

Perancangan Sistem *Kanban* untuk Mengurangi Keterlambatan Komponen Rear Spar

Niken Ayu Pramudita

S1 Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
nikenayupramudita@
student.telkomuniversity.ac.id

Murman Dwi Prasetyo

S1 Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
murmandwi@telkomuniversity.
ac.id

Pratya Poeri Suryadhini

S1 Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
pratya@telkomuniversity.ac.id

Abstract—*Kanban* literally means a visual note that usually takes the form of a card placed in a rectangular vinyl envelope and containing part information sent from one process to the previous process. The application of *kanban* is believed to optimize the production process. In this study, the *kanban* system was designed to reduce delays in Rear Spar components at PT. XYZ, a manufacturing company that produces aircraft, such as NC212 aircraft. The Rear Spar component on NC212 aircraft is often delayed. The main cause of Rear Spar delays is the unclear information and material flow so that operators on the Fabrication Line do not know when parts must be in the Assembly Line so that there is no priority for part work and some parts are late to be delivered to the Assembly Line. The design of the *kanban* system is carried out using the Constant-Quantity Withdrawal System method which consists of four stages, namely: calculating the lead time, calculating the necessary number of parts during the lead time, calculating safety inventory, and calculating the number of *kanban* cards. After calculating the number of *kanban* cards, the number of Assembly Line *kanban* cards to the Assembly Store is one sheet of production *kanban* and one sheet of withdrawal *kanban*. As for the number of Assembly Store *kanban* cards to the Fabrication Line is one sheet of production *kanban* for each part. The design of the *kanban* system is continued with the design of the *kanban* card, *kanban* mechanism, and *kanban* post position. The results obtained after simulating the design results using the simulation scenario made by the author are that the part making process is reduced by 41 minutes.

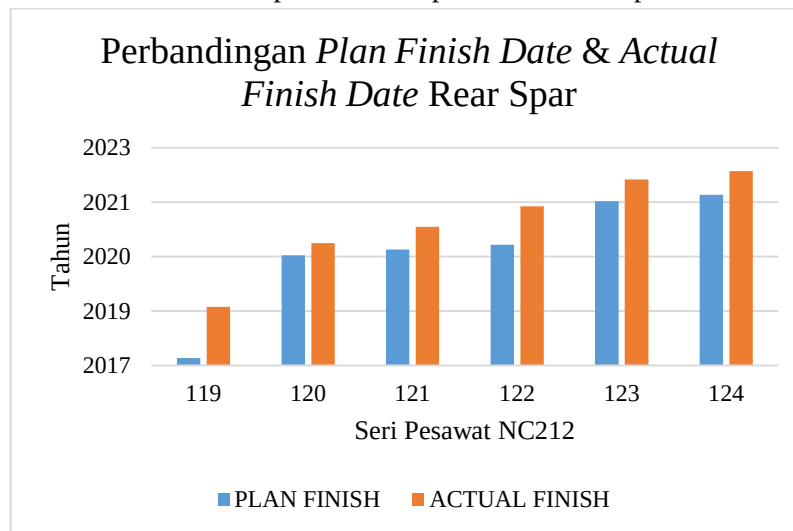
Keywords—*Kanban*, Rear Spar, delay, Constant-Quantity Withdrawal System, simulation, Flexsim

I. PENDAHULUAN

Just in Time adalah sistem manufaktur yang menghasilkan produk dengan jumlah dan waktu yang tepat [1]. Dewasa ini, semakin banyak perusahaan yang menerapkan *Just in Time* karena melihat manfaatnya yang dapat meningkatkan produktivitas proses produksi [3], minimasi cost [4], serta meminimasi waste atau pemborosan. Waste sendiri merupakan segala sesuatu yang tidak menguntungkan dan tidak memberikan nilai tambah [5]. Terdapat beberapa waste, yaitu: *defect*, *transportation*, *inventory*, *over production*, *waiting*, *over processing*, *motion* [6], dan *non-utilized talent* [7]. Salah satu *tool* untuk menerapkan *Just in Time* adalah *kanban* yang secara harfiah berarti catatan visual [8]. *Kanban* biasanya berwujud kartu yang diletakkan di amplop vinil persegi panjang dan berisi informasi part yang dikirim dari suatu proses ke proses sebelumnya [2]. Pada penelitian ini terdapat dua jenis *kanban* yaitu *production kanban* dan *withdrawal kanban*. *Production kanban* berisi perintah produksi untuk setiap proses sedangkan *withdrawal kanban* berisi informasi penarikan *part* dari proses *upstream* [5], *withdrawal kanban* dibawa ketika berpindah dari proses berikutnya ke proses sebelumnya [9]. Penerapan *kanban* diyakini dapat mengoptimalkan proses produksi.

Penelitian yang dilakukan bertempat di PT. XYZ yang merupakan sebuah perusahaan manufaktur produsen pesawat, salah satunya adalah Pesawat NC212 [10]. Pesawat secara umum terdiri dari 5 komponen utama, yaitu *Fuselage*, *Wing*, *Empennage*, *Power Plant*,

dan *Landing Gear* [11]. Komponen-komponen tersebut memiliki fungsi masing-masing, seperti *Empennage* yang memiliki *stabilizer* dengan fungsi sebagai penyeimbang pesawat. *Stabilizer* tersebut tersusun atas beberapa komponen, salah satu komponen yang memiliki peran penting adalah *Rear Spar* yang berfungsi sebagai kerangka dari *stabilizer* tersebut. *Rear Spar* tersusun dari beberapa *single part* yang diproduksi sendiri oleh perusahaan. Namun, berdasarkan hasil wawancara dengan supervisor produksi Pesawat NC212, diketahui *Rear Spar* seringkali mengalami keterlambatan. Grafik berikut menunjukkan keterlambatan komponen *Rear Spar* dalam beberapa seri Pesawat NC212.

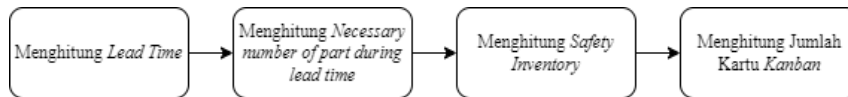


Gambar 1. Perbandingan *plan finish date* & *actual finish date* *Rear Spar*

Keterlambatan *Rear Spar* dibuktikan dengan adanya ketidaksesuaian antara *plan finish date* dan *actual finish date* yang disajikan pada gambar di atas. Penyebab keterlambatan *Rear Spar* yang paling dominan adalah faktor material yaitu sebesar 52%. Permasalahan yang terjadi pada faktor material tersebut adalah *part* yang diterima oleh Assembly Line tidak lengkap karena pengiriman *part* dari Fabrikasi terlambat. Hal tersebut dikarenakan aliran material dan aliran informasi yang kurang jelas sehingga operator di Lini Fabrikasi tidak tahu mengenai kapan *part* harus sudah ada di Assembly Line sehingga tidak terdapat prioritas pengerjaan *part*. Oleh karena itu, dilakukan perancangan sistem kanban untuk mengatasi permasalahan keterlambatan komponen *Rear Spar* akibat kurang jelasnya aliran material dan aliran informasi.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Constant-Quantity Withdrawal System* untuk perhitungan kartu kanban karena PT. XYZ menerapkan sistem *make-to-order*, dan *part* penyusun *Rear Spar* juga diproduksi sendiri oleh perusahaan, sehingga metode yang cocok digunakan untuk perhitungan kartu kanban adalah metode *Constant-Quantity Withdrawal System*. Hal tersebut dikarenakan *Constant-Quantity Withdrawal System* hanya digunakan untuk menarik *in-source manufactured parts* dan tidak dapat digunakan untuk menarik *out-sourced part* [2]. Gambar berikut menunjukkan tahap-tahap penelitian menggunakan metode *Constant-Quantity Withdrawal System*:



Gambar 2. Metode penelitian

A. Menghitung *Lead Time*

Lead time of withdrawal kanban merupakan jangka waktu yang diperlukan sebuah *part* untuk diproduksi hingga sampai di proses yang membutuhkan *part* tersebut [2]. Perhitungan *lead time* dapat dilakukan dengan menjumlahkan seluruh waktu yang diperlukan untuk memproduksi *part* tersebut sampai *part* tersebut diantar ke proses yang menariknya. Rincian waktu yang dipakai pada perhitungan mungkin saja berbeda-beda apabila proses yang dilakukan berbeda. Perhitungan *lead time* yang dilakukan menggunakan formula berikut [16]:

$$\text{Lead time} = \text{Setup Time} + \text{Processing Time} + \text{Interoperation Time}$$

B. Menghitung *Necessary Number of Parts During the Lead Time*

Necessary number of parts during the lead time dapat dihitung dengan mengalikan *lead time* dan *hourly average quantity of parts needed*. Berikut ini merupakan formula untuk menghitung *necessary number of parts during the lead time* [2]:

$$\begin{aligned} \text{Necessary number of parts during the lead time of withdrawal kanban} \\ = \text{Lead time of withdrawal kanban} \end{aligned}$$

$$\times \text{Hourly average quantity of parts needed for the subsequent process}$$

Sedangkan *hourly average quantity of parts needed for the subsequent process* dapat dihitung dari jumlah *part* yang dibutuhkan per komponen dikalikan permintaan *part* per jam kemudian dibagi dengan jam kerja.

C. Menghitung *Safety Inventory*

Safety inventory adalah tingkat persediaan yang tergolong dalam batas aman. *Safety inventory* dapat dihitung dari perkalian antara *necessary number of parts during the lead time* dengan *safety coefficient*. Berikut ini merupakan formula untuk menghitung *safety inventory* [2]:

$$\text{Safety inventory} = \text{Necessary number of parts during the lead time} \times \text{Safety Coefficient}$$

D. Menghitung Jumlah Kartu Kanban

Setelah menghitung *necessary number of parts during the lead time* dan *safety inventory*, jumlah kartu kanban dapat dihitung dengan menjumlahkan *necessary number of parts during the lead time* dengan *safety inventory* kemudian membaginya dengan *capacity of one box*. Berikut ini merupakan formula untuk menghitung jumlah kartu kanban [2]:

$$\text{Number of kanban} = \frac{(\text{Necessary number of parts during the lead time} + \text{Safety inventory})}{\text{Capacity of one box}}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Kartu Kanban

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, perhitungan kanban dilakukan menggunakan metode *Constant-Quantity Withdrawal System*. Dikarenakan terdapat tiga departemen, yaitu Assembly Line, Assembly Store, dan Lini Fabrikasi, maka *kanban* digunakan untuk Assembly Line ke Assembly Store serta Assembly Store ke Fabrikasi.

Untuk *kanban* Assembly Line ke Assembly Store hanya menggunakan 1 lembar *production kanban* dan 1 lembar *withdrawal kanban* sedangkan Assembly Store ke Fabrikasi menggunakan beberapa *production kanban*. Dengan menggunakan formula dan tahapan yang telah dipaparkan pada bagian sebelumnya, didapatkan hasil perhitungan kartu *kanban* untuk Assembly Store ke Fabrikasi sebagai berikut:

Tabel 1.
Hasil perhitungan kartu *kanban*

<i>Part Number</i>	<i>Part Name</i>	<i>Lead Time (Jam)</i>	<i>Hourly average quantity of parts needed</i>	<i>Necessary number of parts during the lead time</i>	<i>Safety Inventory</i>	Jumlah kartu <i>kanban</i>	Jumlah kartu <i>kanban (Round Up)</i>
212-31102-29.1	RIB	51,611	0,002	0,108	0,011	0,118	1
212-31123-01.1	CHORD	79,731	0,002	0,166	0,017	0,183	1
212-31123-01.2	CHORD	56,249	0,002	0,117	0,012	0,129	1
212-31123-02.1	WEB	30,418	0,002	0,063	0,006	0,070	1
212-31123-03.1	WEB	43,155	0,002	0,090	0,009	0,099	1
212-31123-04.1	WEB	40,496	0,002	0,084	0,008	0,093	1
212-31123-06.1	STRUT	29,368	0,002	0,061	0,006	0,067	1
212-31123-07.1	STRUT	29,368	0,002	0,061	0,006	0,067	1
212-31123-08.1	RIB	52,25	0,002	0,109	0,011	0,120	1
212-31123-09.1	RIB	51,433	0,002	0,107	0,011	0,118	1
212-31123-10.1	RIB	50,887	0,002	0,106	0,011	0,117	1
212-31123-11.1	RIB	51,643	0,002	0,108	0,011	0,118	1
212-31123-12.1	RIB	39,672	0,002	0,083	0,008	0,091	1
212-31123-13.1	STRUT	29,518	0,002	0,061	0,006	0,068	1
212-31123-14.1	STRUT	25,627	0,002	0,053	0,005	0,059	1
212-31123-15.1	STRUT	30,181	0,002	0,063	0,006	0,069	1
212-31123-16.1	STRUT	29,575	0,002	0,062	0,006	0,068	1
212-31123-17.1	STRUT	29,575	0,002	0,062	0,006	0,068	1
212-31123-18.1	STRUT	29,645	0,002	0,062	0,006	0,068	1
212-31123-19.1	STRUT	29,575	0,002	0,062	0,006	0,068	1
212-31123-20.1	STRUT	29,575	0,002	0,062	0,006	0,068	1
212-31123-21.1	STRUT	29,124	0,002	0,061	0,006	0,067	1
212-31123-22.1	STRUT	29,575	0,002	0,062	0,006	0,068	1
212-31123-23.1	STRUT	29,565	0,002	0,062	0,006	0,068	1
212-31123-24.1	STRUT	29,757	0,002	0,062	0,006	0,068	1
212-31123-25.1	STRUT	29,625	0,002	0,062	0,006	0,068	1
212-31123-26.1	STRUT	29,757	0,002	0,062	0,006	0,068	1
212-31123-27.1	STRUT	29,871	0,002	0,062	0,006	0,068	1
212-31123-28.1	STRUT	28,851	0,002	0,060	0,006	0,066	1
212-31123-29.1	STRUT	29,565	0,002	0,062	0,006	0,068	1
212-31123-30.1	FITTING	9,887	0,002	0,021	0,002	0,023	1

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa jumlah kartu *kanban* yang diperlukan untuk setiap *part* adalah satu lembar. Hasil tersebut dapat dipengaruhi oleh *lead time*, banyaknya permintaan *part*, *safety inventory* dan *capacity of one box*. Setelah mengetahui jumlah kartu *kanban* yang dibutuhkan untuk setiap *part*, maka perusahaan dapat memulai menerapkan sistem *kanban* untuk proses produksi Rear Spar.

B. Perancangan Kartu *Kanban*

Setelah melakukan perhitungan *kanban*, perlu dilakukan perancangan lebih lanjut untuk dapat menghasilkan sebuah sistem *kanban*. Kartu *kanban* harus dirancang sehingga dapat memberikan informasi yang jelas dalam melakukan produksi *part* [17]. Terdapat dua jenis *kanban* yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *production kanban* dan *withdrawal kanban*. Hasil rancangan kartu kedua *kanban* tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:

PRODUCTION KANBAN	
Part No.	Part Name
212-31102-29.1	RIB
Order Date	Finish Date
12/7/2023	19/7/2023
Quantity	
1	
Card ID: NKA1001	

Gambar 3. Desain *production kanban*

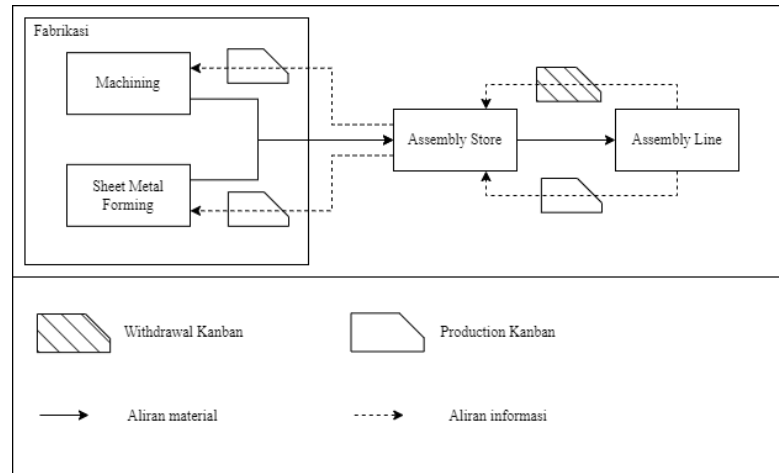
WITHDRAWAL KANBAN		
Part No.	Part Name	Order Date
212-31102-29.1 s.d. 212-31123-30.1	Rear Spar Work Order	12/7/2023
Previous Process	Next Process	Finish Date
Assembly Store	Assembly	23/7/2023
Quantity		
1		
Card ID: NKA1002		

Gambar 4. Desain *withdrawal kanban*

Berdasarkan hasil rancangan kartu *kanban* di atas, dapat dilihat bahwa perbedaan informasi antara *production kanban* dan *withdrawal kanban* adalah pada *withdrawal kanban* terdapat informasi proses sebelumnya dan proses selanjutnya. Selain perbedaan tersebut, pemberian warna untuk kedua kartu *kanban* tersebut juga dibedakan untuk mempermudah membedakan antara *production kanban* dan *withdrawal kanban*.

C. Perancangan Mekanisme *Kanban*

Mekanisme kartu *kanban* akan menggambarkan aliran material dan aliran informasi pada proses produksi Rear Spar. Mekanisme kartu *kanban* juga menggambarkan aliran *withdrawal kanban* dan *production kanban* [18]. Sehingga, akan terlihat *withdrawal kanban* dan *production kanban* akan dipakai di bagian mana saja.



Gambar 5. Mekanisme kartu *kanban*

Mekanisme kartu *kanban* diawali dari masuknya pesanan ke Assembly Store. Pesanan tersebut menjadi pemicu Assembly Line untuk mempersiapkan proses perakitan komponen Rear Spar dengan melakukan pemesanan *work order* Rear Spar ke Assembly Store dengan menggunakan *production kanban*. Kemudian, Assembly Store akan memberikan perintah kepada Lini Fabrikasi untuk melakukan produksi *part* penyusun Rear Spar dengan memberikan *production kanban* ke area *Machining* dan *Sheet Metal Forming*. Apabila proses produksi *part* di Lini Fabrikasi sudah selesai, *part* tersebut akan diantar ke Assembly Store. Selanjutnya, operator Assembly Line akan menarik *work order* Rear Spar menggunakan *withdrawal kanban*.

D. Perancangan Posisi *Kanban Post*

Kanban post tempat untuk menyimpan kartu *kanban* di lantai produksi dan berfungsi untuk menampilkan *kanban* [12]. *Kanban post* biasanya berupa papan yang memiliki tempat untuk menyimpan kartu *kanban*. Selain itu, pada sebuah *kanban post* biasanya terbagi menjadi beberapa status seperti *queue*, *do*, dan *done*. Pada penelitian ini, *kanban post* akan diletakkan masing-masing satu unit di setiap departemen.

E. Simulasi dan Analisis

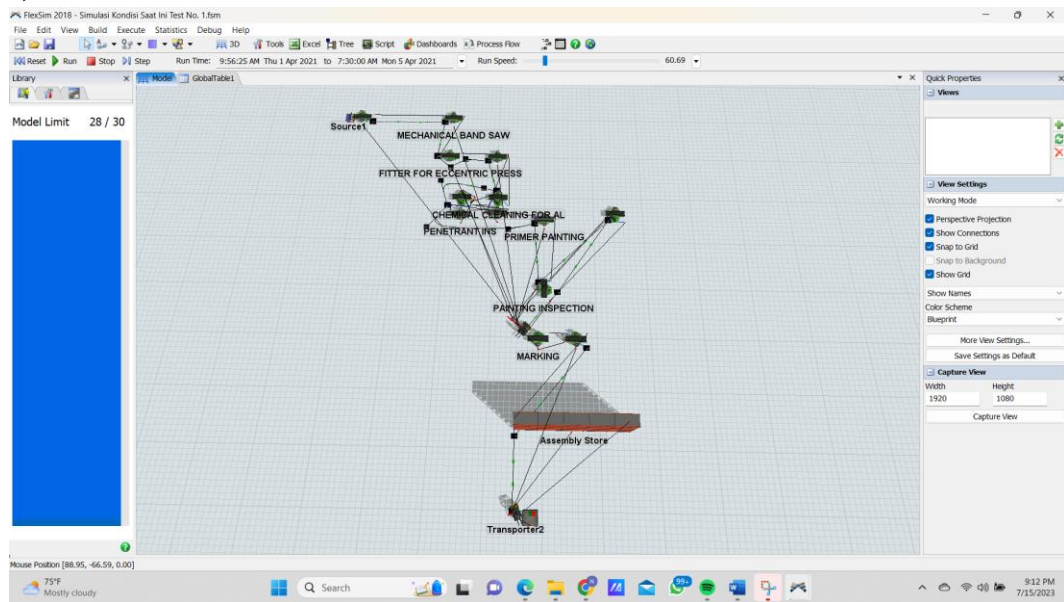
Simulasi adalah teknik pemecahan masalah dengan mengamati kinerja model dinamis suatu sistem [13]. Sedangkan menurut [14] simulasi merupakan metode numerik untuk melakukan percobaan dengan menggunakan berbagai jenis model matematika dan logika dalam jangka waktu yang nyata dan panjang. Dalam penelitian ini, dilakukan simulasi dengan menggunakan *software* Flexsim untuk memodelkan aliran material sebelum dan sesudah penerapan sistem *kanban*. Flexsim adalah *software* simulasi yang digunakan untuk memodelkan, memvisualisasikan, mensimulasikan, dan memantau lokasi mesin dan alur aktivitas [15].

1) Skenario simulasi

Pada kondisi saat ini, aliran material belum jelas, seringkali proses produksi *part* disela oleh *part* lain. Oleh karena itu, diambil sampel satu buah *part* yang proses produksinya disela oleh *part* lain. Hasil dari simulasi tersebut akan dibandingkan dengan proses produksi *part* yang sudah menerapkan sistem *kanban* yang terfokus pada satu *part* di waktu *part* tersebut memang seharusnya diproduksi. *Part* yang diambil sebagai sampel untuk simulasi adalah Strut dengan nomor part 212-31123-06.1.

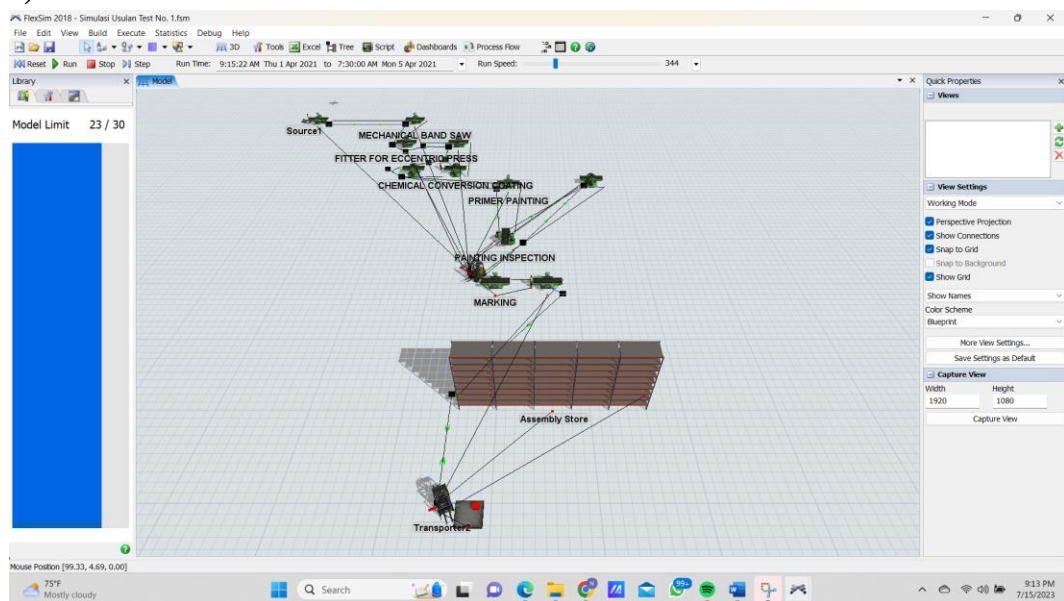
2) Hasil simulasi

a) Kondisi awal



Gambar 6. Simulasi kondisi awal

b) Kondisi usulan



Gambar 7. Simulasi kondisi usulan

Dapat dilihat pada hasil simulasi di atas, bahwa terdapat perbedaan waktu setelah penerapan sistem *kanban*. Pada kondisi awal, proses produksi *part* berakhir pada pukul 09:56 sedangkan proses produksi setelah penerapan *kanban* berakhir pada 09:15. Waktu proses berkurang sebanyak 41 menit. Hal tersebut menandakan bahwa apabila aliran material terfokus sesuai dengan *kanban* dan berapa *part* yang harus diproduksi, maka proses produksi akan lebih cepat.

IV. KESIMPULAN

Sistem kanban sebagai salah satu *tool Just in Time* dapat diterapkan pada perusahaan yang ingin mengoptimalkan proses produksi. Permasalahan keterlambatan Rear Spar pada PT. XYZ dapat diatasi dengan sistem kanban. Dalam merancang sistem kanban untuk mengatasi permasalahan tersebut, dapat digunakan metode *Constant-Quantity Withdrawal System*. Berdasarkan hasil simulasi yang didapat, terdapat perbedaan waktu sebelum dan setelah penerapan sistem kanban sebesar 41 menit. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa rancangan sistem kanban dapat mengurangi keterlambatan komponen Rear Spar.

V. REFERENCES

- [1] Y. Monden, *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just In Time* 2nd Edition, London: Chapman & Hall, 1994.
- [2] Y. Monden, *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just In Time* 4th Edition, New York: Taylor and Francis Group, 2012.
- [3] M Q. Zahidah, I. M. Y. Lubis, and A. A. Yanuar, "Usulan Rancangan Metode Kanban Untuk Meminimasi Waste Inventory Pada Proses Produksi Tutup Botol Oli Ahm Biru Di Area Injection Molding Dan Finishing Pada Cv. Wk Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing," *eProceedings of Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 2805-2812, 2017. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/1211>.
- [4] Gaspersz, *Production Planning and Inventory Control*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum, 2009.
- [5] H. Hirano, *JIT Implementation Manual: The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing*, Tokyo: Productivity Press, 2009.
- [6] S. Sinulingga, *Perencanaan & Pengendalian Produksi*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009.
- [7] Ortiz, C. & Park, M., *Visual Control*, New York: CRC Press, 2011.
- [8] S. A. Kumar. & N. Suresh, *Production and Operations Management*, New Delhi: New Age International, 2008.
- [9] Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S., *Toyota Production System and Kanban System*, 2003.
- [10] P. D. I. (Persero), "PT. Dirgantara Indonesia," Aircraft, [Online]. Available: <https://www.indonesian-aerospace.com/>. [Accessed 18 July 2023].
- [11] D. Howe, *Aircraft Conceptual Design Synthesis*, London: Professional Engineering Publishing, 2000.
- [12] Susanto, C., Yanuar, A. A., & Suryadhini, P. P., "Perancangan Sistem Kanban Untuk Meminimasi Waste Inventory Pada Proses Produksi Modul Surya 260wp Pt. Xyz Dengan Pendekatan Lean Manufacturing," *eProceedings of Engineering*, vol. 5, no. 2, pp. 2767-2774, 2018. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/6936>.
- [13] Singh V. P., *System Modeling and Simulation*, New Age International, 2009.
- [14] Naylor, T. J., Balintfy, J. L., Burdick, D. S., and K. Chu, *Computer Simulation Techniques*, New York: Wiley, 1966.
- [15] Patil, R. J., Kubade, P. R., & Kulkarni, H. B., "Optimization of Machine Shop Layout by Using Flexsim Software," in *AIP Conference Proceedings*, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1063/1.5141203>.

- [16] Choiriyah, P. N., Atmaja, D. S. E., & Juliani W., "Perancangan Electronic Kanban Menggunakan Metode Constant Quantity Withdrawal System Untuk Mengurangi Keterlambatan Pada Assembly Junction di PT Dirgantara Indonesia," *eProceedings of Engineering*, vol. 8, no. 2, 2021. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/14897>
- [17] Putrawan, I. G. N. A. B., Damayanti, D. D & Juliani W., "Perancangan E-Kanban Sebagai Salah Satu Cara Untuk Mengurangi Keterlambatan pada Proses Perakitan Aileron di PT. Dirgantara Indonesia," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 5769-5793, 2020. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/13159>
- [18] D. S. E. A. & W. J. Mutia Rahma Niza & Juliani W., "Perancangan E-Kanban Menggunakan Metode Conwip Untuk Mengurangi Keterlambatan Pembuatan Part Area Machining pada PT Dirgantara Indonesia," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 8, no. 6, pp. 12283-12297, 2021. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/17287>