

**PERANCANGAN E-KANBAN MENGGUNAKAN METODE CONWIP
UNTUK MENGURANGI KETERLAMBATAN PEMBUATAN PART
AREA MACHINING
PADA PT DIRGANTARA INDONESIA**

***DESIGNING ELECTRONIC KANBAN USING CONWIP METHOD TO
REDUCE DELAYS ON MACHINING PART IN PT DIRGANTARA
INDONESIA***

Mutia Rahma Niza¹, Denny Sukma Eka Atmaja², Widia Juliani³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

**mutiarahma@students.telkomuniversity.ac.id¹, dennysukma@telkomuniversity.ac.id²,
widiajuliani@telkomuniversity.ac.id³**

ABSTRAK

PT Dirgantara Indonesia merupakan Badan Usaha milik Negara (BUMN) memproduksi berbagai jenis pesawat terbang untuk memenuhi kebutuhan maskapai penerbangan sipil, operator militer dan kebutuhan misi khusus. PT. Dirgantara Indonesia mempunyai beberapa bagian produksi dan yang mengalami keterlambatan, salah satu diantaranya yaitu bagian produksi pada departemen machining. Penyebab terjadinya keterlambatan pada proses pembuatan part tersebut yaitu terdapatnya penumpukan WIP pada beberapa workcenter. Penyebab terjadinya permasalahan tersebut yaitu karena aliran informasi antar workcenter belum terintegrasi. Agar dapat mengatasi permasalahan yang terjadi, maka diperlukan sebuah sistem kontrol pada lantai produksi berupa sistem kanban. Dikatakan sebagai sistem kontrol karena sistem kanban merupakan sistem informasi yang menyelaraskan pengendalian proses produksi sehingga pada penelitian ini mengusulkan sistem kanban elektronik dengan menggunakan metode Constant Work in Process yang digunakan untuk melakukan perhitungan jumlah kartu kanban yang beredar. Rancangan kanban elektronik mulai dari raw material warehouse hingga assembly store yang merupakan sistem kontrol produksi untuk mengurangi terjadinya keterlambatan part dengan memberikan informasi mengenai produk apa yang akan diproduksi, kuantitas produksi dan kapan harus diproduksi. Aliran informasi ini akan terintegrasi dari raw material warehouse, departemen fabrikasi, assembly store dan dengan diterapkannya electronic kanban diharapkan dapat mengurangi terjadinya keterlambatan dan informasi dari kondisi lantai produksi dapat diupdate secara realtime.

Kata kunci : Kanban elektronik, Constant Work in Process, Machining, Keterlambatan

ABSTRACT

PT Dirgantara Indonesia is a State-Owned Enterprise (BUMN) that produces various types of aircraft to meet the needs of civil aviation, military operators and special mission needs. PT. Dirgantara Indonesia has several production departments and delays, one of which is the production department in the machining department. The cause of the delay in the process of making these parts is the accumulation of WIP in several work centers. The cause of these problems is because the flow of information between work centers has not been integrated. To overcome the problems that occur, we need a control system on the production floor in the form of a kanban system. It is said to be a control system because the kanban system is an information system that controls the production process, so this study proposes an electronic kanban system using the Constant Work in Process method which is used to calculate the number of circulating kanban cards.

electronic kanban ranging from raw material warehouse to assembly store which is a production control system to design the occurrence of part delays by knowing what products will be produced, the quantity of production and when it should be produced. This information flow will be integrated from the raw material warehouse, fabrication department, assembly shop and the implementation of electronic kanban is expected to reduce delays and information on production floor conditions can be updated in real time.

Keywords : *Electronic Kanban, Constant Work in Process, Machining, Lateness*

I. Pendahuluan

Sistem produksi modern selalu melibatkan komponen struktural dan fungsional dimana terjadi proses transformasi nilai tambah dari input menjadi output serta dapat mengirimkan produk yang berkualitas baik pada waktu yang tepat (William dkk., 2015). Pengiriman produk yang tidak tepat waktu mengharuskan perusahaan untuk membayar penalty dan bukan hanya itu, perusahaan akan kehilangan kepercayaan dari konsumen. Keterlambatan beberapa komponen penyusun akan berpengaruh pada waktu pemenuhan permintaan produk. Permasalahan keterlambatan tersebut dialami oleh PT Dirgantara Indonesia pada bagian fabrikasi dimana part yang dihasilkan tidak selesai pada waktu yang telah ditentukan. Dan akan berpengaruh pada proses selanjutnya karna part yang dibutuhkan tidak tersedia digudang fabrikasi. PT Dirgantara Indonesia merupakan Badan Usaha milik Negara (BUMN) memproduksi berbagai jenis pesawat terbang untuk memenuhi kebutuhan maskapai penerbangan sipil, operator militer dan kebutuhan misi khusus. PT. Dirgantara Indonesia mempunyai beberapa bagian produksi yang mengalami keterlambatan, salah satu bagian produksi tersebut dan akan dibahas pada penelitian ini adalah departemen *machining*. Sebanyak 16 part pada proses *machining* terdapat 10 part diantaranya yang mengalami keterlambatan yang dapat dilihat pada Tabel I.1 Data Keterlambatan Part

Tabel I.1 Data Keterlambatan Part

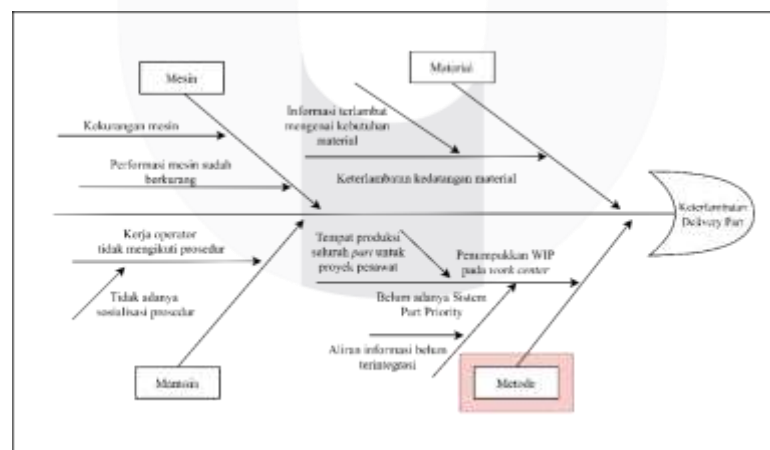
No	Part Number	Basic		Actual		Delay Time
		Start	Finish	Start	Finish	
1	330A24204820	05/31/2021	06/03/2021	05/07/2021	07/09/2021	36
2	332A2405524203	02/07/2020	05/04/2020	02/07/2020	07/08/2020	65
3	332A2405524302	03/10/2020	07/16/2020	03/10/2020	08/31/2020	46
4	332A2406062001	01/24/2020	03/13/2020	01/24/2020	03/13/2020	-
5	332A2406202001	04/17/2020	07/02/2020	03/19/2020	08/31/2020	60
6	332A2406282002	04/21/2020	11/23/2020	04/21/2020	10/09/2020	-
7	332A2406292001	07/27/2020	09/02/2020	07/27/2020	09/01/2020	-
8	332A24063220	03/19/2020	07/01/2020	03/19/2020	07/27/2020	26
9	332A24063320	03/19/2020	01/12/2021	03/19/2020	02/11/2021	30
10	332A2409142001	04/13/2020	10/28/2020	04/13/2020	11/23/2020	26
11	332A24096223	09/17/2020	11/03/2020	09/17/2020	11/03/2020	-
12	332A2409692601	02/19/2020	03/24/2020	02/19/2020	03/30/2020	6
13	332A2409692701	03/04/2020	04/01/2020	03/04/2020	04/15/2020	14
14	332A2409982601	01/15/2020	03/19/2020	01/15/2020	03/13/2020	-
15	332A2409982901	09/30/2020	10/28/2020	09/30/2020	10/28/2020	-
16	332A2406192201	08/18/2020	11/16/2020	08/18/2020	12/22/2020	36

Pembuatan *part* pada lini fabrikasi di area *machinig* sering mengalami keterlambatan dengan persentase perbandingan yaitu 63% *part* yang mengalami keterlambatan dan 44% sisanya tepat waktu atau *actual finish* sama dengan *plan finish*.



Gambar I.1 Persentase *part* yang mengalami keterlambatan

Untuk mengetahui akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya keterlambatan maka dilakukan wawancara kepada bagian produksi departemen *machining*. Terdapat empat faktor penyebab terjadinya keterlambatan yang digambarkan pada *fishbone diagram* yaitu metode, material, mesin, manusia.



Gambar I.2 *Fishbone Diagram*

Faktor metode disebabkan karna terjadinya penumpukan WIP di beberapa *workcenter*, dikarenakan pada departemen fabrikasi tersebut memproduksi *part* untuk keseluruhan proyek pembuatan pesawat. Lalu pada proses pengerjaan *part* pada *work center* belum adanya sistem *part priority*, yang disebabkan karena aliran informasi pada satu departemen dengan departemen lainnya belum terintegrasi, hal tersebut terjadi karna tidak adanya alat kontrol produksi. Selanjutnya, pada faktor material terdapat keterlambatan kedatangan material dikarenakan terlambatnya informasi mengenai kebutuhan material, selain itu yang menyebabkan informasi terlambat mengenai kebutuhan material pada Gudang raw material yaitu karna aliran informasi belum terintegrasi dengan departemen lainnya sehingga terjadi kesalahan informasi untuk pengiriman material ke lini fabrikasi. Faktor manusia yang disebabkan oleh kerja operator yang tidak mengikuti prosedur yang merupakan akibat dari tidak adanya sosialisasi prosedur tersebut. Faktor mesin yang disebabkan karena performansi mesin sudah berkurang serta terdapatnya kekurangan mesin pada beberapa *work center*.

Faktor metode yang merupakan permasalahan yang akan diselesaikan dalam tugas akhir dikarenakan apabila penggunaan metode pada pengendalian produksi sudah benar, maka, sistem produksi akan terkontrol dengan baik sehingga dapat mengurangi terjadinya keterlambatan pengiriman *part* ke *assembling* dan dapat mencegah terjadinya *job stop* pada lini perakitan tersebut.

Berdasarkan permasalahan keterlambatan pada lini fabrikasi area *machining* sistem kontrol yang dapat digunakan untuk mengontrol proses produksi salah satunya ialah kanban. Sistem kanban merupakan sebuah sistem informasi yang menyeimbangkan pengendalian produksi suatu produk yang dibutuhkan, dalam jumlah yang diinginkan, dan pada waktu yang dibutuhkan di setiap proses produksi di dalam pabrik maupun diantara perusahaan yang terkait. Sistem kanban yang menggunakan alat bantu berupa kartu sebagai aliran informasi yang digunakan untuk mengendalikan jalannya proses produksi.

Selain itu, dengan adanya sistem kanban dapat menurunkan jumlah work-in-process (WIP) di setiap proses dengan jumlah yang sesuai (Puspita dkk., 2020). Menurut Zhao dkk (2020) Penerapan electronic Kanban dapat menampilkan informasi rencana produksi, status dan informasi pada setiap workstation produksi secara realtime. Sistem ini dapat menampilkan informasi realtime ini dapat digunakan sebagai sistem control yang diakses melalui jaringan internet. Kepala lini departemen atau production control pada setiap departemen dapat memonitor keadaan lini produksi dan mengatasi permasalahan dengan mengambil beberapa kebijakan. Selain memiliki kemampuan dalam mengurangi penundaan, sistem electronic kanban yang dirancang dapat membantu mengurangi kesalahan manusia dalam penempatan kartu kanban manual dan memperlancar aliran proses karena semua sinyal dikirim secara otomatis ke setiap langkah produksi

II. Landasan Teori

I.1. Lini Produksi

Menurut Baroto (2002) lini produksi merupakan penempatan dari area kerja dimana operasinya terjadi secara berurutan sesuai prosedur dan material yang digunakan untuk proses produksi bergerak secara berkelanjutan melalui operasi yang berjalan secara seimbang. Berdasarkan karakteristiknya lini produksi terbagi dua yaitu :

1. Lini fabrikasi
Lini fabrikasi merupakan suatu lintasan produksi yang terdiri dari operasi pekerjaan dan bersifat mengubah bentuk material atau benda kerja.
2. Lini perakitan
Lini perakitan merupakan suatu lintasan produksi yang terdiri dari sejumlah proses perakitan yang dikerjakan pada bermacam workstation lalu kemudian disatukan menjadi benda sub assembly atau assembly.

2. Kanban

Kanban adalah sebuah sistem informasi yang secara harmonis mengendalikan jumlah produk yang diproduksi sesuai dengan jumlah diperlukan dan pada waktu produk tersebut dibutuhkan pada proses manufacturing atau perusahaan. Kanban sendiri merupakan sebuah tool untuk mencapai sistem produksi tepat waktu atau yang dikenal dengan JIT. Kanban berupa “kartu” atau “tanda” yang memberikan informasi terdiri dari tiga kategori yaitu diantaranya; informasi pengambilan, informasi pemindahan dan informasi produksi yang biasanya diletakkan dalam amplop vinil berbentuk persegi Panjang (Monden, 2011). Menurut Monden (2000), sistem Kanban memiliki beberapa fungsi yang dapat digunakan sesuai fungsinya masing – masing yaitu sebagai berikut :

1. Perintah antara produksi dan pengiriman
2. Proses pencegahan terjadinya produksi yang berlebihan (overproduction)
3. Control atau pengendalian visual
4. Perbaikan suatu proses
5. Pengurangan ongkos pengelolaan

3. Jenis – jenis Kanban

Menurut Monden (2012) terdapat dua jenis kanban utama atau kanban yang sering digunakan yaitu:

- 1) Kanban penarikan atau withdrawal kanban, yaitu menspesifikasikan jumlah dan jenis produk yang harus ditarik dari proses sebelumnya/terdahulu oleh proses setelahnya/berikutnya.

Store Shelf No. 5E215 Item Back No. A2-15			Preceding Process Forging B-2 Subsequent Process Machining m-6
Item No. 35670807			
Item Name Drive Pinion			
Car Type SX50BC			
Box Capacity 20	Box Type B	Issued No. 4/8	

Gambar II.1 *Withdrawal Kanban*

- 2) Kanban produksi atau production ordering kanban, yaitu menspesifikasikan jenis dan jumlah produk yang harus diproduksi oleh proses terdahulu.

Store Shelf No. F26-18 Item Back No. A5-34			Process Machining SB-8
Item No. 56790-321			
Item Name Crank Shaft			
Car Type SX50BC-150			

Gambar II.2 *Production Kanban*

4. Kanban Elektronik

Sistem kanban elektronik (e-kanban) merupakan transformasi dari kanban konvensional menuju elektronik tanpa penggunaan kartu, sehingga memberikan dampak kepada perusahaan dan pemasok sebagai alat informasi untuk memenuhi tuntutan pesanan (demand) yang dapat mendorong nilai dan kinerja dapat terselesaikan tepat waktu (Mašiková, 2008). Menurut Puar dan Siregar (2018) Kanban elektronik yang dirancang bertujuan agar ketidakaturan dari kanban manual dapat diatasi.

5. Metode Terpilih

II.5.1 CONWIP

Constant Work In Process (CONWIP) mengasumsikan bahwa bagian dipindahkan dalam wadah standar yang memiliki jumlah pekerjaan yang sama yang membuat total waktu proses untuk setiap kontainer kira-kira sama (Hoppt, 2001). Metode ini menggunakan beberapa karakteristik yang terdiri dari:

- 1) Pelepasan pesanan didasarkan pada daftar simpanan
- 2) Daftar backlog tidak ditentukan oleh sistem CONWIP (bergantung pada setiap jenis untuk mengatur prioritas).
- 3) Disiplin antrian dalam sistem produksi adalah FCFS (First Come First Serve)
- 4) Jumlah kartu dihitung mirip dengan Kanban.
- 5) Suku cadang harus memiliki jumlah waktu pemrosesan standar.

II.5.2 Alasan pemilihan

Hasil dari penelitian ini adalah jumlah kartu Kanban yang memiliki sejumlah stok penyangga untuk mengontrol aliran barang yang diperlukan. Hal ini dapat memperlihatkan bahwa metode ConWIP sudah tepat untuk diterapkan pada penelitian ini dengan beberapa faktor yang harus dipertimbangkan seperti inventory.

Tabel II.1 Perbandingan Metode Constant – Cycle Withdrawal System dan Constant WIP

Constant – Cycle Withdrawal System	Constant WIP
Lebih sesuai jika digunakan untuk penarikan atau pengambilan yang memiliki jarak yang jauh dan dalam penarikan antara Supplier dengan perusahaan	Lebih sesuai jika digunakan untuk penarikan atau pengambilan yang memiliki jarak lebih dekat atau masih dalam area produksi atau antar <i>work center</i> di suatu perusahaan
Dalam menentukan jumlah kartu Kanban tidak memperhitungkan jumlah <i>buffer stock</i>	Dalam menentukan jumlah kartu Kanban terlebih dahulu memperhitungkan jumlah

	<i>buffer stock</i>
Memerlukan data jadwal penarikan (<i>withdrawal interval</i>)	Tidak memerlukan data jadwal penarikan (<i>withdrawal interval</i>)
Penarikan hanya akan dilakukan sesuai dengan jadwal penarikan	Penarikan dilakukan saat jumlah tertentu telah habis digunakan atau jika ada permintaan

6. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang relevan dengan topik kanban dijadikan salah satu referensi dalam penelitian ini untuk melakukan perbaikan terus menerus.

Tabel II.2 Posisi Penelitian

	Karakteristik	Penelitian			
		(Wita dkk. 2015)	(Ayutami dkk. 2019)	(Choiriyah dkk. 2021)	(Penelitian Sekarang)
Topik Software	Perancangan Sistem		✓	✓	✓
	XAMPP		✓	✓	✓
	Basis Data		✓	✓	✓
	PHP		✓		✓
Metode	CONWIP		✓		✓
	Constant Quantity	✓		✓	-
Tujuan	Mereduksi keterlambatan part	✓	✓	✓	✓
	Mereduksi Work In Process	✓			✓
Parameter	Actual Finish Time	✓	✓	✓	✓
	Work In Process	✓			✓
Objek	Lantai Pabrik	✓	✓	✓	✓
	Stasiun Kerja	✓	✓	✓	✓

III. Metode Penelitian

III.1 Model Konseptual

Model konseptual merupakan diagram dari faktor-faktor tertentu yang merupakan rangkaian hubungan yang membantu dalam merumuskan kerangka permasalahan dan hasil ataupun solusi dari permasalahan yang sedang dibahas. Kanban elektronik sebagai sistem Kanban yang dirancang untuk menampilkan kontrol produksi secara visual melalui monitor sebagai pendukung supaya proses produksi tidak mengalami keterlambatan. Sistem Kanban ini dirancang untuk mengurangi keterlambatan pada lini fabrikasi part area *machining*, sehingga jika part tersebut selalu tersedia ketika dibutuhkan. Kanban elektronik yang merupakan output dari penelitian ini didapatkan setelah melakukan perhitungan jumlah kartu kanban yang beredar serta merancang kanban elektronik berbasis website dengan tampilan zend framework dan Bahasa pemrograman PHP.



Gambar III.1 Model Konseptual

IV. Pengumpulan Dan Pengolahan Data

IV.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan untuk mencari dan mendapatkan informasi berupa data yang diperlukan dalam melakukan penelitian. Data diperoleh dengan cara menggunakan sebuah metode yaitu wawancara.

IV.1.1. *Data Waktu Operasional*

Berikut pada Tabel IV.1 merupakan data waktu operasional di PT Dirgantara Indonesia, dimana waktu operasional merupakan waktu yang tersedia untuk bekerja atau waktu kerja efektif yang ada di PT Dirgantara Indonesia.

Tabel IV.1 Waktu Operasional

Hari Kerja	Shift ke	Waktu Kerja		Lama Istirahat (Menit)	Jumlah Waktu Kerja Riil (Jam)
		Mulai	Berakhir		
Senin s/d Kamis	I	7:30	16:30	60	8
	II	16:00	00:00	60	7
	III	23:45	7:45	60	7
Jum'at	I	7:30	17:00	90	8
	II	16:30	0:30	60	7
	III	0:15	7:45	60	6.5

IV.1.2. Data Quantity req, machine time, labor time, setup time, interoperation time, dan completion time

Tabel IV.2 *Quantity req, processing time, setup time, interoperation time, dan completion time*

No	Part Number	Quantity Req (Unit)	Processing Time (Jam)		Setup Time (Jam)	Interoperation Time (Jam)	Completion Time (Jam)
			Machine Time (Jam)	Labor Time (Jam)			
1	332A2405524203	1	1.655	8.285	3.840	21.000	8
2	332A2405524302	1	1.655	8.245	3.840	27.000	8
3	332A2406282002	1	0.809	0.685	1.690	42.000	8
4	332A2406292001	1	3.349	2.953	6.781	54.000	8
5	332A24063220	1	5.097	1.876	5.470	54.000	8

6	332A2406202001	1	3.664	2.035	4.269	52.000	8
7	332A24063320	1	2.530	2.598	1.698	58.000	8
8	332A2409142001	2	3.375	2.742	5.890	54.000	8
9	332A2409692601	1	3.064	1.233	5.000	54.000	8
10	332A2409692701	1	3.064	1.233	5.000	54.000	8
11	330A24204820	1	0.463	0.802	1.970	22.000	8
12	332A2406062001	1	12.747	1.648	5.110	56.000	8
13	332A24096223	2	1.106	0.620	2.140	40.000	8
14	332A2409982601	1	8.730	3.338	6.160	53.000	8
15	332A2409982901	1	8.730	3.338	6.160	53.000	8
16	332A2406192201	1	7.005	1.564	2.650	45.000	8

Beberapa penjelasan terkait dengan data yang digunakan yaitu sebagai berikut :

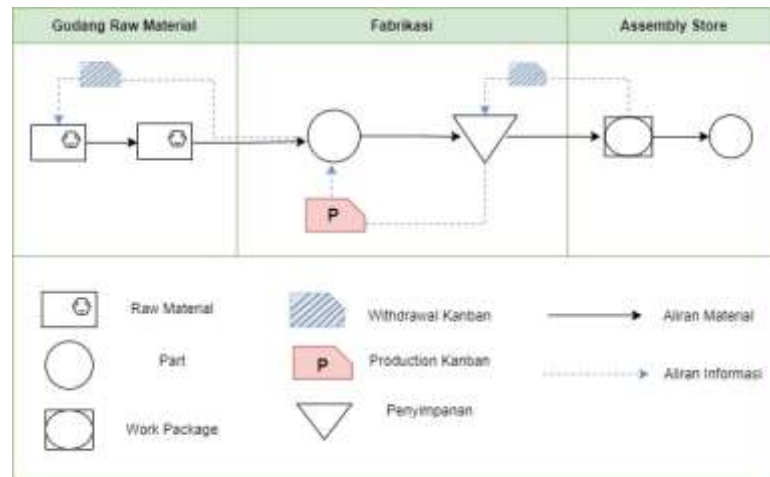
1. Data quantity req adalah jumlah part yang dibutuhkan untuk memenuhi satu buah permintaan.
2. Machine time merupakan waktu lamanya proses permesinan yang dilewati part .
3. Labor time merupakan waktu lamanya proses pengerjaan part oleh tenaga kerja.
4. Setup time adalah waktu yang diperlukan untuk memepersiapkan mesin sebelum memulai proses produksi.
5. Interoperation time merupakan total waktu perpindahan part mulai dari proses awal hingga proses akhir.
6. Completion time merupakan waktu administrasi part ketika telah selesai dikerjakan dan selanjutnya akan dikirim ke assembly store.

Kemudian dari data machine time dan labor time setelah dijumlahkan maka didapatkan waktu nilai processing time, sedangkan nilai interoperation time didapat dari penjumlahan transportation time, queue time dan waiting time.

IV.2. Perancangan Sistem Kanban

IV.2.1. Perancangan Penempatan Kartu Kanban

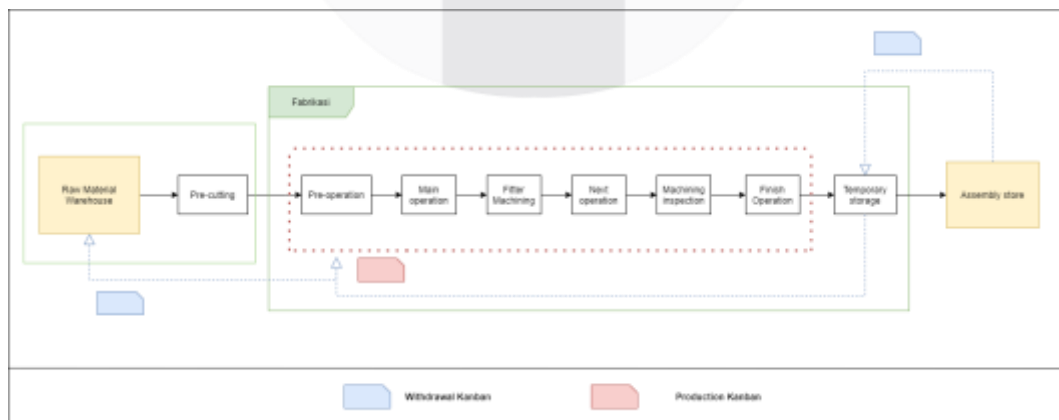
Terdapat beberapa posisi penempatan kartu Kanban yang akan diterapkan yaitu di area raw material warehouse, departemen fabrikasi, assembly store. Area gudang raw material merupakan tempat penyimpanan bahan baku yang digunakan untuk pembuatan part pada departemen fabrikasi, dimana part tersebut diproses di area machining dan sheet metal forming, akan tetapi pada penelitian ini hanya fokus pada proses part di area *machining*. Aliran informasi yang berasal dari *assembly store* dimulai ketika part sudah sama dengan level stock, maka akan mengirimkan *withdrawal* Kanban dan *production* kanban ke fabrikasi. Selanjutnya dari fabrikasi akan mengirimkan *withdrawal* kanban gudang raw material. Sedangkan untuk aliran material berupa *raw material* dikirim dari gudang ke fabrikasi sesuai dengan informasi penarikan yang terdapat pada *withdrawal* kanban. Selanjutnya setelah *part* selesai diproduksi di fabrikasi lalu *part* akan dikirimkan ke *assembly store* dalam bentuk *work package*.



Gambar IV.1 Penempatan Kartu Kanban

IV.2.2. Perancangan Mekanisme Kartu Kanban

Berdasarkan Gambar IV.2 Mekanisme Kartu Kanban menggambarkan aliran withdrawal kanban dan production kanban, dimana aliran sistem kanban dimulai dari assembly store yang membutuhkan part sesuai permintaan dengan mengirimkan withdrawal kanban ke area fabrikasi ditandai dengan kartu Kanban berwarna biru. Setelah departemen fabrikasi menerima sinyal untuk mengirim part ke assembly store, apabila part yang dibutuhkan tersedia di DM warehouse maka akan dikirim ke assembly store. Akan tetapi, jika part tidak tersedia maka production kanban akan memerintahkan fabrikasi untuk melakukan proses produksi part, production kanban ditandai dengan kartu berwarna merah. Sebelum melakukan proses produksi part, maka fabrikasi mengirimkan sinyal penarikan bahan baku ke gudang raw material dengan asumsi bahwa bahan baku sudah tersedia di raw material warehouse.



Gambar IV.2 Mekanisme Kartu Kanban

IV.2.3. Perancangan Kartu Kanban

Kartu kanban yang dirancang terdiri dari production kanban dan withdrawal kanban. *Production kanban* berfungsi memberikan perintah untuk melakukan aktivitas produksi, sedangkan *withdrawal kanban* berfungsi untuk melakukan penarikan raw material atau part yang diperlukan.

PRODUCTION KANBAN	
Kanban ID : KAB022	PROCESS Machining (milling 3-Axis) 
Part Number : 332A2409142001	
Part Name : FITTING, LOWER	
Qty of Part : 2	
Order ID : 20527590	

Gambar IV.3 Production Kanban

WITHDRAWAL KANBAN			
Kaban ID : KAB022		Preceding Process	
Part Number : 332A2409142001		Machining (milling 3-Axis)	
Part Name : FITTING, LOWER		Subsequent Process	
Qty of part : 2		Fitter Machining	
Order ID : 2052759030527590		Box Capacity	Box Type
		2	B

Gambar IV.4 Withdrawal Kanban

IV.2.4. Perhitungan Jumlah Kartu Kanban

Untuk menghitung jumlah kartu kanban yang beredar melewati beberapa tahap yaitu yang pertama perhitungan necessary number of part during lead time dengan terlebih dahulu menghitung lead time dan machine capacity, selanjutnya terdapat perhitungan safety inventory dimana sebelumnya ditetapkan terlebih dahulu safety factor sebesar 10% dan barulah perhitungan jumlah kartu kanban yang beredar.

1. Perhitungan necessary number of part during lead time

Necessary number of part during lead time

= Lead time of withdrawal kanban x Hourly average quantity of parts needed for the subsequent process

Untuk dapat menghitung *necessary number of part during lead time*, maka terlebih dahulu menghitung *lead time of withdrawal kanban* dan *machine capacity* dengan formula sebagai berikut:

lead time of withdrawal kanban

= (Qty req x processing time) + setup time + interoperation time + completion time

Machine capacity = capacity x performance

2. Perhitungan Safety Inventory

Safety Inventory

= Necessary number of part during lead time x safety factor

3. Perhitungan Jumlah Kartu Kanban yang Beredar

$$N = \frac{D \times a \times \left(\frac{c+1}{b} \right) + S}{M}$$

Tabel IV.3 Perhitungan Jumlah Kartu Kanban

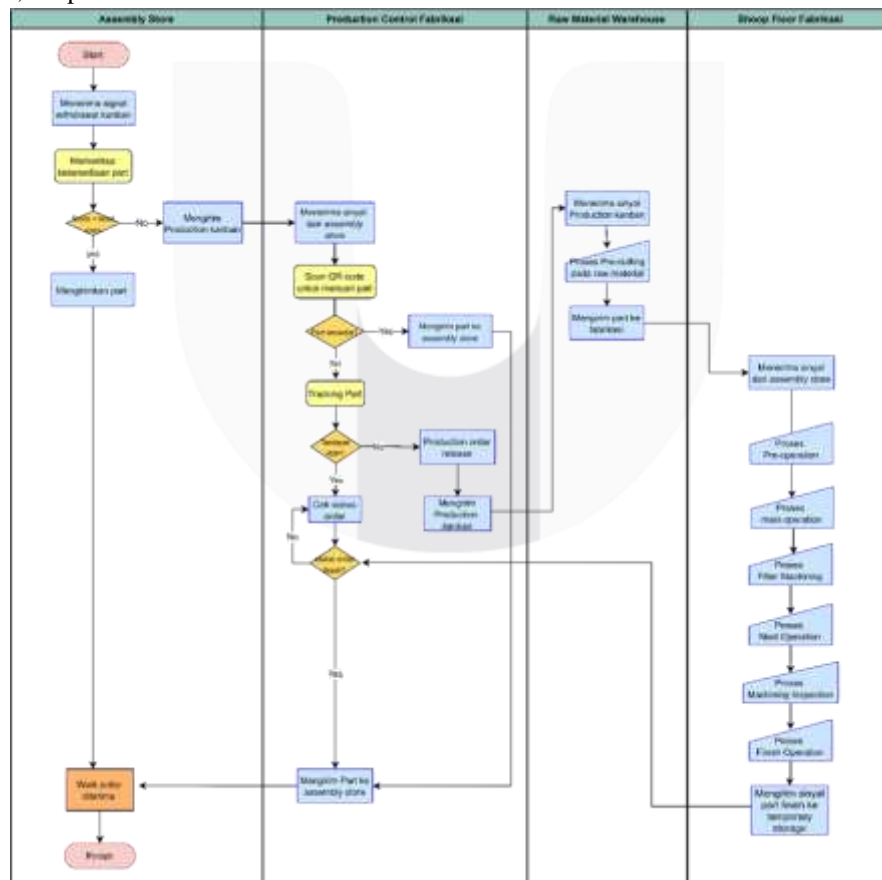
No	Part Number	Necessary Number of Part (Unit)	Lead Time of Withdrawal Kanban (Jam)	Necessary Number of Part During Lead Time (Unit)	Safety Factor	Safety Inventory (Unit)	Capacity Box (Unit)	Jumlah Kartu Kanban
1	332A2405524203	1	42.780	0.0817	10.00%	0.00817	1	1
2	332A2405524302	1	48.740	0.0931	10.00%	0.00931	1	1
3	332A2406282002	1	53.184	0.2563	10.00%	0.02563	1	1
4	332A2406292001	1	75.083	0.1634	10.00%	0.01634	1	1
5	332A24063220	1	74.443	0.1537	10.00%	0.01537	1	1
6	332A2406202001	1	69.968	0.1462	10.00%	0.01462	1	1
7	332A24063320	1	72.826	0.2921	10.00%	0.02921	1	1
8	332A2409142001	2	80.124	0.5817	10.00%	0.05817	2	1
9	332A2409692601	1	71.297	0.2580	10.00%	0.02580	1	1
10	332A2409692701	1	71.297	0.2580	10.00%	0.02580	1	1
11	330A24204820	1	33.235	0.1658	10.00%	0.01658	1	1

12	332A2406062001	1	83.505	0.2288	10.00%	0.02288	1	1
13	332A24096223	2	53.592	0.7739	10.00%	0.07739	2	1
14	332A2409982601	1	79.228	0.2852	10.00%	0.02852	1	1
15	332A2409982901	1	79.228	0.2852	10.00%	0.02852	1	1
16	332A2406192201	1	64.219	0.6646	10.00%	0.06646	1	1

IV.3. Perancangan mekanisme elektronik Kanban

IV.3.1 Perancangan Proses Bisnis Sistem Elektronik Kanban

Tahap pertama untuk merancang bagaimana sistem elektronik kanban secara detail yaitu dengan membuat proses bisnis seperti pada Gambar IV.6 Proses Bisnis yang menggambarkan alur dari sistem elektronik kanban mulai dari aktivitas pada assembly store oleh operator, production control fabrikasi, shop floor fabrikasi dan raw material warehouse.



Gambar IV.5 Proses Bisnis

V. Analisa Dan Evaluasi Hasil Perancangan

V.1.1 Hasil Perancangan Sistem Kanban Elektronik

sistem kanban elektronik pada fabrikasi departemen machining menunjukkan bagaimana alur dari alat kontrol produksi tersebut bekerja, mulai dari departemen assembly store, fabrikasi, hingga raw material warehouse. Ketika assembly store menerima sinyal untuk mengirim part machining, terdapat tiga kondisi yang akan disimulasikan yaitu *part* yang dibutuhkan memiliki stock tersedia di assembly store, lalu part masih dalam antrian di shop floor, dan part belum release order.

Pada menu *order list* memiliki fungsi untuk menampung *part* yang di telah di *order* oleh *assembly line*

Gambar V.1 Tampilan *Dashboard*

Menu *part priority* berfungsi untuk memberi informasi mengenai *part* yang harus dikerjakan terlebih dahulu pada proses produksi berdasarkan *deadline part* yang dapat dilihat pada *schedule time* yang disediakan pada tabel menu *part priority*

No	Part Name	Part Number	Order ID	Kanban ID
1	FITTING	332A48892701	2022077	KAN24
2	FITTING LOWER	332A488142001	20221303	KAN03

Showing 1002 of 2 entries

Gambar V.2 Menu *Part Priority*

Pada menu order list memiliki fungsi untuk menampung part yang di telah di order oleh assembly line serta pada menu order list juga merangkap fungsi untuk mengontrol part yang tersedia pada assembly store.

No	Part Number	Order ID	Kanban ID	Qty	Stock	Action
1	332A48892701	2022124	KAN013	1	2	Order Cancelled
2	332A48818301	2022134	KAN014	1	0	Order Cancelled
3	332A48803001	2022133	KAN015	1	0	Order Cancelled
4	332A48803101	2022088	KAN016	1	0	Order Cancelled
5	332A48814101	2022700	KAN017	1	0	Order Cancelled
6	332A48803001	2022133	KAN015	1	0	Order Cancelled
7	332A48892701	2022077	KAN24	1	0	Order Cancelled
8	332A488142001	20221303	KAN03	1	0	Order Cancelled
9	332A488142001	20221303	KAN03	1	0	Order Cancelled
10	332A488142001	20221303	KAN03	1	0	Order Cancelled

Showing 10 of 16 entries

Gambar V.3 Menu *Order List*

Pada menu report berfungsi untuk mengumpulkan semua data aktivitas proses produksi pada fabrikasi.

No.	Part Number	Part Name	Order Date	Time Remaining	Plan Finish	Actual Finish	Status
1	0000000001	PTTNG	2021-09-20	3 hour	2021-09-20		On Time
2	0000000002	PTTNG, JUMPER	2021-09-20	11 hour	2021-09-20		On Time
3	0000000003	PTTNG	2021-09-20	10 hour	2021-09-20	2021-09-20	On Time
4	0000000004	HALF TANK	2021-09-20	17 hour	2021-09-20	2021-09-20	On Time
5	0000000005	CABLE PROTECT	2021-09-20	20 hour	2021-09-20	2021-09-20	On Time
6	0000000006	SHIELD, 10	2021-09-20	19 hour	2021-09-20	2021-09-20	On Time
7	0000000007	PTTNG, WIRE, FIBER, 100	2021-09-20	8 hour	2021-09-20	2021-09-20	On Time
8	0000000008	SHIELD, 10	2021-09-20	8 hour	2021-09-20	2021-09-20	On Time
9	0000000009	SHIELD, 10	2021-09-20	8 hour	2021-09-20	2021-09-20	On Time
10	0000000010	PTTNG, TAIL, 100, 10	2021-09-20	8 hour	2021-09-20	2021-09-20	On Time

Gambar V.4 Menu *Report*

Pada menu schedule berfungsi untuk menampilkan schedule pengerjaan part, sehingga production control dapat memantau bagaimana status part tersebut.

No	Part Number	Order ID	Qty	Plan Start	Plan Finish	Actual Start	Actual Finish	Action	Current Position
1	0000000001	20210920	3	2021-09-20	2021-09-20	2021-09-20	2021-09-20	Red	
2	0000000002	20210920	3	2021-09-20	2021-09-20	2021-09-20	2021-09-20	Red	
3	0000000003	20210920	3	2021-09-20	2021-09-20	2021-09-20	2021-09-20	Red	
4	0000000004	20210920	3	2021-09-20	2021-09-20	2021-09-20	2021-09-20	Red	

Gambar V.5 Menu *Schedule*

Tampilan kanban board memberitahukan tentang status part, dimana terdapat tiga status part yaitu diantaranya part yang sedang di order ke fabrikasi, lalu status part yang sedang dikirim dari fabrikasi ke assembly store dan yang terakhir adalah status part yang sudah diterima oleh assembly store.

E-KANBAN																																																																																											
Kanban Board																																																																																											
Kanban Board																																																																																											
<div> <div> TODO <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Part Number</th> <th>Part Name</th> <th>Order ID</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0000000001</td><td>PTTNG</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>2</td><td>0000000002</td><td>PTTNG, JUMPER</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>3</td><td>0000000003</td><td>PTTNG</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>4</td><td>0000000004</td><td>HALF TANK</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>5</td><td>0000000005</td><td>CABLE PROTECT</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>6</td><td>0000000006</td><td>SHIELD, 10</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>7</td><td>0000000007</td><td>PTTNG, WIRE, FIBER, 100</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>8</td><td>0000000008</td><td>SHIELD, 10</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>9</td><td>0000000009</td><td>SHIELD, 10</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>10</td><td>0000000010</td><td>PTTNG, TAIL, 100, 10</td><td>20210920</td></tr> </tbody> </table> </div> <div> DOING <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Part Number</th> <th>Part Name</th> <th>Order ID</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0000000001</td><td>PTTNG, TAIL, 100, 10</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>2</td><td>0000000002</td><td>SHIELD, 10</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>3</td><td>0000000003</td><td>PTTNG, WIRE, FIBER, 100</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>4</td><td>0000000004</td><td>SHIELD, 10</td><td>20210920</td></tr> </tbody> </table> </div> <div> DONE <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Part Number</th> <th>Part Name</th> <th>Order ID</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0000000001</td><td>PTTNG, TAIL, 100, 10</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>2</td><td>0000000002</td><td>PTTNG</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>3</td><td>0000000003</td><td>PTTNG, WIRE, FIBER, 100</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>4</td><td>0000000004</td><td>PTTNG</td><td>20210920</td></tr> <tr><td>5</td><td>0000000005</td><td>SHIELD, 10</td><td>20210920</td></tr> </tbody> </table> </div> </div>				No	Part Number	Part Name	Order ID	1	0000000001	PTTNG	20210920	2	0000000002	PTTNG, JUMPER	20210920	3	0000000003	PTTNG	20210920	4	0000000004	HALF TANK	20210920	5	0000000005	CABLE PROTECT	20210920	6	0000000006	SHIELD, 10	20210920	7	0000000007	PTTNG, WIRE, FIBER, 100	20210920	8	0000000008	SHIELD, 10	20210920	9	0000000009	SHIELD, 10	20210920	10	0000000010	PTTNG, TAIL, 100, 10	20210920	No	Part Number	Part Name	Order ID	1	0000000001	PTTNG, TAIL, 100, 10	20210920	2	0000000002	SHIELD, 10	20210920	3	0000000003	PTTNG, WIRE, FIBER, 100	20210920	4	0000000004	SHIELD, 10	20210920	No	Part Number	Part Name	Order ID	1	0000000001	PTTNG, TAIL, 100, 10	20210920	2	0000000002	PTTNG	20210920	3	0000000003	PTTNG, WIRE, FIBER, 100	20210920	4	0000000004	PTTNG	20210920	5	0000000005	SHIELD, 10	20210920
No	Part Number	Part Name	Order ID																																																																																								
1	0000000001	PTTNG	20210920																																																																																								
2	0000000002	PTTNG, JUMPER	20210920																																																																																								
3	0000000003	PTTNG	20210920																																																																																								
4	0000000004	HALF TANK	20210920																																																																																								
5	0000000005	CABLE PROTECT	20210920																																																																																								
6	0000000006	SHIELD, 10	20210920																																																																																								
7	0000000007	PTTNG, WIRE, FIBER, 100	20210920																																																																																								
8	0000000008	SHIELD, 10	20210920																																																																																								
9	0000000009	SHIELD, 10	20210920																																																																																								
10	0000000010	PTTNG, TAIL, 100, 10	20210920																																																																																								
No	Part Number	Part Name	Order ID																																																																																								
1	0000000001	PTTNG, TAIL, 100, 10	20210920																																																																																								
2	0000000002	SHIELD, 10	20210920																																																																																								
3	0000000003	PTTNG, WIRE, FIBER, 100	20210920																																																																																								
4	0000000004	SHIELD, 10	20210920																																																																																								
No	Part Number	Part Name	Order ID																																																																																								
1	0000000001	PTTNG, TAIL, 100, 10	20210920																																																																																								
2	0000000002	PTTNG	20210920																																																																																								
3	0000000003	PTTNG, WIRE, FIBER, 100	20210920																																																																																								
4	0000000004	PTTNG	20210920																																																																																								
5	0000000005	SHIELD, 10	20210920																																																																																								

Gambar V.6 Tampilan *Kanban Board*

Pada menu *shop floor* ini memuat informasi tentang pengerjaan *part* sehingga dapat diketahui berapa lama lagi *part* akan selesai dikerjakan melalui data *time remaining* yang terdapat pada menu *shop floor*

#	Part Number	Description	Start Plan	Finish Plan	Start Actual	Finish Actual	Time Remaining	Status	Action
1	00020977	FITTING	2021-09-21	2021-09-24	2021-09-21		4 (10%)	WIP	Order

Order	Oper. Act.	WCN	Operation chart	Op. Qty	Act. start	Act. finish	Action
00020977	000		Reorder	6	2021-09-21	2021-09-21	
00020977	200		NATURAL INSPECTION	6	2021-09-21	2021-09-21	
00020977	300		CIRCULAR SAW	6	2021-09-21	2021-09-21	
00020977	400		CNC VERTICAL MILLING MACHINE CNC	6	2021-09-21	2021-09-21	

Gambar V.7 Menu Shop Floor Control

V.1.2 Analisa Penerapan Kanban Elektronik

Pada departemen fabrikasi aliran informasi belum terintegrasi dengan departemen lainnya sehingga sering terjadi kesalahan informasi untuk mengirimkan part ke assembly line. Electronic kanban dapat menyelesaikan 52% dari keseluruhan faktor penyebab keterlambatan *machining part*. Perancangan kanban elektronik memberikan informasi secara *real time* pada masing-masing departemen yang terintegrasi yaitu *assembly store*, fabrikasi, dan *raw material warehouse*. Pada *shop floor* fabrikasi *Production control* dapat melakukan tindakan jika terdapat *part* yang sisa waktu pengerjaannya singkat atau bahkan akan mengalami keterlambatan, karna dengan sistem kanban elektronik terdapat informasi *time remaining*. Pada sistem kanban elektronik yang dirancang juga terdapat menu *part priority* yang berarti pengerjaan *part* dapat diurutkan berdasarkan *time remaining* paling singkat.

Gambar V.7 Report keterlambatan Setelah Menggunakan E-kanban

No.	Part Number	Part Name	Start Date	Time Remaining	Plan Time	Actual Time	Status
1	00020977	FITTING	20-09-2021	3.5 hour	2021-09-21		On Time
2	00020977	FITTING CORNER	20-09-2021	11 hour	2021-09-21		On Time
3	00020977	FITTING	20-09-2021	10 hour	2021-09-21	2021-09-21	On Time
4	00020977	WALFTRAME	20-09-2021	17 hour	2021-09-21	2021-09-21	On Time
5	00020977	CABLE PROTECT	20-09-2021	10 hour	2021-09-21	2021-09-21	On Time
6	00020977	SPALCE, 10	20-09-2021	14 hour	2021-09-21	2021-09-21	On Time
7	00020977	SPALCE, 10	20-09-2021	14 hour	2021-09-21	2021-09-21	On Time
8	00020977	SPALCE, 10	20-09-2021	14 hour	2021-09-21	2021-09-21	On Time
9	00020977	SPALCE, 10	20-09-2021	14 hour	2021-09-21	2021-09-21	On Time
10	00020977	FITTING, 10	20-09-2021	14 hour	2021-09-21	2021-09-21	On Time

VI. Kesimpulan Dan Saran

VI.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini khususnya pada pembuatan *part* yang berasal dari departemen fabrikasi area *machining* adalah kanban elektronik yang telah dirancang untuk tiga departemen yang saling terintegrasi yaitu diantaranya *assembly store*, *fabrikasi* dan *raw material warehouse*. Permasalahan pada penelitian ini yaitu keterlambatan pembuatan *part* dari departemen fabrikasi yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu metode, mesin, material, dan manusia. Dengan adanya sistem kanban berbasis *website* akan mempermudah dalam mendapatkan informasi secara langsung terkait kendala yang dihadapi pada proses produksi.

VI.2 Saran

Diharapkan penelitian selanjutnya melengkapi data dengan menggunakan observasi langsung dan penelitian lanjutan untuk sampai ke supplier dan diteruskan ke jalur perakitan agar sistem kanban dapat dilakukan secara utuh.

Referensi

- Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta : Ghalia Indonesia.
Hoppt, W. (2001). *CONWIP : a pull alternative to kanban*. 28(5): pp. 879-894.

- Monden, Y. (2000). *Sistem Produksi Toyota*. Jakarta: PPM.
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just In Time*. Productivity Press.
- Monden, Y. (2012). *Toyota Production System : An Integrated Approach to JustIn-Time (4th ed.)*. Boca Raton: CRC Press.
- Masikova, I. O. (2008). *E-kanban and its Practical Use From Card-Kanban to E-kanban*. Conference STC, 1-10.
- Puspita, R., Suryono, Y., Anwar, & Delisland. (2020). Kanban System Analysis and Improvement of the Supply Carset in BMW Logistics at Jakarta Plant Using Just in Time (JIT) Method. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, Vol. 5, Issue 1.

