

Penyeimbangan Lintasan Produksi dan Perancangan Sistem Kanban untuk Mengurangi Penumpukan *Work in Process* pada Lini Produksi Perakitan di PT. X

Sugeng Tabah Raharjo*, Endang Prasetyaningsih, Reni Amaranti

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*sugengtabah@gmail.com, endangpras@gmail.com, reniamaranti2709@yahoo.com

Abstract. *PT. X is a company that produces electrical components for motorized vehicles, one of its products is the wiring harness for Astra Honda Motor (AHM). AHM's current wiring harness production line often experiences temporary production stoppages during operating hours due to a build-up of work in process (WIP) at one of the assembly work stations. The company sets a limit for the accumulation of WIP, which is 18 pieces. The accumulation of WIP that exceeds 18 pieces requires that work stations experiencing WIP accumulation must turn on andon/signal so that all previous work stations temporarily stop their production process. This is done to resolve the accumulation of WIP at work stations that have accumulated WIP. As a result, companies have to do overtime to make up for lost time during a temporary stop in the production process, thereby increasing production costs. This research was conducted to reduce the buildup of WIP by using the Line Balancing approach which is used as a workload balancing tool. In addition, this study also uses the implementation of the Kanban System so that the accumulation of work in process can be controlled. The results of this study did not change the number of work stations, but there were adjustments to the workload at several work stations. This resulted in an increase in Track Efficiency of 1.2% from 89.5% to 90.7% and a decrease in Smoothness Index of 6.46 where the original value was 30.31 to 23.85. Next is the proposed Kanban System design which changes the production flow from a push system to a pull system and can control the accumulation of WIP from 19 pieces to 17 pieces or a decrease in WIP accumulation by 10.5%.*

Keywords: *Work in Process, Line Balancing, Kanban System*

Abstrak. PT. X adalah perusahaan yang memproduksi komponen kelistrikan kendaraan bermotor, salah satu produknya yaitu *wiring harness* untuk Astra Honda Motor (AHM). Lini produksi *wiring harness* AHM saat ini masih sering mengalami pemberhentian proses produksi sementara pada saat jam operasional karena adanya penumpukan *work in process* (WIP) pada salah satu stasiun kerja perakitan. Perusahaan menetapkan batas penumpukan WIP yaitu 18 *pieces*. Penumpukan WIP yang melebihi 18 *pieces* mengharuskan stasiun kerja yang mengalami penumpukan WIP harus menyalakan andon/sinyal agar seluruh stasiun kerja sebelumnya memberhentikan proses produksinya untuk sementara. Hal tersebut dilakukan untuk menyelesaikan penumpukan WIP di stasiun kerja yang mengalami penumpukan WIP. Dampaknya, perusahaan harus melakukan *overtime* untuk mengganti waktu yang hilang selama pemberhentian proses produksi sementara sehingga akan menambah biaya produksi. Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi penumpukan WIP dengan menggunakan pendekatan *Line Balancing* yang digunakan sebagai alat penyeimbangan beban kerja. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan penerapan Sistem Kanban agar penumpukan *work in process* dapat dikendalikan. Hasil dari penelitian ini tidak merubah jumlah stasiun kerja akan tetapi ada penyesuaian pembebanan kerja di beberapa stasiun kerja. Hal ini menyebabkan kenaikan pada Efisiensi Lintasan sebesar 1,2% yang semula 89,5% menjadi 90,7% dan penurunan pada Indeks Kehalusan (*Smoothness Index*) sebesar 6,46 dimana nilai semulanya adalah 30,31 menjadi 23,85. Selanjutnya adalah usulan perancangan Sistem Kanban yang mengubah aliran produksi dari *push system* (sistem dorong) menjadi *pull system* (sistem tarik) dan dapat mengendalikan penumpukan WIP dari 19 *pieces* menjadi 17 *pieces* atau terjadi penurunan penumpukan WIP sebesar 10,5%.

Kata Kunci: *Work in Process, Penyeimbangan Lintasan, Sitem Kanban*

A. Pendahuluan

PT. X merupakan perusahaan yang berfokus pada produksi komponen kelistrikan kendaraan bermotor. PT. X memiliki perusahaan utama di Cikarang dan cabang perusahaan yang berlokasi di Cirebon. Produk yang diproduksi meliputi *wiring harness* untuk produk Hyundai, Denso, Daihatsu dan juga Astra Honda Motor (AHM). Produk *wiring harness* untuk Astra Honda Motor merupakan produk yang memiliki kuantitas pesanan dengan jumlah yang banyak dan rutin jika dibandingkan dengan produk lainnya.

Hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan di lini produksi *wiring harness* AHM masih teridentifikasi adanya pemberhentian proses produksi sementara yang diduga terjadi akibat adanya penumpukan *work in process* pada stasiun kerja. Perusahaan memiliki batas wajar penumpukan yaitu 18 *pieces*, sehingga jika penumpukan yang terjadi sudah melebihi 18 *pieces* maka stasiun kerja yang mengalami penumpukan *work in process* tersebut harus menyalakan andon/sinyal agar stasiun kerja sebelumnya dapat memberhentikan proses produksinya untuk sementara hingga penumpukan *work in process* dapat diselesaikan oleh stasiun kerja yang mengalami penumpukan *work in process*. Hal tersebut menyebabkan proses produksi menjadi terhambat, selain itu juga mengakibatkan perusahaan harus melakukan *overtime* untuk mengganti waktu yang hilang selama pemberhentian proses produksi sementara agar target harian dapat tetap tercapai. Hal tersebut merupakan suatu kerugian bagi perusahaan karena perusahaan harus mengeluarkan biaya tambahan pada proses produksi.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat ditentukan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melakukan perhitungan performansi di lintasan produksi perakitan dan memberikan usulan pembebanan kerja dengan menggunakan penyeimbangan lintasan (*Line Balancing*) dan penelitian ini juga bertujuan untuk mengurangi penumpukan *work in process* dengan menggunakan rancangan Sistem Kanban.

B. Metodologi Penelitian

Penyeimbangan Lintasan (*Line Balancing*) merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk melakukan penyeimbangan beban kerja pada proses yang berurutan dan terintegrasi dari sebuah stasiun kerja, termasuk mesin dan peralatan lainnya. Tujuan utama dari teknik *Line Balancing* adalah untuk mendapatkan jumlah stasiun kerja (*Workstation*) yang minimum dengan menetapkan beberapa proses pada seluruh stasiun kerja. Beberapa metode *Line Balancing* yang dapat digunakan secara manual diantaranya adalah metode *Region Approach* (RA). Metode *Region Approach* ditemukan pertama kali oleh *Kilbridge Wester* yang dilakukan dengan mengelompokkan *precedence diagram* dalam sebuah *region* dan membagi beban kerja berdasarkan bilangan prima dari waktu siklus (*cycle time*) atau dengan menggunakan waktu yang berorientasi pada pelanggan (*Takt Time*) [1, 2].

Sistem Kanban adalah sebuah sistem yang memuat informasi untuk mengatur jalannya produksi produk dengan intensitas produk sesuai dengan kebutuhan dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Prinsip Kanban mengacu pada tiga prinsip sederhana yang harus diterapkan di perusahaan. Tiga prinsip tersebut adalah visualisasi, *work in process* yang sedikit, dan pengendalian aliran produksi. Sistem Kanban sangat memperhatikan penumpukan barang setengah jadi (*work in process*) karena banyak sedikitnya penumpukan *work in process* dalam Sistem Kanban dapat membantu perusahaan mendapatkan tensi yang kecil di aliran kerja yang ada. Pengendalian produksi juga merupakan hal penting karena aliran kerja yang cepat dan tanpa interupsi pemberhentian merupakan sesuatu yang dapat memudahkan penerapan Sistem Kanban di suatu perusahaan [3, 4].

Langkah awal yang dilakukan untuk membagi beban kerja menggunakan *Region Approach* adalah dengan menggambarkan *precedence diagram* dari setiap proses yang dilakukan. Setelah didapatkan *precedence diagram*, selanjutnya membagi kelompok-kelompok dari *precedence diagram* menjadi sebuah daerah-daerah yang dibuat dari proses paling awal sampai akhir. Tahap selanjutnya adalah membagi beban kerja dengan memperhatikan *precedence diagram* dan *region* dari proses, pembagian beban kerja tidak boleh melebihi dari waktu siklus pengerjaan satu produk yang didapat dari bilangan prima waktu siklus atau menggunakan *Takt Time*. Pembebanan kerja dilakukan terus menerus hingga proses pada semua

region masuk dalam pembebanan suatu stasiun kerja. Setelah pembagian beban kerja, tahap selanjutnya adalah mengetahui efisiensi lintasan dan indeks kehalusan (*Smoothness Index*) untuk mengetahui performansi dari lintasan produksi [1, 5].

Tahapan selanjutnya setelah pembagian beban kerja selesai dan mendapatkan usulan pembebanan kerja yang lebih optimal, selanjutnya adalah merancang Sistem Kanban yang digunakan untuk mengendalikan penumpukan *work in process*. Tahap pertama pada perancangan Sistem Kanban adalah merancang kartu Kanban dan merancang mekanisme proses produksi dengan menggunakan Sistem tarik (*Pull system*) dan dilanjutkan dengan menghitung banyaknya jumlah Kanban yang akan beredar pada satu siklus. Kanban yang beredar terdiri dari Kanban pengambilan (*Withdrawal Kanban*) dan Kanban perintah produksi (*Production ordering Kanban*). Penentuan banyaknya isi *container* juga dilakukan pada perhitungan banyaknya jumlah Kanban, karena isi *container* nantinya akan menjadi penumpukan *work in process* yang dikendalikan oleh Sistem Kanban. Tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan persentase pengurangan penumpukan *work in process* untuk mengetahui seberapa besar Kanban dapat mengendalikan penumpukan *work in process* di lini produksi [1, 3].

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

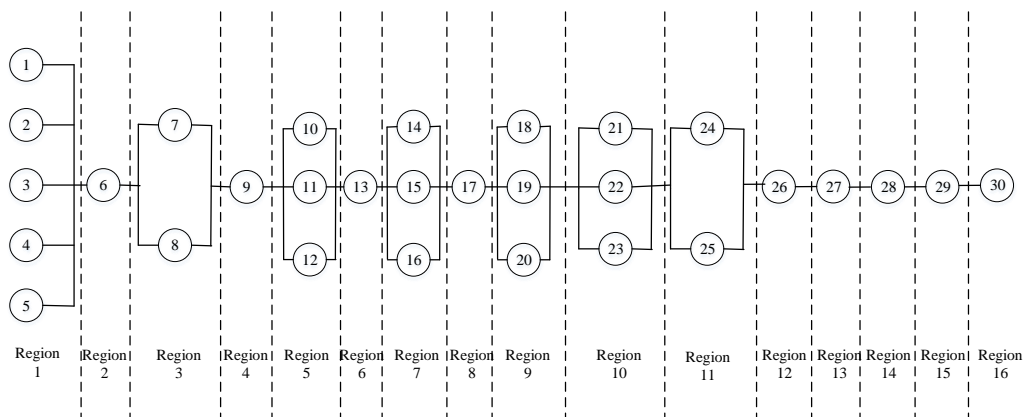
Tahapan pertama pada penyeimbangan beban kerja dengan menggunakan metode *Region Approach* adalah dengan membuat terlebih dahulu *Precedence Diagram* menggunakan data urutan proses kerja yang dapat dilihat pada Tabel 1. *Precedence Diagram* berisikan gambar berupa lingkaran yang berkaitan, lingkaran tersebut menunjukkan proses pada perakitan dan angka yang berada didalamnya menunjukkan urutan proses [6, 7]. *Precedence Diagram* yang telah dibuat kemudian dibagi kedalam beberapa *region* sebagai ciri dari metode *Region Approach* [1] *Precedence Diagram* yang sudah terbagi ke-dalam *region* dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Urutan proses kerja dan waktu proses satu unit

Stasiun Kerja	No. Proses	Proses Kerja	Waktu Proses (Detik)
Housing konektor VOBD Three Phase	1	Merakit <i>Circuit G</i> ke Konektor VO B D <i>Three Phase</i> (<i>Sub Assembly1</i>)	14
	2	Merakit <i>Circuit O</i> ke <i>Sub Assembly1</i> (<i>Sub Assembly2</i>)	16
	3	Merakit <i>Circuit L</i> ke <i>Sub Assembly2</i> (<i>Sub Assembly3</i>)	14
	4	Merakit <i>Circuit Sb Male</i> ke <i>Sub Assembly3</i> (<i>Sub Assembly4</i>)	14
	5	Merakit <i>Circuit Lg Male</i> ke <i>Sub Assembly4</i> (<i>Sub Assembly5</i>)	14
Housing konektor VO B D four phase	6	Merakit <i>Circuit B</i> ke Konektor VO B D <i>Four Phase</i> kemudian rakit ke <i>Sub Assembly5</i> (<i>Sub Assembly6</i>)	22
	7	Merakit <i>Circuit Y-R</i> ke <i>Sub Assembly6</i> (<i>Sub Assembly7</i>)	21
	8	Merakit <i>Circuit B-L</i> ke <i>Sub Assembly7</i> (<i>Sub Assembly8</i>)	18
Housing konektor VO	9	Merakit <i>Circuit W-L Panjang</i> ke Konektor VO kemudian rakit ke <i>Sub Assembly8</i> (<i>Sub Assembly9</i>)	21
	10	Merakit <i>Circuit W-L Pendek</i> ke <i>Sub Assembly9</i> (<i>Sub Assembly10</i>)	19
	11	Merakit <i>Circuit W-B</i> ke <i>Sub Assembly10</i> (<i>Sub Assembly11</i>)	21
	12	Memasang Rubber Seal pada <i>Sub Assembly11</i> (<i>Sub Assembly12</i>)	14
Housing konektor gabungan	13	Merakit <i>Circuit B-L</i> ke Konektor Gabung kemudian rakit ke <i>Sub Assembly12</i> (<i>Sub Assembly13</i>)	18
	14	Merakit <i>Circuit Y-R</i> ke <i>Sub Assembly13</i> (<i>Sub Assembly14</i>)	19
	15	Merakit <i>Circuit G-Y</i> ke <i>Sub Assembly14</i> (<i>Sub Assembly15</i>)	19
	16	Merakit <i>Circuit Y-G</i> ke <i>Sub Assembly16</i> (<i>Sub Assembly17</i>)	19
Housing konektor 11-R-I-OP	17	Merakit <i>Circuit L-B</i> ke Konektor 11-R-I-OP kemudian rakit ke <i>Sub Assembly17</i> (<i>Sub Assembly18</i>)	18
	18	Merakit <i>Circuit R-Y</i> ke <i>Sub Assembly18</i> (<i>Sub Assembly19</i>)	16
	19	Merakit <i>Circuit Y-G</i> ke <i>Sub Assembly19</i> (<i>Sub Assembly20</i>)	18

Lanjutan Tabel 1. Urutan proses kerja dan waktu proses satu unit

Stasiun Kerja	No. Proses	Proses Kerja	Waktu Proses (Detik)
Housing konektor 11-R-I-OP	20	Merakit <i>Circuit</i> G-Y ke <i>Sub Assembly</i> 20 (<i>Sub Assembly</i> 21)	17
Pasang sleeve	21	Memasang Sleeve pada <i>Circuit</i> Y kemudian rakit ke <i>Sub Assembly</i> 21 (<i>Sub Assembly</i> 22)	23
	22	Memasang Sleeve pada <i>Circuit</i> R (<i>Sub Assembly</i> 23)	23
	23	Memasang Sleeve Pada <i>Circuit</i> BL (<i>Sub Assembly</i> 24)	22
Rakit <i>circuit</i> sleeve dan <i>clipping</i>	24	Merakit <i>Sub Assembly</i> 23 ke <i>Sub Assembly</i> 22 (<i>Sub Assembly</i> 25)	17
	25	Merakit <i>Sub Assembly</i> 24 ke <i>Sub Assembly</i> 25 (<i>Sub Assembly</i> 26)	18
	26	Memasang Clip Pada <i>Sub Assembly</i> 26 (<i>Sub Assembly</i> 27)	17
	27	Melapisi <i>Sub Assembly</i> 27 dengan VTA (<i>Sub Assembly</i> 28)	19
Tapping dan <i>clipping</i>	28	Memasang <i>Name Sticker</i> pada <i>Sub Assembly</i> 28 (<i>Sub Assembly</i> 29)	17
	29	Memasang Clip Pada <i>Sub Assembly</i> 29 (<i>Assembly</i>)	16
	30	Memotong Clip yang Panjang pada <i>Assembly</i>	13

Gambar 1. Pembagian *Precedence Diagram* ke-dalam region/daerah

Performansi lintasan pada sistem saat ini dengan pembebanan beban kerja yang dapat dilihat pada Tabel 1 memiliki nilai Efisiensi lintasan sebesar 89,51% dan Indeks kehalusan sebesar 30,31. Tahap selanjutnya pada pembagian beban kerja dengan menggunakan metode *Region Approach* adalah dengan membagi urutan proses kerja pada stasiun kerja yang mengacu pada urutan proses kerja pada Tabel 1 dengan memperhatikan *Precedence Diagram* yang telah terbagi dalam *region*/daerah dan mengacu pada waktu yang telah ditentukan oleh pelanggan (*Takt Time*) seperti yang dapat dilihat pada perhitungan berikut [8].

- $T = \frac{\text{Waktu yang tersedia}}{\text{Permintaan harian (unit)}}$
- $T = \frac{7 \text{ Jam Kerja} \times 60 \times 60}{340} \text{ Detik/Unit}$
- $T = \frac{25200}{340} \text{ Detik/Unit}$
- $T = 74.11 \text{ Detik/Unit} \approx 74 \text{ Detik/Unit}$

Takt time yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah 74 detik/unit, sehingga nantinya pembebanan beban kerja pada stasiun kerja tidak boleh melebihi dari 74 detik. Usulan pembebanan kerja menggunakan metode *Region Approach* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pembagian beban kerja dengan menggunakan *Region Approach*

Stasiun Kerja	No. Proses	Proses Kerja	Waktu Proses (Detik)	Waktu Stasiun Kerja (Detik)
Housing konektor VOBD Three Phase	1	Merakit <i>Circuit G</i> ke Konektor VO B D <i>Three Phase</i> (<i>Sub Assembly1</i>)	14	72
	2	Merakit <i>Circuit O</i> ke <i>Sub Assembly1</i> (<i>Sub Assembly2</i>)	16	
	3	Merakit <i>Circuit L</i> ke <i>Sub Assembly2</i> (<i>Sub Assembly3</i>)	14	
	4	Merakit <i>Circuit Sb Male</i> ke <i>Sub Assembly3</i> (<i>Sub Assembly4</i>)	14	
	5	Merakit <i>Circuit Lg Male</i> ke <i>Sub Assembly4</i> (<i>Sub Assembly5</i>)	14	
Housing konektor VO B D four phase	6	Merakit <i>Circuit B</i> ke Konektor VO B D <i>Four Phase</i> kemudian rakit ke <i>Sub Assembly5</i> (<i>Sub Assembly6</i>)	22	61
	7	Merakit <i>Circuit Y-R</i> ke <i>Sub Assembly6</i> (<i>Sub Assembly7</i>)	21	
	8	Merakit <i>Circuit B-L</i> ke <i>Sub Assembly7</i> (<i>Sub Assembly8</i>)	18	
Housing konektor VO	9	Merakit <i>Circuit W-L</i> Panjang ke Konektor VO kemudian rakit ke <i>Sub Assembly8</i> (<i>Sub Assembly9</i>)	21	61
	10	Merakit <i>Circuit W-L</i> Pendek ke <i>Sub Assembly9</i> (<i>Sub Assembly10</i>)	19	
	11	Merakit <i>Circuit W-B</i> ke <i>Sub Assembly10</i> (<i>Sub Assembly11</i>)	21	
Housing konektor gabung	12	Memasang Rubber Seal pada <i>Sub Assembly11</i> (<i>Sub Assembly12</i>)	14	70
	13	Merakit <i>Circuit B-L</i> ke Konektor Gabung kemudian rakit ke <i>Sub Assembly12</i> (<i>Sub Assembly13</i>)	18	
	14	Merakit <i>Circuit Y-R</i> ke <i>Sub Assembly13</i> (<i>Sub Assembly14</i>)	19	
	15	Merakit <i>Circuit G-Y</i> ke <i>Sub Assembly14</i> (<i>Sub Assembly15</i>)	19	
Housing konektor 11-R-I-OP	16	Merakit <i>Circuit Y-G</i> ke <i>Sub Assembly16</i> (<i>Sub Assembly17</i>)	19	71
	17	Merakit <i>Circuit L-B</i> ke Konektor 11-R-I-OP kemudian rakit ke <i>Sub Assembly17</i> (<i>Sub Assembly18</i>)	18	
	18	Merakit <i>Circuit R-Y</i> ke <i>Sub Assembly18</i> (<i>Sub Assembly19</i>)	16	
	19	Merakit <i>Circuit Y-G</i> ke <i>Sub Assembly19</i> (<i>Sub Assembly20</i>)	18	
Pasang sleeve	20	Merakit <i>Circuit G-Y</i> ke <i>Sub Assembly20</i> (<i>Sub Assembly21</i>)	17	63
	21	Memasang Sleeve pada <i>Circuit Y</i> kemudian rakit ke <i>Sub Assembly21</i> (<i>Sub Assembly22</i>)	23	
	22	Memasang Sleeve pada <i>Circuit R</i> (<i>Sub Assembly23</i>)	23	
Rakit <i>circuit sleeve</i> dan <i>clipping</i>	23	Memasang Sleeve Pada <i>Circuit BL</i> (<i>Sub Assembly24</i>)	22	
	24	Merakit <i>Sub Assembly23</i> ke <i>Sub Assembly22</i> (<i>Sub Assembly25</i>)	17	

Lanjutan Tabel 2. Pembagian beban kerja dengan menggunakan *Region Approach*

Stasiun Kerja	No. Proses	Proses Kerja	Waktu Proses (Detik)	Waktu Stasiun Kerja (Detik)
Rakit <i>circuit sleeve</i> dan <i>clipping</i>	25	Merakit <i>Sub Assembly 24</i> ke <i>Sub Assembly 25 (Sub Assembly 26)</i>	18	74
	26	Memasang Clip Pada <i>Sub Assembly 26 (Sub Assembly 27)</i>	17	
Tapping dan <i>clipping</i>	27	Melapisi <i>Sub Assembly 27</i> dengan VTA (<i>Sub Assembly 28</i>)	19	65
	28	Memasang <i>Name Sticker</i> pada <i>Sub Assembly 28 (Sub Assembly 29)</i>	17	
	29	Memasang Clip Pada <i>Sub Assembly 29 (Assembly)</i>	16	
	30	Memotong Clip yang Panjang pada <i>Assembly</i>	13	

Setelah dilakukan pembebanan kerja dengan menggunakan *Region Approach* didapatkan perbaikan yaitu tidak ada waktu stasiun kerja yang melebihi *Takt time* dengan beberapa penyesuaian seperti pemasangan *rubber seal* pada konektor VO dipindahkan ke stasiun kerja *Housing* konektor gabung, perakitan *circuit Y-G* yang berada di stasiun kerja *Housing* konektor gabung dipindahkan ke stasiun kerja *Housing* konektor 11-R-I-OP, perakitan *circuit G-Y* pada stasiun kerja *Housing* konektor 11-R-I-OP dipindahkan ke stasiun kerja pasang *sleeve*, pemasangan *sleeve* pada *circuit BL* dipindahkan dari stasiun kerja pasang *sleeve* ke stasiun kerja rakit *circuit sleeve* dan *clipping*, pembebanan kerja dengan menggunakan *region approach* tidak menambah atau mengurangi stasiun kerja. Tahap berikutnya adalah menghitung performansi lintasan yang terdiri dari Efisiensi Lintasan (*Line Efficiency*) dan Indeks Kehalusan (*Smoothness Index*) seperti pada perhitungan berikut [5].

- Efisiensi Lintasan (*Line Efficiency*)

$$= \frac{\sum_{i=1}^N ST_i}{K \times CT} \times 100$$

$$= \frac{72+61+61+70+71+63+74+65}{8 \times 74} \times 100$$

$$= 90,7 \%$$
- Indeks Kehalusan (*Smoothness index*)

$$= \sqrt{\sum_{i=1}^K (ST_{maximum} - ST_i)^2}$$
- Indeks Kehalusan (*Smoothness index*)

$$= \sqrt{(74-72)^2 + (74-61)^2 + (74-61)^2 + (74-70)^2 + (74-71)^2 + (74-63)^2 + (74-74)^2 + (74-65)^2}$$
- Indeks Kehalusan (*Smoothness index*) = 23,85

Performansi lintasan saat ini berada pada nilai Efisiensi Lintasan sebesar (*Line Efficiency*) 89,5% dan Indeks Kehalusan (*Smoothness Index*) sebesar 23,85. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan setelah dilakukan perbaikan dengan menggunakan *Region Approach* sebesar 1,2% pada Efisiensi Lintasan (*Line Efficiency*) yang semula 89,5% menjadi 90,7% dan penurunan indeks kehalusan (*Smoothness Indeks*) sebesar 6,46 yang semula sebesar 30,31 menjadi 23,85. Efisiensi Lintasan yang semakin besar nilainya menunjukkan lintasan produksi berjalan dengan lebih baik dan merata, sedangkan penurunan pada Indeks Kehalusan menunjukkan aliran produksi lebih lancar dari sebelumnya [6]. Pembebanan beban kerja dengan menggunakan *Region Approach* tidak menjamin penumpukan akan hilang sehingga perancangan Sistem Kanban dilakukan untuk mengendalikan penumpukan yang terjadi di lintasan produksi [9]. Ciri khas dari Sistem Kanban adalah penggunaan sistem tarik (*pull system*) pada proses produksinya [3] dan penggunaan kartu Kanban sebagai alat visual yang berisikan informasi-informasi seperti elemen penyusunan kerja, item kerja, dan status item yang beredar [4]. Tahapan pertama pada perancangan Sistem Kanban yaitu membuat rancangan kartu Kanban yang meliputi Kanban perintah produksi dan Kanban pengambilan yang dapat dilihat pada

Gambar 2 dan Gambar 3.

KANBAN PERINTAH PRODUKSI		
No. Part		Proses
Nama Part		
Kapasitas kontainer		
Waktu Proses	Waktu Tunggu	Waktu Pengiriman

Gambar 2. Rancangan Kartu Kanban perintah produksi

KANBAN PENGAMBILAN			
No. Part		Proses	Stasiun kerja sebelumnya
Nama Part			
Kapasitas kontainer			
Waktu Proses	Waktu Tunggu	Waktu Pengiriman	Stasiun kerja selanjutnya

Gambar 3. Rancangan Kartu Kanban Pengambilan

Selanjutnya adalah melakukan perhitungan jumlah Kanban yang akan beredar, perhitungan jumlah Kanban yang beredar meliputi perhitungan untuk Kanban perintah produksi dan Kanban pengambilan. Perhitungan jumlah Kanban yang beredar memerlukan data Waktu tunggu dan Waktu Proses dari stasiun kerja [3] yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Waktu tunggu, Waktu pengiriman dan Waktu proses

No	Stasiun Kerja	Waktu Tunggu (detik)	Waktu Pengiriman (detik)	Waktu Proses (Detik)
1	Housing konektor VOBD <i>Three Phase</i>	15	1	72
2	Housing konektor VO B D <i>four phase</i>	12	1	61
3	Housing konektor VO	1	1	61
4	Housing konektor gabung	1	1	70
5	Housing konektor 11-R-I-OP	7	1	71
6	Pasang sleeve	2	1	63
7	Rakit <i>circuit sleeve</i> dan <i>clipping</i>	1	1	74
8	<i>Tapping</i> dan <i>clipping</i>	25	1	65
9	Bagian Permesinan	0	12	68
10	Bagian Quality Control	20	2	70

i. Perhitungan Jumlah Kanban Pengambilan untuk Stasiun Kerja Housing Konektor VOBD Three Phase.

- Jumlah Kanban (Y) $= \frac{(D) (L) (1 + \alpha)}{c}$
- D (permintaan dalam detik) $= \text{Permintaan per hari/kapasitas waktu tersedia}$
 $= 340 \text{ unit}/25200 \text{ detik}$
 $= 0.013 \text{ unit/detik}$
- L (Lead time) $= (\text{Waktu proses stasiun kerja Housing konektor VOBD Four Phase} + \text{waktu tunggu Housing konektor VOBD Four Phase} + \text{waktu pengiriman Housing konektor VOBD Four Phase})$
 $= 61 \text{ detik} + 15 \text{ detik} + 1 \text{ detik}$
 $= 74 \text{ detik}$
- C (kapasitas container) $= 17 \text{ unit}$
- Jumlah Kanban (Y) $= \frac{(D) (L) (1 + \alpha)}{c}$
 $= \frac{(0.013 \text{ Unit}) (74 \text{ Detik}) (1 + 0)}{17 \text{ Unit}}$
 $= 0.057 \approx 1 \text{ Kanban}$

ii. Perhitungan Jumlah Kanban Perintah Produksi untuk Stasiun Kerja Housing Konektor VOBD Three Phase.

- Jumlah Kanban (Y) $= \frac{(D) (L) (1 + \alpha)}{c}$
- D (permintaan dalam detik) $= \text{Permintaan per hari/kapasitas waktu tersedia}$
 $= 340 \text{ unit}/25200 \text{ detik}$
 $= 0.013 \text{ unit/detik}$
- L (Lead time) $= (\text{Waktu proses stasiun kerja Permesinan} + \text{waktu tunggu stasiun kerja Permesinan} + \text{waktu pengiriman stasiun kerja Permesinan})$
 $= 68 \text{ detik} + 0 \text{ detik} + 12 \text{ detik}$
 $= 80 \text{ detik}$
 $= 61 \text{ detik} + 15 \text{ detik} + 1 \text{ detik}$
 $= 74 \text{ detik}$
- C (kapasitas container) $= 17 \text{ unit}$
- Jumlah Kanban (Y) $= \frac{(D) (L) (1 + \alpha)}{c}$
 $= \frac{(0.013 \text{ Unit}) (80 \text{ Detik}) (1 + 0)}{17 \text{ Unit}}$
 $= 0.061 \approx 1 \text{ Kanban}$

Rekapitulasi Kanban pengambilan dan perintah produksi yang beredar di lini produksi dapat dilihat pada Tabel 4. Kapasitas *container* akan menjadi penumpukan *work in process* yang dikendalikan oleh Kanban, sehingga setelah dilakukan perancangan Sistem Kanban penumpukan *work in process* dapat dikendalikan menjadi 17 *pieces*.

$$\begin{aligned} \text{Persentase pengurangan penumpukan WIP} &= \frac{\text{jumlah pengurangan penumpukan}}{\text{jumlah awal penumpukan}} \times 100\% \\ &= \frac{2}{19} \times 100\% \\ &= 10,52\% \end{aligned}$$

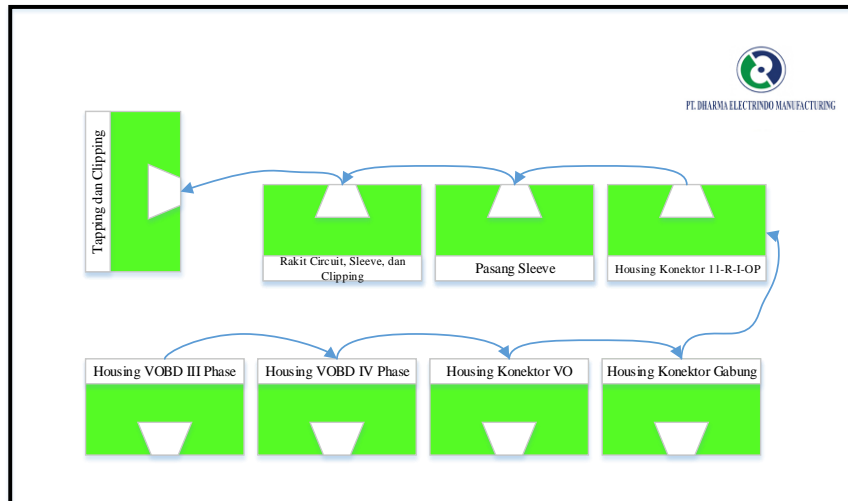
Tabel 4. Rekapitulasi Kanban pengambilan dan Kanban perintah produksi

No	Stasiun Kerja	Jumlah Kanban Perintah Produksi yang beredar	Jumlah Kanban Pengambilan yang beredar
1	Housing konektor VOBD Three Phase	1	1
2	Housing konektor VO B D four phase	1	1
3	Housing konektor VO	1	1
4	Housing konektor gabung	1	1
5	Housing konektor 11-R-I-OP	1	1
6	Pasang sleeve	1	1
7	Rakit circuit sleeve dan clipping	1	1
8	Tapping dan clipping	1	1

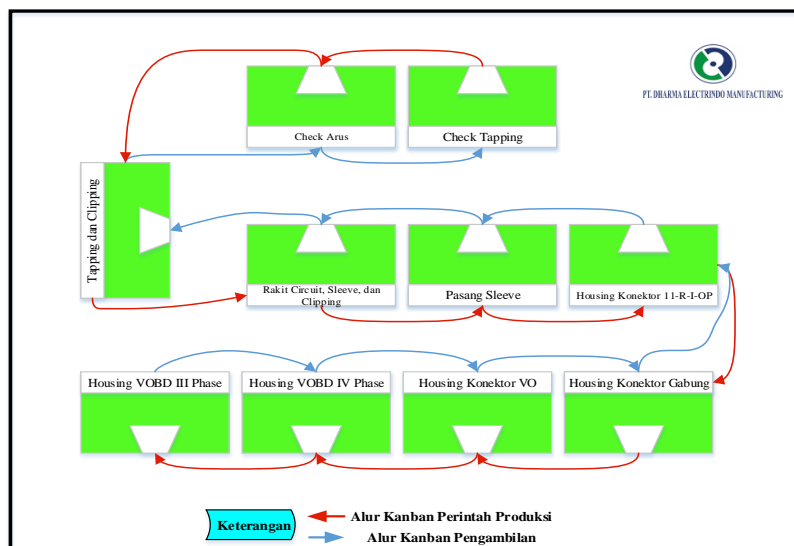
Setelah diketahui jumlah Kanban yang beredar pada lini produksi, Tahap selanjutnya adalah merancang Sistem tarik (*pull system*) untuk diterapkan di perusahaan. Karena perusahaan saat ini masih menggunakan Sistem dorong (*push system*) dimana produksi terus dilakukan dari stasiun kerja awal sampai stasiun kerja akhir, aliran proses produksi dengan menggunakan sistem dorong (*push system*) dapat dilihat pada Gambar 4. Perancangan sistem tarik (*pull system*) dilakukan dengan merubah aliran produksi yang semula dilakukan dari stasiun kerja paling awal, pada sistem tarik proses produksi dilakukan dari stasiun kerja akhir yang memberikan perintah produksi pada stasiun kerja sebelumnya begitu seterusnya sampai stasiun kerja pertama mendapatkan perintah produksi. Aliran produksi dengan menggunakan sistem tarik (*pull system*) dapat dilihat pada Gambar 5. Jumlah *container* dalam Kanban nantinya akan digunakan sebagai penumpukan *work in process* yang dapat dikendalikan oleh Kanban.

D. Kesimpulan

Perbaikan dengan penerapan Peayimbangan Lintasan (*Line Balancing*) menggunakan metode *Region Approach* dapat meningkatkan efisiensi lintasan produksi (*line efficiency*) sebesar 1,2% dan penurunan sebesar 6,46. Kenaikan pada efisiensi lintasan merupakan suatu hal yang baik karena menunjukkan lintasan produksi berjalan dengan lebih baik dan penurunan dari indeks kehalusan menunjukkan lintasan produksi berjalan lebih lancar dari sebelumnya. Penerapan Sistem Kanban di perusahaan merubah sistem dorong (*push system*) menjadi sistem tarik (*pull system*) dimana penumpukan *work in process* berkurang dari 19 *pieces* menjadi 17 *pieces* atau sebesar 10,5%, perusahaan harus memperhatikan beberapa hal jika ingin menerapkan hasil dari penelitian ini seperti perusahaan perlu mengeluarkan biaya tambahan untuk melakukan perpindahan aliran produksi yang semula menggunakan sistem dorong (*push system*) menjadi sitem tarik (*pull system*) selain itu perusahaan juga haru melakukan pelatihan kepada para pekerja agar dapat bekerja dengan sistem yang baru, tentunya tidak hanya biaya yang diperlukan oleh perusahaan untuk menerapkan usulan dari penelitian ini, tetapi juga waktu untuk beradaptasi dengan sistem yang baru. Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat membuat rancangan Sistem Kanban dengan sistem yang lebih terotomasi sehingga penyebaran Sistem Kanban tidak dilakukan secara manual terus-menerus dan juga diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat memberikan alternatif pembagian beban kerja yang lebih baik dengan menggunakan metode lainnya.



Gambar 4. Sistem dorong (*push system*) kondisi saat ini



Gambar 5. Rancangan sistem tarik (*pull system*)

Acknowledge

Peneliti mengucapkan rasa terimakasih sebanyak-banyaknya kepada orangtua yang tiada henti memberikan dukungan kepada peneliti, kedua pembimbing yaitu Ibu Dr. Endang Prasetyaningsih, Ir., MT. dan Ibu Reni Amaranti, ST., MT., IPM atas semua semangat, motivasi, dan telah memberikan bimbingan tanpa henti-hentinya dalam penelitian ini. Peneliti juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu selama penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu per-satu.

Daftar Pustaka

[1] Ginting, R., 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
 [2] Santos, J., Wysk, R., dan Torres, J. M., 2006. *Improving Production With Lean Thinking*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
 [3] Monden, Y., 2011. *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. London: CRC Press.
 [4] Hammarberg, M., dan Sunden, J., 2014. *Kanban In Action*. New York: Manning Publication Co.
 [5] Grzecha, W., 2011. *Assembly Line-Theory And Practice*. Rijeka; In Tech.

- [6] McGovern, S.M., dan Gupta, S.M., 2011. *Disassembly Line Balancing and Modelling*. New York: Mc Graw-Hill Co.
- [7] Thomopoulos, N., 2014. *Assembly Line Planning And Control*. New York: Springer.
- [8] Ravizar, A., dan Rosihin, R. 2018. Jurnal INTECH Teknik Industri, *Penerapan Lean Manufacturing untuk Mengurangi Waste pada Produksi Absorbent*, 4 (1), h.26.
- [9] Ledbetter, P., 2018. *The Toyota Template: The Plan for Just-In-Time and Culture Change Beyond Lean Tools*. London: CRC Press.
- [10] Istikomah, Mangunah, Prasetyaningsih, Endang, Muhammad, Chaznin R. (2021). *Usulan Perbaikan Lintasan Produksi untuk Mereduksi Waste pada Departemen Kerja Produksi dengan Kombinasi Lean Manufacturing dan Theory of Constraints*. Jurnal Riset Teknik Industri, 1(1), 77-87