

Perancangan Elektronik Kanban Menggunakan *Constant Quantity Withdrawal System* untuk Mengurangi Keterlambatan Perakitan Junction di PT Dirgantara Indonesia

Puput Nidaul Choiriyah^{*1}, Denny Sukma Eka Atmaja², dan Widia Juliani³

^{1,2,3} Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi No. 1 Terusan Buah Batu, Bandung, 40257, Indonesia

Email: puputnc87@gmail.com¹, dennysukma@telkomuniversity.ac.id², widiajuliani@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

PT Dirgantara Indonesia merupakan salah satu perusahaan milik Negara yang bergerak dalam bidang kedirgantaraan. Saat ini perusahaan sedang mengalami permasalahan pada keterlambatan dalam pengiriman Tailboom. Tailboom merupakan ekor dari helicopter. Permasalahan ini disebabkan karena keterlambatan pada salah satu komponen Tailboom yaitu Junction. Komponen Junction mengalami keterlambatan pada proses *assembly* dikarenakan kekurangan *part* di *assembly line*. Kekurangan *part* disebabkan karena tidak lengkapnya *work package* yang dikirimkan dari fabrikasi. Untuk mengatasi keterlambatan pada *assembly* Junction dibutuhkan sistem kontrol produksi yang berupa Kanban. Kanban merupakan *tools* dari *Just In Time* untuk sistem produksi tarik atau *pull system*. Dengan menggunakan kanban dapat mengontrol aliran produksi sesuai *quantity* yang dibutuhkan dan waktu yang tepat. Hasil dari penelitian ini adalah perancangan sistem *Electronic Kanban* menggunakan metode *constant quantity withdrawal system* yang diimplementasikan di area fabrikasi, *assembly store* dan *assembly line*. Hasil simulasi dengan menggunakan *electronic kanban* pada *assembly Junction* mampu mengurangi keterlambatan sebesar 56% yang disebabkan karena *factor part*. Hal ini disebabkan karena *level stock* di departemen *assembly store* dapat terjaga, kemudian material dan kapasitas pada fabrikasi memenuhi. Selain itu, *electronic kanban* memberikan informasi antar departemen saling terintegrasi sehingga mudah diketahui kesalahan yang terjadi secara *realtime*. Dengan demikian *production control* dapat mengambil kebijakan terkait permasalahan yang dideteksi. *Electronic kanban* dapat menginformasikan apa, berapa, dan kapan harus memproduksi *part* atau komponen.

Kata kunci: *Constant Quantity*; *Electronic Kanban*, Junction, Keterlambatan, Tailboom

Abstract

PT Dirgantara Indonesia is a state-owned company engaged in the field of aerospace. Today company has a problem on delivery Tailboom. Tailboom cannot delivery on time. Tailboom is a tail of helicopter. This problem occurs because late on Tailboom component, Junction. Junction component was late on assembly process due to lack of part on assembly line. This caused by uncomplete work package that delivered from fabrication. To reduce lateness in assembly Junction, kanban is needed as production control system. Kanban is a tools of Just In Time for pull production system. Using kanban system can control the production according to the quantity needed and in the right time. The results of this study is design Electronic Kanban system using constant quantity withdrawal system method which is implemented in fabrication, assembly store and assembly line. Constant quantity withdrawal system method is used to calculate the required kanban. The result from simulation using electronic kanban in assembly Junction can reduce lateness for 56% that caused by part faktor. It caused level stock in assembly store is maintained, material and capacity in fabrication is available. In other that, electronic kanban give the information flow between department is integrated with each other so it easy to know what errors that occur in real time. Based on that reason, production control can make a decision related on that problem. Electronic kanban can inform what, how, and when to produce parts or component.

Keywords: *Constant Quantit*, *Electronic Kanban*, Junction, Lateness, Tailboom

1. Pendahuluan

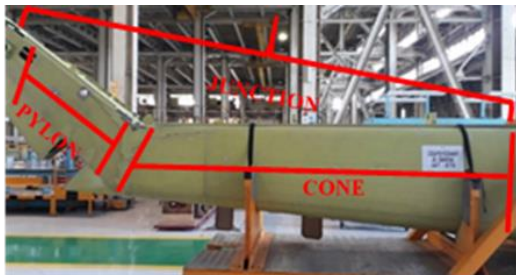
Perkembangan industri kedirgantaraan di Indonesia mengalami pertumbuhan yang signifikan. Hal ini dapat dibuktikan dengan beberapa proyek pembuatan pesawat terbang oleh sejumlah instansi dan pihak swasta. Industri ini memiliki peranan penting bagi Indonesia karena kondisi geografisnya sebagai negara kepulauan.

Satu satunya industri kedirgantaraan yang dimiliki Indonesia adalah PT Dirgantara Indonesia. Perusahaan ini sudah dipercaya oleh negara lain untuk memasok pesawat tidak hanya untuk kalangan sipil, bahkan militer. Berbagai jenis pesawat terbang telah diproduksi di perusahaan ini seperti NC212, N219, CN295, CN235 dan beberapa komponen pesawat untuk dikirim ke Airbus Military yaitu A320, CN235, CN295 dan MK-II.

* Penulis korespondensi

Saat ini PT Dirgantara Indonesia sedang mengerjakan proyek dari Airbus Military berupa *helicopter* yaitu program MK-II. Program ini terdiri dari dua komponen yaitu Tailboom dan Fuselage. Pada program MK-II, Tailboom adalah prioritas produksi di perusahaan karena merupakan *single source* dari Airbus Military yang harus dipenuhi. Tailboom merupakan ekor dari *helicopter*, dimana pada bagian ini terdapat *control surface* yang berfungsi untuk mengontrol gerakan pesawat terbang (Wiratama, 2016).

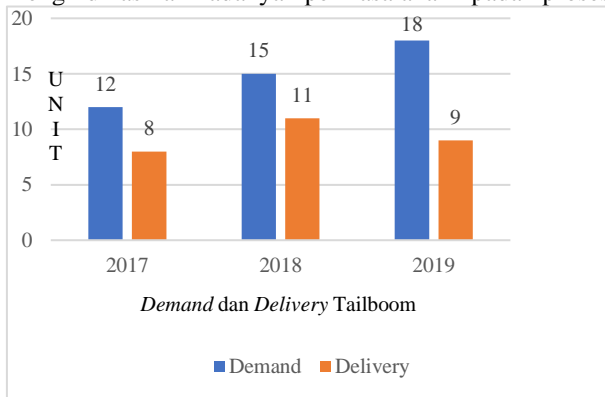
Tailboom tersusun dari dua komponen utama yaitu *Pylon* dan *Cone*. Kedua komponen ini digabungkan oleh komponen *Junction*. Pada Gambar 1 dapat dilihat komponen Tailboom.



Gambar 1. Komponen Tailboom

Dalam memenuhi permintaan untuk proyek MK-II khususnya Tailboom, PT Dirgantara Indonesia harus dapat melakukan pengiriman tepat waktu. Akan tetapi saat ini PT Dirgantara Indonesia mengalami keterlambatan dalam pengiriman. Pada Gambar 2 ditampilkan *demand* dan *delivery* dari Tailboom tahun 2017 hingga 2019.

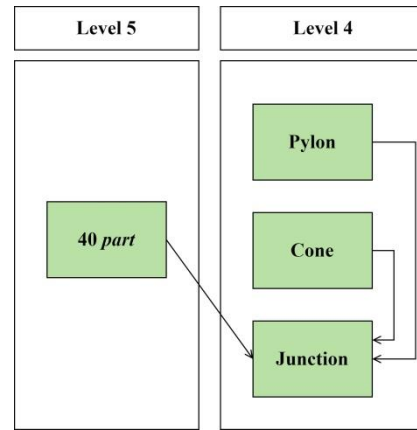
Keterlambatan pengiriman Tailboom mengindikasikan adanya permasalahan pada proses



Gambar 3. Demand dan Delivery Tailboom

produksi khususnya pada setiap komponennya. Pada tugas akhir ini berfokus pada komponen *Junction* untuk penyusun Tailboom.

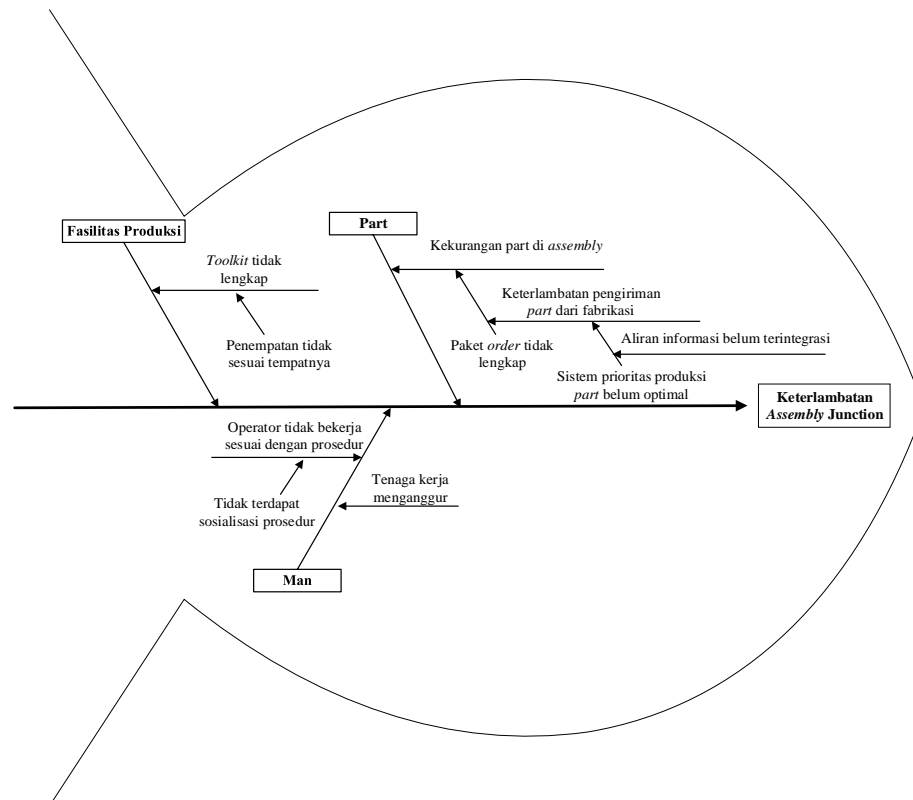
Keterlambatan pengiriman Tailboom *Junction* tersusun dari 40 *part* yang berasal dari departemen fabrikasi dan 2 komponen dari *assembly line* yaitu *Pylon* dan *Cone* yang dapat dilihat pada Gambar 3 penyusun *Junction*.



Gambar 2. Penyusun *Junction*

Permasalahan yang terdapat pada komponen *Junction* adalah keterlambatan dalam *assembly* pada beberapa *aircraft serial number* tahun 2019 dengan rata-rata keterlambatan 67%. Keterlambatan *assembly* pada *Junction* akan berdampak pada terlambatnya pengiriman Tailboom. Hal ini dikarenakan *Junction* merupakan salah satu komponen penyusun Tailboom. Keterlambatan *assembly* *Junction* disebabkan karena keterlambatan pada penyusunnya yaitu beberapa *part* yang berasal dari fabrikasi dan komponen dari *assembly line*. Dari keseluruhan *part* penyusun *Junction* terdapat 43% keterlambatan *part*.

Keterlambatan pada *assembly* *Junction* disebabkan karena tiga faktor utama yaitu *part*, fasilitas produksi dan *man* yang dapat dilihat pada Gambar 4 *fishbone* diagram penyebab keterlambatan *assembly* *Junction*.



Gambar 4. Fishbone Diagram Penyebab Keterlambatan Assembly Junction

Dalam penelitian ini akan menyelesaikan faktor terbesar penyebab keterlambatan pada *assembly Junction* yaitu *part* dengan persentase 56%. Faktor *part* disebabkan karena kekurangan *part* yang dibutuhkan di *assembly line*, hal ini disebabkan karena paket *order* yang tidak lengkap. Hal ini terjadi karena keterlambatan pengiriman *part* dari fabrikasi. Sistem prioritas produksi *part* yang belum optimal pada departemen fabrikasi menyebabkan keterlambatan pengiriman *part* ke *assembly line*. Hal ini disebabkan karena produksi *part* seluruh program pesawat dikerjakan di departemen fabrikasi. Pada departemen fabrikasi aliran informasi belum terintegrasi dengan departemen lainnya, sehingga sering terjadi kesalahan informasi untuk mengirimkan *part* ke *assembly line*.

Adanya keterlambatan produksi akan menimbulkan risiko terhadap keberlangsungan proyek di perusahaan. Risiko tersebut dapat berupa kenaikan *cost* dan fleksibilitas produksi rendah (Trabasso, 2019). Keterlambatan produksi menyebabkan perusahaan harus membayar penalti yang telah disepakati dalam kontrak (Adhiutama dkk., 2020).

Untuk mengurangi keterlambatan pada *assembly Junction* di PT Dirgantara Indonesia dapat diterapkan kanban sebagai aliran informasi untuk mengontrol produksi di departemen *assembly line*. Kanban merupakan istilah Jepang yang memiliki makna berupa *signboard* atau kartu dengan informasi visual yang menghasilkan sistem perencanaan untuk produksi *Just*

In Time yang dikembangkan oleh Taiichi Ohno. Kanban merupakan control informasi pada sistem manufacturing untuk menarik aliran material dari proses awal hingga akhir. Kanban digunakan untuk mengontrol aliran produksi yang menerapkan *pull system* (Deslisland dan Jakarta State, 2020). Kanban merupakan sinyal *pull* untuk permintaan pada produk tertentu (Idris dkk., 2020).

Kanban yang diusulkan di *assembly line* adalah *electronic kanban*, hal ini dikarenakan operator di lantai produksi *assembly* belum mampu disiplin dalam menerapkan sistem kanban dengan kartu. Sistem *electronic kanban* adalah variasi dari kanban manual menjadi sinyal elektronik dan informasi yang tersedia dalam sistem akan lebih akurat (Krishnaiyer dkk., 2018). Implementasi *electronic kanban* dapat meningkatkan produksi dan manajemen aliran material menjadi teratur. Penerapan *electronic kanban* dapat menampilkan informasi rencana produksi, status dan informasi pada setiap *work station* produksi secara *realtime*. *Electronic kanban* dapat digunakan dimanapun dengan menggunakan koneksi internet (Razafuad dkk., 2018). Sistem ini dapat menampilkan informasi *realtime* 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 (Zhao dkk., 2020).

Penelitian terdahulu yang relevan dengan topik kanban dijadikan salah satu referensi dalam penelitian ini untuk melakukan perbaikan terus-menerus. Terdapat dua penelitian terdahulu dengan topik kanban yaitu oleh Sarah Ayutami tahun 2018 dan Hadi Muqti tahun 2014. Pada penelitian Ayutami dkk. (2019) yang mengangkat judul “*Designing Electronic Kanban Using CONWIP Method to Reduce Delays on Pylon Assembly Line in PT Dirgantara Indonesia*” terdapat permasalahan bahwa perusahaan belum mampu memenuhi permintaan secara tepat waktu pada Tailboom untuk program MK-II. Penelitian ini menggunakan metode CONWIP (*Constant Work in Process*). Metode ini mengasumsikan bahwa *part* bergerak pada container standar yang memiliki jumlah proses sama sehingga menghasilkan total waktu proses setiap container rata-rata sama. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah sistem *electronic* kanban dapat mengontrol aliran produksi dengan *buffer* sehingga tidak terjadi lini *stop* di lini perakitan. Keterlambatan dapat dikurangi sebesar 17%. Dengan pengurangan keterlambatan sejumlah 17% ini mampu membuat *part*, komponen atau *sub assembly* dikirim dan sampai tepat waktu.

Sedangkan pada penelitian Muqti dkk. (2012) menggunakan metode perhitungan kanban *constant quantity* dengan judul “Usulan Perbaikan Sistem Kanban Menggunakan *Constant-Quantity Withdrawal System* untuk Pemenuhan Jadwal *Buffer Stock Replenishment* pada Proyek Single Aisle PT Dirgantara Indonesia” mengangkat permasalahan pada Proyek Single Aisle yang belum mampu memenuhi jumlah permintaan secara tepat waktu. Permasalahan ini disebabkan karena sering terjadinya *line stop* pada *assembly line*. Hasil dari penelitian ini adalah rancangan kanban *post whiteboard* dan kanban *post hanger*, desain kartu kanban, jumlah kartu kanban dan mekanisme penggunaan sistem kanban. Kartu kanban berfungsi sebagai sarana informasi dan alat melakukan *order* untuk pengisian kembali terhadap *buffer stock*. Jumlah *buffer stock* yang didapatkan lebih besar daripada jumlah unit yang dibutuhkan selama waktu pengisian kembali sehingga tidak akan terjadi kekurangan jumlah *buffer stock* ketika pengisian kembali dilakukan.

Perbedaan penelitian ini dengan sebelumnya adalah pada penelitian ini perancangan *electronic* kanban dilakukan dari fabrikasi, *assembly store* hingga *assembly line* yang akan menjadi sistem control produksi dengan memberikan informasi mengenai produk apa, berapa dan kapan harus diproduksi. Aliran informasi akan terintegrasi dari departemen fabrikasi, *assembly store* dan *assembly line*. Selain itu, dengan adanya sistem *electronic* kanban, level *stock* di area *assembly store* terjaga agar tidak terjadi kekurangan *part*, material selalu tersedia dan kapasitas memadai pada departemen fabrikasi. *Production control* dapat mengambil tindakan apabila terjadi permasalahan yang dapat dipantau dari

menu *dashboard*. Pada menu *dashboard* ini akan ditampilkan status dan *progres* pengerjaan pada setiap departemen, khusus pada departemen fabrikasi apabila terdapat permasalahan maka *production control* dapat mengambil tindakan. Pemilihan penggunaan metode perhitungan kanban dengan *constant quantity withdrawal system* dikarenakan sesuai dengan kondisi perusahaan yaitu penarikan dilakukan berdasarkan jumlah tertentu atau saat jumlah tertentu telah habis digunakan, sesuai untuk penarikan dengan jarak masih antar departemen dan tidak memperhatikan semua proses sudah seimbang atau tidak.

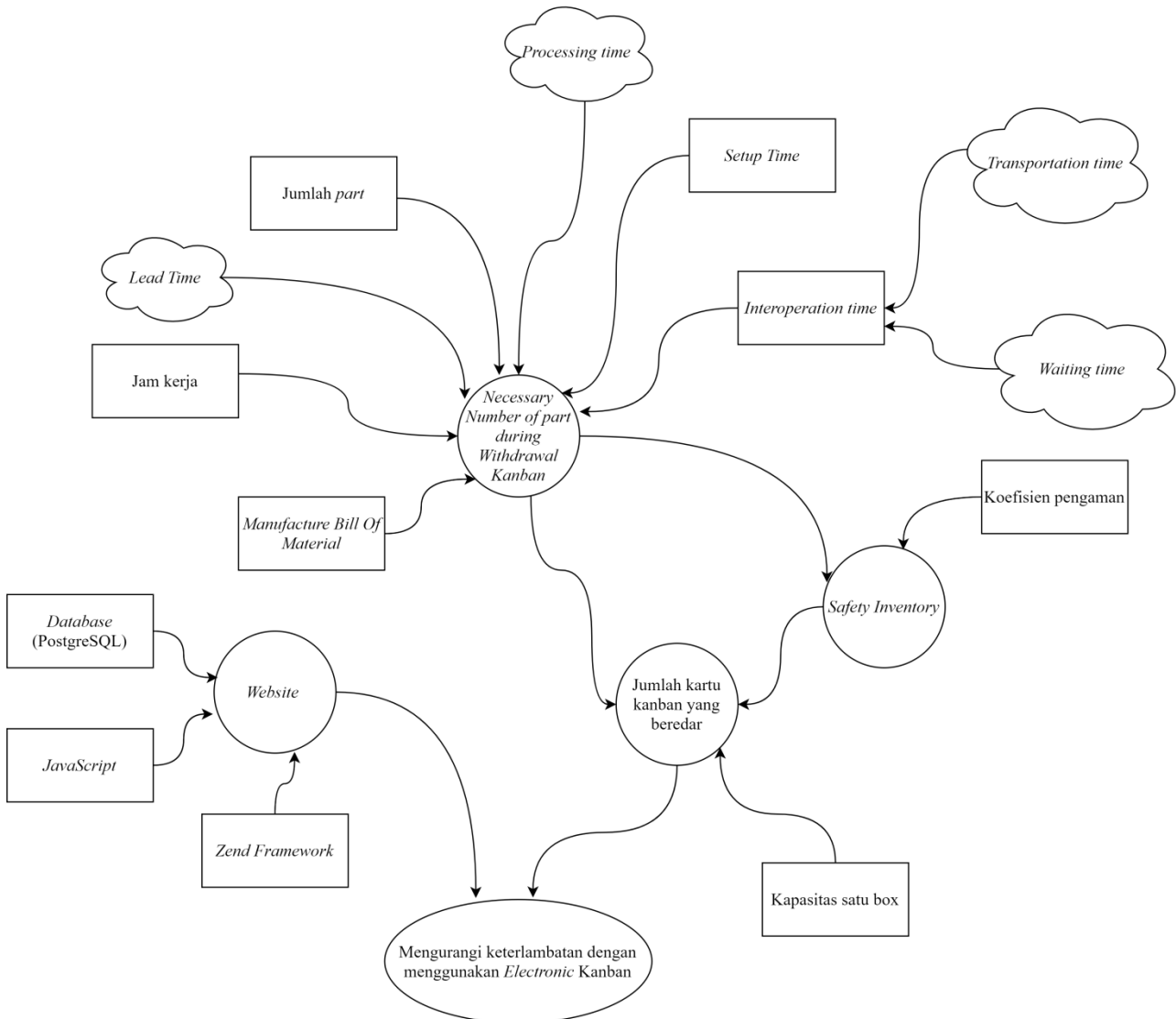
Pada penelitian ini akan menghasilkan perancangan sistem *electronic* kanban dari area fabrikasi hingga ke *assembly line* yang akan menjadi sistem control produksi dengan memberikan informasi mengenai produk apa, berapa dan kapan harus diproduksi. Aliran informasi ini akan terintegrasi dari departemen fabrikasi, *assembly store* dan *assembly line*, sehingga permasalahan dapat terdeteksi dengan segera dan *production control* dapat mengambil kebijakan untuk menanganinya. Dengan menggunakan *electronic* kanban ini level *stock* dapat dijaga sehingga tidak akan terjadi kekurangan *part* di *assembly line*. Sistem *electronic* kanban dapat membantu menerapkan sistem *pull production*. *Electronic* kanban dapat digunakan dimanapun dengan menggunakan koneksi internet (Razafuad dkk., 2018). Sistem ini memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan tradisional kanban yaitu dapat meminimasi penggunaan kartu, mengeliminasi masalah kehilangan kartu, visibilitas sinyal yang jelas dan *realtime*, transparansi jelas serta pemantauan segala pergerakan material dalam sistem mudah (Ricky & Kadono, 2020). Perancangan sistem *electronic* kanban dilakukan menggunakan metode *constant quantity* dengan *framework Zend* untuk mengurangi keterlambatan *assembly Junction*. *Zend framework* merupakan kerangka kerja pemrograman PHP yang dapat membantu dalam pembuatan *website* (Indrajani dkk., 2018).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi keterlambatan *assembly Junction* dengan merancang *electronic* kanban di PT Dirgantara Indonesia. Dalam penelitian ini terdapat model konseptual yang diilustrasikan dengan *influence diagram* pada Gambar 5 model konseptual. Dalam model konseptual ini terdiri dari beberapa variabel seperti variabel tidak terkontrol, variabel control, *output* yang merupakan keluaran yang diinginkan dari suatu pemecahan masalah dan variable sistem.

Output yang akan dihasilkan dalam penelitian ini adalah mengurangi keterlambatan *assembly* Junction

menggunakan *electronic* kanban. Hal ini disebabkan karena kanban memiliki beberapa keuntungan seperti



Gambar 5. Model Konseptual

mampu mengurangi inventory, memperbaiki aliran produksi, mencegah overproduction, dan meningkatkan respon terhadap perubahan *demand* (Mcinnis, 2003). Untuk merancang *electronic* kanban diperlukan perhitungan jumlah kartu kanban yang beredar dan beredar harus dilakukan perhitungan *necessary number*

Perancangan *website* merupakan variabel sistem yang mendukung *electronic* kanban. *Database* yang digunakan untuk merancang *website* ini adalah *PostgreSQL* dengan bahasa pemrograman *javascript* dan tampilan untuk *website* yaitu *zend framework*. *PostgreSQL* dengan bahasa pemrograman *javascript* dan tampilan untuk *website* yaitu *zend framework*. *PostgreSQL* merupakan *Object-Relational Database Management System* (ORDBMS) yang bersifat *open source* dan memiliki kemampuan *transactions*, *subqueries* dan *triggers* (Ardian Dwi Praba, 2020).

Selain perancangan *website*, dilakukan perhitungan jumlah kartu kanban yang beredar. Dimana untuk

beredar harus dilakukan perhitungan *necessary number of part during withdrawal* kanban dan *safety inventory*. Untuk menentukan *necessary number of part during withdrawal* kanban, diperlukan MBOM, jam kerja, jumlah *part*, *setup time* dan *interoperation time* yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

melakukan perhitungan jumlah kartu kanban yang Penelitian ini dikerjakan melalui beberapa tahapan seperti pada Gambar 6 tahapan penelitian antara lain:

2.1 Pendefinisian Masalah dan Pengumpulan Data

Masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah keterlambatan *assembly* Junction yang disebabkan karena keterlambatan *part* yang dibutuhkan untuk proses *assembly* dari departemen fabrikasi. Untuk mendukung dalam penyelesaian masalah ini, maka dilakukan pengumpulan data. Data yang digunakan terdiri dari *processing time*, *setup time*, *completion time*,

permintaan, *interoperation time*, *routing sheet*, *Manufacture Bill of Material (MBOM)*, *capacity box* dan jam kerja operator.

2.2 Perhitungan Jumlah Kartu Kanban Menggunakan Metode *Constant Quantity Withdrawal System*

Perhitungan jumlah kartu kanban menggunakan *constant quantity withdrawal system* dilakukan dengan beberapa tahap perhitungan seperti berikut:

a. Menghitung *Lead Time of Withdrawal* Kanban

Lead time of withdrawal kanban merupakan rentang waktu yang dibutuhkan selama *withdrawal*. Perhitungan *lead time of withdrawal* kanban dilakukan dengan menjumlahkan *setup time*, *processing time*, *interoperation time* dan *completion time*.

b. Menghitung *Necessary Number of Parts During Lead time of Withdrawal Kanban*

Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan jumlah *part* yang diperlukan selama penarikan kanban. Untuk mendapatkan *necessary number of parts* dapat dilakukan dengan mengalikan *lead time of withdrawal* kanban dengan *hourly average quantity*.

c. Menghitung *safety inventory*

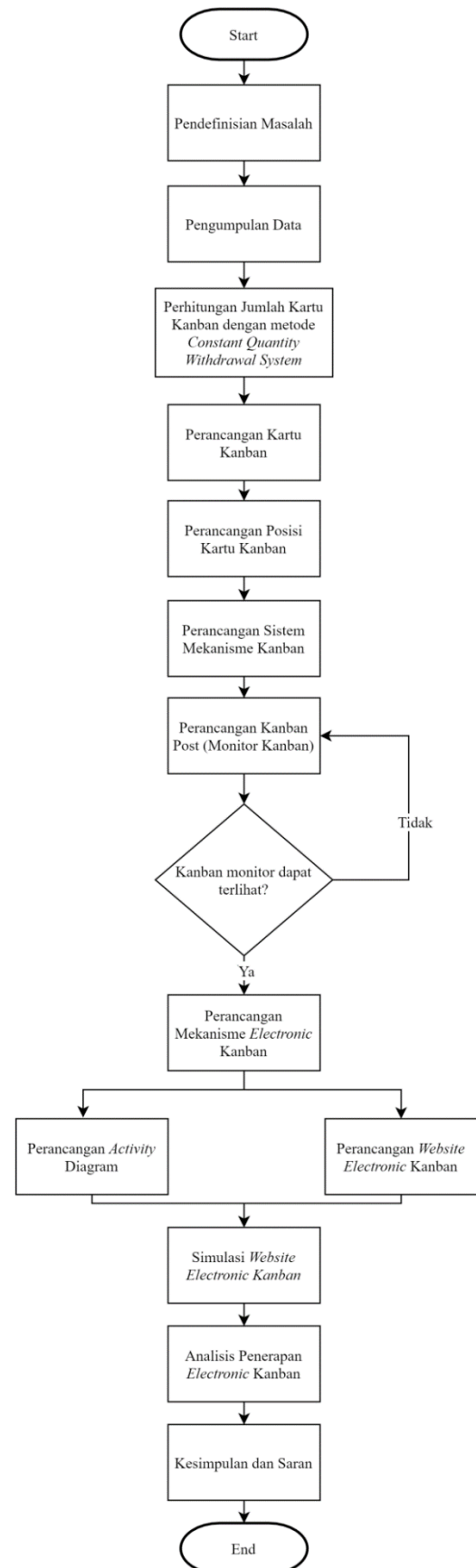
Perhitungan *safety inventory* dilakukan dengan mengalikan *safety coefficient* dengan *necessary number of parts during lead time of withdrawal* kanban. *Safety coefficient* merupakan koefisien pengaman pada *part* atau komponen. Dalam penelitian ini *safety coefficient* yang digunakan adalah 0%, hal ini disebabkan karena *part* dan komponen penyusun Junction adalah tidak termasuk *critical* apabila dilihat dari *schedule*.

d. Menghitung *Number of Withdrawal Kanban*

Perhitungan dilakukan dengan menjumlahkan *necessary number of parts during the lead time of withdrawal kanban* dengan *safety inventory* dan membagi dengan kapasitas dalam satu box. Dimana kapasitas dalam satu box tergantung dari jumlah *part* atau komponen yang dibutuhkan.

2.3 Perancangan Kartu Kanban

Perancangan kartu kanban terdiri dari kanban produksi dan *withdrawal* kanban. Kanban produksi merupakan kartu yang berfungsi untuk perintah melakukan aktivitas produksi, sedangkan *withdrawal* kanban merupakan kartu untuk penarikan (Hirano, 2009). Kartu kanban yang dirancang akan dijadikan template yang akan diisi secara otomatis sesuai dengan informasi yang akan ditampilkan untuk setiap *part number* dengan prototype *website electronic* kanban. Berikut merupakan langkah-langkah dalam perancangan kartu kanban:



Gambar 6. Tahapan Penelitian

a. Perancangan Dimensi Ukuran Kartu Kanban

Kartu kanban didesain dengan ukuran 12 cm x 17 cm dengan tujuan untuk memudahkan *production control* dan operator dalam membaca informasi yang terdapat dalam kartu tersebut.

b. Perancangan Informasi dalam Kartu Kanban

Informasi dalam kanban produksi berupa *part number*, *part name*, *part quantity*, *card number*, kanban ID dalam bentuk *QR code* dan proses pada *part number* tersebut. Informasi tersebut juga terdapat pada *withdrawal* kanban, akan tetapi pada *withdrawal* kanban terdapat informasi tambahan berupa proses sebelum dan sesudah *part number* serta menampilkan kapasitas *box*.

c. Perancangan *QR Code* Kartu Kanban

Perancangan *QR code* bertujuan untuk memudahkan pencarian *part number* di *assembly line*, *assembly store* maupun fabrikasi. *QR code* merupakan *QR code* dua dimensi yang dikelompokkan dalam *QR code matrix* yang dapat menyimpan data informasi berdasarkan kapasitasnya (Nurul dkk., 2020).

QR code berisi mengenai informasi *part number* dan kanban ID. *Production Control* maupun operator dapat menggunakan *QR Code* ini untuk mencari *part number* yang dibutuhkan sehingga dapat meminimasi waktu pencarian. Pada setiap *work station* baik di *jig Junction*, *assembly store* dan area *machining* di fabrikasi, *QR code* setiap *part* maupun komponen dicetak dan diletakkan berdekatan dengan monitor. Kemudian *Production Control* maupun operator dapat mendekati *QR code* tersebut ke kamera monitor, maka secara otomatis system *electronic* kanban dapat membaca *part number* dan kanban ID tersebut.

2.4 Perancangan Posisi Kartu Kanban

Perancangan posisi kartu kanban diletakkan di area *assembly line*, *assembly store* dan fabrikasi. *Assembly store* menampung *part* yang berasal dari fabrikasi yang akan digunakan untuk proses *assembly* di *assembly line*. Perancangan posisi kartu kanban ini menampilkan aliran informasi dan material penggunaan *electronic* kanban pada *assembly Junction*.

2.5 Perancangan Sistem Mekanisme Kanban

Perancangan system mekanisme kanban dilakukan sebelum perancangan *website electronic* kanban. Pada tahap ini mekanisme system manual kanban dirancang berdasarkan kondisi perusahaan. Mekanisme kanban menggambarkan aliran kanban produksi dan *withdrawal* untuk proses *assembly Junction*. Kartu kanban ini ditujukan ke *assembly store* dan fabrikasi.

2.6 Perancangan Kanban Post

Kanban *post* berfungsi sebagai tempat persinggahan *production* kanban maupun *withdrawal* kanban. Kanban

post yang digunakan dalam system *electronic* kanban adalah menggunakan monitor pada setiap *work station* baik di *assembly line*, *assembly store* maupun fabrikasi. Hal ini bertujuan untuk memudahkan *Production Control* dan operator dalam mengontrol informasi menggunakan *electronic* kanban.

2.7 Perancangan Mekanisme Electronic Kanban

Perancangan mekanisme *electronic* kanban dilakukan melalui perancangan *activity diagram* dan *website electronic* kanban.

a. Perancangan *Activity Diagram*

Perancangan *activity diagram* merupakan rancangan aliran kerja kanban dalam system *electronic* kanban. Aliran kerja yang digambarkan dapat dilakukan oleh sebuah system bukan apa yang dilakukan oleh *actor* (Heriyanto, 2018). Aktivitas *electronic* kanban terdiri dari departemen *assembly* yang memiliki dua *role* yaitu *production control assembly Junction* dan operator *assembly Junction*, kemudian departemen *assembly store* dan fabrikasi yang terdiri dari *Production Control* fabrikasi serta operator di *machining* dan *sheet metal forming*. Masing-masing *role* tersebut memiliki wewenang tertentu dalam system *electronic* kanban.

b. Perancangan *Website Electronic* Kanban

Website electronic kanban dirancang sesuai dengan system mekanisme kanban yang telah dirancang. *Website electronic* kanban dirancang sesuai dengan system mekanisme kanban yang telah dirancang. *Website* ini dirancang menggunakan *database PostgreSQL* dengan bahasa pemrograman *Javascript* dan *framework* yang digunakan adalah *Zend framework* sebagai *interface*. *Framework* merupakan kumpulan dari instruksi-instruksi yang dikumpulkan dalam *class* dan *function* yang berfungsi untuk memudahkan developer dalam memanggil tanpa harus menuliskan *syntax* yang sama secara berulang (Destiningrum dan Adrian, 2017).

Perancangan *website electronic* kanban dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu perancangan *Entity Relationship Diagram* (ERD) untuk menjelaskan hubungan antar objek dalam *electronic* kanban (Lachová dan Trebuña, 2019), perancangan *use case diagram* untuk mengetahui interaksi *actor* satu dengan lain dalam suatu system (Khalifa dkk., 2019) dan *Data Flow Diagram* (DFD). *Data Flow Diagram* merupakan alat pembuatan model untuk menggambarkan system sebagai suatu jaringan proses fungsional yang dihubungkan satu sama lain melalui alur data (Hapsari dan Priyadi, 2017).

2.8 Simulasi Website Electronic Kanban

Simulasi *website electronic* kanban bertujuan untuk mengetahui dampak penerapan pada *assembly Junction*. Dimana dalam simulasi ini akan dirancang scenario yang

mewakili kondisi di perusahaan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan simulasi ini adalah sebagai berikut:

- Merancang scenario simulasi, simulasi dilakukan pada *part* ATTACHMENT, FWD, IGB (332A2406282002). Skenario dilakukan mulai dari kekurangan *part* di *assembly line* hingga pengiriman *part* dari *assembly store*.
- Menjalankan scenario yang telah dirancang dengan *electronic* kanban.

2.9 Analisis Penerapan *Electronic Kanban*

Pada tahap ini dilakukan analisis setelah perusahaan menerapkan *electronic* kanban yang telah dirancang. Analisis dilakukan pada waktu pengiriman *part* dan proses *assembly*. Kemudian hasil dari analisis tersebut dikalkulasikan sesuai dengan data keterlambatan *Junction* yang tertera pada latar belakang.

2.10 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan tahapan yang telah dipaparkan di atas maka akan disimpulkan dampak penerapan *electronic* kanban untuk *assembly Junction* dan saran untuk memperbaiki penelitian kedepannya.

Metode yang digunakan untuk menghitung jumlah kartu kanban pada penelitian ini adalah dengan menggunakan *constant quantity withdrawal system*. Metode ini digunakan untuk menarik *in-sourced manufactured parts* dengan formula sebagai berikut (Yasuhiro Monden, 1994):

$$\begin{aligned} & \text{Necessary number of parts during the lead} \\ & \text{time of withdrawal kanban} \\ & = \text{Lead time withdrawal kanban} \\ & \times \text{Hourly average quantity of parts} \\ & \text{needed for the subsequent process} \\ & \text{Safety inventory} = \text{Koefisien pengaman} \\ & \quad \times \text{Necessary number of parts} \\ & \text{Number of Withdrawal Kanban} \\ & \quad \{ \text{Necessary number of parts} \\ & \quad \text{(during lead time of supplier} \\ & \quad \text{kanban)} + \text{Safety inventory} \\ & = \frac{\quad}{\text{Kapasitas satu box}} \end{aligned}$$

Keterangan :

Lead time withdrawal kanban = setup time + processing time + interoperation time + completion time

Koefisien Pengaman = nilai yang digunakan adalah 0% dari necessary number of parts during lead time of withdrawal kanban

3. Hasil dan Pembahasan

Data *completion time*, *interoperation time*, *processing time*, *setup time*, *capacity of box* dan jumlah *part* yang dibutuhkan digunakan untuk menghitung jumlah kartu kanban serta mendesain sistem *electronic* kanban. Data *completion time* adalah waktu untuk melengkapi dokumen *order* dan pengiriman *parta tau* komponen, *interoperation time* merupakan perpindahan dari satu proses ke proses selanjutnya dengan

menjumlahkan *transportation time* dan *waiting time*, *processing time* adalah penjumlahan dari *setup time*, *machine time* dan *labor time*. Data *capacity of box* adalah data mengenai kapasitas box yang digunakan dalam penyimpanan *part* di gudang *assembly* dan fabrikasi. Kemudian *MRP controller* adalah data yang menunjukkan asal dari tiap *part*. Berikut merupakan perhitungan kartu kanban dengan data yang sudah dijelaskan menggunakan *constant quantity withdrawal system*:

3.1. Perhitungan Jumlah Kartu Kanban dengan *Constant Quantity Withdrawal System*

Perhitungan kartu kanban di *assembly Junction* menggunakan metode *constant quantity withdrawal system* yang terdiri dari 40 *part* dan 2 komponen yaitu *Pylon* dan *Cone*. Untuk menghitung jumlah kartu kanban terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan seperti perhitungan *number of part during lead time*, perhitungan *hourly average*, *safety inventory* dan menghitung jumlah kartu kanban. Perhitungan jumlah kartu kanban *withdrawal* dan produksi menggunakan rumus yang sama. Hasil perhitungan lengkap dapat dilihat pada Tabel 1 perhitungan kartu kanban.

Berikut merupakan langkah perhitungan kartu kanban:

- Menghitung *lead time of withdrawal* kanban

Untuk menghitung *lead time of withdrawal* kanban dapat menggunakan formula sebagai berikut:
Lead time of withdrawal kanban

$$\begin{aligned} & = \text{Setup time} + \text{processing time} \\ & + \text{interoperation} \\ & + \text{completion time} \end{aligned}$$

- Berikut merupakan perhitungan *lead time of withdrawal* kanban pada *part number* 332A2406282002:

$$\begin{aligned} & \text{Lead time of withdrawal kanban} \\ & = 0,410 + 0,250 + 15,400 + 8 \\ & = 24,060 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Menentukan *necessary number of parts during lead time of withdrawal* kanban

Necessary number of parts during the lead time of withdrawal kanban

$$\begin{aligned} & = \text{Lead time of withdrawal kanban} \\ & \times \text{Hourly average quantity of parts needed for} \\ & \text{the subsequent process} \end{aligned}$$

Necessary number of parts during the lead time of

$$\begin{aligned} & \text{withdrawal kanban} = 1 \text{ unit} \times \left(\frac{24,060 \text{ jam}}{228 \text{ jam}} \right) \\ & = 0,088 \text{ units} \end{aligned}$$

- Menentukan *safety inventory*, dimana nilai yang digunakan dalam *koefisien pengaman* adalah 0% dari *necessary number of parts during lead time of withdrawal* kanban.

$$\begin{aligned} & \text{Safety inventory} = \text{Koefisien pengaman} \\ & \quad \times \text{Necessary number of parts} \end{aligned}$$

$$\text{Safety inventory} = 0 \times 0,088 \text{ units} = 0$$

d. Menentukan *number of withdrawal* kanban

$$\text{Number of withdrawal kanban} = \frac{\{0,088 \text{ units} + 0\}}{1}$$

$$= 0,088 \cong 1 \text{ kartu kanban}$$

Tabel 1. Perhitungan Kartu Kanban

No	Nomor Part	Nama Part	Jumlah Kartu Kanban	No	Nomor Part	Nama Part	Jumlah Kartu Kanban
1	332A240031BW01	SHIM	1	22	332A2405512002	JOINT-PLATE	1
2	332A240031BX01	SHIM	1	23	332A2405512102	REINFORCEMENT, RH	1
3	332A240031BY01	SHIM	1	24	332A2405512202	REINFORCEMENT, RH	1
4	332A240031BZ01	SHIM	1	25	332A24055123	SHIM	1
5	332A240031CA01	SHIM	1	26	332A2405522202	SPLICE, REINF., LH	1
6	332A240031CB01	SHIM	1	27	332A2405522302	SPLICE, REINF., RH	1
7	332A24021220	BLOCK, RADIUS	1	28	332A24055224	BLOCK, RADIUS, LH	1
8	332A24021221	BLOCK, RADIUS	1	29	332A24055225	BLOCK, RADIUS, RH	1
9	332A2402122202	BLOCK, RADIUS	1	30	332A24055226	BLOCK, RADIUS, LH	1
10	332A24021223	BLOCK, RADIUS	1	31	332A24055227	BLOCK RADIUS, RH	1
11	332A2405092601	REINFORCEMENT, LH	1	32	332A24055228	BLOCK, RADIUS, LH	1
12	332A2405092701	REINFORCEMENT, RH	1	33	332A24055229	BLOCK, RADIUS, RH	1
13	332A2405093001	ANGLE, LH	1	34	332A2405542002	JOINT - PLATE	1
14	332A2405093101	ANGLE, RH	1	35	332A2405722102	ANGLE	1
15	332A2405102201	ANGLE	1	36	332A2405772004	BARE SKIN	1
16	332A24051027	ANGLE, LH	1	37	332A24057721	SHIM	1
17	332A24051028	ANGLE, LH	1	38	332A2406282002	ATTACHMENT, FWD, IGB	1
18	332A24051029	COVER.STIP	1	39	332A2407102001	SUPPORT, BEARING	1
19	332A2405407702	SEAL	1	40	332A7511572001	SUPPORT	1
20	332A2405412302	ANGLE	1	41	332A2400311203	PYLON	1
21	332A24054128	JOINT-PLATE	1	42	332A2401370306	CONE	1

3.2 Perancangan Kartu Kanban

Kartu kanban yang dirancang terdiri dari kanban produksi dan *withdrawal* kanban. Kanban produksi merupakan kartu yang berfungsi untuk perintah melakukan aktivitas produksi, sedangkan *withdrawal* kanban merupakan kartu untuk penarikan *part* atau komponen yang diperlukan. Perancangan kartu kanban dilakukan melalui beberapa tahap antara lain:

a. Perancangan Dimensi Ukuran Kartu Kanban

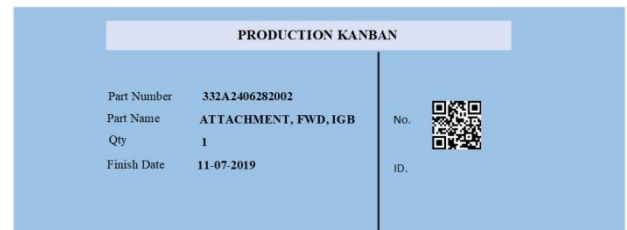
Kartu kanban didesain dengan ukuran 12 cm x 7 cm yang terbuat dari kertas dengan tujuan untuk memudahkan *production control* dan operator dalam membaca informasi yang terdapat dalam kartu tersebut. Perancangan kartu kanban ini akan dijadikan template yang akan diisi secara otomatis sesuai dengan informasi yang akan ditampilkan untuk setiap *part number* dengan prototype *website electronic* kanban.

b. Perancangan Informasi dalam Kartu Kanban

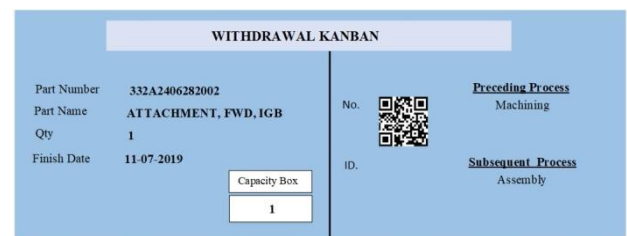
Informasi dalam kanban produksi berupa *part number*, *part name*, *quantity*, *finish date* dan kanban ID. Kanban ID akan ditampilkan dalam bentuk *QR Code*. Informasi pada kanban produksi dapat dilihat pada Gambar 7 *production* kanban.

Informasi tersebut juga terdapat pada *withdrawal* kanban, akan tetapi pada *withdrawal* kanban terdapat informasi tambahan berupa proses sebelum dan sesudah pada *part number* serta menampilkan kapasitas *box*. Informasi pada *withdrawal* kanban

dapat dilihat pada Gambar 8 *withdrawal* kanban. Pada perancangan kartu kanban ini diambil sampel pada *part* ATTACHMENT, FWD, IGB.



Gambar 7. Production Kanban



Gambar 8. Withdrawal Kanban

c. Perancangan *QR Code* Kartu Kanban

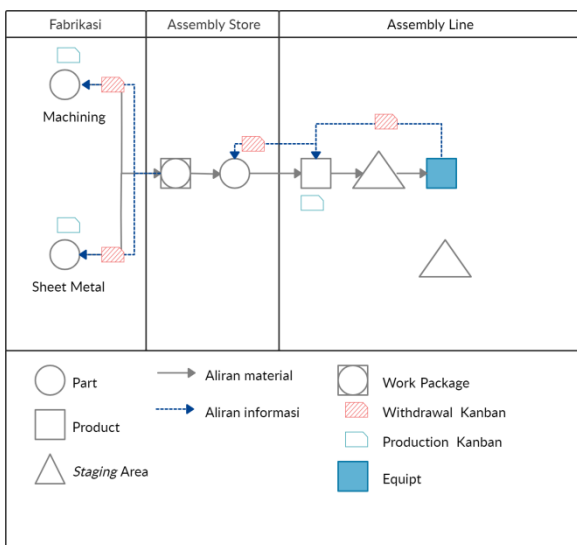
Perancangan *QR Code* bertujuan untuk memudahkan pencarian *part number* di *assembly line*, *assembly store* maupun fabrikasi. *QR Code* berisi mengenai informasi *part number* dan kanban ID. *Production Control* maupun operator dapat menggunakan *QR Code* ini untuk mencari *part*

number yang dibutuhkan sehingga dapat meminimasi waktu pencarian. Pada setiap *work station* baik di *jig Junction*, *assembly store* dan area *machining* di fabrikasi, *QR Code* setiap *part* maupun komponen dicetak dan diletakkan berdekatan dengan monitor. Kemudian *Production Control* maupun operator dapat mendekati *QR Code* tersebut ke kamera monitor, maka secara otomatis system *electronic* kanban dapat membaca *part number* dan kanban ID tersebut. Kemudian di layar monitor akan muncul *part number* dan kanban ID yang telah di *scan* dan dapat melakukan *release* kanban ID.

3.3 Perancangan Posisi Kartu Kanban

Kartu kanban akan diletakkan di area fabrikasi, *assembly store* dan *assembly line*. Pada departemen fabrikasi terdapat beberapa *part* yang diproses di area *machining* dan *sheet metal forming*. *Part* yang telah diproses di fabrikasi akan ditampung di *assembly store* kemudian dilakukan proses *assembly* di *assembly line*. Aliran material dan informasi ditampilkan pada Gambar 9 dari departemen fabrikasi hingga *assembly line*.

Aliran material berupa *part* yang berasal dari fabrikasi dikirimkan dalam bentuk *work package* ke *assembly store*. *Work package* terdiri dari beberapa *part* yang dibutuhkan di *assembly line*. Dari *work package* tersebut, *part* bergerak ke area *assembly line*. Aliran informasi menunjukkan aliran *withdrawal* kanban dan produksi kanban. Ketika *assembly Junction* membutuhkan *part* yang tidak tersedia, maka akan mengirimkan *withdrawal* kanban ke *assembly store*. Apabila *part* yang dibutuhkan oleh *assembly line* tidak tersedia, maka dilakukan pengiriman kanban produksi dan *withdrawal* kanban ke fabrikasi sesuai dengan *destination part* yaitu di area *machining* atau *sheet metal forming*.



Gambar 9. Aliran Material dan Informasi Produk dari Junction akan diletakkan di *staging area* (area Junction selesai dilakukan proses *assembly*) dan

akan dilakukan *withdrawal* oleh *equipt* untuk melanjutkan proses *assembly* hingga menjadi Tailboom.

3.4 Perancangan Posisi Kartu Kanban

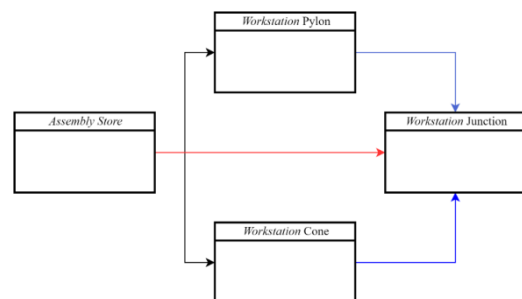
Mekanisme kanban menggambarkan aliran kanban produksi dan *withdrawal* untuk proses *assembly Junction*. Junction tersusun dari komponen *Pylon*, *Cone* dan 40 *part* dari fabrikasi. *Trigger Junction* melakukan proses *assembly* adalah sinyal *withdrawal* dan *production* kanban dari *Equipt*.

Kemudian Junction melakukan *withdrawal* kanban komponen *Pylon*, *Cone* dan beberapa *part* yang dibutuhkan. *Part* yang dibutuhkan Junction berasal dari fabrikasi dan ditampung di *assembly store*. Pada departemen fabrikasi, *part* dilakukan *withdrawal* di area *machining* atau *sheet metal forming*.

Ketika fabrikasi menerima sinyal untuk mengirimkan *part* ke *assembly store*, maka *withdrawal* kanban bergerak ke area *machining* atau *sheet metal forming*. Apabila tersedia *part* akan langsung dikirimkan ke *assembly store*. Namun apabila *part* belum tersedia, maka *production* kanban memerintahkan fabrikasi untuk memproduksi *part*. Apabila *assembly Junction* sudah selesai, maka akan diletakkan pada *staging area*, kemudian *Equipt* akan menarik Junction dari *staging area* ke *jig Equipt*. Sistem mekanisme kanban dapat dilihat pada Gambar 13 sistem mekanisme kanban.

3.5 Perancangan Kanban Post

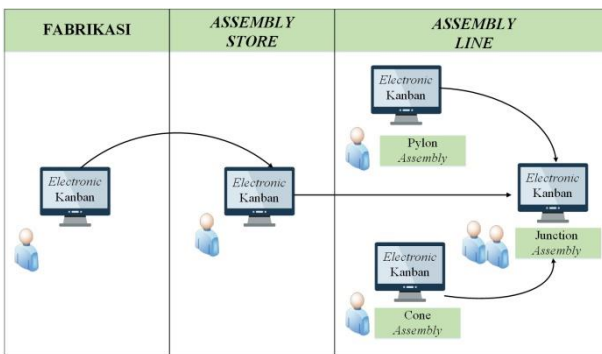
Perancangan kanban *post* memerlukan letak *work station* di *assembly Junction*. Pada *work station Junction* terdapat *jig Junction* yang terdiri dari dua operator. Untuk melakukan *assembly Junction* dibutuhkan *part*, komponen *Pylon* dan *Cone*. *Part* akan ditarik langsung dari *assembly store*, sedangkan komponen *Pylon* dan *Cone* didapatkan dari *workstation* sebelum Junction. Apabila *part*, komponen *Pylon* dan *Cone* sudah tersedia di *workstation Junction* maka proses *assembly Junction* dapat dilakukan. Berikut merupakan letak dari *work station assembly Junction* yang ditampilkan pada Gambar 10 *work station assembly Junction*.



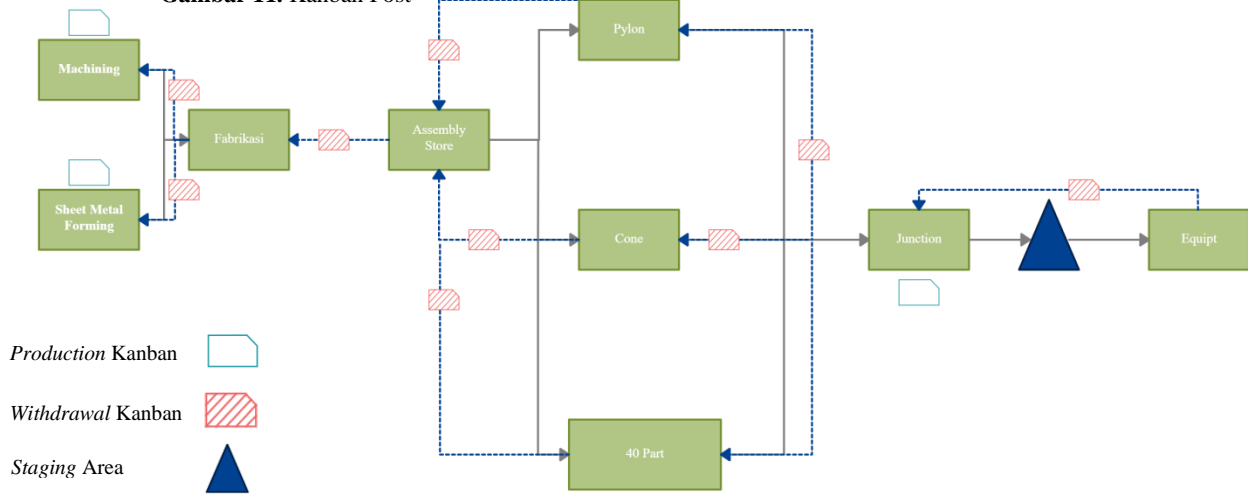
Gambar 10. Work Station Assembly Junction

Kanban *post* berfungsi sebagai tempat persinggahan *production* kanban maupun *withdrawal* kanban. Kanban *post* yang digunakan dalam system *electronic* kanban adalah menggunakan monitor pada setiap *work station* baik di *assembly line*, *assembly store* maupun fabrikasi. Hal ini bertujuan untuk memudahkan *Production*

Control dan operator dalam menggunakan *electronic kanban*. Informasi dari departemen fabrikasi berupa pengiriman *part* akan sampai ke *assembly store* melalui monitor dengan jaringan akses internet. *Assembly store* akan meneruskan informasi berupa *part* yang dikirimkan ke *workstation assembly Junction*. Pada *assembly line* terdapat tiga kanban *post* yang terdiri dari kanban *post Pylon assembly* dan *Cone assembly* yang akan mengalirkan informasi mengenai komponen *Pylon* dan *Cone* yang sudah dikirimkan ke *assembly line*, sehingga kanban *post Junction* dapat mengetahui kapan harus memulai proses *assembly* apabila *part* dan komponen yang akan dibutuhkan sudah tersedia. Kanban *post* dapat dilihat pada Gambar 11 kanban *post*.



Gambar 11. Kanban Post

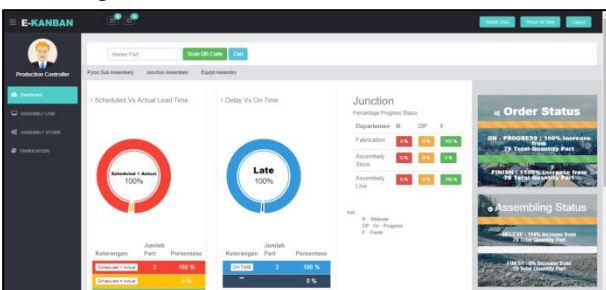


Gambar 13. Sistem Mekanisme Kanban

3.6 Perancangan *Interface Electronic Kanban*

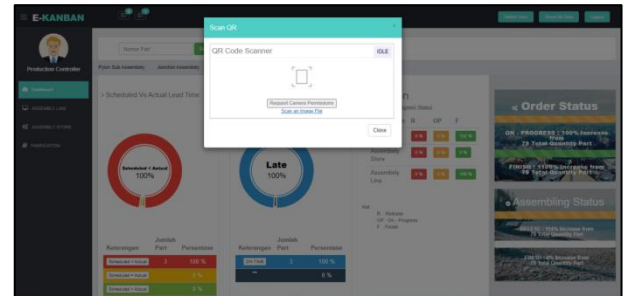
Website electronic kanban pada *assembly Junction* ini terdiri dari 3 *role* yaitu departemen *assembly line*, *assembly store* dan fabrikasi. Setiap departemen terdapat orang yang bertanggung jawab untuk *website* ini yaitu *Production Control (PC)*.

a. Tampilan *Dashboard*



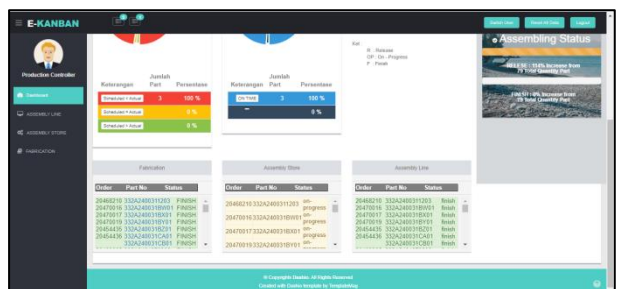
performasi dari setiap departemen. Menu ini terdapat pada setiap departemen *assembly line*, *assembly store* dan fabrikasi.

Menu *dashboard* menyediakan fitur untuk *scan QR code* yang bertujuan untuk mempermudah pencarian informasi mengenai suatu *part* yang terdapat pada Gambar 12 menu *QR Code* pada *dashboard*.



Gambar 12. Tampilan Menu QR Code Pada Dashboard

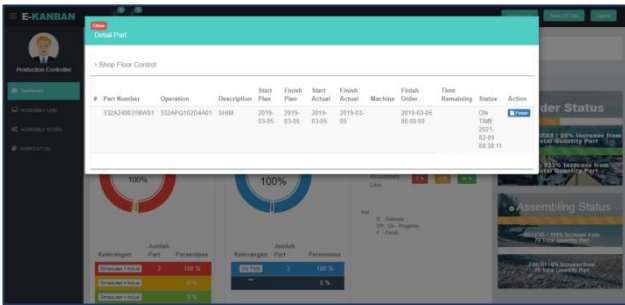
Selain itu terdapat juga informasi mengenai komponen yang terlambat dari *schedule* untuk pengerjaannya dan mana saja komponen yang tepat waktu yang dapat dilihat pada Gambar 14 tampilan *dashboard*. *User* dapat melihat *progress order status* dan *assembly status*, detail status *order* pada setiap departemen yaitu *finish* dan *on-progress* yang dapat membantu *PC* pada setiap departemen untuk mengontrol produksi.



Gambar 14. Tampilan Dashboard

Pada tampilan awal *website electronic kanban*, terdapat menu *dashboard* yang menampilkan kesimpulan *Part* di

departemen fabrikasi dapat ditampilkan detail *part* yang berisi informasi *part number*, *operation*, *part description*, *finish order* dan *timer remaining*. Tabel informasi *finish order* akan memberikan informasi kapan *part* sampai ke *assembly line* yang dapat dilihat pada Gambar 15 tabel informasi *finish order*. Informasi detail *part* langsung terhubung pada menu *shop floor* di departemen fabrikasi.

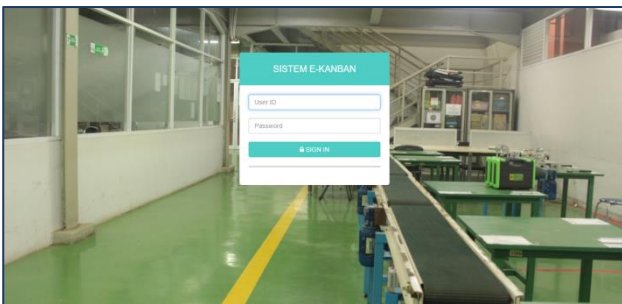


Gambar 15. Tabel Informasi *Finish Order*

Dengan menggunakan menu *dashboard* ini PC dapat mengetahui informasi secara *realtime* mengenai *part* maupun komponen yang sedang di *order* atau diproses dan mendeteksi kesalahan langsung sehingga dapat dilakukan tindakan apabila terjadi kesalahan dalam proses *assembly*.

b. *Assembly Line*

Pada menu *assembly line*, *user* harus login terlebih dahulu menggunakan ID dan *password* sesuai dengan departemen masing-masing yang dapat dilihat Gambar 16 tampilan login.

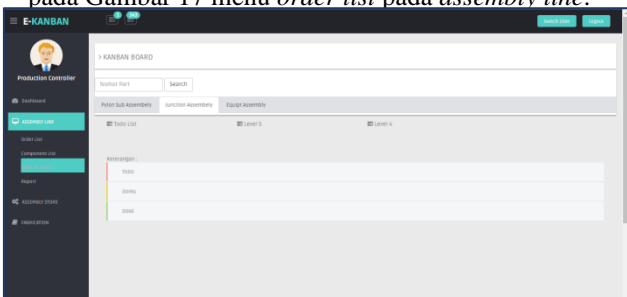


Gambar 16. Tampilan Login

Setelah login, *user* akan langsung terhubung ke menu *assembly line*. Dalam departemen ini terdapat beberapa menu seperti *dashboard*, *oder list*, *component list*, *kanban board* dan *report*.

- Tampilan Menu *Order List* pada *Assembly Line*

Menu *order list* berfungsi untuk menampung *part* yang tidak tersedia di *assembly line* yang dapat dilihat pada Gambar 17 menu *order list* pada *assembly line*.

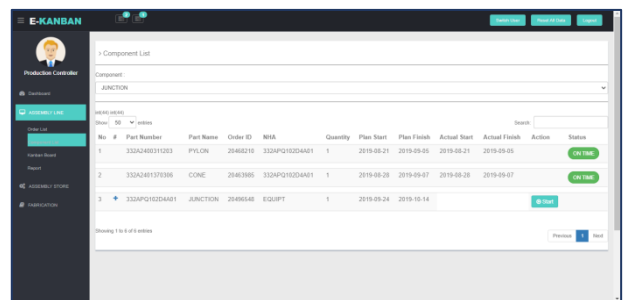


Gambar 17. Menu *Order List* Pada *Assembly Line*

Pada menu ini PC dapat melakukan *release part* yaitu pengiriman sinyal *withdrawal* kanban untuk memesan *part* yang diperlukan ke *assembly store*. Kemudian terdapat *action print* kanban untuk mengetahui informasi dari kartu kanban.

- Tampilan Menu *Component List* pada *Assembly Line*

Menu ini berfungsi untuk mengontrol aktivitas *assembly Junction* dan melihat *list part* maupun komponen dari penyusun *Junction* yang dapat dilihat pada Gambar 18 menu *component list* pada *assembly line*. Pada gambar tersebut, komponen penyusun *Junction* yaitu *Pylon* dan *Cone* sudah selesai dirakit ditunjukkan dengan status *ontime*.

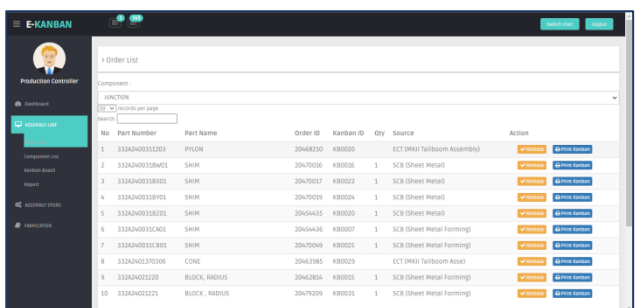


Gambar 18. Menu *Component List* pada *Assembly Line*

Aktivitas *assembly Junction* dapat dimulai ketika semua *part* dan komponen sudah siap untuk dikerjakan, maka *user* dapat menekan tombol *start* untuk memulai proses *assembly*.

- Tampilan Kanban *Board* pada *Assembly Line*

Kanban *board* adalah menu yang berfungsi untuk memantau status *part* atau komponen. Terdapat tiga status yaitu *release* yang disimbolkan dengan warna merah (*to do*) yang menginformasikan bahwa *part* sedang dipesan ke *assembly store*. Status kedua yaitu *on-progress* dengan warna kuning (*doing*) yang mengindikasikan *part* sedang dikirimkan oleh *assembly store*. Status terakhir yaitu *finish* dengan warna hijau (*done*) yang memberikan informasi *part* sudah diterima di *assembly line*. Berikut merupakan tampilan kanban *board* pada Gambar 19 menu *kanban board* pada *assembly line*.

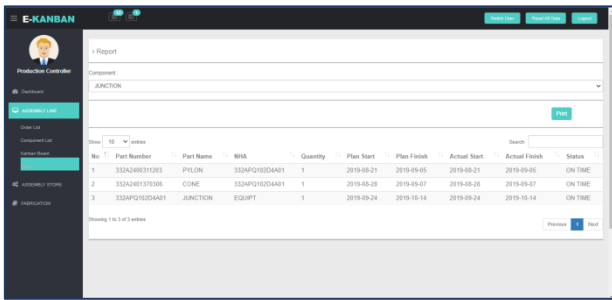


Gambar 19. Menu *Kanban Board* pada *Assembly Line*

- Tampilan *Report* pada *Assembly Line*

Menu ini bertujuan untuk mendokumentasikan seluruh aktivitas yang dilakukan di *assembly line*. Pada menu ini PC dapat melakukan *print* untuk dijadikan pedoman evaluasi pada proses *assembly* mana sajakan yang mengalami keterlambatan yang dapat dilihat pada

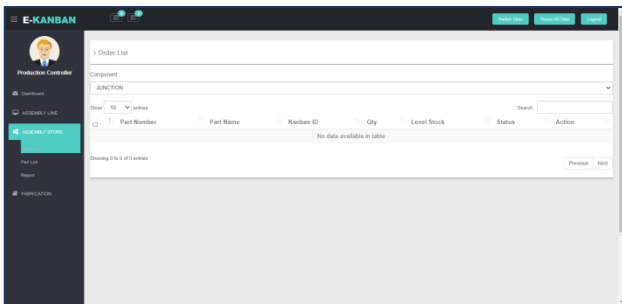
informasi status pada Gambar 20 menu *report* pada *assembly line*.



Gambar 20. Menu *Report* pada *Assembly Line*

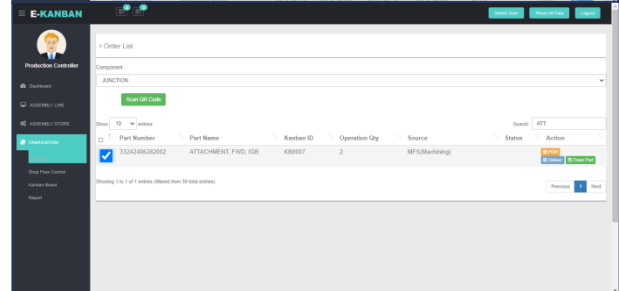
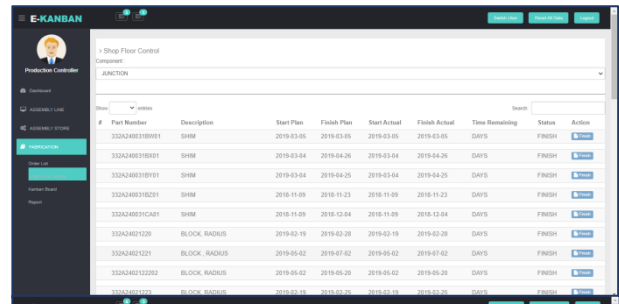
c. *Assembly Store*

- Tampilan Menu *Order List* pada *Assembly Store*
 Menu *order list* berfungsi untuk menampung *order* dari *assembly line*. Departemen *assembly store* akan memeriksa ketersediaan *stock* dan level *stock* terlebih dahulu, apabila *stock* kurang dari level *stock* maka system akan mengirimkan *production* kanban ke fabrikasi. Menu ini dapat dilihat pada Gambar 21 menu *order list* pada *assembly store*.



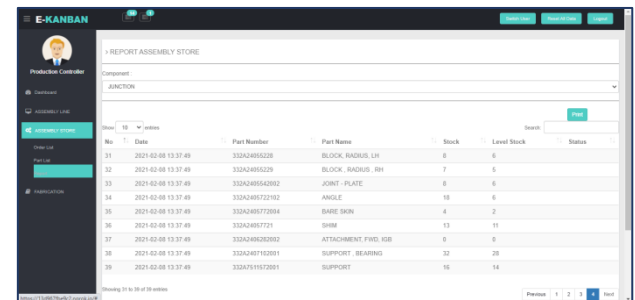
Gambar 21. Menu *Order List* pada *Assembly Store*

- Tampilan Menu *Part List* pada *Assembly Store*
 Menu ini berfungsi untuk mengontrol *part* yang dikirim dari fabrikasi dan melakukan penarikan *part* ke fabrikasi. Penarikan *part* ke fabrikasi dilakukan dengan mengirimkan *production* kanban. Apabila fabrikasi mengirimkan *part* ke *assembly store*, status berubah otomatis menjadi *receive from fabrication*. Sebaliknya jika level *stock* mencapai batas minimum level *stock* masing-masing *part*, status otomatis menjadi *order from fabrication*. PC dapat melakukan *action receive* apabila *part* sudah diterima di *assembly store* dan terdapat juga *action print production kanban* untuk mengetahui informasi pada kartu kanban. Menu ini dapat dilihat pada Gambar 22 menu *part list* pada *assembly store*.



Gambar 22. Menu *Part List* pada *Assembly Store*

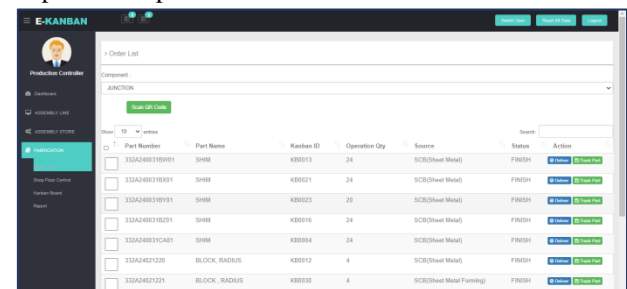
- Tampilan *Report* pada *Assembly Store*
 Menu *report* berfungsi untuk merekap seluruh aktivitas yang dilakukan di departemen *assembly store*. Pada menu ini terdapat informasi berupa *part number*, *part name*, level *stock* dan status yang dapat dilihat pada Gambar 23 menu *report* pada *assembly store*.



Gambar 23. Menu *Report* pada *Assembly Store*

d. *Fabrikasi*

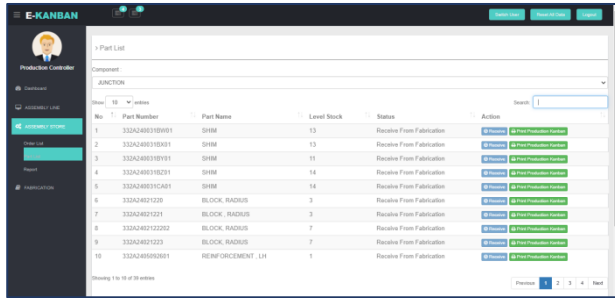
- Tampilan Menu *Order List* pada *Fabrikasi*
Order list berfungsi untuk menampung *part* yang di *order* oleh *assembly store*. Apabila *operation qty* di *fabrikasi* tersedia, maka departemen *fabrikasi* akan mengirimkan *part* dengan melakukan *action* pada tombol "deliver". Namun ketika *part* belum *finish*, dapat dilakukan *tracking part* ke *shop floor* fabrikasi yang dapat dilihat pada Gambar 24 menu *order list* fabrikasi.



Gambar 24. Menu *Order List* pada *Fabrikasi*

- Tampilan Menu *Shop Floor* pada *Fabrikasi*
 Menu ini berfungsi untuk mengetahui status *part* sedang dikerjakan pada operasi berapa dan berapa lama

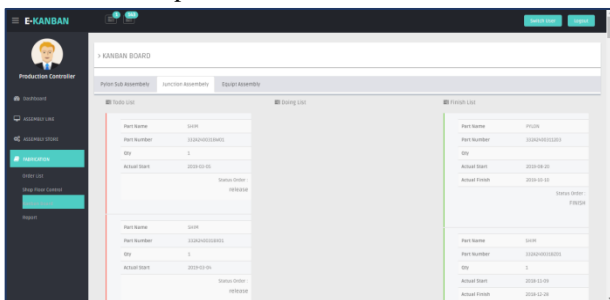
lagi akan sampai di *assembly line*. Apabila status *part* sudah *finish* maka *part* dapat dikirimkan ke *assembly store*. Akan tetapi apabila belum *finish*, dilakukan penurunan *order* dengan *action* POR, kemudian PC dapat melakukan *track part* untuk memantau *part* sedang dikerjakan pada proses apa dan mengetahui waktu *finish order part* untuk sampai ke *assembly line* yang dapat dilihat pada Gambar 25 menu *shop floor* pada fabrikasi.



No	Part Number	Part Name	Level Stock	Status	Action
1	332A480318001	SHM	13	Receive From Fabrication	[Buttons]
2	332A480318001	SHM	13	Receive From Fabrication	[Buttons]
3	332A480318001	SHM	11	Receive From Fabrication	[Buttons]
4	332A480318001	SHM	14	Receive From Fabrication	[Buttons]
5	332A480318001	SHM	14	Receive From Fabrication	[Buttons]
6	332A480318001	SHM	14	Receive From Fabrication	[Buttons]
7	332A480318001	SHM	14	Receive From Fabrication	[Buttons]
8	332A480318001	SHM	14	Receive From Fabrication	[Buttons]
9	332A480318001	SHM	14	Receive From Fabrication	[Buttons]
10	332A480318001	SHM	14	Receive From Fabrication	[Buttons]

Gambar 25. Menu *Shoop Floor* pada Fabrikasi

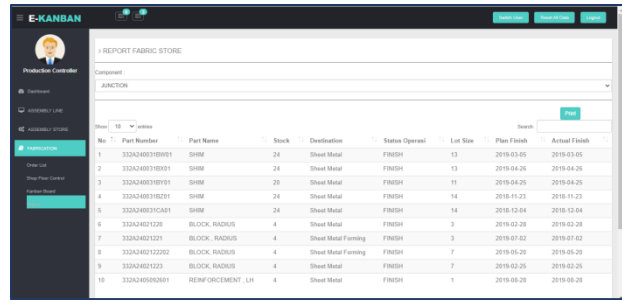
- Tampilan Menu *Kanban Board* pada Fabrikasi
Kanban board berfungsi untuk memonitoring status dari *part* yang sedang dikerjakan. Terdapat tiga status yaitu *Que* ketika menunggu *production order* dikerjakan, *WIP* ketika *part* sedang dikerjakan pada beberapa tahapan proses dan *finish* ketika *part* sudah selesai diproses yang dapat dilihat pada Gambar 26 menu *kanban board* pada fabrikasi.



Part Name	Part Number	Status
SHM	332A480318001	Que
SHM	332A480318001	WIP
SHM	332A480318001	Finish

Gambar 26. Menu *Kanban Board* pada Fabrikasi

- Tampilan Menu *Report* pada Fabrikasi
 Menu ini berfungsi untuk merekap aktivitas yang dilakukan di fabrikasi, sehingga evaluasi proses produksi dapat dilakukan dengan menu ini dan apabila terjadi keterlambatan *part* di fabrikasi PC dapat mengambil kebijakan untuk mengatasi keterlambatan ini yang dapat dilihat pada Gambar 27 menu *report* pada fabrikasi.



No	Part Number	Part Name	Stock	Destination	Status Operasi	Lot Size	Plant Finish	Actual Finish
1	332A480318001	SHM	24	Sheet Metal	FINISH	13	2019-03-05	2019-03-05
2	332A480318001	SHM	24	Sheet Metal	FINISH	13	2019-04-26	2019-04-26
3	332A480318001	SHM	20	Sheet Metal	FINISH	11	2019-04-25	2019-04-25
4	332A480318001	SHM	24	Sheet Metal	FINISH	14	2018-11-23	2018-11-23
5	332A480318001	SHM	24	Sheet Metal	FINISH	14	2018-12-04	2018-12-04
6	332A480318001	SHM	24	Sheet Metal	FINISH	5	2019-02-28	2019-02-28
7	332A480318001	SHM	4	Sheet Metal Forming	FINISH	3	2019-07-02	2019-07-02
8	332A480318001	SHM	4	Sheet Metal Forming	FINISH	7	2019-05-20	2019-05-20
9	332A480318001	SHM	4	Sheet Metal	FINISH	7	2019-02-26	2019-02-26
10	332A480318001	SHM	4	Sheet Metal	FINISH	1	2019-09-20	2019-09-20

Gambar 27. Menu *Report* pada Fabrikasi

3.7 Skenario Simulasi

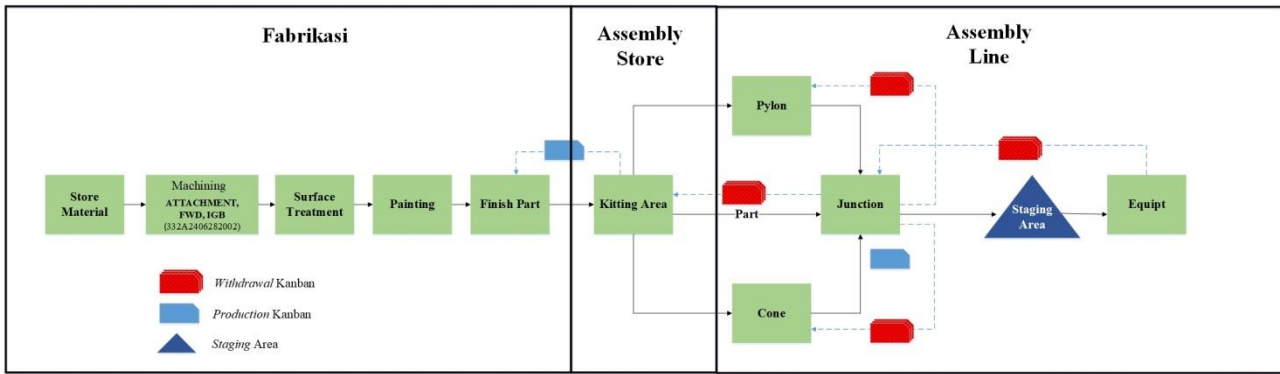
Ketika akan memulai proses *assembly* di awal, *assembly line* mengirimkan sinyal *withdrawal* kanban untuk meminta *part* penyusunnya. Kondisi *stock* di *assembly store* melebihi dari *level stock*, maka *assembly store* langsung mengirimkan *part* yang diminta oleh *assembly line*.

Setelah mengirimkan *part* ke *assembly line*, *stock* pada *assembly store* kurang dari sama dengan *level stock*, karena sudah dikirimkan ke *assembly line*. Maka *assembly store* akan melakukan *order* ke fabrikasi dengan mengirimkan sinyal *production* kanban. *Part* yang diminta oleh *assembly store* sudah *finish* dan dapat dikirimkan *assembly store*.

Kemudian apabila status *part* fabrikasi yang diminta oleh *assembly store* ternyata belum *finish*, *Production Control* dapat melakukan *production order* dan *track part*. Dengan *track part* ini dapat diketahui status *WIP (Work In Process)* *part* sedang dikerjakan di operasi mana dan berapa lama lagi akan selesai operasinya. Setelah *finish*, operator fabrikasi dapat mengirimkan *part* ke *assembly store*.

Ilustrasi skenario simulasi dapat dilihat pada Gambar 28 ilustrasi skenario. Junction akan melakukan proses *assembly* ketika terdapat sinyal *withdrawal* dan *production* dari *Equipt*. Skenario ini dilakukan pada *part* ATTACHMENT, FWD, IGB.

Untuk melakukan *assembly* Junction diperlukan *Pylon*, *Cone* dan 40 *part*. 40 *part* di *withdraw* dari *assembly line* dengan *withdrawal* kanban. *Assembly store* mengirimkan *production* kanban ke fabrikasi untuk dikirimkan ke *assembly line*. Pada departemen fabrikasi, *part* berasal dari *machining* akan dilakukan proses *surface treatment*, *painting* hingga menjad *finish part*. *Finish part* akan dikirimkan ke *assembly store*. Pada *assembly store*, *part* akan di tampung di *kitting area*. *Kitting area* merupakan tempat penampungan *part* dari fabrikasi yang akan dikirimkan ke *assembly line* berdasarkan *work order*nya.

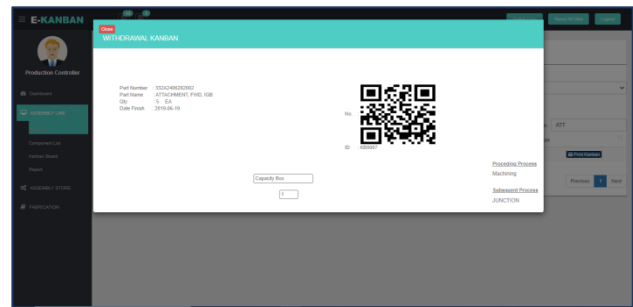


Gambar 27. Ilustrasi Skenario

3.8 Hasil Simulasi

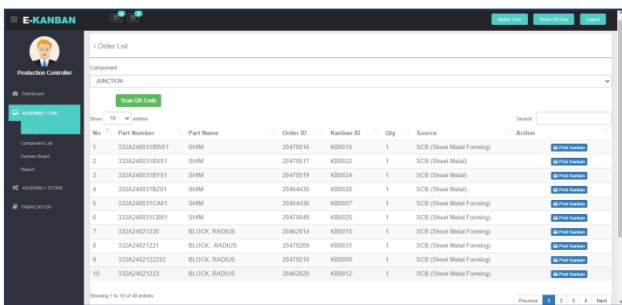
Untuk melakukan proses *assembly* Junction, semua *part* dan komponen harus sudah tersedia di *assembly line* Junction tersusun dari 40 *part* yang berasal dari fabrikasi dan 2 komponen yang sudah tersedia di *assembly line* yaitu *Pylon* dan *Cone*. 40 *part* tersebut berada pada level 5, sedangkan *Pylon*, *Cone* dan *Junction* berada pada level 4.

Pada simulasi ini akan disimulasikan pada *part* ATTACHMENT, FWD, IGB (dengan asumsi semua *part* sama dengan mekanisme *part* ini). Ketika akan melakukan *assembly* Junction, *Production Control* akan mengirimkan sinyal *withdrawal* kanban ke *assembly store* untuk mengirimkan *part* tersebut dengan melakukan *action* pada *button release*. *Release* memiliki makna aktivitas penarikan *part* dari *assembly store* yang dapat dilihat pada Gambar 29 menu *order list assembly line*.



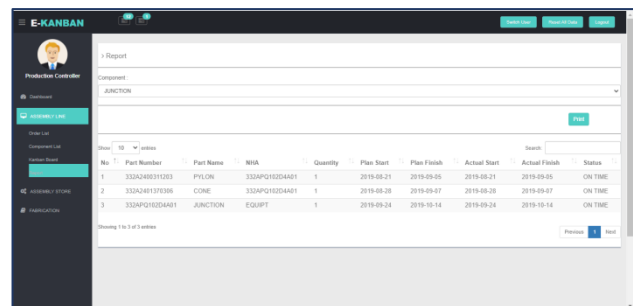
Gambar 29. Withdrawal Kanban Assembly Line

Setelah disimulasikan dengan *electronic* kanban, kekurangan *part* di *assembly line* dapat teratasi. Hal ini disebabkan karena *electronic* kanban mampu menjaga level *stock* di *assembly store*, sehingga apabila *assembly line* menarik *part* ke *assembly store* dapat langsung dikirimkan. Hal ini sesuai dengan menu *report* pada *assembly line* yaitu apabila semua *part* dan komponen penyusunnya tidak terlambat, maka proses *assembly* Junction *on time* karena *actual finish* dan *plan finish assembly* sama yang dapat dilihat pada Gambar 31 menu *report assembly line*.



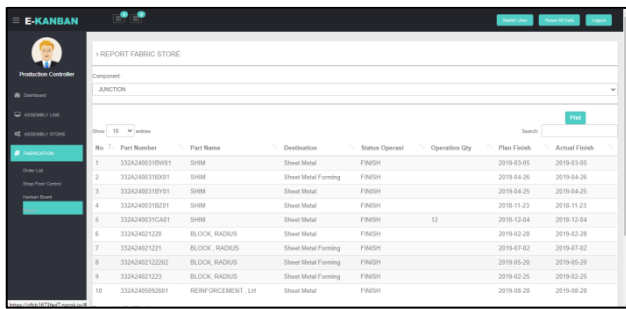
Gambar 28. Menu Order List Assembly Line

Pada menu *order list assembly line* berfungsi untuk menampung seluruh *part* yang diperlukan untuk melakukan proses *assembly* Junction. Menu ini menyediakan fitur *QR Code* untuk mencari *part* yang dibutuhkan. Dengan menggunakan *QR Code* ini *Production Control* maupun operator dapat melakukan proses *input* data dan pencarian data akan lebih cepat sehingga dapat meminimasi waktu. Untuk mengetahui detail informasi pada *withdrawal* kanban, *Production Control* dapat menggunakan fitur *print* kanban berupa informasi *part number*, *part name*, *qty*, *date finish* dan kanban ID yang disajikan dengan *QR Code* pada Gambar 30 *withdrawal* kanban *assembly line*.



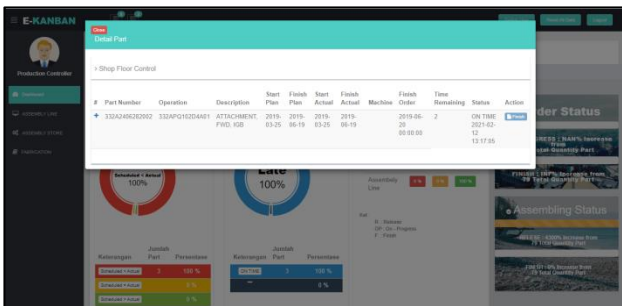
Gambar 30. Menu Report Assembly Line

Assembly Junction yang tepat waktu di area *assembly line* terjadi karena pada departemen fabrikasi tidak ada *part* penyusun Junction yang mengalami keterlambatan. Hal ini disebabkan karena aliran informasi yang sudah terintegrasi antar departemen yang dapat dilihat pada Gambar 32 menu *report* pada fabrikasi.



Gambar 31. Menu Report pada Fabrikasi

Untuk mengontrol aktivitas di setiap departemen terdapat dashboard yang berisi informasi status order dan assembly. Menu dashboard tersebut dapat dipantau apabila terjadi kesalahan secara realtime, sehingga Production Control dapat mengambil kebijakan dengan segera. Pada masing-masing departemen terdapat menu dashboard yang menampilkan kesimpulan performasi dari setiap departemen. Pada menu dashboard ini digunakan juga untuk memantau status order dari fabrikasi, yakni assembly line dapat melihat pada table finish order pada Gambar 33 menu dashboard. Finish order memiliki makna bahwa part ATTACHMENT, FWD, IGB akan sampai di assembly line pada tanggal 20 Juni 2019 dengan status on time.

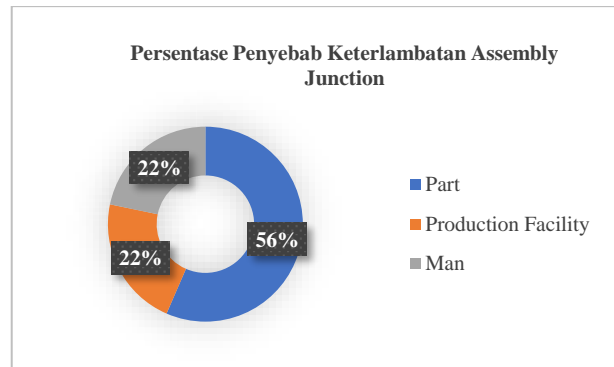


Gambar 32. Menu Dashboard

3.9 Dampak Electronic Kanban pada Keterlambatan Assembly Junction

Dengan menggunakan electronic kanban, assembly Junction menjadi tepat waktu karena part dan penyusun dari Junction tidak mengalami keterlambatan. Hal ini disebabkan karena electronic kanban dapat menjaga level stock di assembly store yaitu sejumlah 2 yang telah ditetapkan oleh perusahaan, sehingga tidak akan terjadi kekurangan part di assembly line. Ketika level stock dari suatu part sudah sama dengan stock, maka system secara otomatis akan mengirimkan sinyal production kanban ke fabrikasi. Sehingga stock akan terisi kembali setelah terdapat pengiriman part dari fabrikasi. Selain itu, informasi antar departemen assembly line, assembly store dan fabrikasi saling terintegrasi dan dapat diakses secara realtime, hal ini dapat memudahkan PC untuk melakukan tindakan ketika terjadi masalah dalam proses produksi maupun assembly.

Electronic kanban dapat mengurangi keterlambatan dari assembly Junction sebesar 56% dari factor part yang dapat dilihat pada Gambar 33 penyebab keterlambatan assembly Junction.



Gambar 33. Penyebab Keterlambatan Assembly Junction

Hal ini disebabkan karena electronic kanban hanya menyelesaikan pada permasalahan part yaitu kekurangan part di assembly line. Faktor penyebab keterlambatan Junction karena fasilitas produksi dan man tidak diselesaikan dalam penelitian ini.

Selain itu, dalam penelitian ini tidak menggunakan dispatching rule untuk melakukan splitting pada part yang dibutuhkan segera karena merupakan wewenang dari PC. Sistem electronic kanban ini memberikan informasi pada setiap departemen, sehingga apabila terdeteksi kesalahan atau keterlambatan PC dapat melakukan kebijakan.

Untuk mengurangi keterlambatan pada assembly Junction, terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi agar system electronic kanban dapat berfungsi sesuai dengan mekanismenya yaitu menjaga level stock di assembly store, material di departemen fabrikasi selalu tersedia dan kapasitas di departemen fabrikasi memadai.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan perancangan electronic kanban pada assembly Junction untuk Tailboom di PT Dirgantara Indonesia. Electronic kanban dirancang pada departemen assembly line, assembly store dan fabrikasi. Output yang dihasilkan dalam penelitian ini digunakan untuk mengurangi keterlambatan pada assembly Junction. Keterlambatan pada assembly Junction disebabkan karena 3 faktor utama yaitu part, fasilitas produksi dan man. Dari ketiga faktor tersebut, penyebab keterlambatan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah faktor part yaitu kekurangan part di assembly line.

Perancangan electronic kanban memerlukan beberapa tahapan seperti perancangan kartu kanban, perancangan post kanban dan perancangan website. Sistem electronic kanban dirancang mulai dari departemen assembly line, assembly store hingga fabrikasi. Penanggung jawab pada masing-masing departemen untuk sistem electronic kanban adalah production control untuk di assembly line dan fabrikasi, kemudian operator untuk assembly store. Sistem electronic kanban dapat memberikan informasi secara realtime untuk antar departemen dan secara otomatis akan mengirimkan sinyal pergerakan material karena sinyal kanban yang akan memberikan informasi mengenai produk apa, berapa dan kapan harus diproduksi

melalui monitor kanban *post* yang tersedia di *assembly line*, *assembly store* dan fabrikasi.

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, *electronic* kanban mampu mengurangi keterlambatan pada *assembly* Junction sebesar 56% dari faktor *part*. Keterlambatan pada *assembly* Junction disebabkan karena faktor lain juga yaitu fasilitas produksi dan *man*. Namun dengan menggunakan *electronic* kanban ini hanya mampu mengurangi keterlambatan yang disebabkan karena faktor *part*. Perancangan *electronic* kanban dapat mengurangi keterlambatan disebabkan karena level *stock* di area *assembly store* dijaga dan informasi antar departemen berjalan dengan lancar serta mampu mengontrol aliran produksi pada *assembly* Junction. Dengan demikian PC dapat mengambil tindakan apabila terjadi permasalahan yang dapat di monitoring dari menu *dashboard*.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu peneliti mengucapkan terimakasih kepada PT Dirgantara Indonesia yang telah memberikan dukungan dan kerjasama yang baik dalam penelitian ini, Bapak Denny Sukma Eka Atmaja, S.T., M.Sc., Ibu Ir. Widia Juliani M.T., Bapak Yustiono dan Bapak Gerry selaku pendamping lapangan di PT Dirgantara Indonesia, Bapak Yudi, Ibu Widya, Bapak Yulianto, Bapak Hendra, Bapak Doni, Bapak Ade yang merupakan pegawai dari PT Dirgantara Indonesia yang telah membantu baik dari segi data maupun ilmu.

Daftar Pustaka

- Adhiutama, A., Darmawan, R., & Fadhila, A. (2020). Total Productive Maintenance on the Airbus Part Manufacturing. *Jurnal Bisnis Dan Manajemen*, 21(1), 3–15. <https://doi.org/10.24198/jbm.v21i1.280>
- Ardian Dwi Praba, M. S. (2020). Studi Perbandingan Performansi Antara Mysql Dan Postgresql. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, VIII(2), 1–6.
- Ayutami, S., Damajanti, D. D., & Juliani, W. (2019). *DESIGNING ELECTRONIC KANBAN USING CONWIP METHOD TO REDUCE DELAYS ON PYLON ASSEMBLY LINE IN PT. DIRGANTARA INDONESIA*. 6(1), 1660–1665.
- Deslisland, C. A. Y. B. S. C. P. R. D. of I. E. M. U., & Jakarta State, I. I. J. of I. S. and R. T. I. N.-2456-2165. (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*, 5(1), 257–265.
- Destiningrum, M., & Adrian, Q. J. (2017). Sistem Informasi Penjadwalan Dokter Berbasis Web Dengan Menggunakan Framework Codeigniter (Studi Kasus: Rumah Sakit Yukum Medical Centre). *Jurnal Teknoinfo*, 11(2), 30. <https://doi.org/10.33365/jti.v11i2.24>
- Hapsari, K., & Priyadi, Y. (2017). Perancangan Model

Data Flow Diagram Untuk Mengukur Kualitas Website Menggunakan Webqual 4.0. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 7(1), 66.

<https://doi.org/10.21456/vol7iss1pp66-72>

- Heriyanto, Y. (2018). Perancangan Sistem Informasi Rental Mobil Berbasis Web Pada PT.APM Rent Car. *Jurnal Intra-Tech*, 2(2), 64–77.
- Hirano, H. (2009). *JIT Implementation Manual -- The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing: Volume 3 -- Flow Manufacturing -- Multi-Process Operations and Kanban*.
- Idris, M. R., Prakash, P. S., & Abdullah, A. (2020). E-Kanban hybrid model for Malaysian automotive component suppliers with IoT solution. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 0(March), 728–738.
- Indrajani, Bahana, R., Kosala, R., & Heryadi, Y. (2018). Perancangan dan Pembuatan Aplikasi Ku Sehat. *Elektro*, 11(1), 15–26.
- Khalifa, E. M., Jamil, H. A., Jawawi, D. N. A., & Deris, S. Bin. (2019). An efficient method to generate test cases from UML-USE CASE DIAGRAM. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 12(7), 1138–1145.
- Krishnaiyer, K., Chen, F. F., & Bouzary, H. (2018). Cloud Kanban Framework for Service Operations Management. *Procedia Manufacturing*, 17(December), 531–538. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.093>
- Eachová, K., & Trebuña, P. (2019). Modelling of electronic kanban system by using of entity relationship diagrams. *Acta Logistica*, 6(3), 63–66. <https://doi.org/10.22306/al.v6i3.115>
- Mcinnis, J. M. G. and K. R. (2003). *Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. Amacom.
- Muqti, H., Suryadhini, P. P., Juliani, W., & Damayanti, D. D. (2012). *Improvement of Kanban System Using Constant Quantity Withdrawal System To Fulfill Buffer Stock Replenishment on Single Aisle Project At Pt . Xx*. 50–58.
- Nurul, P., Adil, A., Sabri, B., Abas, A. B. I. N., & Din, R. B. I. N. (2020). Enhancing Data Storage Of Colored QR Code Using C3M Technique. *Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 07(08), 3805–3813.
- Razafuad, R., Ridwan, A. Y., & Santosa, B. (2018). Development of e-Kanban application using stock-needs rule prioritizing policy to reduce 0-pick for pharmaceutical warehousing. *2018 6th International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2018*, 0(c), 310–318. <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2018.8528808>
- Ricky, C., & Kadono, Y. (2020). *A Case Study of E-Kanban Implementation in Indonesian Automotive Manufacture*. 1–7. <https://doi.org/10.1109/citsm50537.2020.9268867>
- Trabasso, L. G. (2019). *Light automation for aircraft fuselage assembly*. December 2018. <https://doi.org/10.1017/aer.2019.117>
- Wiratama, C. (2016). *Control Surface pada Pesawat*

Terbang. Aeroengineering.Co.Id.
<https://www.aeroengineering.co.id/2016/01/control-surface-pada-pesawat-terbang/>

Yasuhiro Monden. (1994). *Toyota Production System : An Integrated Approach to Just-In-Time.*

Zhao, Y., Du, J., Li, X., Hua, J., & Liu, Q. (2020). The Design and Implementation of Information Management and Control System for Military Products Intelligent Assembly Line Based on JIT. *Journal of Physics: Conference Series*, 1575(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1575/1/012075>