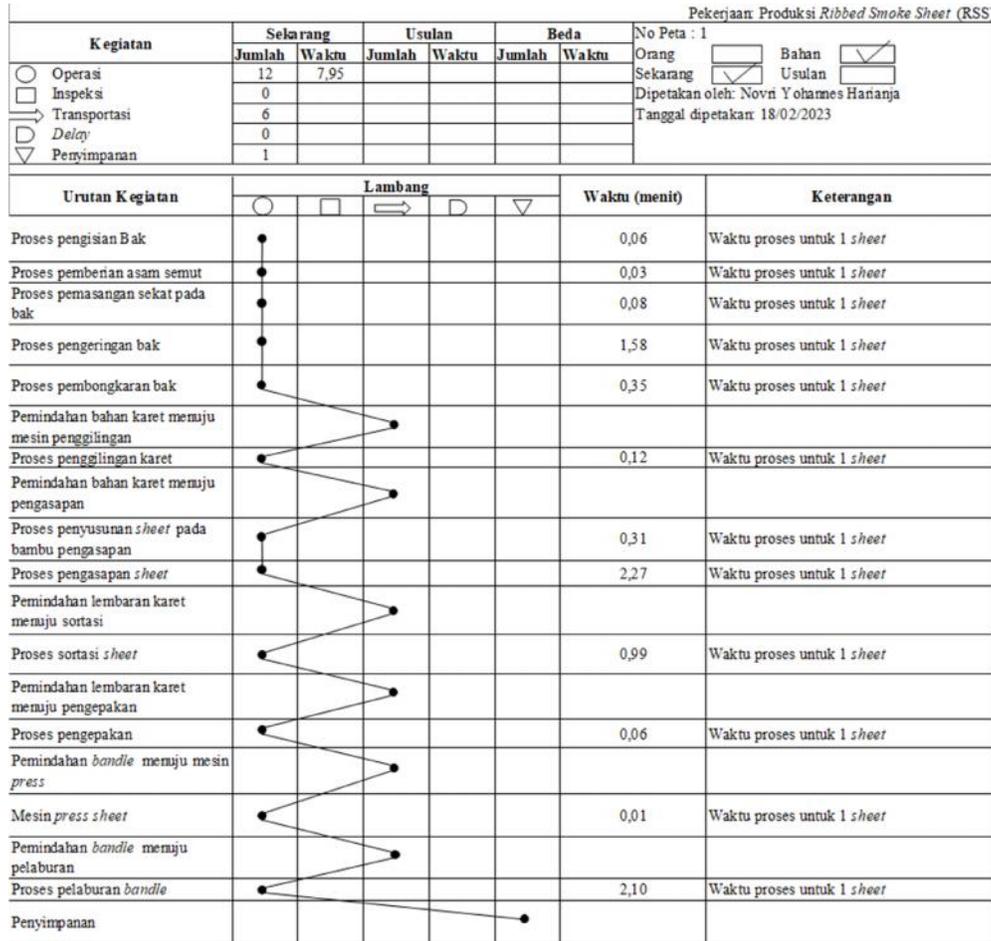
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. Perkebunan Nusantara IX yang terletak di Jl. Raya Beringin, Getas, Kauman Lor, Kec. Pabelan, Kota Salatiga, Jawa Tengah. Objek yang menjadi fokus utama pada penelitian adalah rantai produksi pada PT. Perkebunan Nusantara IX. Fokus penelitian hanya pada produksi Ribbed Smoke Sheet (RSS).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

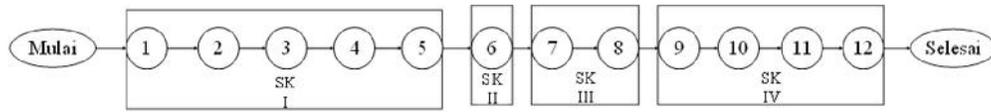
Berikut ini merupakan data urutan proses *Ribbed Smoke Sheet* (RSS) yang digambarkan dalam bentuk FPC, data waktu proses, dan *precedence diagram*.



Gambar 1 *Flow Process Chart* (FPC)

Tabel 1 Data Waktu Proses

Operasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pengisian Bak (Min)	4,34	3,52	3,95	5,07	5,42	4,75	3,22	4,85	4,02	4,2
Pemberian Asam Semut Pada Bak (Min)	1,19	1	0,69	0,92	1	0,9	0,87	0,9	0,99	1,05
Pemasangan Sekat Pada Bak (Min)	3,34	2,57	2,99	3,25	2,7	2,44	3,08	2,34	2,87	2,57
Pengeringan Bak (Min)	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Pembongkaran Bak (Min)	9,94	10,22	10,05	10,35	9,99	9,89	10,34	10,37	11,22	10,7
Penggilingan Karet (Min)	0,12	0,1	0,12	0,12	0,1	0,12	0,14	0,15	0,15	0,14
Penyusunan Sheet Pada Bambu Pengasapan (Min)	0,3	0,47	0,42	0,39	0,37	0,42	0,35	0,4	0,27	0,39
Pengasapan Sheet (Min)	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
Sortasi Sheet (Min)	5,17	4,35	5,54	5,19	5,54	6,94	4,14	5,62	5,84	4,07
Proses Pengepakan (Min)	3,35	3,32	3,85	3,82	3,99	3,37	3,14	4,07	3,22	3,72
Mesin Press Sheet (Min)	0,87	0,85	0,89	0,94	0,87	0,92	0,87	0,9	0,89	0,94
Pelaburan Bundle (Min)	4,04	4,24	3,95	3,79	4,09	3,9	3,82	4,14	4,2	3,92



Gambar 2 Precedence Diagram

B. Pengolahan Data

1. Pengujian Statistik

a. Uji Keseragaman Data

Rangkuman uji keseragaman keseluruhan data waktu proses dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Rangkuman Uji Keseragaman Data

No	Proses	Rata-rata	Standar Deviasi	BKA	BKB	Keterangan
1	Pengisian Bak	4,701	0,747	6,195	3,206	Seragam
2	Pemberian Asam Semut Pada Bak	0,960	0,152	1,263	0,656	Seragam
3	Pemasangan Sekat Pada Bak	3,015	0,483	3,980	2,050	Seragam
4	Pembongkaran Bak	10,383	0,748	11,880	8,887	Seragam
5	Penggilingan Karet	0,124	0,019	0,163	0,085	Seragam
6	Penyusunan Sheet Pada Bambu Pengasapan	0,398	0,059	0,515	0,281	Seragam
7	Sortasi Sheet	5,211	0,824	6,859	3,563	Seragam
8	Pengepakan	3,903	0,542	4,988	2,819	Seragam
9	Mesin Press Sheet	0,898	0,043	0,984	0,812	Seragam
10	Pelaburan Bandle	4,380	0,688	5,755	3,005	Seragam

b. Uji Kecukupan Data

Rangkuman dari uji kecukupan data waktu proses dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Rangkuman Uji Kecukupan Data

No	Proses	N	$\frac{n}{\sum x_i}$	$\sum (xi^2)$	$\frac{\sum (Data_{ita})}{\sum (xi)^2}$	N'	Keterangan
1	Pengisian Bak	40	188,030	905,654	35355,281	39,412	Cukup
2	Pemberian Asam Semut Pada Bak	40	38,390	37,742	1473,792	38,948	Cukup
3	Pemasangan Sekat Pada Bak	40	120,590	372,629	14541,948	39,962	Cukup
4	Pembongkaran Bak	40	415,330	4334,316	172499,009	8,103	Cukup
5	Penggilingan Karet	40	4,960	0,630	24,602	37,877	Cukup
6	Penyusunan <i>Sheet</i> Pada Bambu Pengasapan	40	15,910	6,462	253,128	33,854	Cukup
7	Sortasi <i>Sheet</i>	40	208,430	1112,559	43443,065	39,013	Cukup
8	Pengepakan	40	156,130	620,882	24376,577	30,106	Cukup
9	Mesin <i>Press Sheet</i>	40	35,920	32,328	1290,246	3,563	Cukup
10	Pelaburan <i>Bundle</i>	40	175,200	785,817	31432,688	38,450	Cukup

2. Penerapan *Theory Constraints*

Berikut merupakan hasil perhitungan dari waktu baku, rangkumannya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rangkuman waktu baku

No	Elemen kerja	Waktu siklus (Ws) (menit)	<i>Performance Rating</i>	Waktu normal (Wn) (menit)	<i>Allowance</i>	Waktu baku (Wb) (menit)
1	Pengisian bak	4,7	0	4,7	0	4,7
2	Pemberian asam semut	1,87	1,82	3,41	0,23	4,4
3	Pemasangan sekat pada bak	3,01	1,66	5,1	0,19	6,02
4	Pengeringan bak	120	0	120	0	120
5	Pembongkaran bak	10,38	1,79	18,54	0,3	26,3
6	Penggilingan karet	0,12	0	0,12	0	0,12
7	Penyusunan <i>sheet</i> pada bambu pengasapan	0,4	1,53	0,61	0,51	1,24
8	Pengasapan <i>sheet</i>	7200	0	7200	0	7200
9	Sortasi <i>sheet</i>	5,21	1,78	9,25	0,38	14,81
10	Proses pengepakan	3,9	1,36	5,31	0,12	6,04
11	Mesin <i>press sheet</i>	0,9	0	0,9	0	0,9
12	Pelaburan <i>bundle</i>	4,38	2,06	9,03	0,96	225,66

3. Menentukan Eksploitasi Konstrain

Setelah nilai waktu baku ditemukan, selanjutnya dapat dilakukan analisis *Line* untuk kondisi proses produksi awal. *Line* produksi awal merupakan urutan rangkaian produksi yang dijalankan saat ini dan belum mengalami perbaikan. Setelah dihitung didapat untuk total waktu stasiun Kerja = 2,1 menit, *idle time* = 1,05 menit, *line efficiency* = 64%, *balance delay* = 37%, dan *smoothing index* = 3,26

Tabel 5 Perhitungan nilai *idle time* dan total waktu stasiun kerja awal

No	Jenis Pekerjaan	Preceded by	Waktu (Menit)	Total waktu stasiun kerja awal	Idle Time (WS max-Wsi)	Idle Time ² (WS max-Wsi ²)
1	Pengisian bak	-	0,06			
2	Pemberian asam semut	1	0,03			
3	Pemasangan sekat pada bak	2	0,08	2,10	1,05	1,11
4	Pengeringan bak	3	1,58			
5	Pembongkaran bak	4	0,35			
6	Penggilingan karet	5	0,12	0,12	3,03	9,20
7	Penyusunan <i>sheet</i> pada bambu pengasapan	6	0,31	2,58	0,57	0,33
8	Pengasapan <i>sheet</i>	7	2,27			
9	Sortasi <i>sheet</i>	8	0,99			
10	Proses pengepakan	9	0,06	3,15	0,00	0,00
11	Mesin <i>press sheet</i>	10	0,01			
12	Pelaburan <i>bundle</i>	11	2,10			

7. Melakukan Evaluasi Konstrain

Dalam tahap evaluasi menggunakan metode CPM/PERT dengan bantuan *software* POMQM yang bertujuan untuk untuk memperkirakan waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan aktivitas pada saat durasi aktivitas sudah diperkirakan dan juga hasil dari CPM/PERT dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil CPM/PERT

<i>Task</i>	<i>Results</i>				
	<i>Early Start</i>	<i>Early Finish</i>	<i>Late Start</i>	<i>Late Finish</i>	<i>Slack</i>
Pengisian bak	0	0,06	2,21	2,27	2,21
Pemberian asam semut	0	0,03	2,24	2,27	2,24
Pemasangan sekat pada bak	0	0,08	2,19	2,27	2,19
Pengeringan bak	0	1,58	0,69	2,27	0,69
Pembongkaran bak	0	0,35	1,92	2,27	1,92
Penggilingan karet	0	0,12	2,15	2,27	2,15
Penyusunan <i>sheet</i> pada bambu pengasapan	0	0,31	1,96	2,27	1,96
Pengasapan <i>sheet</i>	0	2,27	0,00	2,27	0,00
Sortasi <i>sheet</i>	0	0,99	1,28	2,27	1,28
Proses pengepakan	0	0,06	2,21	2,27	2,21
Mesin <i>press sheet</i>	0	0,01	2,26	2,27	2,26
Pelaburan <i>bundle</i>	0	2,10	0,17	2,27	0,17
		<i>Project</i>	2,27		

8. Melakukan Perhitungan Untuk Stasiun Kerja Akhir

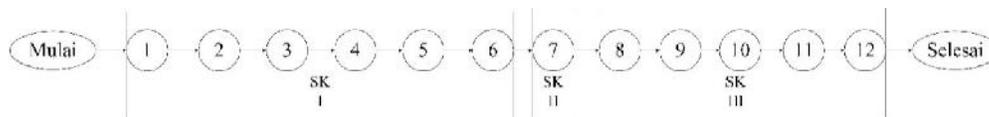
Untuk perhitungan stasiun kerja akhir dapat dilihat pada Tabel 7. Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan waktu stasiun kerja akhir = 2,53 menit, *idle time* = 0,62 menit, *line efficiency* = 85%, *balance delay* = 16% dan *smoothing index* = 1,08 dapat dilihat pada Tabel rangkuman untuk membandingkan hasil sebelum perbaikan dan setelah perbaikan pada Tabel 8. Dan gambar *precedence diagram* setelah dilakukan perhitungan dan perbaikan dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 7 Perbandingan perhitungan stasiun kerja akhir

Stasiun kerja	Elemen Kerja	Wb	Waktu stasiun	Idle time	Idle time ²
I	Pengisian bak	0,06	2,53	0,62	0,39
	Pemberian asam semut	0,03			
	Pemasangan sekat pada bak	0,08			
	Pengeringan bak	1,58			
	Pembongkaran bak	0,35			
	Penggilingan karet	0,12			
	Penyusunan <i>sheet</i> pada bambu pengasapan	0,31			
II	Pengasapan <i>sheet</i>	2,27	2,27	0,88	0,78
III	Sortasi <i>sheet</i>	0,99	3,15	0	0
	Proses pengepakan	0,06			
	Mesin <i>press sheet</i>	0,01			
	Pelaburan <i>bundle</i>	2,10			

Tabel 8 Rangkuman Hasil CPM/PERT

Setelah Menggunakan Metode CPM/PERT					
Waktu baku maks	Jumlah stasiun	Idle Time	Line Efficiency (LE)	Balance Delay (BD)	Smoothing Index (SI)
3,15	3	1,51	85%	16%	1,08
Sebelum Menggunakan Metode CPM/PERT					
Waktu baku maks	Jumlah stasiun	Idle Time	Line Efficiency (LE)	Balance Delay (BD)	Smoothing Index (SI)
3,15	4	1,05	64%	37%	3,26



Gambar 3. Precedence diagram akhir

KESIMPULAN DAN SARAN

Proses produksi Ribbed Smoke Sheet (RSS) dengan nilai efisiensi lintasan lebih tinggi berhasil dirancang melalui penyeimbangan lintasan yang dilakukan. Setelah dilakukan perbandingan hasil perhitungan Theory of Constraint menggunakan metode CPM/PERT. Sehingga saran untuk lintasan produksi Ribbed Smoke Sheet (RSS) agar nilai efisiensi lintasan tinggi mengikuti metode CPM/PERT adalah membuat 3 stasiun kerja dimana stasiun kerja 1 untuk elemen kerja proses pengisian bak, proses pemberian asam semut, proses pemasangan sekat pada bak, proses pengeringan bak, proses penggilingan karet, dan proses penyusunan sheet pada bambu pengasapan. Untuk stasiun kerja 2 digunakan untuk elemen kerja proses pengasapan sheet. Dan untuk stasiun kerja 3 digunakan untuk elemen kerja proses sortasi sheet, proses pengepakan, mesin press sheet, dan proses pelaburan bundle. Dengan menggunakan metode theory of constraints maka dapat nilai efisiensi lintasan sebesar 85% yang dimana nilai efisiensi lintasan tersebut meningkat sebanyak 21% dari nilai efisiensi lintasan yang awal yaitu dari 64% menjadi 85%, kemudian untuk nilai idle time berkurang dari awalnya 4,66 menit menjadi 1,51 menit, untuk nilai Balance Delay juga berkurang dari awalnya 37% menjadi 16%, dan untuk nilai Smoothing Index juga berkurang dari awalnya 3,3 menit menjadi 1,08 menit.

DAFTAR REFERENSI

- Ahmed, F. (2017). *Identifying wastages and calculating SMV through work sampling study in sewing section, Internation Journal of Engineering and computer Science*. ISSN: 2319-7242, Vol.6, pp. 23102-23106.
- Ahyan, M., Kotto, E., & Harahap, U. N. (2021). Usulan Perbaikan Lintasan Produksi Dengan Menggunakan Metode Theory Of Constraint Dan Metode Moddie Young. *Jurnal Vorteks*, 2(1), 59-70.
- Azzahrah, L., T. (2019). *Penurunan Lead Time Manufaktur Mempertimbangkan Keseimbangan Beban Kerja Operator Menggunakan Metode Line Balancing Dan Operation Overlapping*. Tugas Akhir. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”. Yogyakarta.
- Azwir., dan Pratomo. (2017). *Implementasi Line Balancing untuk Peningkatan Efisiensi di Line Welding Studi Kasus: PT X*. ISSN: 0216-1036 & ISSN 2339-1499. Bekasi.
- Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Ghalia Indonesia.
- Distianasari, R. (2019). *Peningkatan Efisiensi Lini Penjahitan Sarung Tangan Melalui Penyeimbangan Lintasan Dan Pemerataan Beban Kerja Operator*. Tugas Akhir. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”. Yogyakarta.
- Djunaidi, M., dan Angga. (2017). *Analisis Keseimbangan Lintasan (Line balancing) pada Proses Perakitan Body Bus pada Karoseri guna Meningkatkan Efisiensi Lintasan*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol.5, Hal.77-84.
- Prabowo, R. (2016). *Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja Pada PT. HM. Sampoerna Tbk*. Desember, Vol. 20 No. 2. Surabaya: Jurnal IPTEK
- Praktikto., Tama., dan Yudha. (2017). *Meningkatkan Efisiensi Lintasan Perakitan Plastic Box 260 Menggunakan Pendekatan Metode Heuristik*. ISBN: 9-789-7936-499-93. Universitas Brawijaya. Malang.
- Purba, R. S. (2021). **ANALISIS KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI UNTUK MEMINIMASI BOTTLENECK DENGAN METODE THEORY OF CONSTRAINT (TOC)(Studi Kasus di Perusahaan Sp Aluminium Yogyakarta) (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” YOGYAKARTA).**