

## PERANCANGAN SISTEM KANBAN BERBASIS WEB UNTUK PELACAKAN DAN PEMANTAUAN *LEAD TIME* DAN *WIP PART A-15115* DAN *PART A-14119* PADA PT ABC

### *DESIGN OF WEB-BASED KANBAN SYSTEM FOR LEAD TIME AND WIP TRACKING AND MONITORING PART A-15115 AND PART A-14119 PT ABC*

Trisha Alya Latifa<sup>1</sup>, Dida Diah Damayanti<sup>2</sup>, Murni Dwi Astuti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>trishaalatialatif@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>didadiah@telkomuniversity.co.id,

<sup>3</sup>murnidwiastuti@telkomuniversity.ac.id

---

#### Abstrak

PT ABC merupakan anak perusahaan dari PT PINDAD yang berlokasi di Bandung dan bergerak dibidang manufaktur. Saat ini, PT ABC mengalami permasalahan terlambatnya pengiriman kedua *part* ini ke PT PINDAD akibat jumlah *output* kedua *part* yang tidak sesuai. Kedua *part* tersebut merupakan *part* utama yang digunakan untuk menunjang peralatan pertahanan yang diproduksi oleh PT PINDAD. Part A-14119 dan A-15115 ini mengalami keterlambatan dikarenakan informasi mengenai jumlah *output* aktual dengan *output* target yang belum terintegrasi serta rekapitulasi pencatatan yang dilakukan sebulan sekali sehingga menyebabkan terlambat dalam mengambil keputusan produksi.

Untuk mengatasi keterlambatan untuk *part* A-14119 dan A-15115, maka perlu adanya alat bantu yang dapat memberikan informasi yang tetap atau utuh mengenai jumlah material dan informasi produksi dengan menggunakan Kanban. Hasil penelitian ini akan menghasilkan rancangan sistem *kanban* berbasis *web* untuk PT ABC yang akan menjadi kontrol produksi yang dapat memberikan informasi melalui status aktivitas produksi dan informasi mengenai jumlah yang dihasilkan dalam proses produksi. Perancangan sistem *kanban* berbasis *web* ini menggunakan metode *constant – quantity* dengan *framework Laravel*.

Hasil perancangan dengan menggunakan *Kanban* berbasis *web* dapat melakukan pemantauan (*monitoring*) dan pelacakan (*tracking*) antara *input* dan *output* dengan melihat status aktivitas *Do (Supply)*, *Wait (WIP)*, *Done (Finished Goods)*, yang dilaporkan secara visual dalam bentuk CFD (*Cumulative Flow Diagram*). Demikian, perusahaan dapat mengambil keputusan terkait permasalahan yang terdeteksi, menurunkan keterlambatan, meningkatkan akurasi data proses produksi, serta meningkatkan kecepatan *updating* data dan *dashboard* yang *real – time*).

Kata kunci : sistem *kanban*, *web*, *cumulative flow diagram*

---

#### Abstract

PT ABC is a subsidiary of PT PINDAD which is located in Bandung and is engaged in manufacturing. Currently, PT ABC is experiencing the problem of delays in the delivery of these two parts to PT PINDAD due to the number of outputs of the two parts that do not match. The two parts are the main parts used to support the defense equipment produced by PT PINDAD. Parts A-14119 and A-15115 are experiencing delays due to information regarding the number of actual outputs with target outputs that have not been integrated as well as recording recapitulation which is carried out once a month, causing delays in making production decisions.

To overcome delays for parts A-14119 and A-15115, it is necessary to have a tool that can provide permanent or complete information regarding the amount of material and production information using Kanban. The results of this study will produce a web-based kanban system design for PT ABC which will be a production control that can provide information through the status of production activities and information about the amount produced in the production process. The design of this web-based kanban system uses the constant - quantity method with the Laravel framework.

The results of the design using a web-based Kanban can perform monitoring (*monitoring*) and tracking (*tracking*) between input and output by looking at the activity status of *Do (Supply)*, *Wait (WIP)*, *Done (Finished Goods)*, which are reported visually in the form of CFD ( *Cumulative Flow Diagrams*). Thus, companies can make decisions regarding detected problems, reduce delays, improve production process data accuracy, and increase the speed of updating data and real-time dashboards.

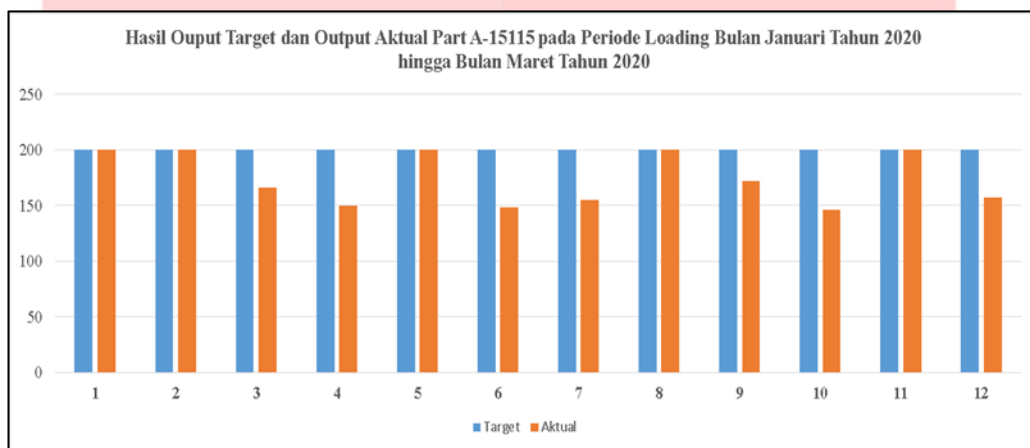
Keywords: *kanban system*, *web*, *cumulative flow diagram*

---

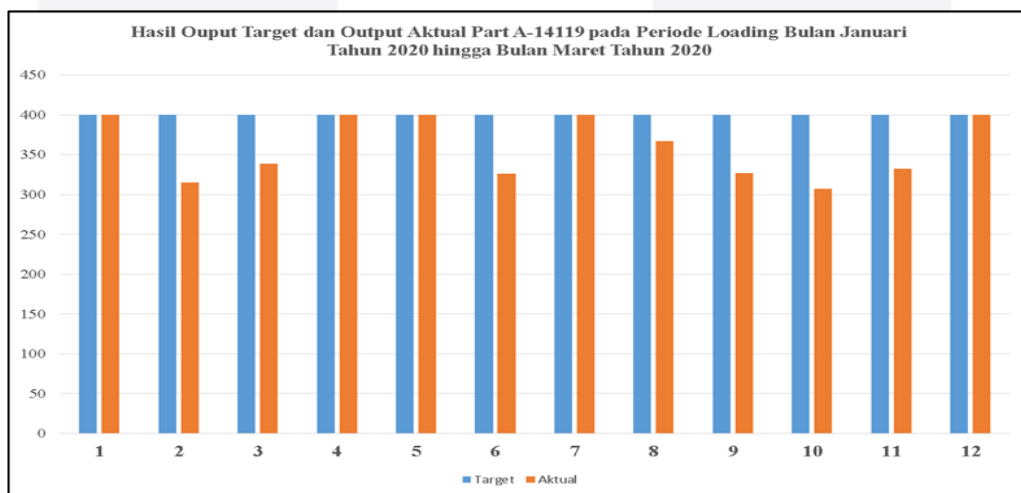
## 1. Pendahuluan

PT ABC merupakan anak perusahaan dari PT PINDAD yang berlokasi di Bandung. PT PINDAD memberikan *Work Order* setiap triwulan (selang tiga bulan) dalam jumlah banyak dan berulang setiap tahunnya kepada Divisi Produksi PT ABC, yaitu *part* A-15115 dan *part* A-14119. Kedua *part* tersebut merupakan *part* utama yang digunakan untuk menunjang produk ALUTSISTA (Alat Utama Sistem Senjata), dimana *raw material* dari kedua *part* ini di suplai oleh PT PINDAD dalam bentuk *Forging Part*. *Work order* dari PT PINDAD dialokasikan menggunakan empat mesin.

Data dari unit PPIC Divisi Produksi menunjukkan untuk *loading* periode Januari – Maret 2020 sebanyak 12 *lot*, dimana jumlah untuk per *lot part* A-15115 adalah 200 unit setiap minggunya, sedangkan jumlah untuk per *lot part* A-14119 adalah 400 unit setiap minggunya. Data *output* kedua *part* tersebut dipantau setiap hari oleh PPIC untuk direkapitulasi setiap minggunya. Berdasarkan data historis *output* PT ABC pada Gambar 1 dan Gambar 2, terlihat bahwa hasil *output* target dan *output* aktual untuk kedua *part* dengan periode *loading* Bulan Januari Tahun 2020 hingga Bulan Maret Tahun 2020 terdapat *output* aktual tidak berjumlah sesuai dengan *output* target yang menyebabkan terlambatnya pemenuhan order untuk setiap bulannya. Hal ini menyebabkan terjadinya keluhan dari PT PINDAD akibat terlambatnya pengiriman *part*.



Gambar 1 Hasil Output Target dan Output Aktual Part A-15115 pada Periode Loading Bulan Januari Tahun 2020 hingga Bulan Maret Tahun 2020



Gambar 2 Hasil Output Target dan Output Aktual Part A-14119 pada Periode Loading Bulan Januari Tahun 2020 hingga Bulan Maret Tahun 2020

Berdasarkan data keterlambatan untuk kedua *part* dengan periode *loading* Bulan Januari Tahun 2020 hingga Bulan Maret Tahun 2020 pada Gambar 3 dan Gambar 4, keterlambatan *part* A-15115 untuk periode Bulan Januari adalah 4,20 hari, periode Bulan Februari adalah 4,85 hari, dan periode Bulan Maret adalah 9,37 hari. Sedangkan, keterlambatan untuk *part* A-14119 untuk periode Bulan Januari adalah 3,66 hari, periode Bulan Februari adalah 2,69 hari, dan periode Bulan Maret adalah 8,67 hari. Oleh karena itu, *part* A-15115 dan A-14119 membutuhkan waktu pengerjaan melebihi *lead time* yang diinginkan untuk *part* A-15115 dan *part* A-14119.

Periode Loading Part A-15115	Keterlambatan	Hari
20/01/2020 - 24/01/2020	Terlambat	4,2
27/01/2020 - 31/01/2020	Terlambat	
10/02/2020 - 14/02/2020	Terlambat	4,85
17/02/2020 - 21/02/2020	Terlambat	
02/03/2020 - 06/03/2020	Terlambat	9,37
09/03/2020 - 13/03/2020	Terlambat	
23/03/2020 - 27/03/2020	Terlambat	

Gambar 3 Keterlambatan Part A-15115

Periode Loading Part A-14119	Keterlambatan	Hari
13/01/2020 - 17/01/2020	Terlambat	3,66
20/01/2020 - 24/01/2020	Terlambat	
10/02/2020 - 14/02/2020	Terlambat	2,69
24/02/2020 - 28/02/2020	Terlambat	
02/03/2020 - 06/03/2020	Terlambat	8,67
09/03/2020 - 13/03/2020	Terlambat	
16/03/2020 - 20/03/2020	Terlambat	

Gambar 4 Keterlambatan Part A-14119

Kontrol produksi yang efektif menurut Thurer (2017) adalah apabila *output* aktual sama dengan *output* target, akan tetapi hal tersebut tidak terpenuhi. Oleh karena itu, perlu ada kontrol aliran material dan aliran informasi produksi yang dapat melakukan pengawasan (*monitoring*) dan pelacakan (*tracking*) *part* yang sedang dikerjakan secara *real time*. Hasil yang diberikan berupa *visual control* yang dapat digunakan untuk membantu mengambil *control decision* [1] sehingga berguna mengurangi panjang *lead time* dan inventori pada *work-in-process* (WIP) pada lantai pabrik.

## 2. Landasan Teori dan Metodologi

### 2.1 Landasan Teori

Pemecahan masalah menjadi dasar pemikiran untuk dilakukannya pemecahan masalah, berawal dari tinjauan pada hasil penelitian terdahulu dan kecenderungan pada masa depan. Dalam pemecahan masalah ini dilakukan beberapa kategori pembahasan :

#### 2.1.1 Sistem Kontrol Produksi Berbasis Kartu

Sistem kontrol produksi meliputi pengendalian *input* pekerjaan (*Work Order*) ke lantai pabrik sesuai dengan *output* pekerjaan dibutuhkan di lantai pabrik. Umpan balik tentang *output* dari stasiun atau lantai pabrik biasanya disediakan oleh kartu (atau cara fisik lain untuk mengkomunikasikan atau memberi sinyal informasi) disebut sistem berbasis kartu. Fokus dari sistem kontrol berbasis kartu adalah pada aspek dari pemborosan yang terjadi ketika *output* tidak disesuaikan dengan waktu permintaan pelanggan, dimana *output* yang terlambat akan mengakibatkan permintaan pelanggan yang tidak terpenuhi [1]. Sehingga pada dasarnya sistem kontrol produksi berbasis kartu mengontrol kapasitas, persediaan (*inventory*) dan *work-in-process*, serta permintaan agar digunakan ditempat yang tepat, dalam jumlah yang tepat, dan waktu yang tepat dengan menggunakan benda fisik kartu.

#### 2.1.2 Kanban

Definisi *Kanban* menurut Suzaki (1987) *Kanban* adalah “*display*” atau “*instruction card*” yang digunakan sebagai *tool* yang mengharmonisasikan aliran material dan informasi. Menurut Thurer, Stevenson, dan Protzman (2017) *Kanban* adalah “*visual sign*” yang secara harfiah mengawasi papan untuk jangka waktu tertentu. Biasanya berupa selembar kertas atau plastik atau logam – kartu fisik Singkatnya, sistem *kanban* adalah sistem informasi yang secara harmonis mengontrol jumlah produksi dalam setiap proses menggunakan kartu fisik.

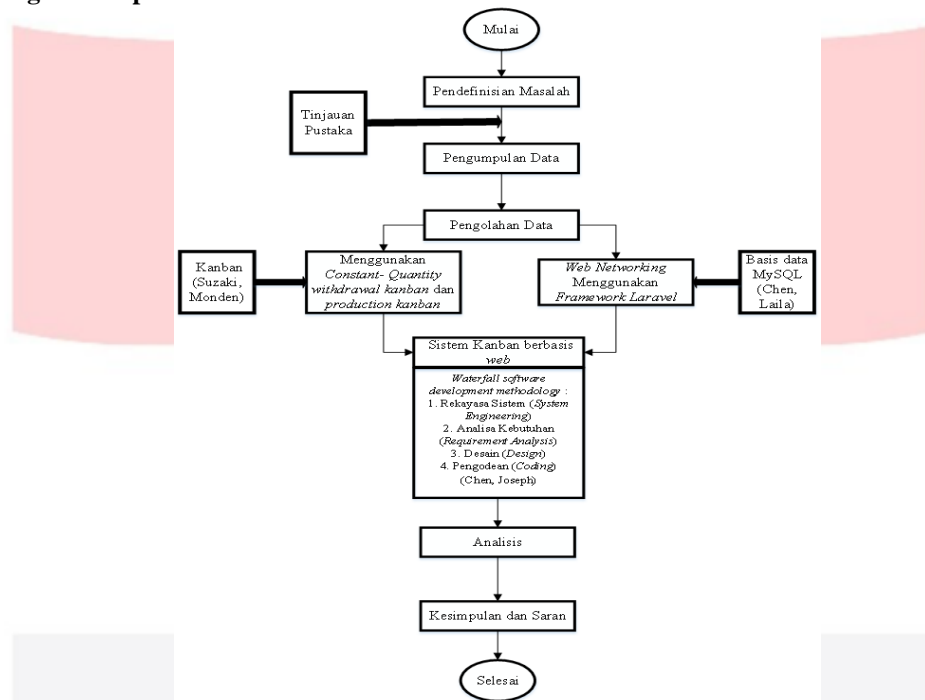
#### 2.1.3 Cumulative Flow Diagram (CFD)

*Cummulative Flow Diagram* (CFD) adalah bagan area bertumpuk sederhana yang memperlihatkan jumlah unit di setiap kolom *kanban*. Garis paling bawah menunjukkan jumlah unit dalam status selesai kapan saja. Kemajuan baris ini juga berfungsi sebagai grafik dari keseluruhan proses [2].

### 2.1.4 Kanban Berbasis Web

Menggunakan basis data *web* dan program interaktif berbasis *web*, server *web* dapat menyediakan fungsi – fungsi operasional untuk *Kanban* berbasis *web*, termasuk pelacakan secara *real time*, mengukur performansi, input / output interaktif, dll [3].

## 2.2 Metodologi Konseptual



Gambar 5 Metodologi Konseptual

Langkah pertama berupa mendefinisikan permasalahan yang didukung oleh tinjauan pustaka yang relevan dengan permasalahan yang akan diselesaikan. Untuk pengumpulan data menggunakan data primer dan data sekunder sebagai bahan untuk analisis dan perancangan sistem. Data primer mencakup wawancara dengan *stakeholder* bagian Divisi PPIC PT ABC, observasi terhadap aktivitas produksi, dan wawancara untuk menggali dan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di rantai produksi.

Selanjutnya pada tahap pengolahan data, untuk menentukan jumlah kartu *withdrawal kanban* dan *production kanban* berdasarkan metode *constant-quantity kanban*. Penggunaan metode *constant-quantity* sebagai rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah kartu kanban adalah area penelitian masih berada dalam area produksi dan tidak memerlukan data *withdrawal interval*.

Sedangkan, perancangan perangkat lunak menggunakan *tool* PHP dan pengembangan perangkat lunak menggunakan *framework Laravel*. *Tool* PHP dipilih karena kesederhanaan dan fleksibilitas. Sementara itu, *framework Laravel* dipilih karena kesederhanaan dan kemudahan dalam mengakses. Metode yang dipakai dalam pengembangan *web* adalah *Waterfall Software Development Methodology*. Metode *waterfall* dipilih karena metode ini cocok digunakan untuk pembuatan sistem baru dengan tingkat resiko pengembangannya kecil dikarenakan dalam pelaksanaannya harus menyelesaikan satu tahap terlebih dahulu untuk bisa melanjutkan ke tahap berikutnya. Dalam perancangan membuat *kanban website*, hasil wawancara digunakan untuk mengidentifikasi proses bisnis mencakupi alur proses dan data.

Terakhir, pada tahap evaluasi, penulis membuat proses bisnis usulan yang disesuaikan dengan kebutuhan dari *stakeholder* yang dimana diharapkan dapat menurunkan keterlambatan, meningkatkan akurasi data proses produksi, serta meningkatkan kecepatan *updating data* dan *dashboard* yang *real – time*.

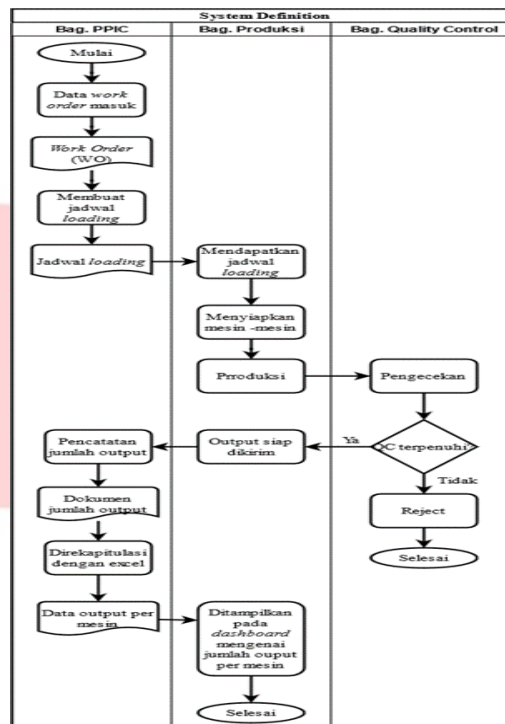
## 3. Perancangan Sistem Kanban Berbasis Web

### 3.1 Desain Sistem

#### A. Kontrol Produksi Saat Ini

Kontrol produksi berupa *output* proses produksi dengan hanya melakukan pencatatan secara manual pada bagian QC (*Quality Control*). Pencatatannya *output* dilakukan setiap hari, kemudian direkapitulasi setiap minggunya (5 hari / minggu). Selanjutnya hasil rekap mingguan akan direkapitulasi per bulan, dimana hasil rekap *output* tersebut

merupakan *feedback* untuk bagian produksi. Sehingga, bagian produksi mendapatkan *feedback* hanya setiap satu bulan sekali.

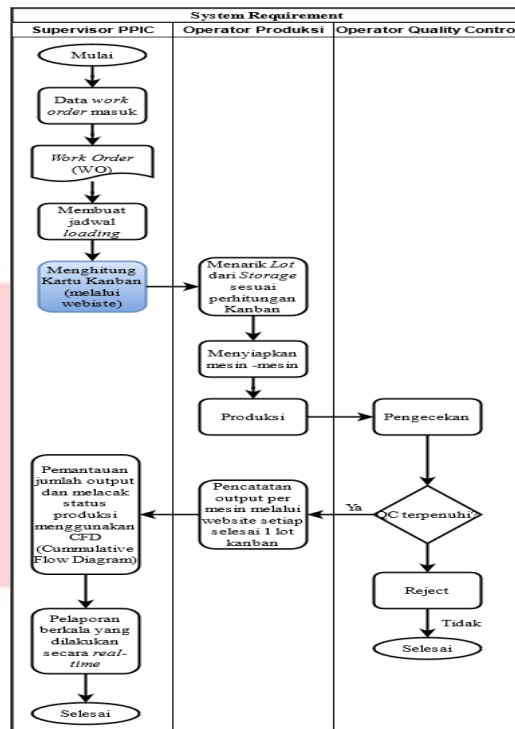


Gambar 6 System Definition

## B. Kontrol Produksi Usulan

Proses bisnis awal sebelum menggunakan sistem informasi adalah dengan hanya mencatat *ouput* produksi secara manual, merekapitulasi pada setiap akhir bulan, dan menampilkan jumlah *output* produksi pada *dashboard* sebagai pusat informasi, dengan adanya pembaharuan menggunakan sistem informasi yang terkomputerisasi ini bisa memudahkan pekerja dalam melihat setiap komposisi dan penginputan hasil untuk setiap proses pekerjaan di rantai produksi nanti.

Kontrol produksi usulan menggunakan metode kanban, untuk mengontrol aliran material dan aliran informasi. Untuk mengontrol aliran material menggunakan kartu penarikan (*withdrawal kanban*), sedangkan untuk mengontrol aliran informasi menggunakan kartu produksi (*production kanban*). Hal ini bertujuan membantu divisi PPIC mendapatkan informasi secara visual tentang jumlah hasil produksi (*output*) dengan menggunakan kanban dan CFD (*Cummulative Flow Diagram*) dan mendapatkan laporan secara berkala (mingguan), dikarenakan mekanisme kontrol yang dilakukan sebulan sekali menyebabkan keterlambatan dalam pengambilan keputusan produksi dan untuk mengontrol jumlah output per mesin dengan sistem informasi.



Gambar 7 System Requirement

### 3.2 Perhitungan Kartu Kanban dengan *Constant – Quantity*

Dalam perhitungan jumlah *Kanban* terdapat beberapa bagian yang perlu diperhatikan yaitu, *lead time of withdrawal Kanban*, *hourly demand*, perhitungan *Necessary number of parts during the Lead time of withdrawal kanban* dan yang terakhir adalah memperhitungkan jumlah kartu *Kanban*.

1. Tahap pertama, *lead time of withdrawal Kanban*

Dalam *Constant- Quantity Withdrawal*, interval *withdrawal* atau penarikan tidak perlu diperhitungkan, sehingga *lead time of withdrawal Kanban* diperoleh dari waktu produksi, yaitu *total cycle time per batch*.

2. Tahap kedua, *hourly demand*

*Hourly demand* dapat diperhitungkan dengan mengalikan jumlah kuantiti dari setiap *part number* dengan *daily demand* kemudian membaginya dengan waktu operasional dalam satu hari. Satuan yang digunakan pada *lead time* menggunakan adalah jam.

3. Tahap ketiga, perhitungan *Necessary number of parts during the Lead time of withdrawal kanban*

Tahap ini memperhitungkan *necessary number of parts during the Lead time of withdrawal kanban* dengan cara mengalikan hasil dari *lead time of withdrawal Kanban* dengan *hourly demand*.

4. Tahap keempat, perhitungan jumlah kartu *Kanban*

Contoh perhitungan untuk jenis *withdrawal Kanban* pada *part A-15115* :

Jumlah *withdrawal kanban* =

$$\frac{\text{Jumlah yang dibutuhkan (selama lead time pada withdrawal kanban)} + \text{safety inventory}}{\text{kapasitas unit per box}}$$

$$\text{Jumlah withdrawal kanban} = \frac{33 \text{ Unit} + (10\% \times 33 \text{ unit})}{20 \text{ unit}} = 2 \text{ Kanban}$$

Contoh perhitungan untuk jenis *production Kanban* pada *part A-15115* :

Jumlah *production kanban* =

$$\frac{\text{Jumlah yang dibutuhkan (selama lead time pada kanban produksi)} + \text{safety inventory}}{\text{kapasitas unit per box}}$$

$$\text{Jumlah production kanban} = \frac{33 \text{ Unit} + (10\% \times 33 \text{ unit})}{20 \text{ unit}} = 2 \text{ Kanban}$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan bahwa jumlah kartu *Kanban* adalah 2 *kanban* yang setiap *Kanban* berisi 20 unit.

### 3.3 Hasil Perancangan Sistem Kanban Berbasis Web



Gambar 8 Dashboard Cumulative Flow Diagram (CFD)

Tampilan *dashboard* diatas merupakan tampilan layar *Cumulative Flow Diagram* (CFD) mengenai jumlah *output part* berdasarkan status *Done*, *Do*, dan *Wait*. Arti dari status '*Done*' adalah Sumber daya yang diubah setelah menyelesaikan seluruh proses (*Finished Goods*) yang dipresentasikan dengan warna biru. Status '*Do*' adalah Sumber daya yang diubah mendahului proses (*Supply*) yang dipresentasikan dengan warna hijau. Status '*Wait*' adalah Sumber daya yang diubah dalam proses *work-in-process* (WIP) yang dipresentasikan dengan warna merah. Grafik ini untuk menunjukkan kontrol produksi sehingga dapat melakukan pemantauan (*monitoring*) dan pelacakan (*tracking*) antara input dan output. Hasil ini disebut baik, bila tidak ada *gap* input dan outputnya. Namun, bila ada *gap*, berarti terjadi *work-in-process* (WIP), sehingga pengambil keputusan dapat mengambil tindakan sehingga output produksi dapat sesuai target perencanaan.

#	TAHUN	BULAN	MINGGU KE	REQUEST / WEEK	REQUEST / DAY	LEAD TIME PRODUKSI	JAM OPERASIONAL MESIN	JUMLAH PART YANG DIBUTUHKAN SELAMA LEAD TIME KANBAN	SAFETY FACTORY	KAPASITAS KONTAINER / JUMLAH ISI BIN (KONTAINER)	JUMLAH KARTU KANBAN	ACTION
1	2021	Juli	2	200	40	29.4 Menit / 0.49 Jam	24	33	3	20	2	← →
2	2021	Juli	2	400	80	17.9 Menit / 0.29 Jam	24	76	7	10	9	← →

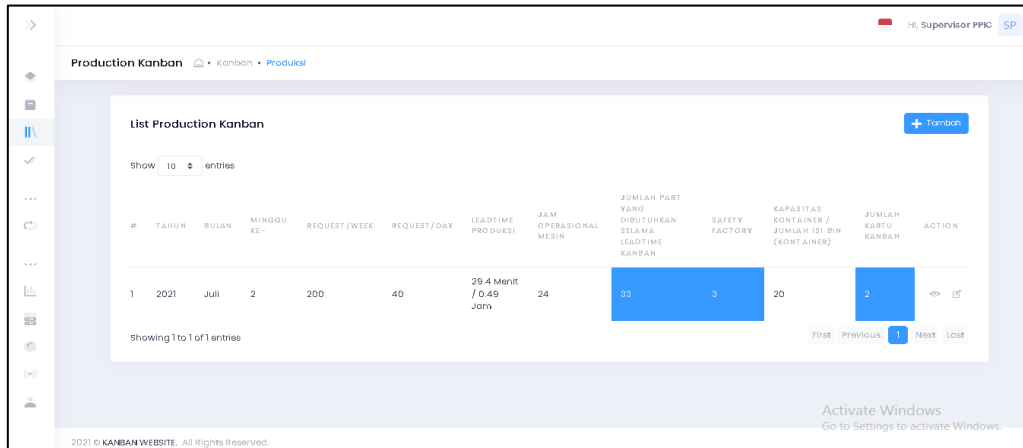
Gambar 9 Halaman Withdrawal Kanban

Dari	KE
Operasi Milling	Operasi Milling
Nama Part	
A15115-A	
No. Kanban	Kapasitas dalam Kontainer
1 / 2	20 unit

Gambar 10 Kartu Withdrawal Kanban

Gambar 9 merupakan tampilan dari *list withdrawal kanban* yang berisikan informasi mengenai tahun, bulan, minggu, jumlah permintaan per minggu, jumlah permintaan per hari, *lead time* produksi, jam operasional, jumlah *part* yang dibutuhkan selama *lead time kanban*, *safety factory*, kapasitas kontainer / *bin*, dan jumlah kartu kanban. Gambar 10

merupakan rancangan Kartu Kanban *Withdrawal*. Kartu *withdrawal* ini dilengkapi oleh *QR Code*, sehingga dapat dilakukan pemindai dengan alat pemindai.



The screenshot shows a web application titled "Production Kanban". It features a sidebar with navigation icons and a main content area. The main area has a header "List Production Kanban" with a "+ Tambah" button. Below the header is a table with the following columns: #, TAHUN, BULAN, MINGGU KE, REQUEST / WEEK, REQUEST / DAY, LEADTIME PRODUKSI, JAM OPERASIONAL MESIN, JUMLAH PART YANG DIPERLUKAN SELAMA LEADTIME KANBAN, SAFETY FACTORY, KAPASITAS KONTAINER / JUMLAH ISI BIN (KONTAINER), JUMLAH KARTU KANBAN, and ACTION. The table contains one entry with the following data: # 1, TAHUN 2021, BULAN Juli, MINGGU KE 2, REQUEST / WEEK 200, REQUEST / DAY 40, LEADTIME PRODUKSI 29.4 Menit / 0.49 Jam, JAM OPERASIONAL MESIN 24, JUMLAH PART YANG DIPERLUKAN SELAMA LEADTIME KANBAN 38, SAFETY FACTORY 3, KAPASITAS KONTAINER / JUMLAH ISI BIN (KONTAINER) 20, JUMLAH KARTU KANBAN 2. The table is paginated, showing 1 to 1 of 1 entries.

Gambar 11 Halaman Production Kanban



The screenshot shows a template for a "Kartu Produksi (Production Kanban)". It includes fields for "Nama Proses" (Operation Milling), "Nama Part" (A15115-A), "No. Kanban" (1/2), and "Kapasitas dalam Kontainer" (20 Unit). A QR code is displayed on the right side of the card.

Gambar 12 Kartu Production Kanban

Gambar 11 merupakan tampilan dari *list production kanban* yang berisikan informasi mengenai tahun, bulan, minggu, jumlah permintaan per minggu, jumlah permintaan per hari, *lead time* produksi, jam operasional, jumlah *part* yang dibutuhkan selama *lead time kanban*, *safety factory*, kapasitas kontainer / *bin*, dan jumlah kartu kanban. Gambar 12 merupakan rancangan dari Kartu Kanban *Production*. Kartu *production* ini juga dilengkapi oleh *QR Code*, sehingga dapat dilakukan pemindai dengan alat pemindai.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil perancangan adalah rancangan Kanban Website dapat melakukan pemantauan (*monitoring*) dan pelacakan (*tracking*) antara input dan output dengan melihat status aktivitas *Do* (Sumber daya yang diubah mendahului proses (*Supply*)), *Wait* (Sumber daya yang diubah dalam proses *work-in-process* (WIP)), *Done* (Sumber daya yang diubah setelah menyelesaikan seluruh proses (*Finished Goods*)), yang dilaporkan secara visual dalam bentuk *Cumulative Flow Diagram* (CFD). Hasil dapat disebut baik, apabila tidak ada gap input dan outputnya. Namun, bila ada *gap*, berarti terjadi *work-in-process* (WIP), sehingga pengambil keputusan dapat mengambil tindakan sehingga output produksi dapat sesuai target perencanaan. Berdasarkan hal tersebut, perusahaan dapat menurunkan keterlambatan, meningkatkan akurasi data proses produksi, serta meningkatkan kecepatan *updating* data dan *dashboard* yang *real-time*.

#### referensi

- [1] M. Thurer, M. Stevenson and C. Protzman, "Card-Based Control Systems for a Lean Work Design : The Fundamental of Kanban, ConWIP, POLCA, and COBACABANA," Productivity Press, 2017, p. 27.
- [2] D. J. Anderson, "Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business," Blue Hole Press, 2010.
- [3] S. Satoglu, A. Ustundag, E. Cevikcan and M. Durmusoglu, "Lean Transformation Integrated with Industry 4.0 Implementation Methodology," *Industrial Engineering in the Industry 4.0. Era*, pp. 97-107, 2018.
- [4] L. E. Abbadi, S. E. Manti, M. Houti and S. Elghanimi, "Kanban System for Industry 4.0 Environment," *International Journal of Engineering & Technology*, pp. 60-65, 2018.
- [5] K. Suzaki, *The New Manufacturing Challenge*, United States: The Free Press, 1987.