

ANALISIS EFISIENSI LINTASAN PRODUKSI TAHU DENGAN METODE *RANKED POSITIONAL WEIGHT* DI PABRIK TAHU XYZ

ANALYSIS OF TOFU'S LINE PRODUCTION EFFICIENCY USING RANKED POSITIONAL
WEIGHT METHOD AT XYZ TOFU FACTORY

Ayu Anggraeni Sibarani*¹, Bilqis Adilah Yudityaningsih², Fanny Mulya Kirana³, Rafi
Triyanto⁴, Reina Stevani Putri⁵, Rasyad Nursyaban Asshafly⁶

*Email: ayu.anggraeni.sibarani@unsoed.ac.id

^{1,2,3,4,5,6}Jurusan Teknik Industri, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

Abstrak— Penelitian ini membahas pengaturan *line balancing* pada Pabrik Tahu XYZ menggunakan metode *ranked positional weight*. Metode pengamatan dilakukan secara langsung melalui proses observasi dan wawancara untuk mendapatkan data pengamatan. Data yang telah diperoleh kemudian akan diolah untuk mendapatkan nilai *idle time*, *line efficiency*, *balance delay*, *smoothness index* dan jumlah stasiun usulan. Berdasarkan perhitungan data didapatkan nilai *line efficiency* awal sebesar 63,07%, *balance delay* 36,93%, *smoothness index* 51,729 dengan total *idle time* 421,2 menit untuk 11 stasiun. Setelah dilakukan penyeimbangan lintasan dengan menghitung jumlah stasiun maksimal, maka didapatkan nilai *line efficiency*, *balance delay*, serta *smoothness index*, secara berturut sebesar 76,07%, 23,93%, 36,40, dan *idle time* sebesar 121,22 menit dengan jumlah stasiun sebanyak 6 stasiun. Data tersebut menunjukkan bahwa terdapat peningkatan efisiensi pada *line balancing* yang terdapat pada pabrik tahu tersebut.

Kata kunci — *idle time*, *line balancing*, *ranked position weight*.

Abstract— This study discusses *line balancing* at XYZ Tofu Factory using the *Ranked Positional Weight* method. The direct observation method is applied here through with the help of interviews to obtain observational data. The data that has been obtained will then be processed to get the value of *idle time*, *line efficiency*, *balance delay*, *smoothness index* and the number of proposed stations. Based on the data calculation, the initial *line efficiency* value is 63.07%, *balance delay* is 36.93%, and *smoothness index* is 51.729 with a total *idle time* of 421.2 minutes for 11 stations. After calculating the maximum number of stations, the *line efficiency* value is 76.07%, *balance delay* is 23.93%, *smoothness index* is 36.40 and *idle time* is 121.22 minutes with a total of 6 stations. The data shows that there is an increase in efficiency of *line balancing* at the tofu factory.

Keywords — *idle time*, *line balancing*, *ranked position weight*.

I. PENDAHULUAN

Line balancing merupakan konsep yang banyak dijumpai dalam sistem produksi. Adanya penerapan *line balancing* bertujuan untuk menyeimbangkan *flow* produksi guna mengurangi tingkat pemborosan berupa waktu menunggu antar stasiun serta meningkatkan tingkat produktivitas [1]. Keseimbangan lintasan merupakan hal yang penting untuk dapat menjamin kegiatan produksi pada suatu manufaktur dapat berjalan dengan baik [1]. Efisiensi proses produksi dapat menjadi nilai tambah bagi perusahaan dan konsumen, sehingga meningkatnya daya saing [2]. Pabrik Tahu XYZ merupakan salah satu pabrik tahu yang berlokasi di Desa Kalisari,

Kecamatan Cilongok, Kabupaten Banyumas. Dalam proses produksinya, pabrik tahu XYZ menerapkan sistem *make-to-stock* dengan produksi per harinya pa sekitar 100 kg tahu. Proses produksi yang dilakukan memiliki 25 proses yang dibagi menjadi 11 stasiun kerja.

Pada pabrik tahu XYZ ditemukan permasalahan terkait sistem produksi yang dilakukan yaitu berupa pemborosan waktu kerja akibat adanya waktu menunggu (*idle time*). Hal ini terjadi karena adanya ketidakseimbangan waktu produksi pada tiap stasiun. Sebagai contoh pada proses perendaman dan pencucian memiliki waktu proses dan bobot kerja yang lebih rendah dibanding dengan proses

pemasakan. Hal tersebut menyebabkan terjadi *idle time* yang cukup lama.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi adalah dengan menggunakan metode *Ranked positional weight*. Metode *ranked positional weights* (RPW) merupakan metode gabungan antara *metode large candidate rule* dengan metode *region approach* [3]. Metode ini umum digunakan untuk mengoptimalkan nilai efisiensi lintasan produksi [4]. Selain itu RPW dipilih karena memiliki keunggulan untuk menemukan solusi dengan cepat.

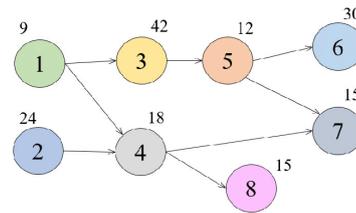
II. TINJAUAN PUSTAKA

Efisiensi dalam produksi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu efisiensi stasiun kerja yang merupakan rasio antara waktu operasi tiap stasiun kerja dan waktu operasi stasiun kerja terbesar dan efisiensi lintasan produksi atau *line efficiency* yang merupakan rasio dari total waktu stasiun kerja dibagi dengan siklus dikalikan jumlah stasiun kerja [5].

Line balancing adalah masalah optimasi dasar, yang membagi beban kerja total proses perakitan, terdiri dari serangkaian tugas yang harus didahulukan di antara beberapa stasiun yang disusun secara serial dalam proses produksi [5]. *Line balancing* biasanya terdiri dari sejumlah area kerja yang dinamakan stasiun kerja yang ditangani seorang atau lebih operator dan ada kemungkinan ditangani dengan bermacam-macam alat dan mesin dalam stasiun kerja [6][7].

Dalam *line balancing* terdapat beberapa istilah yang sering digunakan seperti *precedence diagram*, *Idle time*, *line efficiency*, *balance delay*, dan *smoothness index* [2]. *Precedence Diagram* digunakan untuk penjadwalan suatu proyek dan melihat hubungan diantara aktivitas proyek, yang pada dasarnya mentitikberatkan pada persoalan keseimbangan diantara biaya dan waktu penyelesaian proyek [8].

Metode *ranked positional weight* menggunakan sistem alokasi terhadap sejumlah mesin yang dialokasikan dalam suatu stasiun kerja. Cara kerja dari metode ini adalah menghitung bobot dari setiap mesin dan operator yang terdapat di dalam sistem. Bobot tersebut diurutkan dari yang terbesar hingga yang terkecil. Berdasarkan bobot pada masing-masing proses, nilai tersebut dikelompokkan sesuai dengan batas waktu siklus setiap stasiun kerja [2].



Gambar-1. Precedence diagram [14]

Pada *Precedence Diagram* dalam Gambar-1, lingkaran (*node*) menandai suatu kegiatan sehingga harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktu (durasi) [9].

Idle time adalah waktu dimana para pekerja atau karyawan menunggu untuk melakukan proses kerja selanjutnya [5].

$$Idle\ Time = n \cdot Ws - \sum_{i=1}^n Wi \quad (1)$$

Keterangan:

- n = jumlah stasiun kerja
- Ws = waktu stasiun kerja
- Wi = waktu siklus pada stasiun kerja
- i = 1,2,3,...n

Line efficiency merupakan rasio antara waktu yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Keseimbangan lintasan akan tercapai apabila setiap daerah stasiun kerja memiliki waktu yang sama [10].

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^k STi}{CT \times K} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- STi = Waktu stasiun kerja ke- i
- CT = Waktu Siklus
- K = Jumlah stasiun kerja yang terbentuk

Balance Delay merupakan rasio antara waktu idle atau menganggur dalam lini perakitan dengan waktu yang tersedia [11].

$$D = 100\% - LE \quad (3)$$

Keterangan :

- D = *balance delay* (%)

Smoothness index atau indeks penghalusan yaitu cara untuk mengukur waktu tunggu relatif dari suatu lini perakitan [11].

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^N (Ws_{max} - Wsi)^2} \quad (4)$$

Keterangan:

SI = Smoothness Index
 WS_{max} = maksimum waktu stasiun kerja
 Wsi = Waktu stasiun kerja ke- i

Perhitungan stasiun kerja minimum untuk menyeimbangkan lini produksi [12]

$$n = \frac{\sum_{i=1}^N ti}{WSi} \quad (5)$$

Keterangan:

N = Jumlah elemen kerja
 ti = Waktu elemen kerja ke- i
 WSi = Waktu siklus

Rumus perhitungan bobot metode *Ranked positional weight* [13].

$$PW_i = t_i + t_{all\ followers\ of\ i} \quad (6)$$

Keterangan:

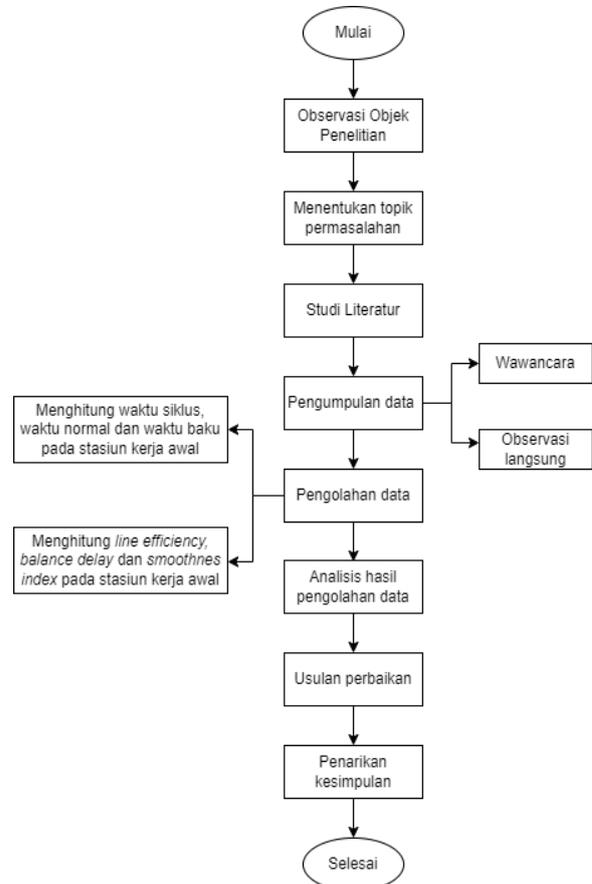
PW_i = Total bobot aktivitas i
 t_i = Waktu aktivitas i

III. METODOLOGI

Jenis penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah penelitian studi kasus dengan jenis data kuantitatif. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi atau pengamatan secara langsung. Pengamatan dilakukan pada setiap proses produksi yang terjadi pada proses pembuatan tahu mulai dari proses perendaman hingga proses pendinginan. Selain itu dalam pengamatan ini juga dapat diketahui kondisi aktual pabrik dan permasalahan yang terjadi pada proses produksinya.

Alur penelitian dapat diilustrasikan pada Gambar-2. Gambar-2 menunjukkan alur dari proses penelitian pada Pabrik Tahu XYZ. Langkah penelitian yang pertama yaitu observasi, kemudian langkah berikutnya yaitu menentukan topik penelitian dan studi literatur, setelah itu dilakukan pengumpulan dan pengolahan data, setelah data dikumpulkan dan diolah, langkah berikutnya yaitu proses analisis hasil pengolahan data, berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, kemudian

langkah berikutnya yaitu usulan perbaikan dan penarikan kesimpulan.



Gambar-2. Alur penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Precedence diagram, waktu normal, waktu baku dan takt time.

1. Takt time

Takt time adalah nilai waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan produk untuk memenuhi permintaan pelanggan [15]. Takt time merupakan perbandingan antara kapasitas waktu produksi per hari dengan jumlah permintaan tahu per hari (dalam satuan keranjang). Untuk kapasitas waktu produksi ditentukan berdasarkan jam kerja pabrik yang dimulai dari pukul 07.00 – 17.00 WIB.

$$Takt\ Time = \frac{\text{waktu produksi tersedia per hari}}{\text{demand}} \quad (7)$$

$$Takt\ Time = \frac{10\ jam \times 60\ menit}{10}$$

$$Takt\ Time = 60\ menit/keranjang$$

2. Rating factor

Rating factor adalah faktor yang diperoleh dengan membandingkan kecepatan bekerja dari pada seseorang operator dengan normal menurut ukuran peneliti [16]. Pada penelitian kali ini menggunakan metode *Westinghouse* dalam menentukan rating factor. Metode *Westinghouse* mempertimbangkan empat faktor dalam mengevaluasi produktivitas pekerja, yaitu *skill*, *effort*, *condition* dan *consistency*. Faktor-faktor penyesuaian didapatkan melalui hasil pengamatan dan wawancara terhadap pekerja.

Tabel-1. Perhitungan faktor penyesuaian

Faktor	Kelas	Lambang	RF
<i>Skill</i>	<i>Superskill</i>	A1	+0,15
<i>Effort</i>	<i>Average</i>	D	0,00
<i>Condition</i>	<i>Good</i>	C	+0,02
<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	+0,01
	Total		+0,18
Faktor Penyesuaian			1,00
	Total		+1,18

Perhitungan pada Tabel-1 menggunakan persamaan 8 dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

$$p = 1 + (\text{skill} + \text{effort} + \text{condition} + \text{consistency}) \quad (8)$$

$$p = 1 + (0,15 + 0,00 + 0,02 + 0,01)$$

$$p = 1 + 0,18$$

$$p = 1,18$$

3. Allowance

Allowance adalah waktu tambahan yang akan ditambahkan ke waktu dasar operasi untuk

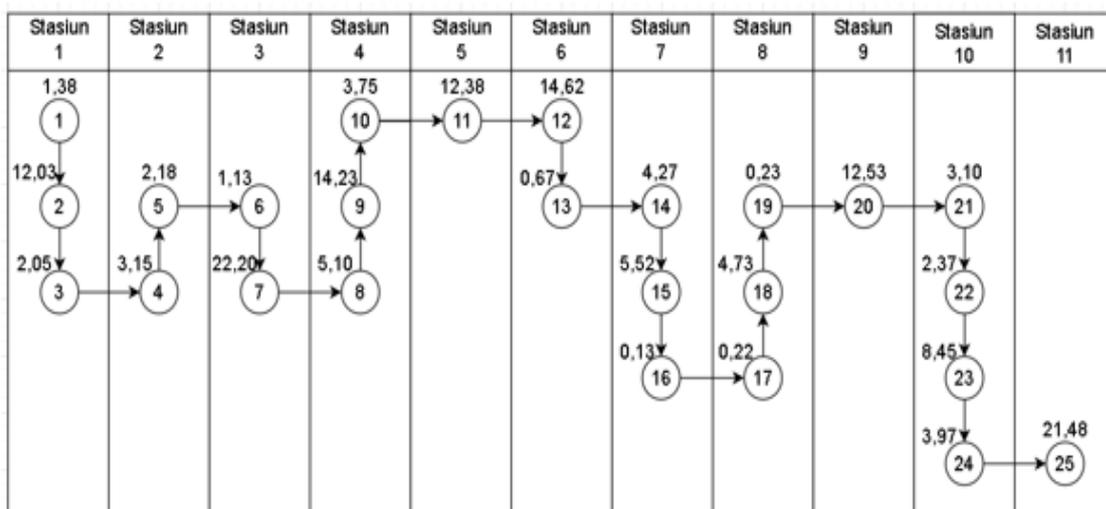
memperhitungkan keinginan personel, penundaan, kelelahan operator, situasi khusus apa pun dan kebijakan perusahaan atau organisasi [16].

Allowance yang terdapat pada proses produksi tahu didapatkan melalui proses wawancara kepada para pekerja.

Tabel-2. Perhitungan allowance

Allowance		
Faktor	Golongan	Nilai
Tenaga yang dikeluarkan	Ringan	7,5%
Sikap kerja	Berdiri di atas dua kaki	4,5%
Gerakan kerja	Normal	0%
Kelelahan mata	Normal	0%
Keadaan temperatur	Normal	4%
Keadaan atmosfer	Cukup	1%
Keadaan lingkungan yang baik	Bersih, sehat, dan cerah	0%
Kelonggaran kebutuhan pribadi	Wanita	3%
	Total	20%

Perhitungan pada Tabel-2 menggunakan tabel besar allowance berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh yang sudah ditentukan, seperti faktor tenaga yang dikeluarkan dengan beban ringan dan ekuivalen beban 2,25-9,00 kg dengan tenaga kerja wanita didapatkan allowance sebesar 7,5%. Untuk allowance kebutuhan pribadi wanita sebesar 3%. Faktor yang bersifat subjektif seperti kebutuhan pribadi ditentukan dengan bantuan literatur jurnal.



Gambar-3. Precedence diagram proses pembuatan tahu

Tabel-3. Perhitungan waktu normal dan waktu baku

WS	Elemen Kerja	Ws (min)	PR	Wn	Allow	Wb	$\sum Wb$
1	Menuang air ke dalam ember	1,38	1,18	1,63	0,20	2,040	22,813
	Mencuci kedelai	12,03	1,18	14,20	0,20	17,749	
	Membilas kedelai	2,05	1,18	2,42	0,20	3,024	
2	Menuangkan air ke dalam ember	3,15	1,18	3,72	0,20	4,646	7,867
	Menutup ember dengan kain	2,18	1,18	2,58	0,20	3,220	
3	Menyalakan mesin penggiling	1,13	1,18	1,34	0,20	1,672	34,417
	Menggiling kedelai	22,20	1,18	26,20	0,20	32,745	
4	Menuangkan hasil penggilingan kedelai ke dalam bak pemasakan	5,10	1,18	6,02	0,20	7,523	34,048
	Mengaduk gilingan kedelai	14,23	1,18	16,80	0,20	20,994	
	Mengangkat hasil pemasakan	3,75	1,18	4,43	0,20	5,531	
5	Menuangkan kedelai ke atas saringan	12,38	1,18	14,61	0,20	18,265	18,265
6	Menuangkan cairan penggumpal ke ember secara bertahap	14,62	1,18	17,25	0,20	21,560	22,543
	Menutup ember dengan kain	0,67	1,18	0,79	0,20	0,983	
7	Menuangkan kedelai ke dalam balok cetakan	4,27	1,18	5,04	0,20	6,294	14,628
	Mengepres kedelai menggunakan batu	5,52	1,18	6,51	0,20	8,137	
	Mengangkat batu penekan	0,13	1,18	0,16	0,20	0,197	
8	Memindahkan balok ke tempat pencetakkan	0,22	1,18	0,26	0,20	0,320	7,645
	Mencetak dan memotong tahu	4,73	1,18	5,59	0,20	6,982	
	Memindahkan potongan tahu ke wadah pendinginan	0,23	1,18	0,28	0,20	0,344	
9	Membolak-balikkan tahu	12,53	1,18	14,79	0,20	18,487	8,487
10	Memanaskan cairan pewarna	3,10	1,18	3,66	0,20	4,573	26,378
	Memasukkan tahu putih ke dalam bak pemasakan	2,37	1,18	2,79	0,20	3,491	
	Mengaduk dan meratakan tahu	8,45	1,18	9,97	0,20	12,464	
	Mengangkat tahu kuning	3,97	1,18	4,68	0,20	5,851	
11	Membolak-balikkan tahu	21,48	1,18	25,35	0,20	31,688	31,688

Proses pembuatan tahu digambarkan dengan *precedence diagram* pada Gambar-3 yang terdiri dari 11 stasiun dengan 25 aktivitas kerja. Langkah pembuatan tahu ini dilakukan berurutan sehingga membentuk garis lurus pada diagram. Aktivitas 1 mendahului aktivitas 2, artinya aktivitas 1 harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum aktivitas 2

dimulai, begitu seterusnya sampai aktivitas 25. Untuk angka atau nilai yang berada pada luar lingkaran menunjukkan waktu prosesnya.

Data pada Tabel-3 merupakan data hasil perhitungan waktu normal dan waktu baku pada Pabrik Tahu XYZ yang dihitung pada setiap stasiun kerja awal yaitu sebanyak 11 stasiun kerja.

B. Line efficiency, balance delay dan smoothness index awal

Line efficiency dihitung dengan membandingkan jumlah waktu tiap stasiun secara total dengan perkalian antara jumlah stasiun awal dengan waktu siklus terbesar. Perhitungan line efficiency menggunakan persamaan 2, yaitu sebagai berikut:

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^k ST_i}{CT \times K} \times 100\% \quad (2)$$

$$LE = \frac{238,778}{34,417 \times 11} \times 100\%$$

$$LE = 63,07\%$$

Nilai balance delay diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan 3 sebagai berikut ini:

$$BD = 100\% - LE \quad (3)$$

$$BD = 100\% - 63,07\%$$

$$BD = 36,93\%$$

Smoothness index diperoleh menggunakan persamaan 4, berikut perhitungan yang dilakukan.

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^N (Ws_{max} - Ws_i)^2} \quad (4)$$

$$SI = \sqrt{(2675.925)}$$

$$SI = 51.729$$

Tabel-4. Perhitungan idle time stasiun awal

WS	Elemen Kerja	Wb	Tt	I
1	Menuang air ke dalam ember	22,81	60	37,19
	Mencuci kedelai			
2	Membilas kedelai	7,87	60	52,13
	Menuangkan air ke dalam ember			
3	Menyalakan mesin penggiling	34,42	60	25,58
	Menggiling kedelai			
4	Menuangkan hasil penggilingan kedelai ke dalam bak pemasakan	34,05	60	25,95
	Mengaduk gilingan kedelai			
5	Mengangkat hasil pemasakan	18,27	60	41,73
	Menuangkan kedelai ke atas saringan			
6	Menuangkan cairan penggumpal ke ember secara bertahap	22,54	60	37,46
	Menutup ember dengan kain			
7	Menuangkan kedelai ke dalam balok cetakan	14,63	60	45,37

WS	Elemen Kerja	Wb	Tt	I
8	Mengepres kedelai menggunakan batu	7,65	60	52,35
	Mengangkat batu penekan			
9	Memindahkan balok ke tempat pencetakan	18,49	60	41,51
	Mencetak dan memotong tahu			
10	Memindahkan potongan tahu ke wadah pendinginan	26,38	60	33,62
	Memasukkan tahu putih ke dalam bak pemasakan			
11	Mengaduk dan meratakan tahu	31,69	60	28,31
	Mengangkat tahu kuning			
Total				421,2

Dari Tabel-4, dapat dilihat bahwa hasil dari total idle time pada stasiun awal, yaitu sebesar 421,2 menit. Dimana pada stasiun 1 menghasilkan idle time sebesar 37,19 menit, pada stasiun 2 menghasilkan idle time sebesar 52,13 menit, pada stasiun 3 menghasilkan idle time sebesar 25,58 menit, pada stasiun 4 menghasilkan idle time sebesar 25,95 menit, pada stasiun 5 menghasilkan idle time sebesar 41,37 menit, pada stasiun 6 menghasilkan idle time sebesar 37,46 menit, pada stasiun 7 menghasilkan idle time sebesar 45,37 menit, pada stasiun 8 menghasilkan idle time sebesar 52,35 menit, pada stasiun 9 menghasilkan idle time sebesar 41,51 menit, pada stasiun 10 menghasilkan idle time sebesar 33,62 menit, dan pada stasiun 11 menghasilkan idle time sebesar 28,31 menit.



Gambar-4. Perbandingan takt time dan waktu baku

Berdasarkan Gambar-4, dapat terlihat bahwa nilai waktu baku dari tiap proses operasi memiliki waktu yang berada jauh dibawah takt time yang bernilai 60 menit, selisih tersebut menandakan

bahwa masih terdapat *idle time* yang tinggi dan perlu dilakukan efisiensi guna mengurangi adanya *idle time*. Semakin dekat antara nilai waktu baku dan *takt time* maka akan semakin efisien suatu lintasan produksi.

C. Perhitungan Metode *Ranked Positional Weight*

1. Penentuan bobot

Nilai bobot dalam tiap elemen kerja dihitung dengan mengakumulasi total waktu elemen tersebut diikuti dengan elemen kerja yang mengikutinya. Perhitungan bobot dilakukan dengan menggunakan persamaan 6.

Tabel-5. Perhitungan bobot elemen kerja

WS	Elemen Kerja	t_i	PW_i
1	Menuang air ke dalam ember	2,04	238,78
	Mencuci kedelai	17,75	236,74
	Membilas kedelai	3,02	218,99
2	Menuangkan air ke dalam ember	4,65	215,97
	Menutup ember dengan kain	3,22	211,32
3	Menyalakan mesin penggiling	1,67	208,10
	Menggiling kedelai	32,75	206,43
4	Menuangkan hasil penggilingan kedelai ke dalam bak pemasakan	7,52	173,68
	Mengaduk gilingan kedelai	20,99	166,16
	Mengangkat hasil pemasakan	5,53	145,17
5	Menuangkan kedelai ke atas saringan	18,27	139,63
6	Menuangkan cairan penggumpal ke ember secara bertahap	21,56	121,37
	Menutup ember dengan kain	0,98	99,81
7	Menuangkan kedelai ke dalam balok cetakan	6,29	98,83
	Mengepres kedelai menggunakan batu	8,14	92,53
	Mengangkat batu penekan	0,20	84,39
8	Memindahkan balok ke tempat pencetakan	0,32	84,20
	Mencetak dan memotong tahu	6,98	83,88
9	Memindahkan potongan tahu ke wadah pendinginan	0,34	76,90
	Membolak-balikkan tahu	18,49	76,55
	Memanaskan cairan pewarna	4,57	58,07
10	Memasukkan tahu putih ke dalam bak pemasakan	3,49	53,49
	Mengaduk dan meratakan tahu	12,46	50,00
	Mengangkat tahu kuning	5,85	37,54
11	Membolak-balikkan tahu	31,69	31,69

Tabel-5 menunjukkan perhitungan nilai bobot setiap elemen kerja. Nilai tersebut didapatkan dengan menggunakan persamaan 6 dengan contoh perhitungan pada elemen kerja mengangkat tahu kuning pada stasiun kerja 10 sebagai berikut :

$$PW_i = t_i + t_{all\ followers\ of\ i} \quad (6)$$

$$PW_{24} = 5,85 + 31,69$$

$$PW_{24} = 37,54$$

Tabel-6. Perhitungan *idle time* stasiun usulan

W	Elemen Kerja	Wb	$\sum Wb$	I
1	Menuang air ke dalam ember	2,04	30,68	29,32
	Mencuci kedelai	17,75		
	Membilas kedelai	3,02		
	Menuangkan air ke dalam ember	4,65		
2	Menutup ember dengan kain	3,22	34,42	25,58
	Menyalakan mesin penggiling	1,67		
	Menggiling kedelai	32,75		
3	Menuangkan hasil penggilingan kedelai ke dalam bak pemasakan	7,52	52,31	7,69
	Mengaduk gilingan kedelai	20,99		
	Mengangkat hasil pemasakan	5,53		
	Menuangkan kedelai ke atas saringan	18,27		
4	Menuangkan cairan penggumpal ke ember secara bertahap	21,56	44,82	15,18
	Menutup ember dengan kain	0,98		
	Menuangkan kedelai ke dalam balok cetakan	6,29		
	Mengepres kedelai menggunakan batu	8,14		
5	Mengangkat batu penekan	0,20	44,86	15,14
	Memindahkan balok ke tempat pencetakan	0,32		
	Mencetak dan memotong tahu	6,98		
	Memindahkan potongan tahu ke wadah pendinginan	0,34		
6	Membolak-balikkan tahu	18,49	31,69	28,31
	Memanaskan cairan pewarna	4,57		
	Memasukkan tahu putih ke dalam bak pemasakan	3,49		
5	Mengaduk dan meratakan tahu	12,46	44,86	15,14
	Mengangkat tahu kuning	5,85		
6	Membolak-balikkan tahu	31,69	31,69	28,31
Total			238,7	121,2

Nilai bobot kemudian akan diurutkan berdasarkan nilai bobot terbesar. Nilai terbesar terletak pada stasiun 1 dengan elemen kerja menuang air ke dalam ember yaitu sebesar 238,78.

Untuk menghitung jumlah stasiun minimum yang harus diusulkan untuk mengurangi adanya *idle time* maka dibutuhkan data waktu baku dan *takt time* yang telah dihitung pada sub bab sebelumnya. Perhitungan yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

Dari Tabel-6, dapat dilihat bahwa hasil dari total *idle time* pada stasiun usulan yaitu sebesar 121,2 menit. Dimana pada stasiun 1 menghasilkan *idle time* sebesar 29,32 menit, pada stasiun 2 menghasilkan *idle time* sebesar 25,5 menit, pada stasiun 3 menghasilkan *idle time* sebesar 7,69 menit, pada stasiun 4 menghasilkan *idle time* sebesar 15,18 menit, pada stasiun 5 menghasilkan *idle time* sebesar 15,14 menit, dan pada stasiun 6 menghasilkan *idle time* sebesar 27,31 menit.

2. *Line efficiency, balance delay, smoothness index* usulan

- *Line efficiency*

Nilai *line efficiency* pada stasiun usulan dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^k ST_i}{CT \times K} \times 100\% \quad (2)$$

$$LE = \frac{238,778}{52,31 \times 6} \times 100\%$$

$$LE = 76,07\%$$

- *Balance delay*

Nilai *balance delay* pada stasiun kerja usulan dihitung dengan menggunakan persamaan 3.

$$BD = 100\% - LE \quad (3)$$

$$BD = 100\% - 76,07\%$$

$$BD = 23,93\%$$

- *Smoothness index*

Nilai *smoothness index* dihitung dengan menggunakan persamaan 4

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^N (Ws_{max} - Ws_i)^2} \quad (4)$$

$$SI = \sqrt{(1324,89)}$$

$$SI = 36,40$$

Pada perhitungan *idle time, line efficiency, balance delay* dan *smoothness index* dengan menggunakan stasiun awal dan usulan, terdapat perbedaan hasil yang didapatkan, adapun untuk perbandingan hasilnya dapat dilihat pada Tabel-7.

Tabel-7. perbandingan indikator performansi

Indikator Performansi	Keadaan Awal	RPW	Efisiensi
<i>Line Efficiency</i>	63,07 %	76,07 %	20,61%
<i>Balance Delay</i>	36,93 %	23,93 %	35,20%
<i>Smoothness Index</i>	51,729	36,40	29,63%
<i>Idle Time</i>	421,2 menit	121,22 menit	71,22%

Pada *idle time* dihasilkan nilai sebesar 121,22 menit dimana nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan *idle time* stasiun kerja aktual dengan nilai pengurangan sebesar 71,22%. Untuk perhitungan *line efficiency* pada stasiun kerja usulan memiliki nilai sebesar 76,07%, persentase tersebut meningkat dibandingkan dengan perhitungan kondisi actual. yaitu sebesar 63,07% atau dengan persentase kenaikan sebesar 20,61% terhadap nilai efisiensi awal. Hal tersebut menandakan adanya peningkatan efisiensi lini pada proses produksi tahu.

Pada perhitungan *balance delay*, memiliki perbedaan nilai, yaitu pada kondisi aktual sebesar 36,93%, pada kondisi stasiun usulan memiliki nilai sebesar 23,93% dengan efisiensi sebesar 35,20%. Hal tersebut menandakan keseimbangan lini semakin baik karena *balance delay* berkurang. Perhitungan terakhir adalah *smoothness index* yang memiliki nilai akhir sebesar 36,04. Nilai tersebut berkurang dibandingkan dengan perhitungan *smoothness index* pada kondisi actual, yaitu sebesar 51,729 atau dengan persentase penurunan 29,63%. Hal tersebut menunjukkan bahwa keseimbangan lini semakin merata karena semakin mendekati nilai 0.

Usulan terkait dengan keseimbangan lini produksi yang perlu untuk diterapkan pada pabrik tahu XYZ, yaitu pembagian stasiun kerja yang dapat dioptimalkan dengan jumlah sebanyak 6 stasiun yang terdiri dari (1) stasiun perendaman dan pencucian, (2) stasiun penggilingan, (3) stasiun pemasakan dan penyaringan, (4) stasiun pencetakan, (5) stasiun pewarnaan, dan (6) stasiun *finishing*.

Bila dibandingkan dengan jumlah stasiun awal yang berjumlah 11 stasiun, maka usulan perbaikan dengan menggunakan 6 stasiun akan lebih efisien karena mengurangi adanya *idle time* yang semula terdapat 421,2 menit dengan 11 stasiun menjadi hanya 121,22 menit dengan 6 stasiun usulan. Selain itu untuk urutan proses

dalam produksinya juga mengikuti alur sesuai dengan proses pada metode *Ranked Positional Weight* supaya nilai efisiensi pada stasiun kerja tercapai dan memanfaatkan adanya *idle time* yang ada.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan bahwa pada proses produksi tahu di Pabrik Tahu XYZ terdapat pemborosan yang terjadi, yaitu berupa waktu menunggu (*waiting*) yang cukup lama tercermin dari nilai *idle time* sebesar 421,2 menit dengan terbagi dalam 11 stasiun kerja. Faktor yang menyebabkan adanya pemborosan tersebut adalah *line balancing* yang tidak seimbang terlihat pada nilai *line efficiency* dibawah standar 70%, *balance delay* dan *smoothness index* yang tinggi.

Usulan perbaikan yang dapat diberikan terkait dengan peningkatan *line balancing* yaitu dengan mengurangi jumlah stasiun menjadi 6 stasiun kerja dengan metode *ranked positional weight* yang terdiri dari stasiun perendaman dan pencucian, stasiun penggilingan, stasiun pemasakan dan penyaringan, stasiun pencetakan, stasiun pewarnaan, dan stasiun *finishing*. Penggunaan 6 stasiun tersebut dapat meningkatkan nilai *line efficiency*, mengurangi *balance delay* dan *smoothness index*. Pada akhirnya pemborosan yang terjadi akan berkurang dengan nilai *idle time* hanya 121,2 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Hapid and S. Supriyadi. "Optimalisasi Keseimbangan Lintasan Produksi Daur Ulang Plastik dengan Pendekatan Ranked Positional Weight." *J. Intech.*, vol. 7, no. 1, pp. 63-70, 2021.
- [2] Sakiman, M. Arafah, and Suliawati. "Analisa Line Balancing untuk Meningkatkan Produksi Rempeyek." *Buletin Utama Teknik*. vol. 18, no. 1, pp. 16-20, 2022.
- [3] Heizer, Jay and B. Render. *Operations Management*. Buku 2 Edisi ke Tujuh. Jakarta: Salemba Empat, 2006.
- [4] Wignjosoebroto, Sritomo. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Surabaya: Guna Widya, 2000.
- [5] N. Boysen, P. Schulze, and A. School. "Assembly Line Balancing: What Happened in the Last Fifteen Years?." *European J. of Operation Research*, vol. 301, no. 3, pp. 797-814. 2021.
- [6] M. Fitri, M. Ilham, and L. Apuri. "Analisis Line Balancing untuk Meningkatkan Efisiensi Lintasan Produksi Perakitan." *Rang Teknik J*, vol. 5, no. 2, 2022.
- [7] W. Febriani, M. Saputra, D. Setiawan, and B. Lumbanraja. "Penerapan Konsep Line Balancing dalam Proses Produksi Pintu dengan Metode Ranked Position Weight di CV Indah Jati Permana." *Bullin of Applied Industrial Engineering Theory*, vol. 1, no. 2, pp. 54-59, 2020.
- [8] J. T. Marchewka. *Information Technology Project Management Providing Measurable Organizational Value*. 5th Edition. 2015.
- [9] E. A. Elsayed, and T. O. Boucher. *Analysis and Control of Production Systems*. Cbs Publishers And Distributors, 2015.
- [10] A. H. Nasution, and P. Yudha. *Perancangan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2008.
- [11] H. Purnomo. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [12] S. Wignjosoebroto. *Teknik Tata Cara dan Pengukuran Kerja*. Surabaya: Edisi Ketiga Guna Widya, 2003.
- [13] D. Bedworth, and J. Bailey. *Integrated production Control System*. New York. John Wiley & Sons, 1987.
- [14] F. Pilati, E. Ferrari, and M. Gamberi. "Multi-Manned Assembly Line Balancing: Workforce Synchronization for Big Data Sets through Simulated Annealing." *Applied Science*, vol. 11, no. 6, pp 1-23, 2021
- [15] T. Manoj, and G. Yuvraj. "4 Lean Problem Solving." *J. of Lean Manufacturing*, vol. 2, no. 12, pp. 1121-131, 2021.
- [16] A. Freivalds, and B. W. Niebel. *Niebel's Methods, Standards, and Work Design*. 12 ed. USA: McGraw-Hill, 2009.