

**USULAN PENERAPAN SISTEM KANBAN SEBAGAI PENDUKUNG
PENGENDALIAN PRODUKSI *JUST IN TIME* MENGGUNAKAN
SIMULASI PADA PT. INKA**

SKRIPSI

TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



CHINTYA PRALAMPITA HENDRASTATI

NIM. 145060700111051

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik tanpa kurang suatu apapun. Tidak lupa shalawat dan salam juga tercurahkan kepada Rasulullah Nabi Muhammad SAW. Skripsi yang berjudul **“Usulan Penerapan Sistem Kanban Sebagai Pendukung Pengendalian Produksi *Just In Time* Menggunakan Simulasi pada PT. INKA”** ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak hambatan yang penulis hadapi dalam penulisan skripsi ini, namun berkat dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, hambatan-hambatan tersebut dapat dilewati dengan lancar. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Keluarga *Green Living* tercinta: Bapak Drs. Sri Marhaendradatta, M.MKes., Ibu Tatik Taryati, Amd.Kep., dan Rajendra Mahardika yang telah memberika doa, dukungan moril maupu materiil yang telah diberikan kepada penulis
2. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Kepala Laboratorium Sistem Manufaktur periode 2014-2018 dan selaku dosen pembimbing, penulis berterimakasih atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan masukan, arahan, motivasi, serta ilmu yang sangat berharga dan bermanfaat bagi penulis.
3. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri, penulis berterimakasih atas motivasi, nasihat, semangat dan ilmu yang beliau berikan..
4. Ibu Amanda Nur Cahyawati, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis, yang selalu memberikan konseling, pertimbangan dan arahan terhadap kegiatan akademik maupun non akademik kepada penulis.
5. Ibu Dwi Hadi Sulistyarini, ST., MT. selaku Kepala Laboratorium Sistem Manufaktur periode 2018-sekarang, penulis berterimakasih atas arahan, motivasi, nasihat dan ilmu yang beliau berikan.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Industri yang telah dengan ikhlas memberikan ilmu yang sangat berharga dan bermanfaat bagi penulis.

7. Bapak Inggit W. Prasetyo selaku Material Planning & Controlling and Production Facility Senior Manager, yang telah berbagi informasi guna kelancaran penyelesaian skripsi.
8. Sahabat Collato tercinta Kakak Intan, Cece Deka, dan Khairinasyaf yang selalu menemani penulis, memberikan bantuan, dukungan, motivasi dan semangat serta doa kepada penulis.
9. Keluargaku Sismanity 6, Aaf, Bunga, Wawan, Faiz, dan Ulay, yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa kepada penulis.
10. Big Family Sismanity yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
11. Sahabat Badminton Squad, Mega, Yanti, Rina, Yudanto, Josbil, Wawan, Daus, Puguh Rilo, Eko, Om Reza, Sodik, Yonas, Joko, dan Nevan yang selalu memberikan informasi dan *support* kepada penulis.
12. Sahabat satu penelitian KKNP penulis Nika dan Ellisa yang telah membantu dan berjuang bersama, memberikan semangat, saran, diskusi serta kerja sama dengan penulis.
13. Teman-teman Garda IX yang selalu *solid* membantu dan memberikan motivasi untuk mengerjakan skripsi.
14. Seluruh angkatan 2014 Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya atas kebersamaan, semangat, doa, dan kerjasama selama ini.
15. Sahabat dan seluruh pihak yang belum disebutkan satu persatu oleh penulis atas keterlibatan dan dukungannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis mengucapkan permohonan maaf atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat dikembangkan dan bermanfaat bagi ilmu pengetahuan ke depannya.

Malang, Juli 2018

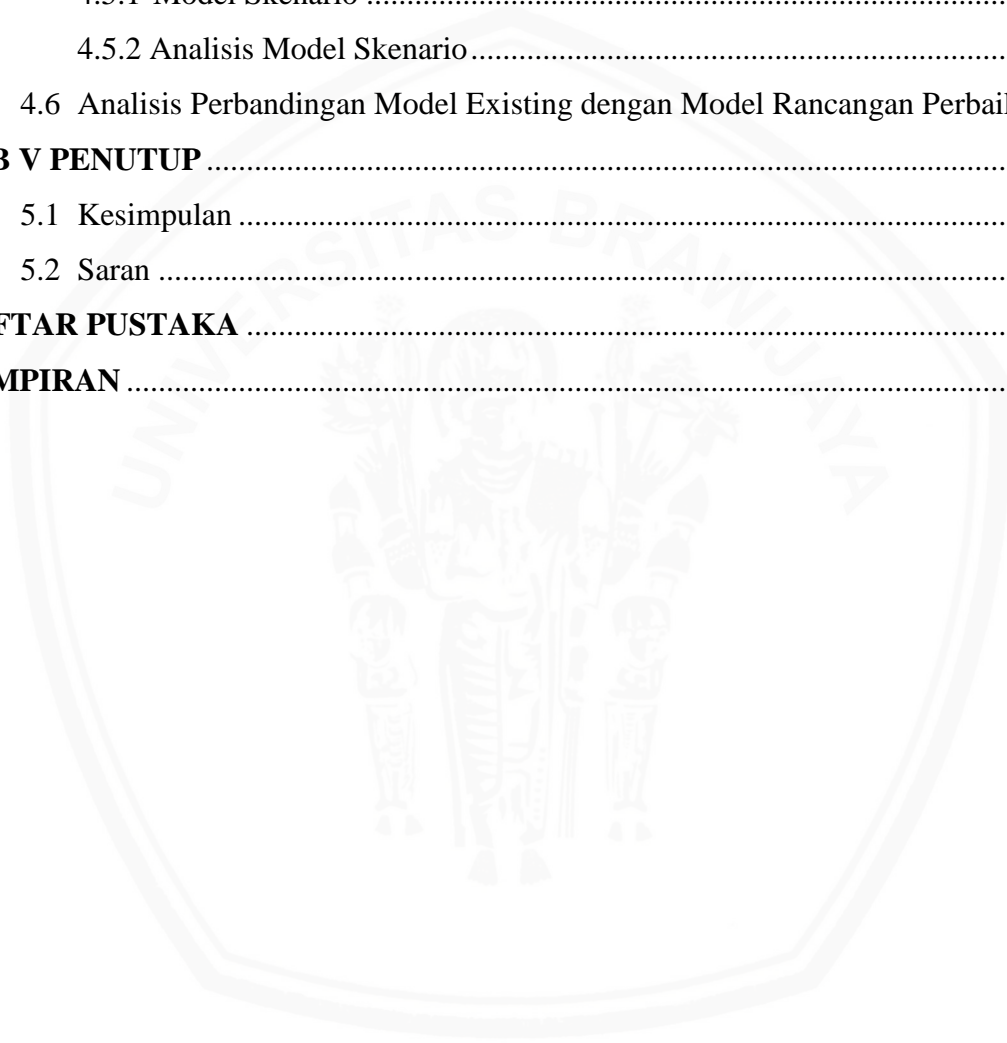
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Batasan Penelitian	6
1.7 Asumsi Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 <i>Just In Time</i>	9
2.2.1 Pengertian dan Sejarah JIT	9
2.2.2 Prinsip Dasar JIT	10
2.2.3 Tujuan JIT	10
2.2.4 Manfaat JIT	11
2.3 Pengujian Data	11
2.3.1 Uji Keseragaman Data	11
2.3.2 Uji Kecukupan Data	12
2.4 Sistem Kanban	12
2.4.1 Definisi Kanban	13
2.4.2 Jenis-jenis Kanban	13
2.4.3 Fungsi Kanban	14
2.4.4 Peraturan Dasar Sistem Kanban	15
2.4.5 Perhitungan Jumlah Kanban	15

2.5	Sistem dan Model	16
2.5.1	Sistem	16
2.5.2	Model.....	17
2.6	<i>Discrete- Event Simulation</i>	17
2.7	<i>Software Arena</i>	19
BAB III METODE PENELITIAN		21
3.1	Jenis Penelitian	21
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.3	Langkah-langkah Penelitian	21
3.4	Diagram Alir Penelitian	25
3.5	Diagram Alir Simulasi	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Gambaran Umum Perusahaan	29
4.1.1	Visi dan Misi Perusahaan	29
4.1.2	Tujuan Perusahaan.....	30
4.1.3	Falsafah dan Nilai-Nilai Inti Perusahaan	30
4.1.4	Sejarah Perusahaan	31
4.1.5	Struktur Organisasi Perusahaan	33
4.1.6	Proses Produksi dan Tata Letak Fasilitas Perusahaan	34
4.2	Pengumpulan Data.....	38
4.2.1	Komponen	38
4.2.2	Pengukuran Waktu Kerja	39
4.2.3	Pengujian Data	40
4.2.3.1	Uji Keseragaman Data	41
4.2.3.2	Uji Kecukupa Data	41
4.3	Pembuatan Kanban	42
4.3.1	Identifikasi Aliran Kanban	42
4.3.2	Perancangan Kartu Kanban	44
4.3.3	Perancangan Pos Kanban	47
4.3.4	Penentuan Jumlah Kanban	47
4.4	Pembuatan Model Simulasi	48
4.4.1	Model Konseptual Aliran Material	49
4.4.2	Verifikasi Model Konseptual.....	49
4.4.3	Validasi Model Konseptual	50

4.4.4	Penenntuan Distribusi Waktu Proses	51
4.4.5	Model Simulasi	52
4.4.6	Verifikasi Model Simulasi	52
4.4.7	Validasi Model Simulasi.....	55
4.4.8	Penentuan Jumlah Replikasi	57
4.4.9	Analisis Hasil Simulasi	58
4.5	Rancangan Perbaikan Sistem	60
4.5.1	Model Skenario	60
4.5.2	Analisis Model Skenario.....	60
4.6	Analisis Perbandingan Model Existing dengan Model Rancangan Perbaikan ...	62
BAB V	PENUTUP	67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	71





Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Data Waktu Target Penyerahan Waktu Kereta (BAST) dan Target MPPL ..	2
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat Ini	8
Tabel 4.1	Daftar Komponen Berdasarkan <i>Workstation</i>	38
Tabel 4.2	Data Waktu Proses <i>Part Side Sill</i> dalam Menit	39
Tabel 4.3	Simbol <i>Activity Cycle Diagram</i> (ACD)	49
Tabel 4.4	Nilai <i>P-Value</i> dan Parameter Distribusi Waktu Proses	51
Tabel 4.5	Perbandingan <i>Work In Process</i> Model Simulasi dan Sistem Nyata	55
Tabel 4.6	Hasil Uji Normalitas WIP	55
Tabel 4.7	Hasil Uji <i>Independent Sample T-test</i>	56
Tabel 4.8	Perhitungan Rata-rata dan Standar Deviasi WIP	57
Tabel 4.9	Jumlah WIP pada Stasiun Kerja Pengerjaan Plat dan <i>Minor Assembly</i> dalam Unit	58
Tabel 4.10	<i>Accumulation Process Time</i> pada Stasiun Kerja Pengerjaan Plat dan <i>Minor Assembly</i> dalam Menit	59
Tabel 4.11	<i>Number In</i> dan <i>Number Out</i> pada Model Simulasi Pembuatan <i>Side Sill</i>	48
Tabel 4.12	Jumlah WIP Rancangan Perbaikan Sistem dalam Unit	49
Tabel 4.13	<i>Accumulation Process Time</i> Rancangan Perbaikan Sistem dalam Menit ...	61
Tabel 4.14	<i>Number In</i> dan <i>Number Out</i>	62
Tabel 4.15	Perbandingan Sebelum dan Setelah <i>Setting</i> Kanban	65





Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR GAMBAR

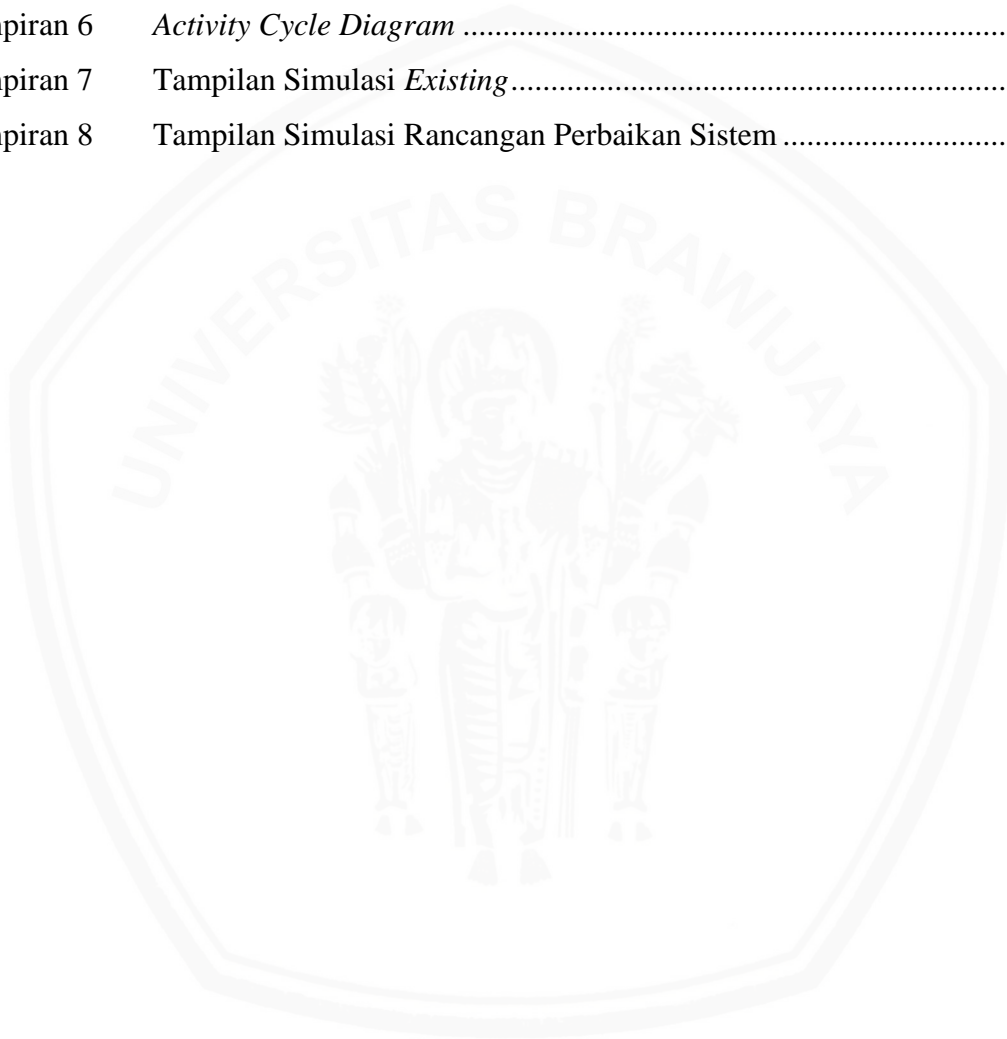
No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Grafik jumlah permintaan kereta	1
Gambar 1.2	Daftar <i>manufacturing drawing underframe assembly</i> PT. Industri Kereta Api.....	3
Gambar 1.4	<i>Part</i> yang menumpuk di proses produksi	4
Gambar 2.1	Contoh kartu kanban	13
Gambar 2.2	Tampilan <i>software arena</i>	19
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	27
Gambar 3.2	Diagram alir simulasi	28
Gambar 4.1	Logo PT Industri Kereta Api (INKA).....	32
Gambar 4.2	Kereta penumpang eksekutif agro anggrek retrofit	34
Gambar 4.3	Lokomotif DH CC 300	34
Gambar 4.4	Kereta penumpang ekonomi	35
Gambar 4.5	Kereta barang	35
Gambar 4.6	Proses pembuatan kereta api.....	37
Gambar 4.7	Uji keseragaman data pemotongn bahan <i>side sill</i> menggunakan pita gergaji <i>band saw</i>	41
Gambar 4.8	Identifikasi aliran kanban pada PT. Industri Kereta Api	43
Gambar 4.9	Aliran kanban <i>side sill assembly</i>	44
Gambar 4.10	Kanban penarikan	45
Gambar 4.11	Kanban perintah produksi	45
Gambar 4.12	Desain pos kanban pengerjaan plat.....	47
Gambar 4.13	Verifikasi model konseptual	50
Gambar 4.14	Validasi model konseptual.....	51
Gambar 4.15	Perbandingan model simulasi dengan <i>activity cycle diagram</i>	52
Gambar 4.16	Parameter waktu yang digunakan pada model simulasi	53
Gambar 4.17	<i>Compile error</i> model simulasi	54
Gambar 4.18	Animasi model simulasi.....	54
Gambar 4.19	Perbedaan WIP model existing dan model simulasi.....	63
Gambar 4.20	Perbandingan <i>accumulation time</i> dan <i>number out side sill assembly</i>	64



Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Struktur Organisasi PT. Industri Kereta Api	69
Lampiran 2	Urutan Proses Produksi <i>Underframe</i>	71
Lampiran 3	Hasil Uji Keseragaman Data	75
Lampiran 4	Hasil Uji Kecukupan Data	77
Lampiran 5	Perhitungan Jumlah Kanban	79
Lampiran 6	<i>Activity Cycle Diagram</i>	81
Lampiran 7	Tampilan Simulasi <i>Existing</i>	83
Lampiran 8	Tampilan Simulasi Rancangan Perbaikan Sistem	85





Halaman ini sengaja dikosongkan

RINGKASAN

Chintya Pralampita Hendrastati, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2018, *Usulan Penerapan Sistem Kanban Sebagai Pendukung Pengendalian Produksi Just In Time Menggunakan Simulasi pada PT. INKA*, Dosen Pembimbing: Oyong Novareza.

PT Industri Kereta Api merupakan perusahaan manufaktur dimana memiliki permintaan yang meningkat dari tahun ke tahun. Selama ini pada PT. INKA beberapa penyediaan kereta masih ada yang mengalami keterlambatan melebihi target yang telah ditetapkan atau disebut juga masa penyerahan paling lama (MPPL). Kontrak yang terjadi antara PT.INKA dan customer umumnya dibatasi oleh penalti. Hal ini menyebabkan pihak dari PT. INKA harus membayar biaya penalti untuk keterlambatan yang dilakukan. Tidak hanya membayar biaya penalti, pada kontrak kerja juga telah dinyatakan batas waktu untuk penalti. Apabila penyerahan belum juga dilakukan akan masuk pada waktu *blacklist*. Contohnya kereta Sawunggalih yang keterlambatan waktu penyerahan hingga 24 hari. Hal ini dapat disebabkan karena beberapa faktor yaitu aliran material dari satu *workstation* ke *workstation* yang lain kurang lancar dan terdapat beberapa *part* yang menumpuk di proses produksi (WIP). Pencatatan waktu dari masing masing proses dan sub proses masih belum dilakukan karena selama ini perusahaan hanya melakukan pencatatan jumlah terpasang dari masing masing proses pada *workstation* tanpa mengetahui target waktu dan waktu yang diperbolehkan untuk menyelesaikan 1 lot produk

Metode yang dapat dilakukan untuk mengurangi permasalahan tersebut adalah menggunakan pendekatan *just in time* yaitu sistem kanban. Hasil rancangan sistem kanban di PT. Industri Kereta Api yaitu terdiri dari kanban penarikan dan kanban perintah produksi. Sistem kanban ini mulai di rancang pada pembuatan bagian rangka bawah kereta (*underframe*) area pengerjaan plat hingga *minor assembly* di PT. Industri Kereta Api, Pembuatan kanban dimulai dengan mengidentifikasi aliran kanban, merancang kartu kanban, merancang pos kanban, kemudian menentukan jumlah kanban, dan dilanjutkan dengan rancangan perbaikan sistem dengan membuat model simulasi. Usulan sistem kanban ini selain untuk mengatasi waktu keterlambatan pada aliran produksi juga menurunkan jumlah WIP pada proses produksi.

Berdasarkan hasil simulasi sistem kanban pada proses produksi *underframe*, terjadi penurunan WIP antar proses dari model *existing* rata-rata sebesar 163.28 unit ke model rancangan perbaikan rata-rata sebesar 118.732 unit atau sekitar 27,28%. Selain itu, pada simulasi kanban *accumulation process time* juga yaitu berkurang sebesar 76.6% atau sebesar 636.936 menit. Peningkatan *number out side sill assembly* pada model *existing* dari 23 unit menjadi sebesar 32 unit pada model rancangan perbaikan. Hal ini berdampak baik untuk perusahaan dalam melakukan pemenuhan permintaan konsumen menjadi lebih cepat dan dengan *output* produk yang lebih banyak. Dengan adanya sistem kanban ini diharapkan menjadikan sistem produksi menjadi *just in time* dan tidak ada lagi keterlambatan produksi yang melebihi target. Kelebihan dari sistem kanban yang diterapkan adalah mengurangi adanya penumpukan, tidak terjadi *line stop* akibat beban kerja, informasi yang diterima lengkap dan terdapat kanban pos yang dapat diaplikasikan untuk mengontrol dan mengendalikan produksi, terdapat sistem perintah produksi dan penarikan, dapat memenuhi jumlah sesuai permintaan dan waktu yang tepat tanpa adanya keterlambatan proses produksi dan penyerahan produk hingga tangan konsumen.

Kata Kunci: Produksi Kereta Api, Sistem Kanban, *Just In Time*, Simulasi



Halaman ini sengaja dikosongkan



SUMMARY

Chintya Pralampita Hendrastati, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering Universitas Brawijaya, July 2018, *Proposed Implementation of Kanban System as Supporting Just In Time Production Control by Using Simulation at PT. INKA*. Academic Supervisor: Oyong Novareza.

PT Industri Kereta Api is a manufacturing company that has increasing demands. All this time several trains in PT. INKA still faced with retardations surpassing the target set or might as well called longest delivery period (MPPL). Contracts that occur between PT.INKA and consumers are generally restricted by penalty. This causes PT.INKA have to pay penalty cost for the delay happened. Not just paying the penalty cost, on work contract also has been declared time limit for penalty so if the submission has not been done it will got into blacklist period. For example Sawunggalih train has a delay time of submission up to 24 days. This can be happened because of several factors such as material flow from one workstation to another workstation less well and there are some parts that piled up in the production process (WIP) while waiting for the next process. Time recording from each process and sub process still has not been done because all this time the company only record the installed number of each process on workstation without knowing the time target and times allowed for completing 1 lot of product.

The method that can be done to reduce the problem is to use a just in time approach that is kanban system. The design of kanban system at PT. Industri Kereta Api consists of withdrawal kanban and instruction kanban. This kanban system is initiated in the design on construction of the undercarriage of the plate (underframe) for small assembly at PT. Industri Kereta Api. Making Kanban starts with identifying Kanban flow, designing Kanban card that consist of Kanban withdrawal and producing command, designing Kanban post, decide the amount of Kanban, then designing system improvement by creating a simulation model. The proposal of this kanban system in addition to addressing the delay in the production flow also decreases the number of WIP in the production process.

Based upon the Kanban simulation result in underframe production process, there is a decreased WIP between processes from existing model average of 163.28 unit to improvement design model average of 118.732 unit or around 27,28%. Other than that, the Kanban accumulation process time simulation is also decreased by 76.6% or by 636.939 minutes. Number outside sill assembly on the existing model increased from 23 units to 32 units in the improvement design model. This is a good impact for the company in fulfilling the consumer's demand faster and with more product output. With this Kanban system, it is expected to turn production system to be just in time system and there are no more delays in production that exceeds the target. The advantages of Kanban system applied are reducing any stacking, no line stop happened because of work load, information received completely and Kanban post that can be applied to control and handle production, there is production and withdrawal orders system, can fulfill the amount of demand and time without any delay in production process and delivering product to the hands of consumers.

Kata Kunci: Train Production, Kanban System, Just In Time, Simulation



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB I PENDAHULUAN

Sebelum penelitian dilaksanakan, terlebih dahulu menentukan dasar pelaksanaan dari penelitian. Pada Bab ini dijelaskan mengenai dasar penelitian tersebut yaitu latar belakang permasalahan, identifikasi masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan asumsi.

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan sarana transportasi semakin meningkat seiring dengan adanya mobilitas dari penduduk yang semakin tinggi. Peningkatan mobilitas ini menjadikan pemerintah memberikan kebijakan untuk menambah sarana transportasi umum karena keterbatasan volume jalan untuk transportasi pribadi. Sarana transportasi yang memiliki fasilitas lengkap, aman, nyaman, dan bersih pasti menjadi pilihan para pengguna transportasi terutama transportasi umum. Kereta api merupakan salah satu alternatif solusi dalam pemenuhan kebutuhan angkutan umum masal. Pada Gambar 1.1 merupakan grafik jumlah permintaan kereta tahun 1991 sampai 2021 di PT.INKA.



Gambar 1.1 Grafik jumlah permintaan kereta api
Sumber: PT. Industri Kereta Api

Pada Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa jumlah permintaan kereta api pada tahun 1991 sebanyak 75 kereta 1992-2001 sebanyak 150 kereta. Pada tahun 2002-2011 sebanyak 300 kereta. Pada tahun 2012 hingga 2021 sebanyak 1000 kereta api. Hal ini sangat dirasakan oleh perusahaan penyedia kereta api yaitu PT. INKA. Satu satunya produsen kereta api

dalam negeri ini harus mampu untuk memenuhi kebutuhan kereta api untuk jalur di beberapa pulau meliputi Jawa, Kalimantan, Sumatera, Sulawesi, Nusa Tenggara, Bali, Papua, dan Kepulauan Maluku.

Adanya permintaan yang meningkat tersebut maka PT. INKA harus mampu memenuhi kualitas dan target untuk masing-masing permintaan kereta. Selama ini pada PT. INKA beberapa kereta api masih ada yang mengalami keterlambatan melebihi target yang telah ditetapkan atau disebut juga masa penyerahan paling lama (MPPL). Kontrak yang terjadi antara PT. INKA dan *customer* umumnya dibatasi oleh *penalti*. Hal ini menyebabkan pihak dari PT. INKA harus membayar biaya penalti untuk keterlambatan yang dilakukan. Tidak hanya membayar biaya penalti, pada kontrak kerja juga telah dinyatakan batas waktu untuk penalti hingga apabila penyerahan belum juga dilakukan akan masuk pada waktu *blacklist*. Pada Tabel 1.1 merupakan data *history* waktu target penyerahan waktu kereta (BAST) dan target MPPL yang terjadi pada PT. INKA.

Tabel 1.1

Data Waktu Target Penyerahan Waktu Kereta (BAST) dan Target MPPL


Nama Kereta	Tahap Penyerahan	MPPL (Target)	BAST (Realisasi)
66K3	1	Mei 2017	9 Juni 2017
	2	Juni 2017	14 Juni 2017
	3	Juli 2017	20 Juni 2017
Progo	1	31 Desember 2017	11 Januari 2018
	2	31 Januari 2018	15 Februari 2018
Argo Sindoro	1	31 Desember 2017	23 Januari 2018
Purwojaya	1	30 Januari 2018	4 Februari 2018
Sawunggalih	1	31 Januari 2018	24 Februari 2018
KRDE Bandara Internasional Minangkabau	1	23 Februari 2018	2 Maret 2018
438 K1 & K3	1	22 Maret 2018	17 April 2018
	2	15 April 2018	11 Mei 2018

Sumber: PT. Industri Kereta Api

Dari Tabel 1.1 dapat dilihat bahwa banyak penyerahan kereta yang tidak dapat terpenuhi tepat waktu pada target seperti kereta argo sindoro yang terjadi keterlambatan penyerahan hingga 23 hari, kereta Sawunggalih hingga 24 hari dan kereta Progo tahap 1 maupun 2 yang mengalami keterlambatan penyerahan hingga 11 hari dan 15 hari. Banyak faktor yang menjadi penyebab dari keterlambatan penyerahan tersebut yaitu aliran material dari satu *workstation* ke *workstation* yang lain kurang lancar. Pencatatan waktu dari masing masing proses dan sub proses masih belum dilakukan dengan baik karena selama ini perusahaan hanya melakukan pencatatan jumlah terpasang dari masing masing proses pada *workstation*

tanpa mengetahui target waktu dan waktu yang diperbolehkan untuk menyelesaikan 1 lot produk yang dihasilkan.

Pada proses transfer informasi yang dilakukan oleh PT. Industri Kereta Api mulai dari permintaan yang dikeluarkan oleh divisi *production planning control* (PPC) dalam bentuk *Master Production Planning* (MPS) yang kemudian di proses oleh divisi teknologi produksi untuk dibuatkan *Manufacturing Drawing* (MD) untuk pengambilan material oleh pihak *warehouse*. Sistem pencatatan yang dilakukan oleh PT. Industri Kereta Api hanya sebatas hingga *warehouse* dikarenakan setelah keluar dari *warehouse*, *manufacturing drawing* ini tidak dapat dikendalikan oleh pihak PPC maupun pihak produksi sehingga waktu antar proses juga tidak dapat diketahui. Hal ini berdampak pada proses-proses selanjutnya kemudian menyebabkan penumpukan dan juga berpotensi *line stop*, kebutuhan akan *visual record* yang dialami oleh PT. Industri Kereta Api ini menyebabkan keterlambatan yang tidak dapat dievaluasi dengan baik. *Manufacturing drawing* yang selama ini masih menjadi informasi pengendalian produksi juga masih belum dapat menjadi acuan karena terkadang *manufacturing drawing* rusak, basah, bahkan hilang, serta tidak ada kewajiban operator untuk mengumpulkan *manufacturing drawing*. Pencatatan yang dilakukan oleh setiap *workstation* hanya jumlah dan nomor *part* yang terpasang. Sedangkan untuk waktu keluar masuknya *part* di *workstation* tidak dapat dipantau dan dikendalikan. Memahami isi dari *manufacturing drawing* juga harus dilakukan oleh pekerja yang memiliki keahlian lebih, yaitu dapat membaca gambar teknik, sedangkan tidak semua pekerja dapat membaca *manufacturing drawing* tersebut. *Standard operation procedure* dari pembuatan komponen dan penggunaan mesin/alat yang digunakan sudah terdapat pada papan di masing masing *workstation*. Pada Gambar 1.2 menampilkan potongan dari daftar *manufacturing drawing* PT. Industri Kereta Api.

		DAFTAR MANUFACTURING DRAWING				No. Dok : MD-210A17401				
						Kode Proyek : 438				
						Revisi MD : 0				
						Revisi DD : 0				
No. Gambar Desain : 210A17401		Nama Komponen : UNDERFRAME ASSEMBLY								
No.	Item	No. MD	Material	Spesifikasi	QTY / CAR				Revisi	Keterangan
					K1	K3	M1	P1		
1		210A17401000A	ASSY	--	-	-	-	1	0	

Gambar 1.2 Daftar *manufacturing drawing* *underframe assembly* PT. Industri kereta api
Sumber: PT. Industri Kereta Api

Penelitian ini dilakukan pada proses pengerjaan plat dan *minor assembly* pada pembuatan *underframe* kereta karena proses pembuatan komponen *underframe* memakan waktu yang lebih lama jika dibandingkan dengan pembuatan komponen lain sebab tidak

semua komponen kereta api dibuat oleh PT. Industri Kereta Api. Kemudian pada proses pengerjaan plat dan dilanjutkan pada proses *minor assembly* merupakan proses pertama *part* dikerjakan oleh operator sehingga diharapkan apabila kanban dimulai dari awal proses, hal ini dapat mengurangi dampak adanya penumpukan komponen di awal proses. Selain itu komponen lain juga dapat diterapkan sistem kanban sesuai dengan *template* yang telah dibuat.



Gambar 1.3 Part yang menumpuk di proses produksi
Sumber: PT. Industri Kereta Api

Waste penumpukan barang *work in process* (WIP) pada area pengerjaan plat dan *minor assembly* seperti terlihat pada gambar 1.3 apabila tidak ditangani dengan baik dapat menimbulkan dampak yang berkelanjutan dan dapat merugikan perusahaan. Hal ini menjadi tantangan pihak pengendalian material untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut. Sehingga sistem perencanaan dan pengendalian produksi harus tepat agar penyelesaian masing masing *workstation* juga dapat dilakukan tepat pada waktunya sesuai dengan kontrak yang telah dibuat dan meminimasi adanya *work in proses*. Pendekatan sistematis yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan *lean manufacturing* dan melakukan *continuous improvement* untuk meminimasi *waste* tersebut dengan mengatur aliran material dan informasi secara detail dengan aliran *pull system*.

Menurut Yasuhiro Monden (1995), sistem *just in time* mengupayakan peningkatan produktivitas dan kualitas serta pengurangan biaya. Juga berproduksi cepat dan secara fleksibel menyesuaikan diri dengan perubahan permintaan pasar tanpa adanya kelebihan waktu yang tidak berarti, dan penggunaan fasilitas produksi yang tepat.

Metode kanban adalah metode dalam perencanaan kebutuhan material yang merupakan cara untuk mencapai *just-in-time*. Kanban mampu menentukan jenis *part* yang harus diproduksi sesuai proses pendahulunya (*preceding process*) apabila dibutuhkan oleh proses setelahnya (*subsequent process*). Menurut Wita Anggraita (2015), Sistem kanban merupakan sistem informasi yang menyelaraskan pengendalian produksi suatu produk yang diperlukan, dalam jumlah yang diinginkan, dan dalam waktu yang dibutuhkan pada setiap proses produksi, di dalam pabrik maupun diantara perusahaan yang terkait.

Pada proses produksi kereta api di PT. Industri Kereta Api terdiri dari dua proses utama yaitu proses fabrikasi dan proses *finishing*. Pada proses fabrikasi memiliki waktu relatif lebih lama dibandingkan dengan proses *finishing*. Pada proses fabrikasi terdapat beberapa *sub* proses yang dimulai dari pengerjaan plat (PPL), *minor assembly*, *sub assembly*, hingga *car body assembly*. Komponen-komponen utama pada kereta api seperti *underframe*, *sidewall*, *endwall*, *roof* dibuat pada proses pengerjaan plat dan kemudian dirakit pada proses *minor assembly*. Waktu yang paling lama dibutuhkan adalah untuk membuat bagian bawah kereta (*underframe*). Metode kanban dibutuhkan untuk memberikan suatu tanda terhadap kebutuhan komponen dan menjamin bahwa komponen-komponen tersebut diproduksi tepat pada waktunya, sehingga sistem penjadwalan produksinya dapat lebih mudah dilakukan karena menggunakan konsep *pull system*.

1.2 Identifikasi Masalah

Adapun permasalahan yang dapat diidentifikasi berdasarkan uraian latar belakang diatas sebagai berikut.

1. Banyaknya keterlambatan dalam memenuhi permintaan kereta sesuai dengan target dan perjanjian dengan pelanggan.
2. Terdapat penumpukan barang *work in process (WIP)* pada aliran produksi dari proses fabrikasi khususnya pengerjaan plat (PPL) hingga *minor assembly* bagian pembuatan rangka bawah (*underframe*) kereta.

1.3 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini berdasarkan uraian latar belakang dan identifikasi masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana rancangan sistem kanban yang sesuai untuk pembuatan kereta pada area pengerjaan plat (PPL) hingga *minor assembly* pembuatan bagian rangka bawah (*underframe*) kereta di PT Industri Kereta Api?

2. Bagaimana perbaikan yang dilakukan untuk mengatasi waktu keterlambatan pada aliran produksi?
3. Bagaimana penurunan jumlah WIP pada proses aliran produksi setelah melakukan simulasi sistem kanban?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang dapat dirancang pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Merancang sistem kanban pada *area* pengerjaan plat (PPL) hingga *minor assembly* pembuatan bagian rangka bawah (*underframe*) di PT. Industri Kereta Api.
2. Menerapkan usulan sistem kanban untuk mengatasi waktu keterlambatan pada aliran produksi dengan simulasi sistem.
3. Menurunkan jumlah WIP pada proses produksi setelah melakukan simulasi sistem kanban

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini sebagai berikut.

1. Sebagai metode pembelajaran dalam melakukan penelitian terhadap penerapan sistem kanban dan simulasi proses.
2. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas aliran produksi perusahaan.

1.6 Batasan Penelitian

Batasan-batasan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. *Flow process* yang diamati hanya pada proses fabrikasi khususnya pada *area* pengerjaan plat (PPL) hingga *minor assembly* pembuatan bagian rangka bawah (*underframe*) kereta.
2. Perancangan kanban hanya dilakukan pada proses produksi dengan konsep *pull system*.

1.7 Asumsi Penelitian

Berikut merupakan asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Tidak ada perubahan kebijakan perusahaan dalam penelitian ini.
2. Saat produksi, kondisi mesin, transportasi dan operator dalam keadaan normal.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam tinjauan pustaka diuraikan berbagai landasan teori dan referensi yang mendukung dalam menyelesaikan masalah penelitian. Tinjauan pustaka berfungsi sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian agar dapat fokus terhadap tujuan yang hendak dicapai. Tinjauan pustaka bersumber dari buku, hasil penelitian serta informasi ilmiah.

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai berikut.

1. Hartini & Rizkiya (2013), melakukan penelitian berupa usulan sistem pengiriman *part* ke *line* produksi dengan menggunakan sistem kanban pada area produksi, Dimana sistem ini melakukan pengendalian terhadap persediaan dengan tujuan untuk mengendalikan jumlah *part* yang tersedia di *line* produksi sehingga tidak terjadi kekurangan atau kelebihan *part* pada *line* tersebut. Dengan menerapkan sistem kanban kekurangan produksi yang terjadi akibat keterlambatan pengiriman *part* ke *line* produksi dapat direduksi sebesar 63,93%.
2. Lidya (2010), melakukan penelitian yaitu merencanakan kanban yang dilakukan sesuai dengan kondisi PT. Morodadi kemudian menghitung WIP sebelum dan sesudah menerapkan sistem *kanban*. Kanban pengambilan bahan digunakan dari gudang menuju proses *panel* dan proses *putty*. Kanban produksi digunakan dari proses *panel* ke gudang. Sistem informasi kanban dapat menurunkan persediaan komponen atau memberikan tingkat persediaan yang lebih kecil terhadap komponen *mini bus*. Penurunan terjadi pada bulan Desember 2009 sebesar 32,45%, Januari 2010 sebesar 44,31% dan Februari 2010 sebesar 32,45%. Selain dapat mengurangi persediaan, sistem kanban juga memudahkan rantai produksi dalam beradaptasi menghadapi adanya fluktuasi permintaan.
3. Mahardika (2013), melakukan penelitian yaitu membandingkan dua metode pengendalian persediaan yaitu metode *economic order quantity* dan metode kanban. Metode EOQ dimulai dengan menghitung kuantitas pemesanan, *safety stock*, *reorder point*, stok persediaan maksimal dan stok persediaan rata rata, kemudian mengkomparasi antara dua metode tersebut. Dari perbandingan *total inventory cost* maka metode EOQ lebih baik jika dibandingkan metode kanban. Namun tingkat stok persediaan metode kanban lebih baik daripada metode EOQ karena menggunakan

prinsip *zero inventory*. Sehingga PT. Suzuki Indomobil Motor *Plant Tambun II* harus menekan biaya pemesanan menjadi Rp.466.969,- dengan mengembangkan sistem *keiretsu* atau kemitraan dengan *supplier*.

Penelitian ini menggunakan teori-teori serta tinjauan pustaka yang bersumber dari jurnal, penelitian, laporan tugas akhir yang telah ada, serta sumber lain yang relevan serta dapat dipertanggungjawabkan isinya. Pada Tabel 2.1 merupakan beberapa referensi dengan metode kanban yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 2.1
Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat Ini

No	Nama Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1.	Hartini & Rizkiya	2013	Perancangan sistem kanban untuk pelancaran produksi dan mereduksi keterlambatan	Kanban	Pada penelitian ini dibahas mengenai usulan sistem pengiriman <i>part</i> ke <i>line</i> produksi dengan menggunakan sistem kanban pada area produksi, Dimana sistem ini melakukan pengendalian terhadap persediaan dengan tujuan untuk mengendalikan jumlah <i>part</i> yang tersedia di <i>line</i> produksi sehingga tidak terjadi kekurangan atau kelebihan <i>part</i> pada <i>line</i> tersebut. Dengan menerapkan sistem kanban kekurangan produksi yang terjadi akibat keterlambatan pengiriman <i>part</i> ke <i>line</i> produksi dapat direduksi sebesar 63,93%.
2.	Lidya	2010	Penerapan kanban sebagai pendukung sistem produksi <i>just in time</i> pada pembuatan <i>mini bus</i>	Kanban	Perencanaan kanban dilakukan sesuai dengan kondisi PT. Morodadi kemudian dilakukan perhitungan WIP sebelum dan sesudah menerapkan sistem <i>kanban</i> . Kanban pengambilan bahan digunakan dari gudang menuju proses <i>panel</i> dan proses <i>putty</i> . Kanban produksi digunakan dari proses <i>panel</i> ke gudang. Sistem informasi kanban dapat menurunkan persediaan komponen atau memberikan tingkat persediaan yang lebih kecil terhadap komponen <i>mini bus</i> . Penurunan terjadi pada bulan Desember 2009 sebesar 32,45%, Januari 2010 sebesar 44,31% dan Februari 2010 sebesar 32,45%
3.	Mahar dika	2013	Analisis perbandingan dan pengendalian persediaan bahan baku	Metode <i>economic order quantity</i> dan	Hasil perbandingan dua metode pengendalian persediaan yaitu Metode <i>Economic Order Quantity</i> dan Metode Kanban. Metode EOQ dimulai dengan menghitung kuantitas pemesanan, <i>safety stock</i> ,

No	Nama Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
			dengan pendekatan metode <i>economic order quantity</i> dan metode kanban	metode kanban	<i>reorder point</i> , stok persediaan maksimal dan stok persediaan rata-rata, kemudian mengkomparasi antara dua metode tersebut. Dari perbandingan <i>total inventory cost</i> maka metode EOQ lebih baik jika dibandingkan metode kanban. Namun tingkat stok persediaan metode kanban lebih baik daripada metode EOQ karena menggunakan prinsip <i>zero inventory</i> . Sehingga PT. Suzuki Indomobil Motor Plant Tambun II harus menekan biaya pemesanan menjadi Rp.466.969,- dengan mengembangkan sistem <i>keiretsu</i> atau kemitraan dengan <i>supplier</i> .
4.	Penelitian saat ini	2018	Usulan Penerapan Sistem Kanban sebagai Pendukung Pengendalian Produksi JIT Pada Proses Fabrikasi PT. INKA	Kanban	Hasil rancangan sistem kanban pada area pengerjaan plat hingga hingga <i>area minor assembly</i> pembuatan bagian rangka bawah (<i>underframe</i>) di PT. Industri Kereta Api yaitu mengatasi waktu keterlambatan pada aliran produksi dengan simulasi sistem mendapatkan hasil yaitu berkurang sebesar 76.6% atau sebesar 636.936 menit. Selain itu juga terjadi penurunan jumlah WIP dari 163 unit menjadi 118.732 unit.

2.2 Just In Time

Pada Subab ini dijelaskan mengenai pengertian dan sejarah *just in time*, prinsip dasar *just in time*, tujuan dan manfaat *just in time*.

2.2.1 Pengertian dan Sejarah JIT

Dasar sistem produksi tepat waktu atau disebut dengan *Just In Time* (JIT) pertama kali diperkenalkan pada perusahaan Jepang yaitu Toyota Motor Company tahun 1950 oleh Taiichi Ohno. Penggagas dari *The Toyota Way* ini mengembangkan sistem *just in time* sebagai upaya dari Toyota Motor Company untuk meningkatkan profit. Upaya yang dilakukan oleh Toyota Motor Company tersebut bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan pengurangan biaya serta menghilangkan berbagai pemborosan yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. Efektifitas waktu produksi merupakan salah satu unsur yang harus di terapkan untuk ketepatan waktu produksi. Pemborosan waktu juga merupakan salah satu alasan diterapkannya sistem *just in time* dengan maksud

menghilangkan semua aktivitas yang tidak menambah nilai produk dan penggunaan material seminimal mungkin sesuai kebutuhan. Sistem *Just in time* (JIT) dikembangkan dimana setiap proses hanya menerima barang yang tepat pada saat diperlukan dan dalam jumlah yang diperlukan, dengan metode konvensional tidak bisa berjalan dengan baik (Taiichi Ohno, 1995).

Pada industri barat, konsep *just in time* yang digunakan adalah memproduksi dengan jumlah hingga 9:1 dari produksi jepang dimana menghasilkan dalam jumlah yang besar sebagai *stock*. Sedangkan konsep *just in time* industri jepang hanya menghasilkan produk dengan jumlah yang sedikit dan tepat waktu.

Filosofi dalam sistem *just in time* adalah berusaha untuk mendapatkan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan (*pull system*). Pada sistem *just in time* fokus pada upaya melakukan perbaikan secara terus menerus untuk mendapatkan yang terbaik, menghilangkan pemborosan dan ketidakpastian.

2.2.2 Prinsip Dasar JIT

Untuk mengaplikasikan metode JIT maka ada delapan prinsip yang harus dijadikan dasar pertimbangan di dalam menentukan strategi sistem produksi, yaitu:

1. Berproduksi sesuai dengan pesanan jadwal produksi induk.
2. Produksi dalam jumlah kecil (*unitary production*).
3. Mengurangi pemborosan (*eliminate waste*).
4. Perbaikan aliran produk secara terus menerus (*continous produst flow improvement*).
5. Penyempurnaan kualitas produk (*product quality perfection*).
6. Respek terhadap semua orang atau karyawan (*respect to people*).
7. Mengurangi segala bentuk ketidakpastian (*seek in eliminate contigencies*).
8. Perhatian dalam jangka panjang.

2.2.3 Tujuan JIT

JIT mempunyai dua tujuan strategis, yaitu untuk meningkatkan keuntungan dan untuk memperbaiki posisi persaingan badan usaha. Kedua tujuan ini dapat dicapai dengan pengendalian biaya, memperbaiki prestasi pengiriman dan memperbaiki kualitas. JIT menawarkan peningkatan efisiensi biaya, fleksibilitas untuk merespon permintaan konsumen dengan kualitas yang lebih baik. Kualitas, fleksibilitas dan efisiensi biaya adalah prinsip dasar bagi persaingan dunia bisnis.

Tujuan *just in time* menurut Monden adalah:

1. Profit lewat pengurangan biaya.
2. Mereduksi produksi berlebihan.
3. Pengendalian jumlah, jaminan mutu.

2.2.4 Manfaat JIT

Just in time selain sebagai metode pengendalian persediaan juga merupakan sistem produksi yang saling berkaitan dengan fungsi dan aktivitas. Manfaat *just in time* menurut Tjiptono, et al (1995:307) antara lain:

1. Mengurangi tenaga kerja langsung dan tidak langsung sebagai akibat adanya penghapusan kegiatan seperti penyimpanan persediaan.
2. Mengurangi ruangan atau gudang penyimpanan barang.
3. Mengurangi waktu *set up* dan penundaan jadwal produksi.
4. Mengurangi pemborosan barang rusak dan barang cacat dengan mendeteksi kesalahan pada sumbernya.
5. Mengurangi *lead time* karena ukuran lot yang kecil, sehingga sel produksi lebih dapat memberikan *feedback* terhadap masalah kualitas.
6. Penggunaan mesin dan fasilitas secara lebih baik.
7. Menciptakan hubungan yang lebih baik dengan pemasok.
8. Layout pabrik yang lebih baik.
9. Integrasi dan komunikasi yang lebih baik di antara fungsi fungsi seperti pemasaran, pembelian, dan produksi.
10. Pengendalian kualitas dalam proses.

2.3 Pengujian Data

Pada Subab ini dijelaskan mengenai teori dan persamaan dari uji keseragaman data, uji kecukupan data. Pengujian ini dilakukan untuk mendukung pengolahan data yang dilakukan pada hasil pengumpulan data.

2.3.1 Uji Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data adalah suatu pengujian yang berguna untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan berasal dari satu sistem yang sama. Melalui pengujian dapat mengetahui adanya perbedaan data di luar batas kendali (*out of control*) yang dapat digambarkan pada peta kontrol. Data-data yang demikian dibuang dan tidak dipergunakan

dalam perhitungan selanjutnya. Persamaan 2-1 sampai dengan 2-3 merupakan rumus yang digunakan dalam pengujian keseragaman data.

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (2-1)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2008)

$$BKA = \bar{X} + k\sigma \quad (2-2)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2008)

$$BKB = \bar{X} - k\sigma \quad (2-3)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2008)

Dimana:

σ = Standar deviasi

\bar{X} = Rata-rata

k = Nilai indeks pada tabel distribusi normal yang besarnya tergantung tingkat kepercayaan yang diambil

BKA = Batas Kendali Atas

BKB = Batas Kendali Bawah

2.3.2 Tes Kecukupan Data

Pengujian kecukupan data adalah untuk menentukan bahwa jumlah sampel data yang diambil telah cukup untuk proses pengolahan data selanjutnya. Data pengamatan dianggap cukup apabila N' lebih kecil dari pada N . Persamaan 2-4 ini merupakan rumus yang digunakan dalam pengujian kecukupan data.

$$N' = \left(\frac{\left(\frac{k}{s} \right) \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad (2-4)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2008)

Dimana:

N' = Jumlah pengamatan yang seharusnya dilaksanakan

k = Tingkat kepercayaan dalam pengamatan

s = Derajat ketelitian dalam pengamatan

N = Jumlah pengamatan yang sudah dilakukan



X = Data pengamatan

2.4 Sistem Kanban

Pada Subbab sistem kanban ini dijelaskan mengenai definisi dari sistem kanban, jenis-jenis kanban, fungsi kanban, peraturan dasar sistem kanban dan perhitungan jumlah kanban.

2.4.1 Definisi Kanban

Kanban dalam bahasa Jepang berarti “*visual record or signal*”. Sistem produksi JIT menggunakan aliran informasi berupa kanban yang berbentuk kartu atau peralatan lainnya seperti bendera, lampu, dan lain lain. Sistem kanban adalah suatu sistem informasi yang secara harmonis mengendalikan produksi produk yang diperlukan dalam jumlah yang diperlukan dalam waktu yang diperlukan dalam tiap proses manufaktur dan juga antar perusahaan. Menurut Taiichi Ohno (1995), kanban adalah suatu alat untuk mengendalikan produksi yang digunakan dalam mengendalikan aliran-aliran material melalui sistem produksi JIT dengan menggunakan kartu-kartu untuk memerintahkan suatu *work center* memindahkan dan menghasilkan material atau komponen tertentu.

Waktu Penyerahan 11.00	Kode Penyimpanan AB - 20	Proses <u>Terdahulu</u> Pemotongan P - 2
	No. Barang 3577-1106	Proses <u>Berikutnya</u> Penekukan T - 8
	Nama Barang Plat 310s	
	Jenis Mobil SX-50253	
Kapasitas Kotak 25	Jenis Kotak B	No. Keluaran 3/8
Kanban Pemesanan Suku Cadang		

Gambar 2.1 Contoh kartu kanban
Sumber: Ohno (1995)

2.4.2 Jenis-jenis Kanban

Pada kanban, bentuk yang paling sering digunakan adalah selembar kertas yang terdapat dalam suatu amplop vinil segi empat. Lembaran kertas ini membawa informasi yang terdiri atas tiga kategori yaitu informasi pengambilan, informasi pemindahan, dan informasi produksi. Kanban membawa informasi secara vertikal dan horizontal di internal pabrik Toyota maupun antara Toyota dengan perusahaan mitra.

Dalam sistem kanban dikenal dengan kanban pengambilan dan kanban produksi. Kanban pengambilan berfungsi untuk mengambil *parts*, sedangkan kanban produksi berfungsi sebagai alat yang sah untuk mengeluarkan pesanan produksi kepada proses sebelum (*preceding process*) agar membuat atau memproduksi *parts* lagi.

Pada dasarnya bentuk atau format dari kanban produksi dan kanban pengambilan adalah serupa, karena itu perlu diberikan warna yang berbeda agar memudahkan untuk membedakannya, sehingga semua pekerja mengetahui dan dapat membedakan dengan segera kedua jenis kartu kanban itu.

2.4.3 Fungsi Kanban

Kanban mempunyai dua fungsi utama yaitu sebagai pengendalian produksi dan sebagai sarana peningkatan produksi. Fungsinya sebagai pengendali produksi diperoleh dengan menyatukan proses bersama dan mengembangkan suatu sistem yang tepat waktu sehingga bahan baku, komponen, atau produk yang dibutuhkan akan datang pada saat dibutuhkan dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan di seluruh *work center* yang ada di lantai produksi, bahkan meluas sampai ke pemasok yang terkait dengan perusahaan, sedangkan fungsinya sebagai sarana peningkatan produksi dapat diperoleh jika penerapannya dengan menggunakan pendekatan pengurangan tingkat persediaan. Tingkat persediaan dapat dikurangi secara terkendali melalui pengurangan kanban yang beredar selama produksi.

Menurut Yasuhiro Monden (1995) secara terperinci sistem kanban digunakan untuk melakukan fungsi sebagai berikut:

1. Perintah

Kanban berlaku sebagai alat perintah antara produksi dan pengiriman. Kanban yang dituliskan merupakan suatu alamat yang menginformasikan proses sebelum tempat penyimpanan komponen yang telah diolah, dan menginformasikan proses yang sesudah tempat komponen yang dibutuhkan.

2. Pengendalian Diri Sendiri untuk Mencegah *over production*.

Sistem kanban merupakan mekanisme pengendalian diri sendiri sehingga memungkinkan tiap proses melakukan penyesuaian kecil terhadap pasokan untuk jadwal produksi bulannya karena adanya fluktuasi permintaan bulanan.

3. Pengendalian Visual

Sistem kanban berlaku sebagai alat untuk pengendalian visual karena bukan saja memberikan informasi numerik, tetapi juga informasi fisik dalam bentuk kartu kanban.

4. Perbaikan Proses dan Operasi Manual

Penggunaan sistem kanban untuk membantu perbaikan operasi sangat dibutuhkan karena peningkatan produktivitas mengakibatkan perbaikan keuangan sehingga memperbaiki perusahaan secara keseluruhan.

5. Pengurangan Biaya Pengelolaan

Sistem kanban juga berfungsi mengurangi biaya manajemen dengan membantu mengurangi jumlah perencanaan menjadi nol.

2.4.4 Peraturan Dasar Sistem Kanban

Terdapat sejumlah peraturan dasar yang harus diperhatikan dalam menggunakan kanban agar sesuai dengan prinsip-prinsip dari sistem *just in time* (JIT), antara lain (Ohno 1995:37):

1. Proses belakangan mengambil jumlah barang yang ditunjukkan oleh kanban dari proses sebelumnya
2. Proses terdahulu memproduksi barang sesuai dengan jumlah dan urutan yang ditunjukkan kanban
3. Tak ada barang yang diangkut tanpa kanban
4. Selalu menempelkan kanban pada barang
5. Produk cacat tidak akan dikirimkan ke proses berikutnya. Hasilnya adalah 100% barang tanpa cacat
6. Pengurangan jumlah kanban meningkatkan kepekaan

2.4.5 Perhitungan Jumlah Kanban

Pada industri manufaktur, divisi perencanaan dan pengendalian material merupakan divisi yang paling bertanggungjawab dalam mengeluarkan kartu kanban. Perencanaan material juga menentukan ukuran-ukuran dari lot (*lot size*) dari kanban yang akan menarik material. Kartu kanban tambahan sering dikeluarkan untuk meningkatkan tingkat produksi di *part* tertentu. Sebaliknya jika menginginkan mengurangi jadwal produksi maka perencanaan material perlu menarik keluar kartu kanban dari sirkulasi.

Kapasitas pabrik dan kontainer yang digunakan untuk alat transportasi pemindahan part adalah hal yang harus diperhatikan dalam menentukan ukuran lot. Selain itu, *lead time* dan banyaknya permintaan perhari juga harus diperhitungkan dalam menghitung jumlah banyaknya kanban yang dikeluarkan. Banyaknya kanban yang dikeluarkan untuk *part* tertentu dapat dihitung dengan rumus 2-5.

$$y = \frac{D \times (M+P) (1+\alpha)}{C} \quad (2-5)$$

Sumber: Fogarty (1981:591)

Keterangan:

N = Jumlah kanban

D = *Demand* per jam (unit)

M = Waktu tunggu total (jam)

P = Waktu *setup* rata rata (menit)

α = Koefisien pengaman

C = Kapasitas kontainer (unit)

Permintaan (*demand*) per jam merupakan tingkat produksi dalam satuan unit *part* per jam. Waktu tunggu (*lead time*) merupakan waktu yang dibutuhkan dari waktu selesainya unit terakhir dari suatu lot produksi sampai selesainya pemindahan produk ke *pallet*. Faktor pengaman merupakan peningkatan persentase banyaknya kartu kanban yang dapat dikeluarkan dan diperlakukan sebagai ukuran untuk inventori pengaman (*buffer inventories*). Koefisien untuk faktor pengaman ditentukan berdasarkan kebijakan manajemen, dengan kondisi ideal tercapai apabila koefisien faktor pengaman sama dengan 1, sedangkan ukuran *lot* adalah kuantitas *parts* yang diotorisasikan untuk kanban tarik pada saat pengambilan material /*parts* atau untuk kanban produksi pada saat pembuatan *part* tersebut ditentukan berdasarkan kapasitas kontainer *material handling*, kapasitas mesin, atau pertimbangan lainnya.

2.5 Sistem dan Model

Pada penelitian ini, terdapat keterkaitan antara sistem, model, dan simulasi dengan sebuah industri manufaktur. Keterkaitan dalam penelitian ini dibuat suatu pemodelan bagaimana proses yang terjadi di dalam sebuah industri dan dilakukan simulasi untuk mengetahui dampak yang terjadi pada model seperti waktu, *resource*, *work in process*, *number in*, *number out*, dan lain lain ketika parameter di dalam model berubah dengan bantuan *software*

2.5.1 Sistem

Sistem adalah sekumpulan objek yang digabungkan bersama dalam suatu interaksi dan saling interdependensi untuk memenuhi suatu tujuan (Banks, 1998). Dalam memodelkan sistem, penentuan batasan antara sistem dan lingkungannya perlu dilakukan. Penentuan didasarkan pada tujuan dari pembuatan model itu sendiri.

Sistem dapat dikategorikan sebagai sistem diskrit ataupun sistem kontinu. Pada kenyataannya, hanya sedikit sistem yang dapat dikategorikan sebagai sistem yang sepenuhnya diskrit atau sepenuhnya kontinu, biasanya sebuah sistem memiliki kecenderungan diskrit atau kecenderungan kontinu sehingga inilah yang menjadi dasar dalam menentukan sebuah sistem bersifat diskrit atau kontinu (Law, A., & Kelton, W, 2000). Sebuah sistem diskrit adalah ketika keadaan (*state*) dalam sistem berubah dalam waktu yang

diskrit, sementara sistem kontinu adalah bila keadaan atau *state* berubah secara kontinu seiring berjalannya waktu (Banks, 1998).

2.5.2 Model

Sebuah model didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah sistem dengan tujuan untuk mempelajari sistem tersebut (Banks, 1998). Dapat dikatakan bahwa model adalah pola (contoh, acuan, ragam) dari sesuatu yang akan dibuat atau dihasilkan. Model dapat diklasifikasikan dalam empat kategori sebagai berikut (Banks, 1998).

1. Model matematis atau model fisik
2. Model statis atau model dinamis
3. Model deterministik atau model stokastik
4. Model diskrit atau kontinyu

2.6 Discrete-Event Simulation

Simulasi adalah suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan menggunakan model dari suatu sistem nyata. Kegunaan dari simulasi adalah sebagai pembelajaran, eksperimental, dan interaksi internal dari suatu sistem yang kompleks, mengamati perubahan informasi, dan memberikan saran perbaikan terhadap sistem nyata yang sedang diamati (Banks, 1998). Suatu sistem dalam simulasi mencakup entitas, aktivitas, *resources*, dan kontrol. Elemen tersebut mendefinisikan siapa, apa, dimana, kapan, dan bagaimana suatu entitas diproses. Berikut adalah penjelasan elemen-elemen pada simulasi.

1. Entitas: Merupakan segala sesuatu yang dapat diproses.
2. Aktivitas: Merupakan kegiatan yang dilakukan di dalam sistem yang memengaruhi entitas baik secara langsung atau tidak.
3. *Resources*: Merupakan alat atau operator untuk menjalankan aktivitas.
4. Kontrol: Merupakan segala sesuatu yang menentukan bagaimana, kapan, dan bagaimana aktivitas dijalankan.

Langkah-langkah dalam melakukan pemodelan simulasi sistem diskrit adalah sebagai berikut (Banks, 1998).

1. Memformulasikan masalah: Formulasi masalah diperoleh dari pengamatan pendahuluan terhadap suatu studi kasus.
2. Menentukan tujuan: Pada tahap ini sewajarnya telah menentukan apakah simulasi tepat bila digunakan sebagai alat untuk menyelesaikan masalah.

3. Membuat model konseptual: Pembuatan model konseptual dari sebuah sistem merupakan tahap awal dalam pemodelan karena berhubungan dengan bagaimana pemodel menerjemahkan sistem nyata ke dalam model.
4. Mengumpulkan data: Semakin kompleks sebuah model, maka data yang diperlukan juga akan berubah.
5. Model *translation*: Model konseptual dari sistem nyata harus diterjemahkan ke dalam *software* simulasi karena kompleksitas yang tinggi.
6. Verifikasi: Verifikasi adalah memastikan bahwa program bisa berjalan dengan baik serta sesuai dengan model konseptual dan model yang telah ada sebelumnya.
7. Uji validitas: Uji validitas dilakukan dengan cara mencocokkan model yang telah dibuat dengan sistem nyata, uji ini dilakukan berulang sampai model dinilai cukup akurat.
8. *Run* produksi dan analisis: Melakukan *run* produksi pada model hingga mendapatkan estimasi ukuran performansi model untuk dibandingkan dengan performansi system nyata.
9. Replikasi *run*: Menentukan jumlah replikasi yang cukup.
10. Dokumentasi: Dokumentasi dari hasil simulasi dilakukan dalam bentuk *report* agar bias melakukan analisis terhadap hasil simulasi.
11. Implementasi: Melakukan implementasi hasil simulasi yang terbaik terhadap system nyata. Kesuksesan fase implementasi dapat dilihat dari pengerjaan proses sebelumnya.

Pada pemodelan simulasi perlu dilakukan perhitungan replikasi untuk menentukan apakah replikasi yang sebelumnya dilakukan pada model simulasi sudah mencukupi. Penentuan jumlah replikasi sebaiknya dilakukan dengan cara melakukan perhitungan terhadap *confidence interval*. Model simulasi dapat dijalankan terlebih dahulu dengan menggunakan jumlah replikasi kecil yaitu sebanyak 5 replikasi. Berdasarkan nilai standar deviasi dan *mean* dari output model simulasi yang telah dijalankan dapat dilakukan perhitungan nilai *half width*. Berikut ini merupakan rumus perhitungan *half width*.

$$\text{Half width} = \frac{\left(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}\right) \times s}{\sqrt{n}} \quad (2-6)$$

Sumber: Harrel, Ghosh dan Bowden (2004)

Keterangan:

$\left(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}\right)$ = Nilai pada tabel T

n = Jumlah replikasi awal

α = Taraf signifikansi

s = Standar deviasi hasil simulasi

Penentuan jumlah replikasi juga dapat dihitung dengan memasukkan nilai *half width* atau *error* yang diharapkan. Nilai *half width* yang diharapkan dapat lebih kecil dari nilai perhitungan *half width* sebelumnya. Berikut ini merupakan rumus perhitungan jumlah replikasi dengan memasukkan nilai *half width* yang diinginkan.

$$n' = \left[\frac{(Z_{\alpha/2})^2 s^2}{e} \right] \quad (2-7)$$

Sumber: Harrel, Ghosh dan Bowden (2004)

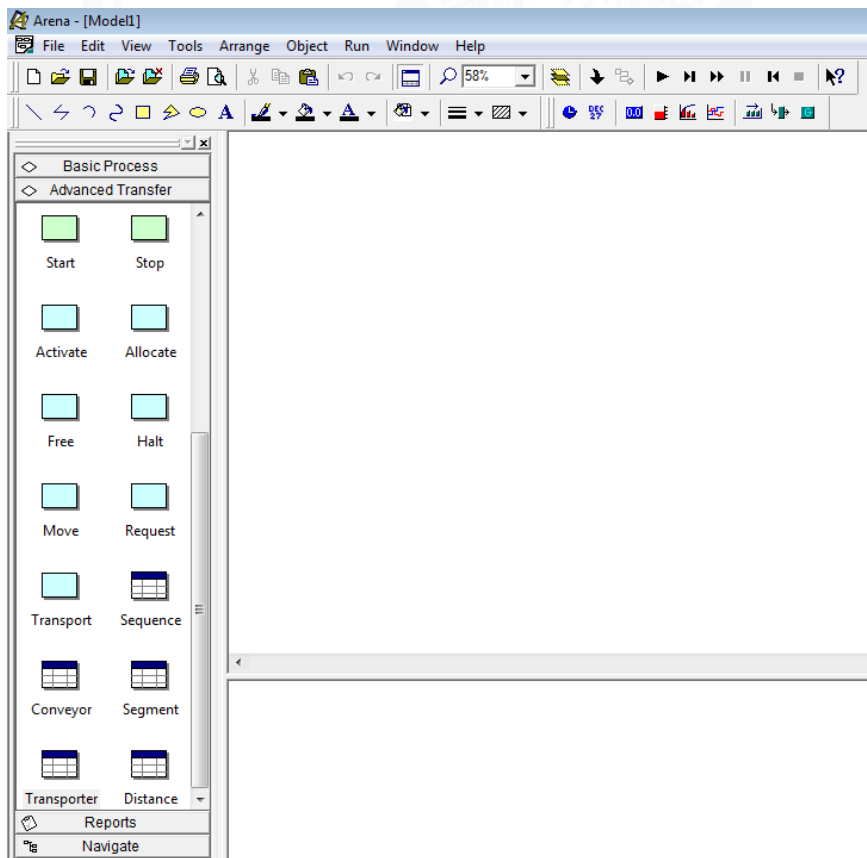
Keterangan:

n' = Jumlah Replikasi Baru

e = Nilai *half width* yang diinginkan

2.7 Software Arena

Arena adalah sebuah *software* simulasi interaktif berdasarkan pemikiran yang berorientasi pada obyek dan konsep pemodelan terstruktur. *Software* ini banyak digunakan di manufaktur, layanan logistik dan rantai pasok, bidang medis, militer dan lain-lain. Arena juga digunakan dalam situasi yang berbeda di semua tingkat simulasi, termasuk operasi produksi harian, berbagai jenis alokasi sumber daya, perencanaan proses bisnis, performansi sistem dan program penilaian hasil, serta prediksi resiko.



Gambar 2.2 Tampilan *software* arena



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB III METODE PENELITIAN

Dalam melakukan suatu penelitian terlebih dahulu menetapkan metode untuk menentukan tahapan-tahapan penyelesaian masalah yang sedang dibahas agar penelitian dapat dilakukan secara terarah, tepat dan sistematis. Pada Bab ini juga dibahas mengenai jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, pengumpulan data, dan langkah-langkah pada penelitian.

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini termasuk jenis penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan suatu penelitian yang memiliki ciri utama yaitu memberikan penjelasan objektif, komparasi, dan evaluasi sebagai bahan pengambilan keputusan bagi yang berwenang. Penelitian deskriptif juga bertujuan untuk mengumpulkan informasi-informasi tentang suatu gejala yang ada, yaitu keadaan gejala menurut apa adanya yang terjadi pada saat penelitian dilakukan (Arikunto, 2009:324). Adapun dalam penelitian ini dilakukan dalam rangka untuk memecahkan suatu permasalahan dengan cara mencari dan mengumpulkan data mengenai gambaran situasi perusahaan, dan melakukan evaluasi untuk mendapatkan solusi yang tepat.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di bagian produksi pada PT. Industri Kereta Api (INKA) Madiun yang bertempat di Jalan Yos Sudarso 71 Madiun, Jawa Timur dimulai pada Januari 2018 – Juli 2018.

3.3 Langkah-Langkah Penelitian

Adapun tahap penelitian yang penulis lakukan terdiri dari 5 langkah yaitu tahap pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan dan penutup.

1. Studi Lapangan

Pada tahap studi lapangan pada penelitian ini peneliti melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian di PT. Industri Kereta Api sebagai persiapan awal untuk mendapatkan gambaran kondisi sesungguhnya di lapangan. Tahap ini bertujuan untuk mengamati permasalahan yang terjadi di PT. Industri Kereta Api. Berikut ini merupakan cara yang dilakukan dalam studi lapangan:

a. Observasi

Observasi merupakan langkah mengamati permasalahan yang ada dengan cara pengamatan secara langsung. Pengamatan pada produksi kereta api dilakukan dengan cara mengamati kondisi secara langsung.

b. *Interview*

Merupakan metode pengamatan dengan melakukan tanya jawab dengan pihak-pihak terkait. Adapun pihak-pihak yang terkait sebagai narasumber penelitian ini adalah *Manager* Perencanaan Material, *Manager* Perencanaan Produksi, *Manager* Pengendalian Produksi, *Manager* proses fabrikasi dan operator pada proses fabrikasi.

2. Studi Pustaka

Langkah ini merupakan pembelajaran teori serta ilmu pengetahuan yang berhubungan dan mendukung penyelesaian permasalahan yang diteliti. Studi literatur dapat diperoleh dari beberapa sumber seperti jurnal, buku, serta studi penelitian terdahulu terkait dengan sistem kanban.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan langkah selanjutnya untuk mengetahui dan memahami permasalahan yang terjadi di PT. Industri Kereta Api, sehingga diharapkan mampu mendapatkan solusi dari permasalahan yang terjadi.

4. Perumusan Masalah

Langkah selanjutnya setelah mengidentifikasi masalah adalah melakukan perumusan masalah. Perumusan masalah merupakan rincian dari permasalahan yang dikaji dan menunjukkan tujuan dari permasalahan yang ada.

5. Penetapan Tujuan Penelitian

Penetapan tujuan penelitian dilakukan agar dalam penulisan skripsi dapat dilakukan secara sistematis dan tidak menyimpang dari permasalahan yang diangkat. Adapun dalam menentukan tujuan penelitian harus berdasarkan perumusan masalah. Hal ini ditujukan untuk mendapatkan acuan dalam menentukan tingkat keberhasilan suatu penelitian.

6. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data penelitian, dilakukan pencatatan informasi sebagian atau keseluruhan hal yang mendukung penelitian. Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain:

a. Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan dengan pengamatan dan pengukuran secara langsung oleh peneliti terhadap obyek penelitian, yaitu berasal dari observasi langsung maupun wawancara. Data primer yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data numerik dimana memberikan informasi kuantitatif mengenai sistem meliputi data waktu siklus, waktu transportasi, jumlah kapasitas tiap *resources*, rata-rata kedatangan entitas, dan urutan proses produksi yang digunakan dalam perencanaan sistem kanban

b. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini berasal dari dokumen perusahaan PT. Industri Kereta Api. Data ini meliputi data *resource* yang dibutuhkan, layout produksi, aliran material dan informasi pada proses, alokasi setiap *resources*, presentase nilai *allowance* kerja dan jadwal kerja operator.

7. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk memecahkan permasalahan yang ditemui. Pengolahan data yang dilakukan meliputi tahap-tahap berikut.

a. Uji kecukupan dan keseragaman data

Data yang telah didapatkan selanjutnya di uji kecukupan data. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil telah mencukupi untuk mewakili jumlah populasi. Sedangkan uji keseragaman data merupakan pengujian yang berguna untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan berasal dari satu sistem yang sama.

b. Identifikasi aliran kanban

Identifikasi aliran kanban dibutuhkan sebagai media informasi kebutuhan material dan prosedur teknis penerapan kanban.

c. Perancangan kartu kanban

Desain dari kartu kanban sebagai media informasi secara terperinci mengenai identitas dari *part*, asal dan tujuan kanban, jumlah *part*/kanban, dan lain-lain.

d. Perancangan pos kanban

Pos kanban digunakan sebagai tempat diletakkannya kanban penarikan untuk diklasifikasikan berdasarkan tujuan kanban.

e. Penentuan jumlah kanban

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan jumlah kanban yang optimal sehingga mampu mendukung kelancaran produksi.

f. Simulasi Proses Produksi

1) Penentuan Distribusi dan Nilai Parameter

Distribusi dan parameter diidentifikasi dengan *goodness of fit test* dan melakukan evaluasi berdasarkan nilai *error* menggunakan *chi square*.

2) Perancangan Model Konseptual

Pada tahap ini dilakukan menggunakan *Activity Cycle Diagram* (ACD) untuk menerjemahkan kompleksitas sistem nyata ke dalam model yang disesuaikan dengan tujuan pemodelan sistem.

3) Analisis Data

Data simulasi dianalisis terlebih dahulu untuk dinyatakan valid atau tidak. Jika data valid maka langkah berikutnya adalah membuat model, jika tidak maka kembali ke proses pengumpulan data.

4) Pembuatan Model

Model dibuat menggunakan bantuan alat yaitu *software* simulasi Arena 5.0 sesuai dengan model konseptual

5) Menentukan Jumlah Replikasi

Menghitung jumlah replikasi menggunakan rumus perhitungan dengan tingkat kepercayaan 95%.

6) *Run* Simulasi

Menjalankan simulasi untuk mendapatkan *output* simulasi sesuai parameter pada sistem proses fabrikasi PT. INKA.

7) Verifikasi

Verifikasi dilakukan untuk memastikan model simulasi memiliki logika proses yang sama dengan model konseptual.

8) Validasi

Membandingkan *output* sistem nyata dengan model simulasi melalui uji sampel *independent*.

9) Analisis Hasil Simulasi

Berdasarkan model simulasi yang telah dibuat, maka dilakukan analisis hasil dari simulasi. Hasil analisis ini dapat dilihat pada *output analyzer software arena*.

10) Rancangan Perbaikan Sistem

Menyusun model skenario berdasarkan masalah yang timbul pada proses fabrikasi PT. INKA yaitu pada keterlambatan *delivery*.

8. Analisis dan Pembahasan

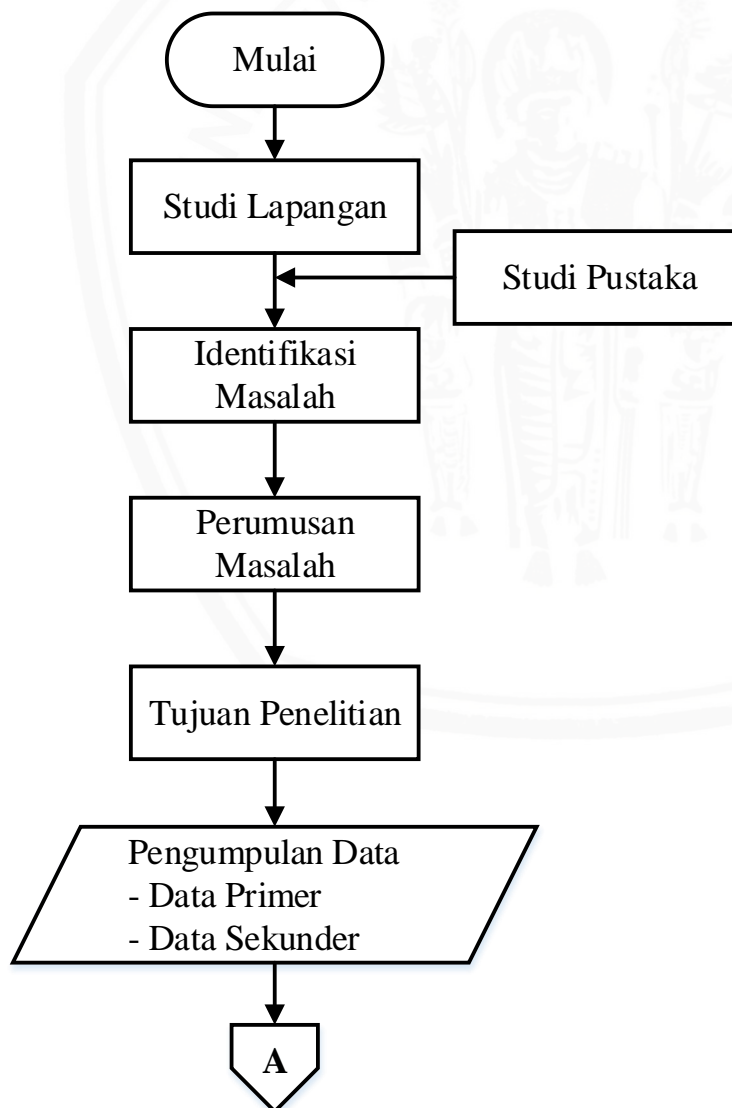
Perbandingan waktu keterlambatan *delivery* yang terjadi pada simulasi setelah diterapkan sistem kanban dibandingkan dengan sebelum diterapkan sistem kanban berdasarkan beberapa skenario yang telah disusun.

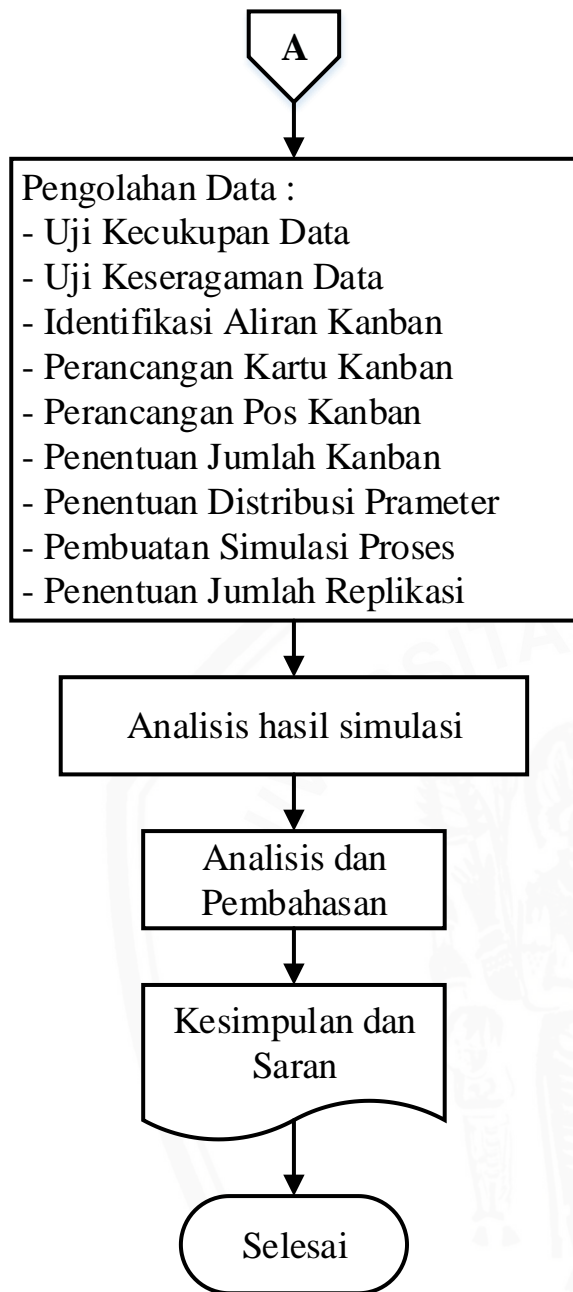
9. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan analisis terhadap permasalahan yang dilakukan, maka selanjutnya adalah memberikan kesimpulan dan saran sehingga dapat diimplementasikan oleh perusahaan

3.4 Diagram Alir Penelitian

Dalam mempermudah pelaksanaan dari penelitian yang dilakukan maka terlebih dahulu membuat diagram alir penelitian dari langkah langkah yang telah diuraikan sebelumnya yaitu dimulai dari tahap studi lapangan, studi pustaka, identifikasi masalah, perumusan masalah, menetapkan tujuan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran seperti yang terlihat pada Gambar 3.1.

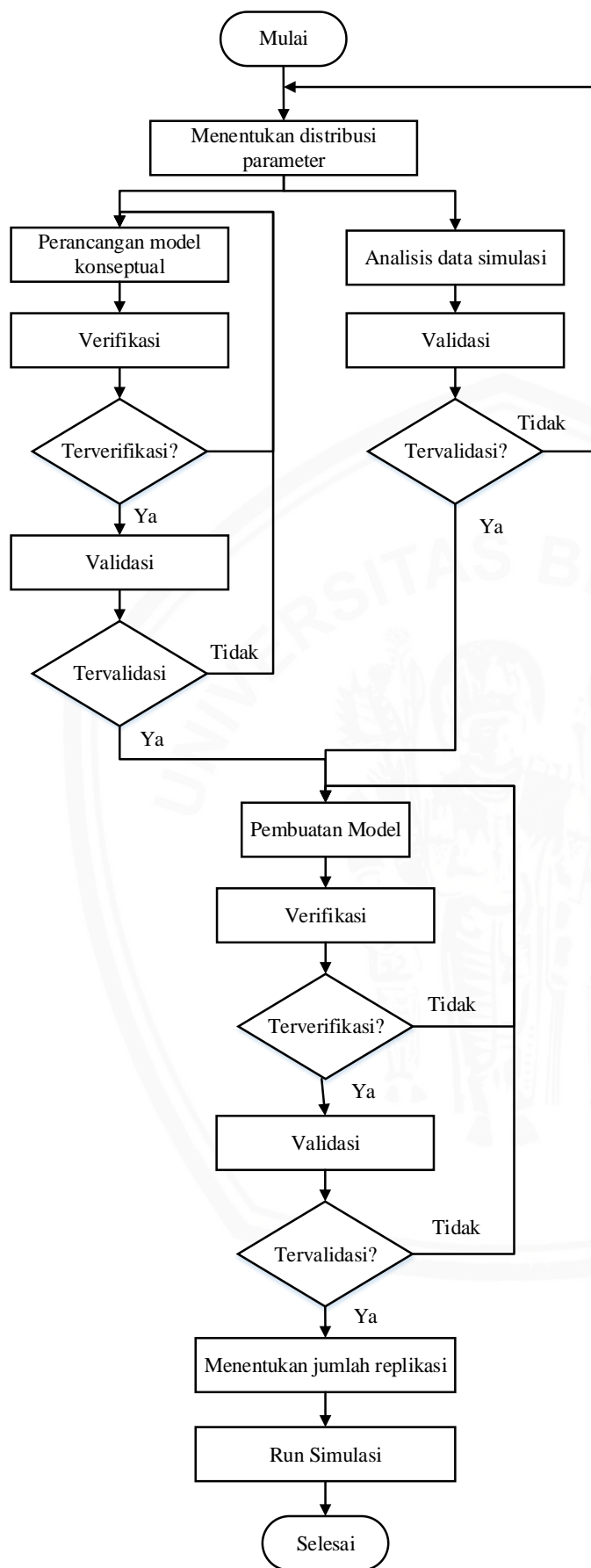




Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.5 Diagram Alir Simulasi

Pendekatan simulasi diawali dengan membuat model sistem dari sistem nyata. Pada model simulasi tersebut dilakukan beberapa tahap yang diupayakan agar sistem yang dibangun menjadi sistem simulasi dapat merepresentasikan sistem nyata. Pada pembuatan simulasi sistem, tahapan-tahapan yang perlu dilakukan seperti pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Diagram alir simulasi



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini dijelaskan mengenai analisis data dan hasil pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan tersebut sehingga didapatkan usulan perbaikan berdasarkan kondisi sistem nyata yang ada.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT Industri Kereta Api merupakan perusahaan manufaktur dan jasa yang terletak di Jalan Yos Sudarso No. 71 Madiun. Status Perusahaan yaitu Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Dasar Hukum Pendirian PT. Industri Kereta Api (INKA), Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 1992. Akte Pendirian PT. Industri Kereta Api (INKA) yaitu Akte Notaris Imas Fatimah, SH Nomor 51 Tanggal 18 Mei 1981.

PT. Industri Kereta Api (INKA) menjadi salah satu dari 10 BUMN Industri Strategis di bawah koordinasi BPIS. Kegiatan utama PT. Industri Kereta Api (INKA) Madiun adalah:

1. Pembuatan kereta api (gerbong barang, gerbong *ballast*, gerbong batubara, gerbong tangki, kereta penumpang, kereta rel diesel, kereta rel listrik).
2. Jasa perawatan besar (*overhaul*) perkeretaapian.
3. Perdagangan lokal, impor dan ekspor barang dan jasa yang berhubungan dengan perkeretaapian.
4. Jasa konsultasi dan rekayasa bidang perkeretaapian.
5. Pembuatan barang-barang dalam rangka program diversifikasi produk antara lain: *Aerobridge/ Boarding car, Grandby car, Container office, Track motor car, Airport trolley, Automotive product* dan *Toilet module*.
6. Pelayanan purna jual perkeretaapian.

Mulai tahun 2017 PT INKA (Persero) membawa tema baru yaitu Menjadi Pabrik Kelas Dunia dan Menuju Pabrik Bebas Debu Dengan Menerapkan 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin). PT INKA (Persero) sendiri mempunyai jargon untuk mewujudkan kebersihan di lingkungan kantor dan *workshop*, dimana hal tersebut untuk memotivasi seluruh karyawan PT INKA (Persero) agar menjaga kebersihan lingkungan kerja.

4.1.1 Visi dan Misi Perusahaan

Visi dan Misi PT.INKA yaitu:

1. Visi

Menjadi Perusahaan Kelas Dunia yang Unggul di Bidang Transportasi Kereta Api dan Transportasi Perkotaan di Indonesia.

2. Misi

Menciptakan Solusi Terpadu untuk Transportasi Kereta Api dan Perkotaan dengan Keunggulan Kompetitif Bisnis dan Teknologi Produk yang Tepat Guna Mendorong Pembangunan Transportasi yang Berkelanjutan.

4.1.2 Tujuan Perusahaan

Sebagai badan usaha yang mempunyai kemampuan mandiri dan berkembang untuk mewujudkan visi dan melaksanakan misinya, tujuan perusahaan ditetapkan sebagai berikut.

1. Menjadikan perusahaan yang tumbuh berkembang dan berkelanjutan, yaitu dari pengembangan produk dan pasar serta fokus kepada pelanggan, menuju perusahaan penyedia solusi terintegrasi di bidang transportasi (*Integrated Solution Provider In Transport*), dengan Target Perusahaan Tumbuh Sehat dan Berkembang.
2. Menumbuhkan 3 Pilar Bisnis Utama menuju transformasi gelombang ketiga menuju Visi dan Misi perusahaan serta pengembangan model bisnis baru sebagai penyedia solusi bidang transportasi

4.1.3 Falsafah dan Nilai-Nilai Inti Perusahaan

1. Falsafah

Berikut merupakan falsafah dari PT. INKA.

Profesionalisme yang berdasarkan iman dan taqwa, menghargai orang lain dan bersahabat, menjunjung tinggi kejujuran, memiliki daya saing berkelanjutan, serta menghasilkan nilai tambah pada lingkungan.

2. Nilai-Nilai Inti (*Core Value*)

Nilai-Nilai PT.INKA adalah I'M PRO yaitu:

- a. Integritas

Satunya kata, pikiran dan perbuatan dengan tetap berlandaskan pada kepentingan perusahaan

- b. Mutu

Mampu memberikan kinerja lebih dari standar.

c. Profesional

Mampu memberikan hasil pekerjaan sesuai dengan kualitas dibidang tertentu dengan keahliannya yang sesuai dengan tuntutan bidang tersebut

4.1.4 Sejarah Perusahaan

Gagasan untuk mendirikan PT. Industri Kereta Api (INKA) di Indonesia merupakan salah satu kebijakan pemerintah dalam rangka menanggulangi dan memenuhi kebutuhan jasa angkutan kereta api di Indonesia yang terus menaik. Perusahaan Jasa Kereta Api (PJKA) sejak tahun 1977 telah merintis dan mengadakan penjajagan secara intensif akan kemungkinan-kemungkinan untuk memproduksi sendiri gerbong dan kereta penumpang di Balai Yasa PJKA Madiun, yang kemudian direalisasikan dengan pembuatan ablepe-prototipe beberapa jenis gerbong dan kereta penumpang dan pembuatan 20 buah gerbong GW.

PT. Industri Kereta Api (INKA) didirikan dengan kronologis sebagai berikut. Pada tanggal 28 Nopember 1979, Menteri Perhubungan dan Menteri Ristek mengadakan peninjauan ke Balai Yasa PJKA Madiun. Hasil peninjauan ini diputuskan untuk mengakselerasi pendirian Industri Kereta Api. Pada tanggal 11 Desember 1979, diadakan rapat antara wakil-wakil dari departemen perhubungan, BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) dan Departemen Perindustrian. Hasil rapat menetapkan dasar kebijaksanaan pendirian suatu PT (persero) *manufacturing* perkeretaapian.

Dengan SK menteri perhubungan NO. 32/OT.001/PHB/80 tanggal 27 Pebruari 1980 dibentuk panitia persiapan pembentukan persero pabrik kereta api Madiun. Anggota panitia terdiri dari wakil-wakil:

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Departemen Perhubungan | 4. Departemen Keuangan |
| 2. BPPT | 5. Sekretaris Kabinet |
| 3. Departemen Perindustrian | 6. Menteri Aparatur Negara |

PT. Industri Kereta Api Indonesia (PT. INKA) merupakan sebuah badan usaha milik negara yang berdiri di 19 Agustus 1981. PT. INKA merupakan pengembangan dari Balai Jasa Lokomotif UAP yang dimiliki oleh PJKA (sekarang PT. Kereta Api) pada saat itu. Balai Yasa ini berlokasi di Madiun. Semenjak lokomotif UAP sudah tidak dioperasikan lagi, maka Balai Yasa ini dialihfungsikan menjadi pabrik kereta api. Penentuan lokasi dan pendirian pabrik kereta ini berdasarkan hasil studi dari BPPT.

PT. INKA, sebagai salah satu badan usaha milik negara terus mengalami perkembangan, diawali pada tahun 1981 dengan produk berupa lokomotif bertenaga UAP kini

menjadi industri manufaktur perkeretaapian yang modern. Aktivitas bisnis INKA yang ada kini berkembang mulai dari penghasil produk dasar menjadi penghasil produk dan jasa perkeretaapian dan transportasi yang bernilai tinggi.

Pada tahun 1989 PT. INKA menjadi salah satu dari 10 BUMN industri strategis di bawah koordinasi BPIS. Pada tahun 1999 PT. INKA menjadi anak perusahaan BUMN *holding* PT. Bahana Pakarya Industri Strategis (persero). Pada tahun 2002 PT. INKA dalam status peralihan koordinasi kantor Meneg BUMN setelah PT. BPIS dalam proses likuidasi. Pada Gambar 4.1 merupakan logo dari PT. Industri Kereta Api.



Gambar 4.1 Logo PT Industri Kereta Api (INKA)

Sumber: PT Industri Kereta Api

PT INKA bergerak dalam bidang industri kereta api, industri logam dasar yang memproduksi gerbong dan lokomotif guna menunjang peningkatan dan penambahan jasa angkutan kereta api. Dalam jangkauan yang lebih luas, memberikan jasa teknik dan pemanfaatan teknologi tinggi serta inovasi teknologi. Dengan demikian PT INKA sebagai katalisator dan dinamisator bagi perkembangan industri nasional.

Lingkar panah yang bergerak dua arah dan ditengahnya terdapat dua kepingan serta garis warna putih, memberi gambaran mengenai fungsi dan misi PT INKA, sebagaimana diungkapkan sebagai berikut.

1. Karakter kokoh/ kuat, secara visual tampil dalam pemakaian garis tebal yang membantu gerak dan lingkaran yang menyatu utuh.
2. Karakter dinamis dalam menjalankan aktivitasnya, digambarkan oleh panah yang bergerak melingkar dua arah dengan tujuan tanpa batas, memberi gambaran pencapaian pengembangan usaha secara optimum.
3. Karakter industri kereta api, digambarkan oleh elemen/ dua kepingan serta garis lingkaran putih sebagai orosnya, memberi kesan gerak roda kereta api dan industri berat.
4. Falsafah pancasila, diungkapkan oleh lima unsur terdiri dari dua panah, dua kepingan dan garis putih merupakan lima unsure yang seimbang, terwujud dalam bentuk lingkaran yang kokoh dan dinamis serta sekaligus merupakan landasan usaha PT INKA.
5. Penampilan logo yang abstrak dan sederhana memberi kesan intelektual dan jangkauan luas. Melalui logo yang ilustratif ini menggambarkan identitas dan aktifitas usaha PT

INKA. Perpaduan panah yang melingkar dua arah serta dua kepingan/ elemen ditengahnya, dinamis dan utuh, sebagai lambang PT INKA berperan dalam pembangunan Indonesia.

Makna logo secara keseluruhan memberi kesan gerak dinamis industri, kepesatan kemajuan disamping penonjolan industri berat/ logam dasar. Selain memberikan kesan sebagai dinamisator juga katalisator dalam sektor industri di Indonesia. Untuk memberikan kesan yang lebih mantap terhadap PT INKA yang merupakan industri berat atau industri logam dasar serta memiliki keunggulan di bidang industri kereta api, ditampilkan dua warna, yaitu merah dan hitam serta warna dasar putih. Pemilihan warna dasar tersebut memberikan gambaran integritas PT INKA, antara lain:

1. Warna hitam, menggambarkan karakter kokoh, kuat, atau padat dan berbagai warna logam yang merupakan bahan utama dalam memproduksi gerbong dan lokomotif
2. Warna merah, menggambarkan karakter api, semangat, dinamis serta sumber kekuatan, yang merupakan tekad PT INKA mensukseskan pembangunan Indonesia.
3. Warna dasar putih (lingkaran dan dua elemen), berbentuk kemudi dan piala, menggambarkan perencanaan keunggulan dan sebagai warna yang bersih dan suci, merupakan sistem kerja PT INKA yang terarah guna mencapai sasaran usaha.

4.1.5 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur Organisasi PT. Industri Kereta Api (INKA) Madiun dapat dilihat pada Lampiran 1. Pembagian tugas dan tanggung jawab dari masing-masing bagian dalam perusahaan adalah sebagai berikut.

1. Direktorat Utama

Direktorat Utama terdapat beberapa divisi yang membantu dalam melaksanakan tugasnya yaitu Divisi Pengendalian Kualitas dan Purna Jual, Divisi Pengawasan Internal yang terdiri dari Departemen Internal Audit dan Departemen Manajemen Mutu dan LH, Divisi Logistik yang terdiri dari Departemen Pengadaan dan Departemen Perencanaan dan Pengendalian Material, serta Divisi Logistik

2. Direktorat Keuangan dan SDM

Direktorat Keuangan dan SDM terdapat beberapa divisi yang membantu dalam melaksanakan tugasnya yaitu Divisi Keuangan yang terdiri dari Departemen Keungan, Departemen Akuntansi dan Departemen Pengendalian Anggaran, Divisi Sumber Daya Manusia yang terdiri dari Departemen Pengembangan SDM dan Organisasi dan Departemen Adm SDM dan Hubungan Industrial, serta Divisi Perencanaan Perusahaan

dan General Affair yang terdiri dari Departemen Sekretariat Humas dan Umum, Departemen Perencanaan Perusahaan dan Pengolahan PKBL/CSR dan Departemen Manajemen Resiko dan Legal.

3. Direktorat Komersial dan Teknologi

Direktorat Komersial dan Teknologi terdapat beberapa divisi yang membantu dalam melaksanakan tugasnya yaitu Divisi Pemasaran Kereta Api yang terdiri dari Departemen Pemasaran Pemerintah dan BUMN, Departemen Pemasaran Swasta dan Ekspor dan Departemen Service dan Retail, Divisi Pemasaran Produk Pengembangan yang terdiri dari Departemen Pemasaran dan Departemen Perencanaan dan Pengendalian Proyek serta Divisi Teknologi yang terdiri dari Departemen Litbang dan Rekayasa Departemen Desain Elektrik dan Departemen Desain Mekanik.

4. Direktorat Produksi

Direktorat Komersial dan Teknologi terdapat beberapa divisi yang membantu dalam melaksanakan tugasnya yaitu Divisi Fabrikasi yang terdiri dari Departemen Metal Working dan Departemen Assembling, Divisi Finishing yang terdiri dari Departemen Pemasangan Instalasi Sistem dan Departemen Penyelesaian Produk Akhir, serta Divisi Perencanaan dan Pengendalian Produksi yang terdiri dari Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi, Departemen Teknologi Produksi, Departemen Fasilitas dan Pemeliharaan, dan Departemen IT.

4.1.6 Proses Produksi dan Tata Letak Fasilitas Perusahaan

PT Industri Kereta Api (INKA) merupakan perusahaan yang memproduksi kereta api, jasa perawatan kereta api serta perdagangan yang berhubungan dengan perkeretaapian. Pada Gambar 4.2 hingga Gambar 4.5 merupakan beberapa contoh produk dari PT. INKA yang diantaranya berupa kereta ekonomi, kereta eksekutif dan lokomotif.



Gambar 4.2 Kereta penumpang eksekutif agro angrek retrofit



Gambar 4.3 Lokomotif DH CC 300



Gambar 4.4 Kereta penumpang ekonomi
Sumber: PT. Industri Kereta Api



Gambar 4.5 Kereta barang

Pada umumnya, prinsip proses produksi di PT. Industri Kereta Api (PT. INKA) Madiun sama dengan kegiatan produksi pada perusahaan manufaktur lain yaitu kegiatan mengubah *input* menjadi *output* dengan memberikan nilai tambah (*Value Added*). Proses produksi di PT. INKA meliputi 2 tahap, yaitu:

1. Proses Fabrikasi

Pada proses fabrikasi, pembuatan kereta api dibagi menjadi beberapa proses meliputi proses sebagai berikut.

a. Proses Pengerjaan Plat

Proses Pengerjaan Plat merupakan proses yang mengawali kegiatan produksi kereta api. Pada proses ini terdapat beberapa urutan proses yaitu pemotongan plat, penekukan plat, pelubangan plat, menghaluskan permukaan plat, dan beberapa proses pembentukan badan kereta yang berbahan dasar plat baja sesuai dengan dimensi dimana dimensi tersebut terdapat pada *manufacturing drawing* (MD) sampai pada *part* kecil penyusun dari kereta yang selanjutnya bagian ini disebut dengan *single part*.

b. Proses *Minor Assembly*

Pada proses *minor assembly* ini *single part* dirakit menjadi gabungan *part* yang lebih kompleks seperti *centersill*, *bolster*, *crossbeam*, *vertical plate*. Proses ini menggunakan peralatan pengelasan, peralatan *reforming*, palu, *grinding machine*, dan jig untuk mempermudah proses perakitan. Dalam mencapai efisiensi kerja yang optimal, *material handling* yang digunakan pada proses *minor assembly* yaitu berupa *crane*.

c. Proses *Sub Assembly*

Proses *Sub Assembly* adalah proses perakitan selanjutnya dari *minor assembly* yang telah dibuat menjadi kesatuan *part underframe* (rangka bawah), *roof* (atap kereta),

side wall (sisi kereta), dan sebagainya. Pada proses *sub assembly* juga mengalami proses *reforming* yang bertujuan supaya logam yang dibentuk pada proses sebelumnya tidak mengalami perubahan bentuk plastis (*plastic deformation*) saat dilakukan proses perakitan.

d. Proses *Main Assembly*

Proses *Main Assembly* merupakan proses penggabungan dari beberapa *sub-sub assembly* yang telah diproses sebelumnya sehingga dirakit menjadi *car body*. Pada proses ini juga memerlukan proses *reforming*. Sedangkan untuk proses pembuatan kereta barang tidak melalui proses ini.

2. Proses *Finishing*

Proses selanjutnya adalah *finishing* produk pada PT. INKA. Proses ini dibagi menjadi beberapa proses yaitu:

a. Proses Pemasangan Komponen Kereta

Saat pemasangan komponen kereta api ini, pekerja tidak hanya bertugas memasang *part* tetapi juga membuat komponen lain yang diperlukan yaitu seperti roda kereta (*bogie*), pipa, komponen penyusun interior dan eksterior kereta. Pada pemasangan komponen, dibagi menjadi 3 seksi pemasangan antara lain

- 1) Seksi *Bogie Assy* bertugas merakit *bogie*, dimana komponen-komponen yang dirakit didapatkan dari bagian proses pengerjaan plat komponen *bogie*. Peralatan utama yang digunakan oleh pekerja adalah peralatan las dan menggunakan *material handling* berupa *crane*.
- 2) Seksi *Equipment* bertugas untuk memasang peralatan perlengkapan pada kereta, baik bagian dalam (interior) maupun bagian luar (eksterior) kereta. Peralatan yang dipasang adalah peralatan pengereman, peralatan inside dan peralatan outside.
- 3) Seksi Piping bertugas mengerjakan pembuatan dan pemasangan kebutuhan pipa-pipa yang akan digunakan dalam kereta

b. Proses Pengecatan

Sebelum proses pengecatan ini dilakukan, terlebih dahulu kereta dilakukan proses *blasting* atau disebut dengan dibilas logam menggunakan butiran halus (pasir logam). Proses pra pengecatan ini bertujuan untuk membersihkan atau menghilangkan kotoran-kotoran atau karat pada badan kereta. Proses pengecatan dapat dilakukan setelah proses *blasting* selesai yaitu meliputi *primer painting*

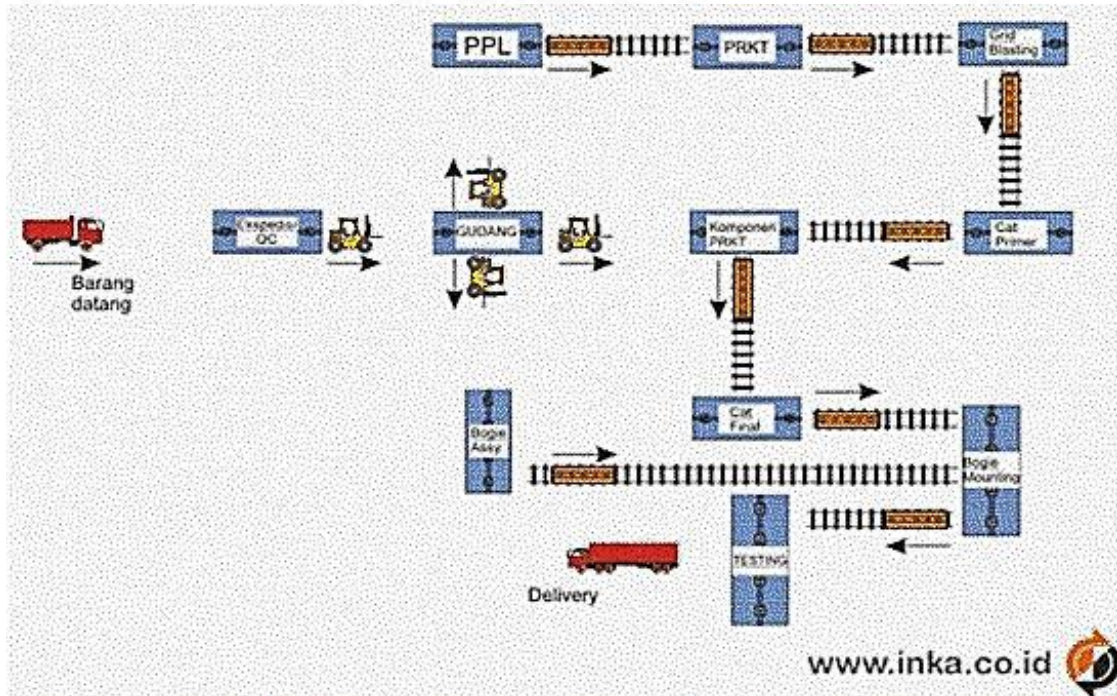
(pengecatan dasar), *middle painting (touch up primer)*, *black coat* (pengecatan akhir).

c. Pemasangan interior

Pemasangan interior yang dilakukan secara khusus untuk kereta barang meliputi pemasangan peralatan rem (*brake equipment*), pemasangan pipa pengereman (*brake piping*), pemasangan genggam pengait dan *handle (automatic coupler and end stopper)*, pemasangan simpul pengunci (*twislock*), pemasangan *stripping*, pemasangan bantalan rel (*support rail*), pemasangan roda (*bogie mounting*), dan pemasangan plat (*marking and lettering*). Setelah proses pemasangan interior, produk dipindahkan ke ruang pengecekan (*final inspection room*).

d. Uji Kelayakan (*Quality Control*)

Uji kelayakan *final inspection* yang dilakukan oleh PT. INKA sebelum kereta dikirimkan kepada pihak konsumen meliputi uji statis dan uji dinamis (*running test*). Selain itu, *quality control* ini tidak hanya dilakukan pada akhir *finish good*, akan tetapi juga pada masing masing proses fabrikasi kereta, mulai dari proses pengerjaan plat, *minor assembly*, *sub assembly*, *main assembly*, pemasangan komponen, pengecatan kereta, pemasangan interior hingga proses *finishing*.



Gambar 4.6 Proses pembuatan kereta api
Sumber: PT Industri Kereta Api

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan berdasarkan pengamatan dan pengukuran secara langsung. Data dalam sub bab ini digunakan untuk mendukung penelitian yang dilakukan dan berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Industri Kereta Api Madiun. Dari informasi data yang terkumpul selanjutnya diolah dan dianalisis sehingga dihasilkan kesimpulan untuk menyelesaikan masalah industri. Informasi dan data yang telah dikumpulkan yaitu:

4.2.1 Komponen

Pada pembuatan rangka bawah kereta api atau disebut dengan *underframe*, terdapat beberapa komponen sebagai penyusunnya. Komponen ini melalui beberapa proses yang berbeda beda sesuai dengan kebutuhan dari setiap *part*. Pada Tabel 4.1 merupakan komponen penyusun rangka bawah (*underframe*) kereta api tipe 438 berdasarkan masing-masing *workstation*:

Tabel 4.1
Daftar Komponen Berdasarkan *Workstation*

<i>Workstation</i>	<i>Kode Part</i>	<i>Komponen</i>
Pengerjaan Plat	211A17001001	<i>End Beam</i>
	211A17001002	<i>End Beam</i>
	211A17001003	<i>Vertical Plate</i>
	211A17001006	<i>Bottom Centersill</i>
	211A17001007	<i>Web Sill</i>
	211A17001008	<i>Web Sill</i>
	211A17001010	<i>Safety Chain</i>
	211A17001013	<i>Vertical Plate</i>
	211A17001016	<i>Stiffener</i>
	211A17001018	<i>Horizontal Plate</i>
	211A17001020	<i>Yokes Stopper</i>
	211A17001022	<i>Top Centersill</i>
	211A17001023	<i>Cross Beam</i>
	211A17001024	<i>Cross Beam</i>
	211A17001025	<i>Side Sill</i>
	211A17001026	<i>Vertical Plate</i>
	211A17001031	<i>Plate</i>
	212A17001001	<i>Bolster Bottom Plate</i>
	212A17001002	<i>Patch</i>
	212A17001003	<i>Bolster Web Plate</i>
	212A17001004	<i>Stiffener</i>
	212A17001006	<i>Pipe STPG</i>
	212A17001009	<i>Stiffener</i>
	212A17001010	<i>Stiffener</i>
	212A17001011	<i>Bolster Top Plate</i>
	212A17001012	<i>Tapping Plate</i>
	212A17001014	<i>Plate</i>
	213A17001001	<i>Side Sill</i>
	213A17001002	<i>Cross Beam</i>

<i>Workstation</i>	<i>Kode Part</i>	<i>Komponen</i>
	213A17001005	<i>Center Sill</i>
	213A17001008	<i>Jacking Pads</i>
	213A17001009	<i>Stiffener</i>
	213A17001014	<i>Cover Plate</i>
<i>Minor Assembly</i>	211A17001001A	<i>End Beam</i>
	211A17001002A	<i>Centersill</i>
	211A17001003A	<i>Vertical Plate</i>
	211A17001004A	<i>Vertical Plate</i>
	211A17001000A	<i>Front End Assy</i>
	212A17001000A	<i>Bolster Front Assy</i>
	212A17001002A	<i>Bolster Bottom Plate Assy</i>
	212A17001014A	<i>Plate Assy</i>
	213A17001001AL	<i>Assy Side Sill</i>
	213A17001001AR	<i>Assy Side Sill</i>

Sumber: PT. Industri Kereta Api

Pada masing-masing komponen tersebut dilakukan beberapa proses sebelumnya. Proses yang dilakukan seperti pemotongan, penekukan, penghalusan, pembentukan, pengelasan, pelubangan, dan lain sebagainya. Masing-masing proses yang dilakukan pada *part* tersebut selengkapanya dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.2.2 Pengukuran Waktu Kerja

Waktu proses produksi untuk setiap operasi diperoleh dari divisi teknologi produksi yang telah melakukan pengambilan waktu proses PT. Industri Kereta Api. Waktu kerja yang didapat yaitu proses pembuatan *underframe* yaitu komponen *side sill* dan *jacking pads* pada *workstation* pengerjaan plat dan *workstation minor assembly*. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2
Data Waktu Proses *Part Side Sill* dalam Menit

Proses	Replikasi										Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Memotong bahan side sill menggunakan pita gergaji Band Saw	14.2	14.9	16.1	15.1	15.3	14.7	16.6	16.2	14.3	14.3	15.18
Pemotongan plat side sill menggunakan gas cutting manual	16.2	17.0	16.0	15.7	14.9	15.7	15.6	15.6	16.6	14.8	15.80
Penghalusan permukaan plat side sill dengan mesin gerinda	14.2	14.5	15.0	15.3	15.1	15.1	14.4	14.5	14.7	14.9	14.78

Proses	Replikasi										Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Mengurangi ketebalan side sill dengan mesin scrap	15.2	14.5	16.0	16.1	15.3	16.3	15.3	16.8	15.1	14.5	15.50
Penandaan (<i>marking</i>) side sill pada suatu tempat	15.0	15.5	16.5	16.5	17.2	19.2	15.6	18.7	20.0	18.3	17.24
<i>Drilling</i> pada side sill	16.7	19.8	17.1	18.7	16.7	19.5	18.1	16.9	19.9	17.0	18.05
Pemotongan plat <i>jacking pads</i> menggunakan <i>gas cutting automatic</i>	9.8	7.2	9.8	6.2	7.0	7.7	6.7	9.1	8.9	9.3	8.15
Pembuatan chamber <i>jacking pads</i> dengan mesin bevel	6.9	10.3	8.0	9.6	8.1	9.3	11.1	10.0	10.2	9.7	9.31
Penghalusan permukaan plat <i>jacking pads</i> dengan mesin gerinda	9.2	8.4	9.7	5.9	9.5	7.6	6.1	8.9	8.3	9.1	8.27
<i>Tack Welding (Assembly Temporary Welding)</i> side sill dan <i>jacking pads</i>	6.9	7.5	6.7	7.8	7.2	6.8	7.9	6.8	6.3	7.3	7.12
Pengelasan side sill dan <i>jacking pads</i>	6.9	7.5	7.9	7.9	6.7	6.3	5.1	6.3	5.7	7.8	6.82
Penghalusan permukaan hasil pengelasan side sill dan <i>jacking pads</i> dengan mesin gerinda	7.5	6.3	7.7	5.2	8.1	7.5	7.0	6.6	5.3	8.1	6.93
<i>Reforming</i> setelah <i>assembling</i> side sill dan <i>jacking pads</i>	7.6	6.5	7.7	5.9	8.0	5.9	7.7	6.6	7.1	5.7	6.87

4.2.3 Pengujian Data

Pengujian data dilakukan pada data yang telah didapatkan oleh peneliti. Pengujian ini dilakukan agar data tersebut sesuai dengan data yang diharapkan dan merepresentasikan kondisi nyata yang berada di PT. Industri Kereta Api.

4.2.3.1 Uji Keseragaman Data

Pada uji keseragaman data digunakan untuk mengetahui bahwa data yang didapatkan berasal dari sumber yang sama yaitu *real sistem* dari pembuatan *underframe* PT. Industri Kereta Api. Pengujian data yang dilakukan dengan rumus seperti contoh perhitungan proses pemotongan bahan *side sill* menggunakan pita gergaji *Band Saw* dibawah ini.

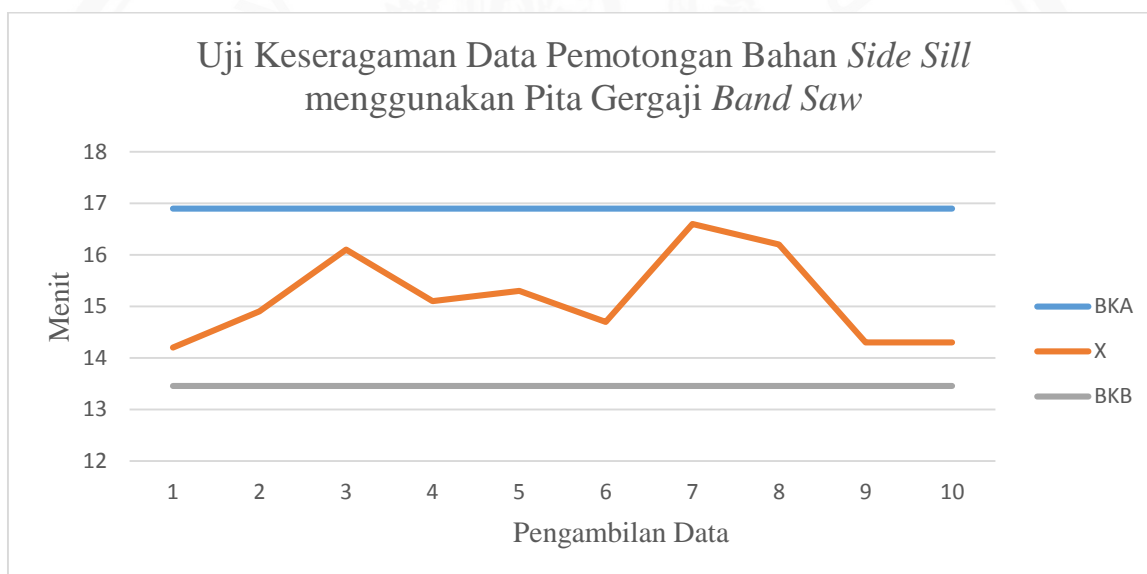
$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{14.2+14.9+16.1+15.1+15.3+14.7+16.6+16.2+14.3+14.3}{10} = 15.8$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X-\mu)^2}{N}} = 0.86$$

$$BKA = \bar{X} + k\sigma = 15.8 + 2(0.86) = 16.898$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma = 15.8 - 2(0.86) = 13.457$$

Data yang berada diluar garis batas kendali atas dan batas kendali bawah dinamakan data *outlier*. Pada Gambar 4.7 menampilkan grafik dimana pada 10 sampel waktu proses yang diambil ketika proses pemotongan bahan *side sill* menggunakan pita gergaji *Band Saw* tidak ada data yang mengalami *outlier*.



Gambar 4.7 Uji keseragaman data pemotongn bahan *side sill* menggunakan pita gergaji *band saw*

Hasil dari uji keseragaman data *side sill assembly* mulai dari proses pengerjaan plat hingga *minor assembly* pada pembuatan *underframe* adalah seragam. Data hasil uji keseragaman data dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.2.3.2 Uji Kecukupan Data

Pada uji kecukupan data, data waktu proses diuji untuk menentukan bahwa sampel data waktu proses yang diambil telah cukup untuk proses pengolahan data selanjutnya. Berikut

salah satu perhitungan yang dilakukan yaitu pada proses pemotongan bahan *side sill* menggunakan pita gergaji *Band Saw* dibawah ini.

$$N' = \left(\frac{\left(\frac{k}{s} \right) \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 = 1.157 \approx 2$$

Hasil perhitungan uji kecukupan data *side sill assembly* mulai dari proses pengerjaan plat hingga *minor assembly* pada pembuatan *underframe* dapat dilihat pada lampiran 4.

4.3 Pembuatan Kanban

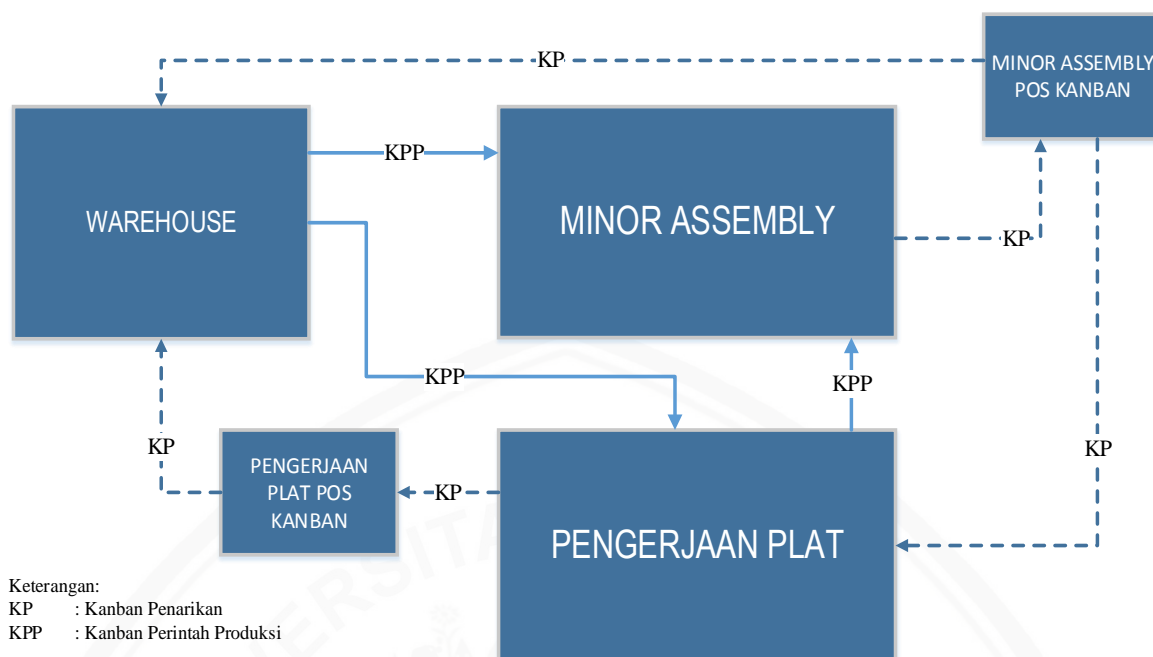
Kanban digunakan dalam mengendalikan produksi suatu perusahaan. Tahap yang dilakukan untuk pembuatan kanban yang pertama adalah mengidentifikasi aliran proses kanban terlebih dahulu. Kemudian merancang kartu kanban sesuai dengan kebutuhan informasi yang akan disampaikan. Selanjutnya menentukan letak dan desain pos kanban yang berfungsi sebagai lokasi persinggahan dari kumpulan kanban. Terakhir adalah menentukan berapa jumlah dari kanban yang beredar dalam waktu tertentu.

4.3.1 Identifikasi Aliran Kanban

Kanban merupakan alat apabila tidak digunakan secara tepat akan menyebabkan berbagai jenis permasalahan. Maka sebelum merancang kartu kanban yang akan digunakan pada PT. Industri Kereta Api terlebih dahulu membuat aliran informasi kanban. Aliran informasi kanban juga harus memenuhi beberapa aturan yang digunakan seperti: proses belakangan mengambil sejumlah barang yang ditunjukkan oleh kanban melalui nama dan nomor *part* dari proses sebelumnya, proses terdahulu memproduksi barang sesuai dengan jumlah dan urutan yang ditunjukkan oleh kanban, tidak ada barang yang tidak diangkut tanpa kanban artinya tidak ada barang yang tertinggal di proses sebelumnya tanpa kanban yang mengikutinya.

Aliran yang terjadi pada sistem kanban menggunakan konsep tarik (*pull system*) sehingga aliran kerja dikendalikan oleh bagian produksi dimana setiap *workstation* memperoleh *input* dari *output workstation* berikutnya sesuai dengan kebutuhan. Pada gambar 4.8 merupakan identifikasi aliran kanban pada PT. Industri Kereta Api. Terdapat beberapa *workstation* yang terlibat pada sistem kanban pada PT. Industri Kereta Api yaitu *warehouse* dimana merupakan tempat penyimpanan barang yang berasal dari *supplier*. *Warehouse* pada PT Industri Kereta Api juga terdapat bagian lain yakni gudang antara yang merupakan tempat untuk memilah sejumlah komponen yang akan digunakan pada bagian

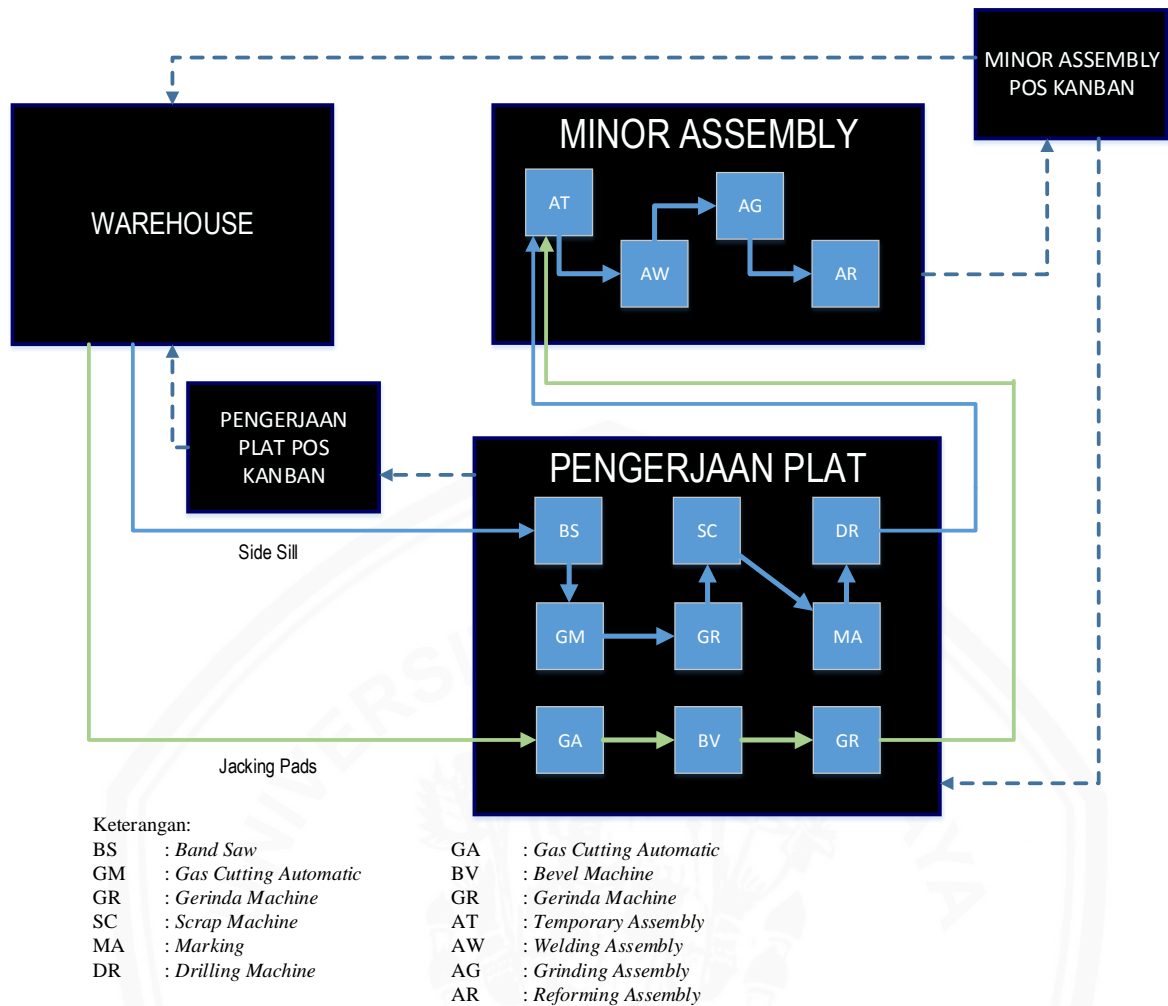
produksi. Selain itu juga terdapat *workstation* pengerjaan plat dan *minor assembly* yang merupakan bagian pada proses pembuatan rangka bawah (*underframe*) kereta.



Gambar 4.8 Identifikasi aliran kanban pada PT. Industri Kereta Api

Pada gambar 4.8 dijelaskan aliran kanban yang diperoleh dari bagian perencanaan dan pengendalian produksi. Kanban diberikan kepada pihak produksi untuk diproses, apabila proses produksi selesai, untuk memenuhi lot berikutnya diperlukan material yang berasal dari proses sebelumnya lagi. Terdapat dua pos kanban yang tidak jauh dari aliran informasi dan material masing masing *workstation*. Aliran kanban yang disimbolkan dengan KP merupakan aliran kanban penarikan dimana kanban penarikan selalu melewati pos kanban untuk dikumpulkan agar penerima sinyal mengetahui bahwa proses sebelumnya harus mulai dilakukan. Sedangkan keterangan KPP adalah kanban perintah produksi dimana pengerjaan plat dan *minor assembly* memiliki peluang untuk mendapat kanban perintah produksi yang sama yaitu dari *warehouse* karena tidak semua *part* yang ada pada PT. Industri Kereta Api didapatkan dari proses pengerjaan plat melainkan berasal dari *supplier*.

Aliran kanban yang masuk pada pengerjaan plat merupakan kanban komponen yang perlu mengalami proses terlebih dahulu sebelum dilakukan proses perakitan minor (*minor assembly*). Sedangkan aliran kanban yang langsung masuk pada *minor assembly* adalah komponen yang proses pengerjaan plat dilakukan oleh *supplier* dan komponen pengganti. Sebagai contoh komponen *Side Sill Assembly*, salah satu komponen penyusun *underframe* yang terdiri dari *side sill* dan *jacking pads*. Aliran kanban pada *side sill assembly* dapat dilihat pada Gambar 4.9 dibawah ini:




Gambar 4.9 Aliran kanban *side sill assembly*

Gambar 4.9 menjelaskan bahwa pada komponen *side sill* maupun *jacking pads* perlu masuk kedalam proses pengerjaan plat terlebih dahulu untuk dikenakan berbagai proses, aliran kanban perintah dan aliran material dari *warehouse* langsung masuk pada proses pengerjaan plat kemudian masuk ke dalam masing-masing prosesnya yaitu seperti pada komponen *side sill* yang dimulai dari proses BS – GM – GR – SC – MA – DR. Kemudian masuk ke proses *minor assembly* yang terdiri dari 4 proses perakitan. Aliran kanban penarikan disimbolkan dengan garis putus-putus sedangkan aliran kanban perintah produksi disimbolkan dengan garis tegas.

4.3.2 Perancangan Kartu Kanban

Kanban berfungsi untuk memberikan informasi secara terperinci mengenai identitas dari *part*, asal dan tujuan kanban, jumlah kanban, jumlah lot kanban, dan lain lain. Kanban yang dirancang pada PT. INKA ini terdiri dari kanban penarikan dan kanban perintah seperti pada penjelasan berikut.

1. Kanban Penarikan (*Withdrawal Kanban*)

WITHDRAWAL KANBAN		
ORIGIN	KANBAN NUMBER	QTY/KANBAN
WAREHOUSE A	1/17	26
DESTINATION	PART NUMBER : 211A17001025	
GAS CUTTING MANUAL (GM)	TITLE : SIDE SILL	
	PRODUCT TYPE: K1, K3, P1, M1	
DATE :03/04/2018	TYPE PROJECT	
TIME : 8:55	438	

Gambar 4.10 Kanban penarikan

2. Kanban Perintah (*Introduction Kanban*)

INSTRUCTION KANBAN		
KANBAN NUMBER	PROCESS	WORKSTATION
1/17	PENGERJAAN PLAT	GAS CUTTING MANUAL (GM)
QTY/KANBAN	PART NUMBER : 211A17001025	
26	TITLE : SIDE SILL	
	PRODUCT TYPE: K1, K3, P1, M1	
TYPE PROJECT	DATE :03/04/2018	
438	TIME : 08:15	

Gambar 4.11 Kanban perintah produksi

Kanban penarikan dan kanban perintah produksi dibedakan dengan warna masing masing hijau dan biru untuk membedakan peletakkan pada pos kanban dan sinyal visual pada operator. Dibawah ini merupakan penjelasan dari masing-masing keterangan Gambar 4.10 dan Gambar 4.11 yang terdapat pada kartu kanban penarikan maupun kanban perintah produksi, yaitu:

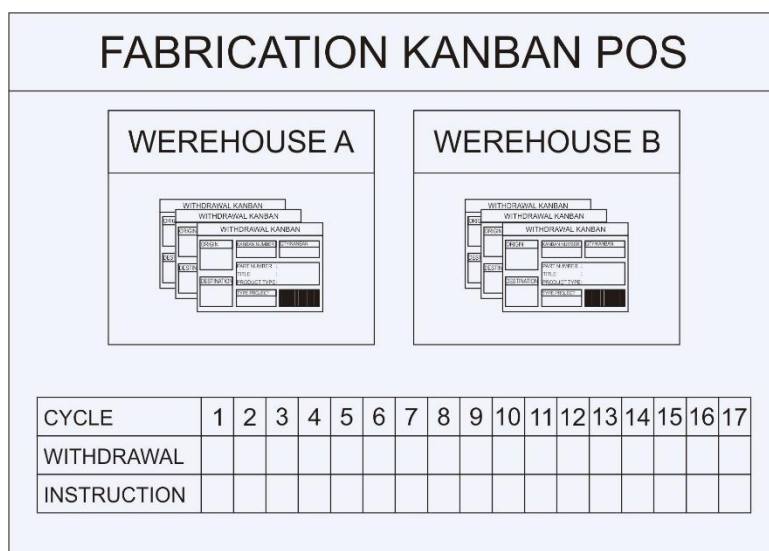
a. *Origin*

Merupakan informasi mengenai lokasi penyimpanan *part* atau asal dari *part* tersebut didapatkan

- b. *Destination*
Memberikan informasi mengenai lokasi atau tempat tujuan pengiriman dari *part* tersebut. *Destination* juga merupakan lokasi yang mengirimkan kanban penarikan (*withdrawal kanban*) dan membutuhkan *part* tersebut.
- c. *Kanban Number*
Menunjukkan jumlah kanban yang digunakan dalam produksi, contoh $\frac{1}{4}$ menjelaskan bahwa kanban yang sedang digunakan merupakan peredaran pertama dari empat buah kanban yang ada.
- d. *Quantity/Kanban*
Menunjukkan jumlah 1 lot kanban yang digunakan. Seperti contoh pada Gambar 4.5 merupakan kanban pada pengerjaan plat yang memiliki kapasitas 26 unit per kanban
- e. *Part Number*
Memberikan informasi mengenai kode *part* yang terdapat pada kanban. Informasi ini digunakan sebagai identitas dari *part*. Masing-masing *title* memiliki *part number* yang berbeda-beda.
- f. *Title*
Title merupakan nama *part* yang akan diambil oleh kanban. Kebijakan *part number* dan *title* juga bergantung pada PT. Industri Kereta Api sesuai dengan ketentuan dan *Master Drawing* yang berlaku.
- g. *Product Type*
Product Type adalah kode yang menggambarkan tipe kereta yang disusun oleh *part* yang terdapat pada kanban tersebut
- h. *Type Project*
Merupakan tipe atau nama dari proyek yang sedang berjalan
- i. *Barcode*
Adalah kode untuk *input* data KIOS-K yang sedang dikembangkan pada PT. Industri Kereta Api.
- j. *Process dan Workstation*
Memberikan informasi lokasi pengerjaan diprosesnya komponen dari kanban tersebut.
- k. *Date dan Time*
Tanggal dan waktu pengiriman *part*

4.3.3 Perancangan Pos Kanban

Pos Kanban dirancang sebagai persinggahan dan pertukaran dari kanban penarikan maupun kanban perintah produksi. Kanban dikategorikan berdasarkan tujuan yang tercantum pada kanban tersebut. Pos kanban yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 4.12 dibawah ini.



Gambar 4.12 Desain pos kanban pengerjaan plat

Pos kanban seperti pada Gambar 4.12 ini diletakkan pada proses pengerjaan plat dimana terdapat 17 kotak *cycle* yang merupakan jumlah lot dari masing masing komponen. Apabila terdapat keterlambatan komponen maka supervisor maupun operator dapat secara langsung mengevaluasi berdasarkan kartu yang terdapat pada pos tersebut.

4.3.4 Penentuan Jumlah Kanban

Dalam penentuan jumlah dari kanban pada PT. Industri Kereta Api, diperlukan perhitungan untuk masing-masing *part* penyusun rangka bawah (*underframe*). Perhitungan jumlah kanban yang dilakukan juga didukung oleh beberapa data yaitu sebagai berikut.

1. Jumlah *part* per kanban : 26
2. Jumlah *part* per unit : 1
3. *Actual takt time* : 40 menit
4. Faktor pengamanan : 0,3
5. Waktu pengumpulan kanban : 3 menit
6. Waktu *supply* material : 10 menit
7. Waktu pengiriman kanban : 3 menit

Pada setiap lot dari produk harus disertai masing-masing dengan adanya kanban sebagai kontrol dari penarikan maupun perintah produksi *part*.

1. Kebutuhan *part* per menit

$$D = \frac{\text{Jumlah produksi per hari} \times \text{penggunaan per unit}}{\text{waktu kerja per hari (menit)}}$$

$$D = \frac{34 \times 1}{8 \times 60} = 0,0708 / \text{menit}$$

2. Total waktu tunggu (M)

$$\text{Waktu perakitan kanban} = \frac{\text{Jumlah part per kanban} \times \text{takt time}}{\text{jumlah part per unit}}$$

$$\text{Waktu perakitan kanban} = \frac{26 \times 40}{1} = 1040 \text{ menit}$$

Total waktu tunggu = waktu perakitan kanban + waktu pengumpulan kanban
+ waktu pengiriman kanban + waktu supply material

$$M = 1040 + 3 + 3 + 10 = 1056 \text{ menit}$$

3. Waktu *Set Up*

Waktu *set up* yang diperbolehkan oleh PT. Industri Kereta Api untuk menyiapkan *part* sebelum dilakukan suatu proses yaitu maksimal 6 menit.

4. Jumlah kanban yang beredar

$$N \geq \frac{D (M+P)(1+S)}{Q}$$

$$N \geq \frac{0,0708 (1056+6)(1+0,3)}{26} = 3,75948 \approx 4 \text{ unit kanban}$$

Jumlah kanban yang beredar dipengaruhi oleh *demand*, total waktu tunggu, waktu *set up*, faktor pengamanan, dan jumlah lot per kanban. Perhitungan keseluruhan kanban yang beredar pada masing-masing komponen penyusun rangka bawah kereta api dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.4 Pembuatan Model Simulasi

Pembuatan model simulasi digunakan untuk mengetahui perbedaan dari penerapan sistem kanban dibandingkan dengan sistem sebelumnya dalam pembuatan rangka bawah kereta api. Pemodelan ini dilakukan pada salah satu hasil dari proses pada *minor assembly* yaitu *side sill assembly* yang memiliki bermacam proses dan beberapa stasiun kerja. Tahap pembuatan model simulasi ini dimulai dari penentuan distribusi waktu proses menggunakan *software* StatFit, pembuatan model menggunakan *activity cycle diagram*, tahapan verifikasi dibandingkan dengan sistem nyata yang akan dibuat pada simulasi dan validasi model, serta penentuan jumlah replikasi yang mencukupi dalam pembuatan simulasi.



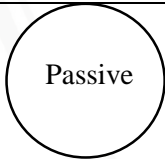


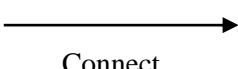
4.4.1 Model Konseptual Aliran Material

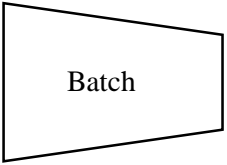
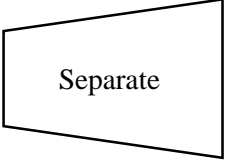
Sistem pembuatan *side sill assembly* secara keseluruhan dicerminkan dalam sebuah model yang bertujuan untuk mempermudah menerjemahkan alur material keseluruhan proses produksi. Pada pemodelan simulasi sistem diskrit, model konseptual dapat dibuat dalam sebuah *Activity Cycle Diagram* yang dapat dilihat pada Lampiran 6. Seluruh proses yang dilakukan dalam pembuatan *side sill assembly* digambarkan pada model konseptual tersebut.

4.4.2 Verifikasi Model Konseptual

Model konseptual yang sebelumnya dibuat perlu dilakukan uji verifikasi untuk memastikan apakah model telah dibuat dengan benar. Uji verifikasi ini dilakukan dengan melakukan pengecekan apakah simbol yang digunakan pada model konseptual telah sesuai dengan simbol yang digunakan pada *Activity Cycle Diagram* Pembuatan *Side Sill Assembly*. Pada Tabel 4.3 dibawah ini merupakan simbol-simbol standar yang digunakan dalam pembuatan *Activity Cycle Diagram* (ACD):

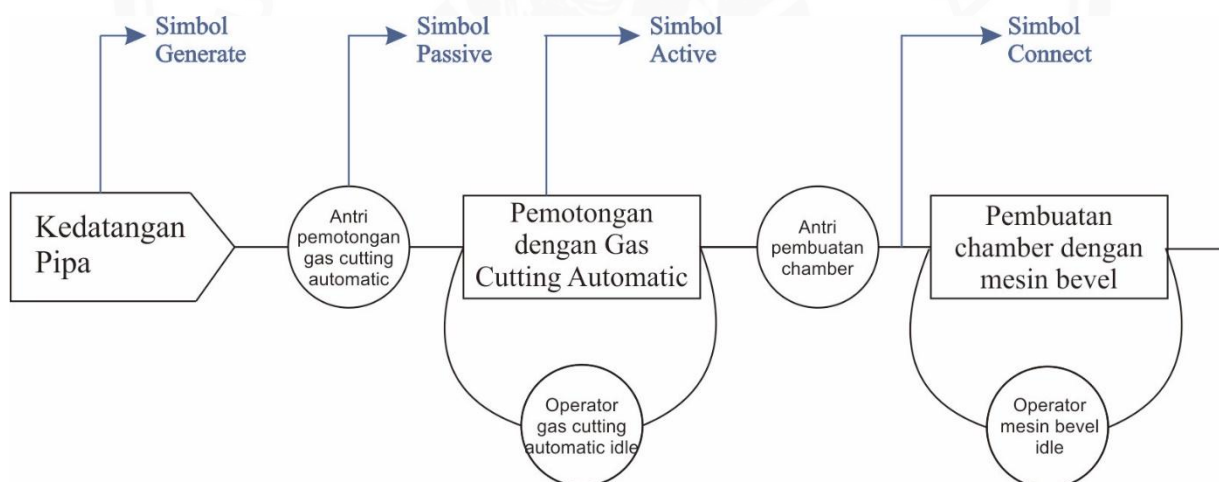
Tabel 4.3
Simbol *Activity Cycle Diagram* (ACD)

No	Simbol	Deskripsi
1	 Generate	Merepresentasikan menciptakan (<i>create</i>) atau membangkitkan entitas.
2	 Terminate	Merepresentasikan membuang (<i>dispose</i>) atau memberhentikan entitas
3	 Passive	Merepresentasikan aktivitas pasif
4	 Active	Merepresentasikan aktivitas aktif
5	 Alternate	Merepresentasikan kondisi dua pilihan alternatif probabilitas yang perlu diputuskan (<i>decide</i>)
6	 Connect	Merepresentasikan relasi urutan antar node yang menunjukkan bahwa siklus aktivitas pendahulu berubah/ berlanjut menjadi status atau aktivitas berikutnya

No	Simbol	Deskripsi
7		Merepresentasikan aktivitas aktif yang melibatkan dua entitas atau lebih dan bertransformasi menjadi satu entitas lain
8		Merepresentasikan aktivitas aktif yang mentransformasikan satu entitas menjadi dua entitas atau lebih

Sumber : Law, A., & Kelton, W (2000)

Model konseptual yang telah dibuat telah menggunakan simbol-simbol standar yang digunakan dalam *Activity Cycle Diagram (ACD)*, seperti kedatangan entitas pipa yang disimbolkan dengan simbol *generate*, aktivitas pemotongan pipa menggunakan *gas cutting automatic* disimbolkan dengan persegi panjang serta aktivitas antrian pemotongan pipa menggunakan *gas cutting automatic* disimbolkan dengan simbol lingkaran. Serta aktivitas-aktivitas tersebut dihubungkan dengan *connector* yang disimbolkan dengan anak panah. Berikut ini adalah gambar 4.13 yang menjelaskan bahwa model konseptual yang telah dibuat dengan simbol yang sesuai dengan standar dan terverifikasi.

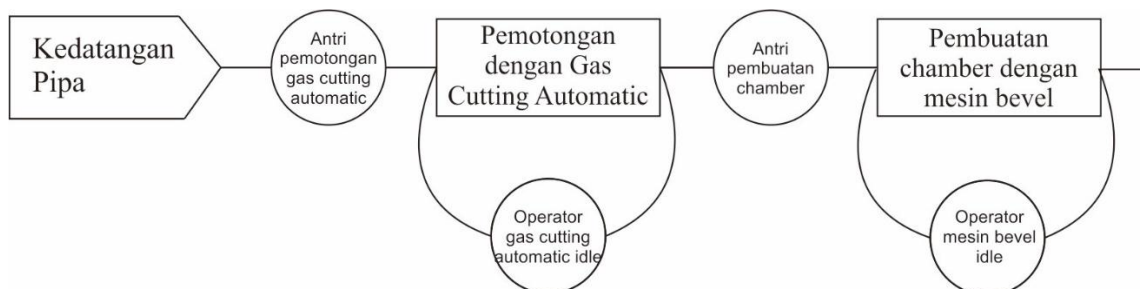


Gambar 4.13 Verifikasi model konseptual

4.4.3 Validasi Model Konseptual

Selain uji verifikasi, model konseptual yang dibuat harus diuji validasi untuk memastikan bahwa model konseptual yang dibuat telah merepresentasikan *real system* dengan tepat secara keseluruhan. Model konseptual yang dibuat telah sesuai dengan aliran material yang ada di *area* pengerjaan plat dan *minor assembly*. Produksi dimulai dengan kedatangan entitas pipa kemudian diantarkan oleh operator menuju pemotongan pipa menggunakan *gas cutting automatic*, proses selanjutnya adalah pembuatan chamber dengan

mesin bevel. Entitas yang menunggu untuk diproses akan mengantri sehingga pada model konseptual perlu digambarkan adanya antrian proses. Model konseptual yang dibuat telah sesuai dengan aliran material dari sistem awal masuk hingga keluar (*dispose*). Pada Gambar 4.14 ini merupakan potongan gambar sebagian dari *Activity Cycle Diagram* (ACD) yang membuktikan bahwa adanya kesesuaian antara model konseptual yang dibuat dengan *real system*. Model Konseptual yang telah dibuat ini telah tervalidasi.



Gambar 4.14 Validasi model konseptual

4.4.4 Penentuan Distribusi Waktu Proses

Penentuan distribusi waktu proses pada pembuatan *side sill assembly* dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov Goodness of Fit Test* untuk mengetahui nilai dari *P-value*. *P-value* akan dibandingkan dengan tingkat signifikansi α (0,05). Apabila nilai dari *P-value* $> \alpha$, maka H_0 diterima yang artinya penentuan distribusi yang dilakukan sebelumnya adalah *fit*. Pengujian ini dilakukan menggunakan bantuan software *StatFit*. Setelah input data pada software ini kemudian melakukan *autofit distribution*, akan ditampilkan distribusi beserta parameter yang memiliki *acceptance* dengan keterangan *do not reject* serta memiliki *rank* tertinggi. Pada Tabel 4.4 berikut menunjukkan seluruh distribusi waktu proses pembuatan *side sill assembly* yang digunakan untuk membuat model simulasi.

Tabel 4.4
Nilai *P-Value* dan Parameter Distribusi Waktu Proses

Proses	Distribusi parameter	P-Value
Memotong bahan side sill menggunakan pita gergaji Band Saw	NORM(15.2, 0.816)	0.907
Pemotongan plat side sill menggunakan gas cutting manual	NORM(15.8, 0.64)	0.916
Penghalusan permukaan plat side sill dengan mesin gerinda	NORM(14.8, 0.343)	0.843
Mengurangi ketebalan side sill dengan mesin scrap	NORM(15.5, 0.738)	0.812
Penandaan (marking) side sill pada suatu tempat	NORM(17.2, 1.63)	0.847
Drilling pada side sill	NORM(18.0, 1.26)	0.410
Pemotongan plat jacking pads menggunakan gas cutting automatic	NORM(8.15, 1.28)	0.632
Pembuatan chamber jacking pads dengan mesin bevel	TRIA(6.14, 11.5, 10.2)	0.907

Proses	Distribusi parameter	P-Value
Penghalusan permukaan plat jacking pads dengan mesin gerinda	NORM(8.27, 1.3)	0.697
Tack Welding (Assembly Temporary Welding) side sill dan jacking pads	TRIA(6.14, 8.33, 6.76)	0.940
Pengelasan side sill dan jacking pads	NORM(6.28, 0.923)	0.994
Penghalusan permukaan hasil pengelasan side sill dan jacking pads dengan mesin gerinda	NORM(6.93, 1.01)	0.423
Reforming setelah assembling side sill dan jacking pads	NORM(6.87, 0.821)	0.977

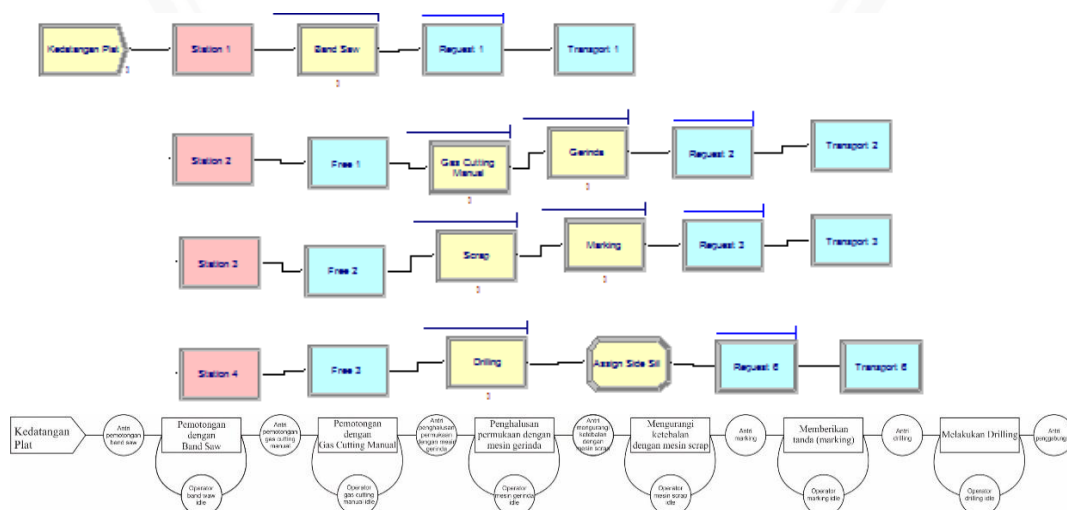
4.4.5 Model Simulasi

Model simulasi pembuatan salah satu komponen *underframe* yaitu *side sill assembly* ini dibuat menggunakan *software* Arena. Model simulasi akan dibuat sesuai dengan keadaan sistem nyata dan model konseptual yang telah dibuat. Waktu proses yang terdapat pada model simulasi didapatkan berdasarkan hasil observasi dan data *history* PT. Industri Kereta Api. Model simulasi digambarkan secara berurutan aliran material pembuatan *side sill assembly* selama 8 jam kerja dengan jumlah 7 hari kerja. Sebanyak 13 aktivitas yang berada pada pembuatan *side sill assembly* mulai dari area pengerjaan plat hingga *minor assembly*. Tampilan dari model simulasi proses pembuatan *side sill assembly* pada PT. Industri Kereta Api dapat dilihat pada Lampiran 7.

4.4.6 Verifikasi Model Simulasi

Pengujian verifikasi kembali dilakukan pada model simulasi yang telah dibuat untuk memastikan bahwa model tersebut telah merepresentasikan keadaan pada *real system*. Langkah yang dilakukan untuk uji verifikasi adalah sebagai berikut.

1. Membandingkan model konseptual dengan model simulasi



Gambar 4.15 Perbandingan model simulasi dengan activity cycle diagram

Model konseptual menggambarkan secara detail urutan dari proses yang dikenakan pada entitas di sistem nyata. Model simulasi harus dibuat sesuai dengan model konseptual yang ada agar tidak terdapat perbedaan perilaku pada sistem nyata dan model simulasi. Dari Gambar 4.15 dapat dilihat bahwa model simulasi telah sesuai dengan model konseptual yang dibuat. Kesesuaian tersebut dapat ditandai dengan jumlah aktivitas yang sama dan letak operasi pertama yaitu kedatangan plat. Maka dapat dikatakan bahwa model simulasi telah terverifikasi.

2. Melakukan pengecekan parameter waktu yang digunakan pada model simulasi

Pengecekan terhadap parameter waktu yang di *input* pada model simulasi dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh parameter waktu model simulasi sesuai dengan keadaan *real system*. Pada Gambar 4.16 menampilkan parameter waktu proses pada software Arena 5.0 yang telah dimasukkan telah sesuai dengan keadaan *real system*.

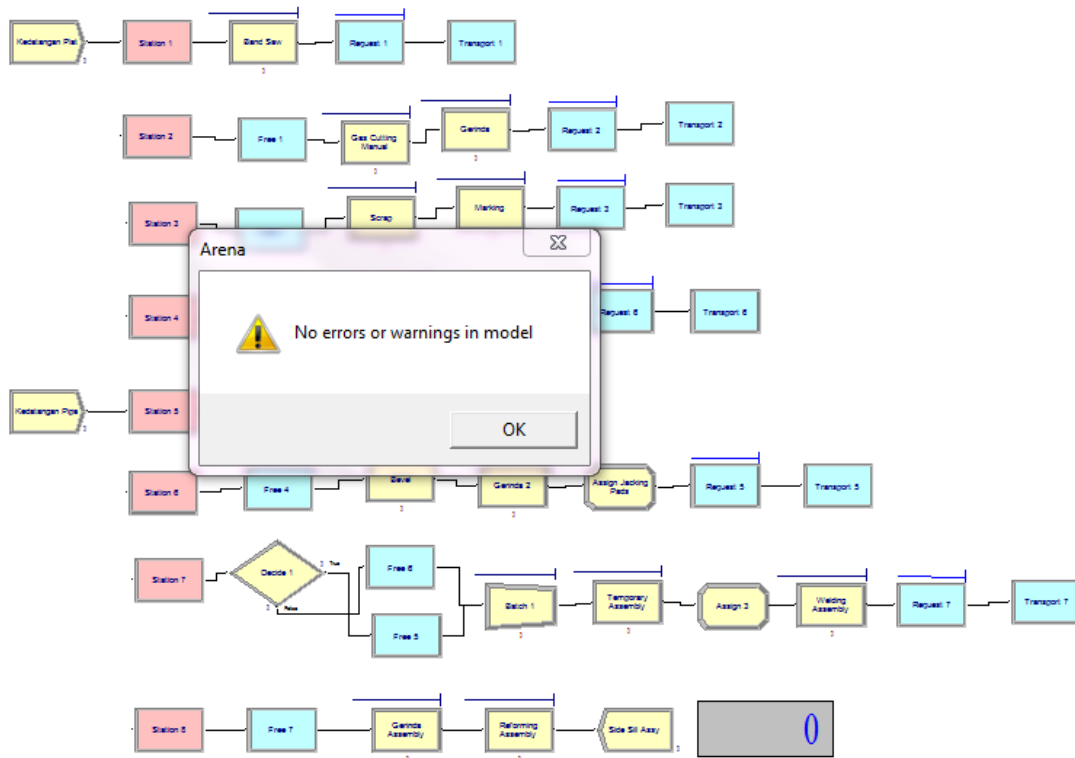
	Name	Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Value	Maximum	Std Dev
1	Band Sa	Normal	Minutes	Value Added	5	15.2	1.5	0.816
2	Gas Cutti	Normal	Minutes	Value Added	5	15.8	1.5	0.64
3	Gerinda	Normal	Minutes	Value Added	5	14.8	1.5	0.343
4	Scrap	Normal	Minutes	Value Added	5	15.5	1.5	0.738
5	Marking	Normal	Minutes	Value Added	5	17.2	1.5	1.63
6	Drilling	Normal	Minutes	Value Added	5	18	1.5	1.26
7	Gas Cutti	Normal	Minutes	Value Added	16.14	8.15	10.2	1.28
8	Bevel	Triangular	Minutes	Value Added	6.14	10.2	11.5	2
9	Gerinda 2	Normal	Minutes	Value Added	5	8.27	1.5	1.3
10	Temporar	Triangular	Minutes	Value Added	6.14	6.76	8.33	2
11	Welding A	Normal	Minutes	Value Added	5	6.28	1.5	0.923
12	Gerinda A	Normal	Minutes	Value Added	5	6.93	1.5	1.01
13	Reforming	Normal	Minutes	Value Added	5	6.87	1.5	0.821

Gambar 4.16 Parameter waktu yang digunakan pada model simulasi

Berdasarkan Gambar 4.16 dapat dilihat bahwa seluruh waktu proses pada model simulasi telah sesuai dengan sistem nyata sehingga model simulasi telah terverifikasi.

3. Melakukan verifikasi model dengan *compile error*

Langkah verifikasi model simulasi juga dapat dilakukan dengan *compile error* yaitu memastikan apakah pada model simulasi masih mengalami *error* atau tidak. *Compile error* pada *software arena* dapat dilakukan dengan cara menekan tombol F4 pada *keyboard*. Apabila muncul kotak dialog *no errors or warnings in model* maka menunjukkan bahwa simulasi telah terverifikasi.

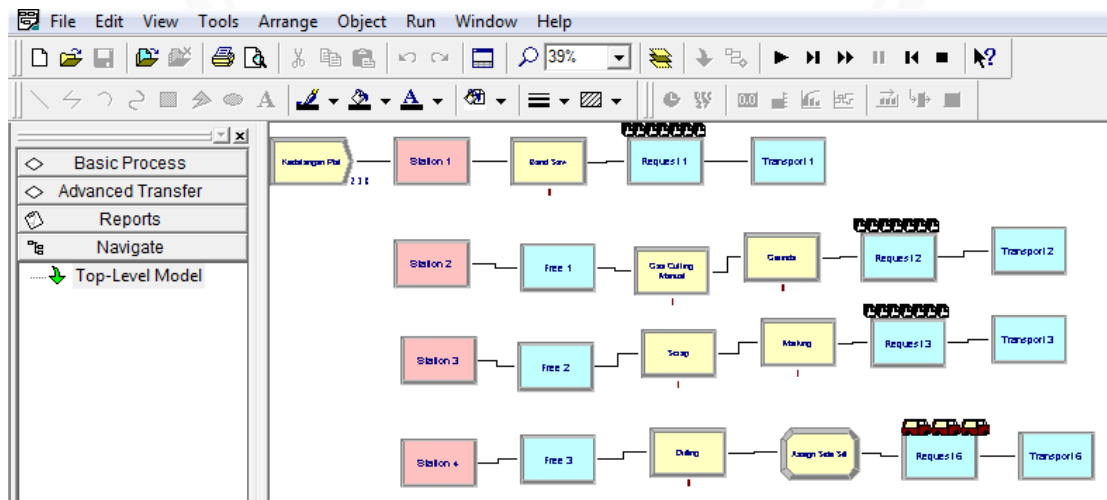


Gambar 4.17 Compile error model simulasi

Berdasarkan Gambar 4.17 diatas bahwa *compile error* yang dilakukan pada model simulasi pembuatan *side sill assembly* telah berhasil dan tidak ditemukan *error*. Model simulasi dapat dikatakan telah terverifikasi karena *syntax* yang telah dimasukkan ke dalam model tidak terdapat kesalahan.

4. Mengamati animasi pada model simulasi

Langkah berikutnya untuk melakukan verifikasi model adalah dengan memastikan mobilitas atau animasi dari entitas pada model simulasi sesuai dengan kondisi pada sistem nyata. Pada gambar 4.18 ditampilkan animasi pada model simulasi pembuatan *side sill assembly*.



Gambar 4.18 Animasi model simulasi

Animasi pada model simulasi yang dibuat sesuai dengan mobilitas entitas pada keadaan sebenarnya di *area* pengerjaan plat dan *minor assembly*. Kesesuaian animasi model simulasi dengan sistem nyata ini memastikan bahwa model simulasi telah terverifikasi.

4.4.7 Validasi Model Simulasi

Pengujian validasi model simulasi dilakukan untuk mengetahui apakah model simulasi yang dibuat telah merepresentasikan *real system*. Uji validasi ini dilakukan dengan membandingkan *work in process* model simulasi dengan sistem nyata. Hipotesis awal yaitu tidak terdapat perbedaan rata-rata antara *work in process* pada model simulasi dengan *work in process* pada *real system*. Hipotesis ini diuji dengan software SPSS. Pada Tabel 4.5 merupakan jumlah *work in process* yang terdapat pada model simulasi dan pada sistem nyata.

Tabel 4.5

Perbandingan *Work In Process* Model Simulasi dan Sistem Nyata

Replikasi	WIP Simulasi (unit)	WIP Sistem Nyata (unit)
1	170	173
2	160.89	173
3	162.21	173
4	157.86	173
5	165.44	173

Data WIP terlebih dahulu diuji normalitas kemudian apabila data tersebut terbukti berdistribusi normal maka akan dilakukan uji *Independent T-test*. Jika data tidak berdistribusi normal maka akan dilakukan uji dua sampel yang berbeda menggunakan *Uji Mann Whitney*. Berikut adalah langkah-langkah pengujian normalitas pada SPSS:

- Buka *variable view* kemudian mengisikan “WIP” dan “Model”, *input* angka 1 = simulasi, dan 2 = sistem nyata pada *values* “WIP”. Ubah *measure* pada “WIP” menjadi *scale* selanjutnya untuk *variable* “Model” ganti dengan *nominal*. Isikan data WIP model simulasi dan sistem nyata pada *data view*.
- Klik *analyze*, pilih *Descriptive statistic*, kemudian pilih *explore*, masukkan data kedalam *dependent list*.
- Klik ok, maka muncul *output* seperti pada Tabel 4.6 berikut ini:

Tabel 4.6

Hasil Uji Normalitas WIP

Tests of Normality ^c						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
WIP	,191	5	,200 [*]	,976	5	,915

Hipotesis:

H₀ = data simulasi dan data sistem nyata berdistribusi normal

H₁ = data simulasi dan data sistem nyata tidak berdistribusi normal

(α) = 0.05

Kriteria pengujian:

H₀ diterima jika nilai Sig $\geq \alpha$

H₀ ditolak jika nilai Sig $< \alpha$

Berdasarkan tabel 4.6 di atas dapat dilihat bahwa WIP memiliki nilai *sig. Kolmogorov- Smirnov* sebesar $0,2 \geq 0,05$ sehingga dapat dikatakan bahwa H₀ diterima artinya data WIP simulasi dan sistem nyata berdistribusi normal. Karena data WIP pada model simulasi berdistribusi normal maka pengujian yang akan dilakukan selanjutnya adalah uji *Independent T-test*. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam melakukan pengujian dengan uji Independent T-test menggunakan software SPSS.

- Buka *variable view*, isikan data pada *data view*.
- Klik *analyze*, pilih *compare means*, kemudian pilih *indepedent sample t-test*
- Buat pendefinisian pada group dengan memasukkan angka 1 untuk sistem nyata dan 2 untuk simulasi.

Tabel 4.7
Hasil Uji *Independent Sample T-test*

		Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper	
WIP	Equal variances assumed	10,984	,011	4,686	8	,802	9,72000	2,07434	4,93657	14,50343
	Equal variances not assumed			4,686	4,000	,819	9,72000	2,07434	3,96072	15,47928

Hipotesis:

H₀ = tidak terdapat perbedaan antara data simulasi dengan data sistem nyata pada WIP proses pembuatan *side sill assembly*

H₁ = terdapat perbedaan antara data simulasi dengan data aktual pada WIP proses pembuatan *side sill assembly*

(α) = 0.05

H₀ diterima jika nilai Sig. (2-tailed) $\geq \alpha$

H₀ ditolak jika nilai Sig. (2-tailed) $< \alpha$

Berdasarkan tabel 4.7 Hasil *Uji Independent T-test* di atas dapat dilihat bahwa nilai dari Sig. (2-tailed) $\geq 0,05$ sehingga dapat dikatakan bahwa H_0 diterima artinya tidak terdapat perbedaan antara data simulasi dengan data sistem nyata pada WIP proses pembuatan *side sill assembly*. Berdasarkan data WIP yang diperoleh tersebut dapat dilihat bahwa *work in process* pada model simulasi dengan WIP sistem nyata tidak memiliki perbedaan rata-rata yang signifikan sehingga model simulasi dapat dikatakan valid.

4.4.8 Penentuan Jumlah Replikasi

Penentuan jumlah replikasi dalam model simulasi digunakan untuk melihat seberapa besar nilai error yang muncul dalam model simulasi. Nilai *error* ini diharapkan tidak lebih dari 5% yang dihitung dengan persamaan *half width*. Model simulasi yang dijalankan pada tahap validasi sebelumnya sebanyak 5 replikasi. Berikut adalah perhitungan replikasi yang dilakukan dalam menjalankan model simulasi.

Tabel 4.8
Perhitungan Rata-rata dan Standar Deviasi WIP

Replikasi	WIP Simulasi (unit)
1	170
2	160.89
3	162.21
4	157.86
5	165.44
Rata-rata	163.28
Standar Deviasi	4.638

Setelah melakukan perhitungan rata-rata dan standar deviasi seperti pada tabel 4.8 dilakukan perhitungan dengan persamaan $n -$ jumlah replikasi yang telah dilakukan pada tahap validasi. Kemudian mencari nilai t pada tabel seperti pada perhitungan jumlah replikasi untuk mencapai nilai $error \leq 5\%$ dibawah ini:

$$\text{Half Width data simulasi} = \frac{t_{n-1, \frac{\alpha}{2}} \times s}{\sqrt{n}} = \frac{2.776 \times 4.638}{\sqrt{5}} = 5,7579$$

Keterangan:

α (tingkat signifikansi) = 0.05

s = standar deviasi

n = jumlah replikasi awal

Penentuan jumlah replikasi dengan memasukkan nilai *half width* yang diharapkan. Nilai *half width* yang dimasukkan pada perhitungan jumlah replikasi kurang dari sama dengan nilai *half width* yang telah dihitung. Berikut ini merupakan perhitungan jumlah replikasi dengan $e = 5$.

$$n' = \left[\frac{Z_{\alpha} \times s}{e} \right]^2 = \left[\frac{1.96 \times 4.638}{5} \right]^2 = 3.3 \approx 4$$

Berdasarkan perhitungan jumlah replikasi diatas, model simulasi memerlukan 4 replikasi untuk untuk mencapai nilai *half width* = 5. Jumlah $n' \leq n$, maka replikasi yang telah dilakukan pada model simulasi telah mencukupi.

4.4.9 Analisis Hasil Simulasi

Analisis hasil model simulasi dilakukan untuk mengetahui informasi yang ada sebagai acuan dalam membuat rekomendasi perbaikan hasil simulasi untuk proses produksi pada PT. Industri Kereta Api. Model simulasi yang telah dibuat kemudian dianalisis yaitu jumlah WIP setiap replikasi, *Accumulation time* berdasarkan proses yang dilakukan, dan analisis *output* berupa *number in* serta *number out* berdasarkan entitas yang dihasilkan.

1. Analisis *Work in Process*

Work in process (WIP) adalah jumlah entitas yang tersimpan sementara antar proses pada sebuah stasiun kerja per satuan waktu. Nilai WIP yaang tinggi menunjukkan bahwa stasiun kerja tersebut diindikasi memiliki permasalahan yang dapat menghambat jalannya produksi. Pada tabel 4.9 dapat dilihat nilai WIP dalam satuan unit yang terdapat pada stasiun kerja pengerjaan plat dan *minor assembly*

Tabel 4.9

Jumlah WIP pada Stasiun Kerja Pengerjaan Plat dan *Minor Assembly* dalam Unit

Entitas	Replikasi				
	1	2	3	4	5
Jacking Pads Jadi	64.13	54.05	54.1	52.9	54.05
Pipa	11	13.28	12.91	9.23	10.3
Plat	61.4	60.09	61.71	62.23	67.52
Side Sill Assembly	0.38	0.39	0.39	0.39	0.39
Side Sill Jadi	33.09	33.08	33.1	33.11	33.18
Total WIP (unit)	170	160.89	162.21	157.86	165.44

Berdasarkan tabel 4.9 tersebut dapat dilihat bahwa WIP tertinggi berada pada entitas Plat dengan jumlah 60.09 hingga 67.52. Tingginya jumlah WIP disebabkan karena banyaknya kedatangan plat yang terjadi pada stasiun kerja pengerjaan plat terlalu banyak sehingga *work in process* tersebut menumpuk pada stasiun kerja awal. Selain itu waktu proses yang dilakukan pada entitas plat juga cukup lama jika dibandingkan dengan yang dilakukan pada entitas pipa.

2. Analisis *Accumulation Process Time*

Akumulasi waktu proses terdiri dari Jumlah *Value Added Time* dan Jumlah *Waiting Time* yang terdapat pada pembuatan *side sill assembly* pada *area* pengerjaan plat dan *minor assembly*. Hasil *accumulation process time* pada simulasi yang telah dibuat dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10

Accumulation Process Time pada Stasiun Kerja Pengerjaan Plat dan *Minor Assembly* dalam Menit

Process	Replikasi				
	1	2	3	4	5
Band Saw	610	526.441	617.99	655.35	393.82
Bevel	12.65	12.93	12.8	12.89	12.92
Drilling	27.46	27.3	27.66	27.58	27.34
Gas Cutting Automatic	133.09	85.61	86.48	85.74	83.03
Gas Cutting Manual	28.36	28.43	28.42	28.32	28.43
Gerinda	26.62	26.58	26.59	26.57	26.69
Gerinda 2	11.42	11.67	11.44	11.58	11.2
Gerinda Assembly	2.71	2.79	2.52	2.52	2.65
Marking	31.29	31.21	30.74	30.9	30.85
Reforming Assembly	2.56	2.53	2.62	2.69	2.67
Scrap	27.6	27.78	27.98	27.85	27.89
Temporary assembly	2.73	2.72	2.67	2.64	2.73
Welding Assembly	2.48	2.43	2.33	2.4	2.47
Jumlah (menit)	918.97	788.421	880.24	917.03	652.69
Rata-rata	831.4702 menit				

Pada Tabel 4.10 dapat dilihat bahwa *accumulation process time* pada stasiun kerja pengerjaan plat dan *minor assembly* sangat tinggi yaitu 652.69 menit hingga 918.97 menit. Sedangkan *number in* dan *number out* yang pada proses pembuatan *side sill* di area pengerjaan plat dan *minor assembly* tersebut dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut ini.

Tabel 4.11

Number In dan *Number Out* pada Model Simulasi Pembuatan Side Sill

Entitas	<i>Number In (unit)</i>	<i>Number Out (unit)</i>
Jacking Pads Jadi	108	46
Pipa	84	84
Plat	108	92
Side Sill Assembly	23	23
Side Sill Jadi	92	23

Dengan jumlah waktu proses yang dilakukan sebesar 652.69 menit hingga 918.97 menit tersebut output dari *number out* dari proses berupa *side sill assembly* sebanyak 23 unit masih kurang mencukupi untuk memenuhi kebutuhan *part* tersebut. Sehingga keterlambatan *delivery part* dari area pengerjaan plat dan *minor assembly* sering terjadi

dan mempengaruhi proses proses berikutnya. Selain itu jumlah *number in* dan *number out* yang masih belum seimbang seperti pada entitas *jacking pads* jadi, jumlah *number in* sebanyak 108 unit sedangkan *number out* berkurang menjadi 46 unit.

4.5 Rancangan Perbaikan Sistem

Rancangan perbaikan sistem dilakukan dengan membuat model simulasi baru yaitu dalam bentuk model skenario sehingga mampu meminimasi maupun mengatasi permasalahan yang terdapat pada sistem sebelumnya. Berikut merupakan rancangan perbaikan sistem pada proses produksi *side sill assembly* di area pengerjaan plat hingga *minor assembly*

4.5.1 Model Skenario

Model skenario yang dibuat berfungsi untuk meminimasi WIP yang terdapat pada proses pembuatan *side sill assembly* di area pengerjaan plat hingga *minor assembly*. Implementasi dari perancangan sistem *just in time* yaitu kanban disimulasikan dengan menyelesaikan setiap unit *part* dengan informasi produksi yang akurat sehingga *part* yang telah diselesaikan pada stasiun kerja sebelumnya langsung dapat diproses pada stasiun kerja berikutnya tanpa menunggu atau ditumpuk. Sehingga permasalahan WIP juga dapat diminimasi

Pada model skenario terdapat beberapa parameter yang diubah dari model existing yaitu pertama, sistem simulasi kanban dilakukan sistem *batch* kecil yaitu awalnya memiliki *batch* sebanyak 34*part*/kanban pada model skenario menjadi sebanyak 26*part*/kanban. Kapasitas transporter yang dimaksimalkan, pada awalnya transporter *crane* dapat mengambil 1 unit komponen plat, pada skenario dimaksimalkan menjadi 2 plat dipertimbangkan juga untuk keselamatan pekerja PT. Industri Kereta Api. Sedangkan kapasitas *forklift* disesuaikan dengan banyaknya *batch* pada Kanban yaitu 26 sehingga informasi *part* pada kanban tidak lepas dari *part* tersebut.

Intensitas kedatangan *part* juga disesuaikan dengan waktu dibutuhkannya *part*, pada awalnya dilakukan 3kali kedatangan dengan waktu antar kedatangan sebesar 2 jam untuk entitas plat dan 5 jam untuk entitas pipa. Kedua kedatangan tersebut berdistribusi eksponensial. Sedangkan pada skenario dilakukan sebanyak 1 kali kedatangan dengan waktu antar kedatangan yang sama dengan model *existing*. Pengurangan pada jumlah kedatangan ini dilakukan supaya *work in process* pada setiap stasiun kerja juga berkurang. Untuk konseptual proses menggunakan *pull system* yang bentuknya adalah informasi digantikan

dengan lamanya waktu pengumpulan kanban sehingga proses simulasi berjalan sesuai dengan tujuan yang diinginkan yaitu simulasi sistem kanban.

4.5.2 Analisis Model Skenario

Analisis hasil model skenario dilakukan untuk mengetahui informasi yang ada sebagai pembanding hasil simulasi untuk proses produksi pada PT. Industri Kereta Api. Analisis model skenario terdiri dari jumlah WIP, *Accumulation time*, dan analisis *number in* serta *number out* dari proses pembuatan *side sill* pada area pengerjaan plat hingga area *minor assembly*.

1. Analisis WIP

Work in process menunjukkan waktu proses entitas dibandingkan dengan keseluruhan waktu simulasi. Pada tabel 4.12 dibawah ini merupakan *output* WIP 5 replikasi skenario proses pembuatan *side sill* pada area pengerjaan plat hingga area *minor assembly*

Tabel 4.12
Jumlah WIP Rancangan Perbaikan Sistem dalam Unit

Entitas	Replikasi				
	1	2	3	4	5
Jacking Pads Jadi	6.44	6.17	6.64	6.66	6.16
Pipa	8.19	7.63	8.23	8.23	7.59
Plat	91.13	91.39	91.33	93.66	91.03
Side Sill Assembly	1.59	1.59	1.58	1.59	1.58
Side Sill Jadi	10.94	10.94	10.9	11.46	11.01
Total WIP (unit)	118.29	117.72	118.68	121.6	117.37

Berdasarkan data pada Tabel 4.12 tersebut dapat dilihat bahwa *work in process* yang tertinggi juga terjadi pada entitas Plat yaitu sebanyak 91 unit. Hal ini terjadi karena sistem lot yang dilakukan setelah proses pemotongan *band saw* dilakukan *batch* sebanyak 26 unit dan transporter pada stasiun kerja tersebut memiliki kapasitas angkut yang rendah sehingga *work in process* pada entitas plat masih menduduki peringkat tertinggi. Total *work in process* pada rancangan perbaikan sistem ini antara 117.37 unit hingga 121.6 unit.

3. Analisis *Accumulation Process Time*

Akumulasi waktu proses yang dilakukan pada model skenario proses pembuatan *side sill assembly* pada area pengerjaan plat dan *minor assembly* terdiri dari Jumlah *Value Added Time* dan Jumlah *Waiting Time*.

Tabel 4.13
Accumulation Process Time Rancangan Perbaikan Sistem dalam Menit

<i>Process</i>	Replikasi				
	1	2	3	4	5
Band Saw	87.35	87.45	85.49	88.29	86.91
Bevel	4.4	4.25	4.24	4.29	4.27
Drilling	10.76	10.81	10.88	10.7	10.69
Gas Cutting Automatic	28.94	29.49	29.51	28.19	27.03
Gas Cutting Manual	9.55	9.43	9.4	9.54	9.31
Gerinda	9.91	9.98	10.18	9.94	9.98
Gerinda 2	4.82	4.98	4.64	1.79	4.74
Gerinda Assembly	3.56	3.74	3.69	3.68	3.63
Marking	10.31	10.43	10.25	10.16	10.33
Reforming Assembly	3.74	3.68	3.63	3.61	3.63
Scrap	9.35	9.3	9.2	9.31	9.29
Temporary Assembly	6.46	6.58	6.68	6.49	6.64
Welding Assembly	6.6	6.76	6.44	6.56	6.81
Total (menit)	195.75	196.88	194.23	192.55	193.26
Rata-rata	194.534 menit				

Pada Tabel 4.13 dapat dilihat bahwa total *accumulation process time* tiap proses pada stasiun kerja pengerjaan plat dan *minor assembly* yaitu sebesar 192.55 menit hingga 196.88 menit. Rata-rata total *accumulation process time* pada model rancangan perbaikan dengan sistem kanban yaitu sebesar 194.534 menit. Sedangkan *number in* dan *number out* yang pada proses pembuatan *side sill* di area pengerjaan plat dan minor assembly tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut.

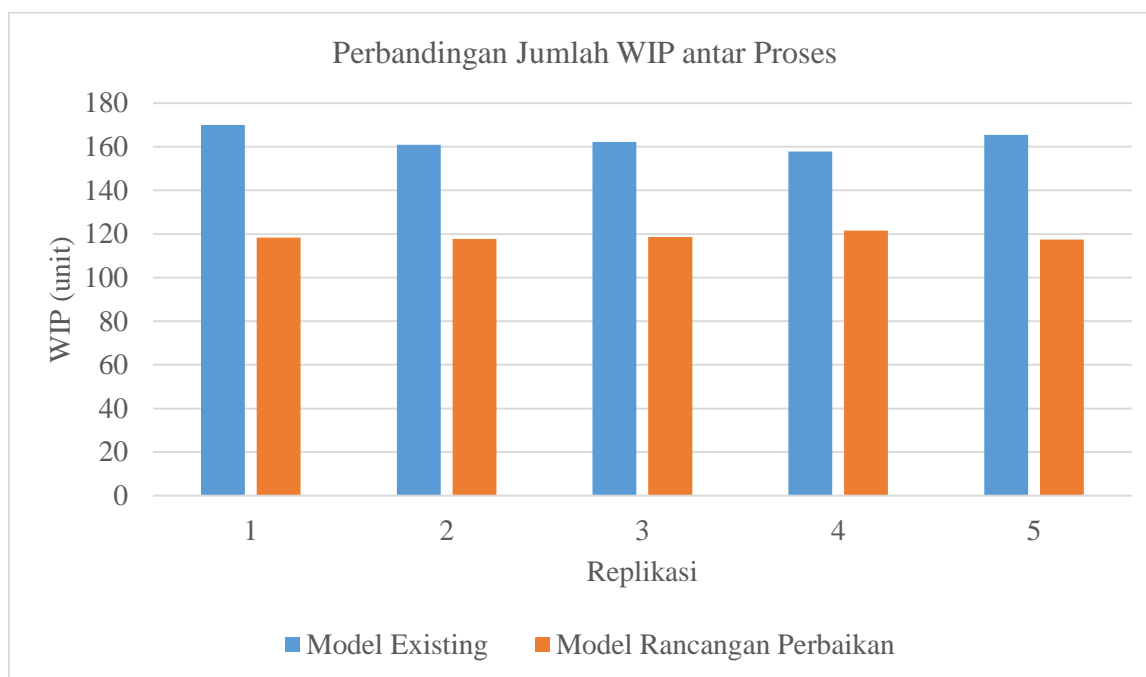
Tabel 4.14
Number In dan Number Out

Entitas	<i>Number In (unit)</i>	<i>Number Out (unit)</i>
Jacking Pads Jadi	98	98
Pipa	84	84
Plat	252	252
Side Sill Assembly	32	32
Side Sill Jadi	126	126

Jumlah *number in* dan *number out* pada model skenario tersebut adalah sama. Contohnya pada entitas plat yaitu memiliki *number in* sebanyak 252 unit, sedangkan *number out* entitas plat juga memiliki jumlah yang sama. *Output number out* dari entitas berupa *side sill assembly* sebanyak 32 unit, artinya dengan total *accumulation process time* 192.55 menit hingga 196.88 menit dapat dihasilkan *number out* yang lebih banyak jika dibandingkan dengan model simulasi sebelumnya.

4.6 Analisis Perbandingan Model *Existing* dengan Model Rancangan Perbaikan

Skenario berupa simulasi penerapan rancangan sistem kanban yang dilakukan pada proses pembuatan komponen *side sill assembly* di area pengerjaan plat hingga *minor assembly* PT. Industri Kereta Api dibandingkan dengan kondisi model simulasi awal (*existing*). Model skenario yang telah dibuat ternyata dapat mengurangi adanya WIP total pada sistem. Pada Gambar 4.19 berikut merupakan grafik yang menunjukkan perbedaan total WIP dari masing masing replikasi Model *Existing* dan Model Skenario



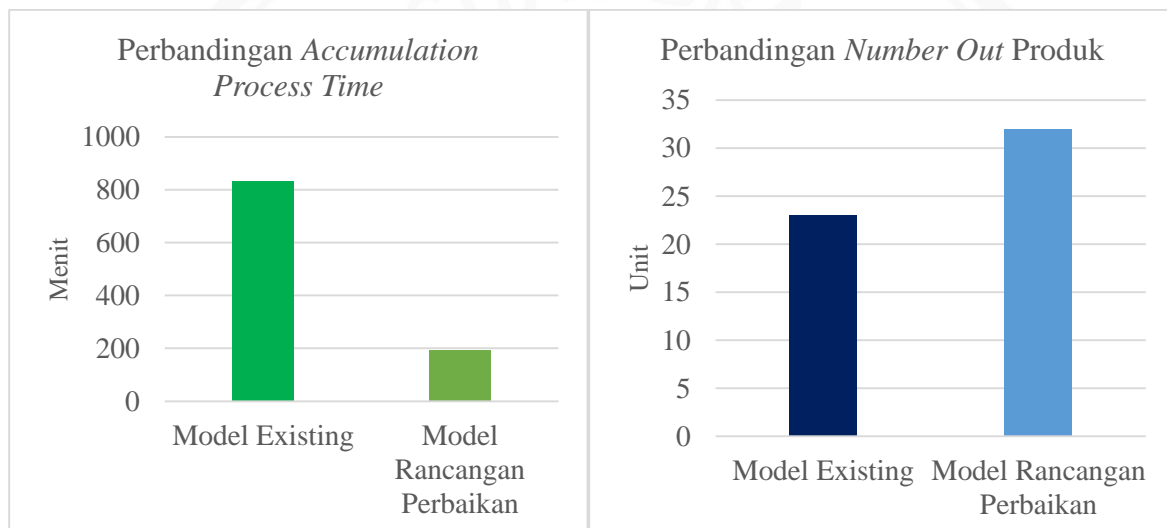
Gambar 4.19 Perbedaan WIP model *existing* dan model simulasi

Waste waiting merupakan suatu keadaan dimana terjadi aktivitas menunggu dikarenakan beberapa hal seperti menunggu material, menunggu informasi, peralatan yang digunakan, dan *work in process* yang tersimpan pada sistem sebelum masuk ke proses berikutnya. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan WIP antar proses dari model *existing* replikasi 1 sebesar 170 unit menjadi 118.29 unit, replikasi 2 sebesar 160.89 unit menjadi 117.72 unit, replikasi 3 sebesar 162.21 unit menjadi 118.68 unit, replikasi 4 sebesar 157.86 unit menjadi 121.6 unit, dan replikasi 5 sebesar 165.44 menjadi 117.37, rata-rata sebesar 163.28 unit ke model rancangan perbaikan sebesar 118.732 unit dimana telah dilakukan sistem kanban. Penurunan WIP ini rata-rata sebesar 27.28%.

Hasil WIP dalam penerapan sistem kanban ini dapat mempengaruhi banyak aspek yaitu mengurangi pemborosan-pemborosan yang terjadi pada sistem seperti penurunan penyimpanan yang tidak perlu (*unnecessary inventory*) pada material yang digunakan dalam pembuatan *underframe*, mengurangi *time consuming* seperti waktu *non value added*, dan *number out* dari sistem tersebut. Hasil dari rancangan perbaikan dimana *work in process*

tersebut berkurang dapat terjadi karena jumlah yang diproduksi disesuaikan dengan permintaan. Sistem *batch* juga dilakukan pada rancangan sistem perbaikan untuk mengurangi *unnecessary motion* oleh alat transportasi. Produk yang dibawa oleh transportasi tersebut sesuai dengan kapasitas dari *transporter* sehingga *motion/* perpindahan yang dilakukan oleh *transporter* dan material tidak mengakibatkan munculnya *waste* yang berpengaruh terhadap perbedaan waktu dan kualitas dari produk. Penurunan *work in process* sangat menguntungkan bagi perusahaan karena berkurangnya penumpukan tersebut menjadikan ruang kerja yang lebih luas dan dapat mengurangi hambatan jalannya *transporter* untuk masuk pada *station* lain. Selain itu, hal yang lebih penting adalah perusahaan dapat menekan biaya produksi pembuatan produk.

Selain *work in process*, Pada gambar 4.20 ditampilkan total waktu produksi dan perbandingan *number out* produk dari model simulasi dan model rancangan perbaikan.



Gambar 4.20 Perbandingan *accumulation time* dan *number out side sill assembly*

Berdasarkan gambar 4.20, pada model *existing* memiliki waktu keseluruhan proses (*accumulation process time*) sebesar 831.4702 menit jika dibandingkan dengan waktu simulasi atau rancangan perbaikan sebesar 194.534 menit adalah berkurang sebesar 636.936 menit atau sekitar 76.6%. Pada gambar 4.16 tersebut juga terdapat perbandingan *number out* produk *side sill assembly* pada model *existing* yaitu sebesar 23 unit sedangkan untuk model rancangan perbaikan menjadi sebesar 32 unit. Hal ini berdampak baik untuk perusahaan dalam melakukan pemenuhan permintaan konsumen menjadi lebih cepat dan dengan *output* produk yang lebih banyak dapat mengurangi adanya peluang untuk terjadi keterlambatan pemenuhan permintaan konsumen dari PT. Industri Kereta Api.

Penumpukan WIP yang dikategorikan ke dalam *unnecessary inventory* ini dapat mengakibatkan beberapa permasalahan selain dapat terjadinya *line stop*, tidak efektifnya

waktu proses produksi, adanya peningkatan kebutuhan menyimpan barang, dan peningkatan waktu produksi yang akan berdampak pada keterlambatan pemenuhan kereta oleh perusahaan. Hambatan-hambatan tersebut dapat diminimalisir dengan adanya sistem kanban. Selain jumlah kedatangan material, informasi mengenai masing-masing proses produksi pada PT. Industri Kereta Api yang terdapat pada kanban penarikan dan kanban perintah produksi juga dapat dikontrol menuju sistem *just in time*.

Pembuatan kanban tidak hanya dapat dilakukan pada proses pembuatan *underframe*, namun pada proses pembuatan *part* lain. Hal ini karena beberapa perbandingan sebelum dan sesudah *setting* kanban seperti pada Tabel 4.15 dibawah ini:

Tabel 4.15
Perbandingan Sebelum dan Setelah *Setting* Kanban

Indikator	Sebelum <i>Setting</i> Kanban	Setelah <i>Setting</i> Kanban
<i>Buffer</i>	Terjadi Penumpukan	Mengurangi adanya Penumpukan
<i>Line Stop</i>	Sering Terjadi karena beban kerja yang berbeda akibat penumpukan	Tidak terjadi <i>line stop</i>
Informasi	Informasi yang diterima kurang lengkap, dan memerlukan keahlian khusus untuk membacanya	Informasi yang diterima lengkap dan terdapat kanban pos yang dapat diaplikasikan untuk mengontrol serta mengendalikan produksi
Sistem perintah dan penarikan	Belum ada sistem <i>visual record</i> dan kanban penarikan sehingga supervisor hanya mengetahui telah terpasang atau tidaknya <i>part</i> pada produk dengan datang secara langsung pada lokasi produksi.	Terdapat sistem perintah produksi dan penarikan, dapat memenuhi jumlah sesuai permintaan dan waktu yang tepat tanpa adanya keterlambatan proses produksi serta penyediaan produk untuk konsumen.

Dari tabel 4.15 dapat diketahui bahwa usulan kanban yang telah disimulasikan dengan *software* arena tersebut memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap waktu proses produksi, mengurangi WIP, dan jumlah produk yang keluaran oleh PT Industri Kereta Api.



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB V PENUTUP

Pada Bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, serta pembahasan dari Bab sebelumnya.

5.1 Kesimpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan dari pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

1. Hasil rancangan sistem kanban pada area pengerjaan plat hingga hingga *area minor assembly* pembuatan bagian rangka bawah (*underframe*) di PT. Industri Kereta Api yaitu terdiri dari kanban penarikan dan kanban perintah produksi. Informasi dalam kanban tersebut berupa *origin, destination, kanban number, quantity per kanban, part number, title, product type, type project, barcode, process/workstation, date* dan *Time* dari proses produksi yang sedang dilakukan. Selain itu juga dirancang pos kanban yang berfungsi sebagai tempat pengumpulan informasi kanban dengan 17 kotak *cycle* yang merupakan jumlah dari lot dari masing masing komponen. Rancangan pos kanban diletakkan setelah dilakukan proses pada area pengerjaan plat dan setelah dilakukan proses pada area *minor assembly*.
2. Perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengatasi keterlambatan pada aliran produksi yaitu dengan sistem kanban. Sistem kanban yang masih dalam bentuk usulan ini diterapkan dengan simulasi sistem dan mendapatkan hasil yaitu berkurang sebesar 76.6% atau sebesar 636.936 menit. Selain itu, juga terdapat peningkatan *number out* dalam model rancangan perbaikan. *Number out side sill assembly* pada model *existing* sebesar 23 unit sedangkan untuk model rancangan perbaikan menjadi sebesar 32 unit. Hal ini berdampak baik untuk perusahaan dalam melakukan pemenuhan permintaan konsumen menjadi lebih cepat dan dengan *output* produk yang lebih banyak. Dengan adanya sistem kanban ini diharapkan menjadikan sistem produksi menjadi *just in time* dan tidak ada lagi keterlambatan produksi yang melebihi target.
3. Terjadi penurunan WIP yang dilakukan pada simulasi proses produksi dari model *existing* rata-rata sebesar 163.unit ke model rancangan perbaikan sebesar 118.732 unit dimana telah dilakukan sistem kanban. Penurunan WIP ini dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi produksi pada *area* pengerjaan plat hingga *area minor assembly*

5.2 Saran

Berikut ini merupakan saran yang dapat diberikan peneliti untuk kepentingan penelitian selanjutnya.

1. Rekomendasi perbaikan untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan perancangan sistem kanban di proses *finishing* pada PT. Industri Kereta Api.
2. Dilakukan penelitian mengenai sistem kanban menggunakan barcode sistem K-IOSK.



DAFTAR PUSTAKA

- Anggraita, Wita, 2015. Usulan Perbaikan Sistem Kanban untuk Mengurangi Penumpukan *Work In Process* dan *Lead Time* Produksi Pada Lantai Produksi Bagian *Medium Prismatic Machines* PT. Dirgantara Indonesia. Bandung: Universitas Telkom.
- Arikunto, Suharsini. 2009. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Edisi Revisi 6. Jakarta: Rineka Cipta.
- Banks, Jerry. 1998. *Handbook of Simulation*. United States of America: Engineering and Management Press.
- Fogarty, Donald W. 1991. *Production and Inventory Management, 2nd Edition*. Cincinnati: College Division South-Western Publishing Co.
- Harrell, Ghosh, dan Bowden. 2004. *Simulation Using Promodel*. United States of America: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Hartini, Sri & Rizkiya, Indah. 2013. Perancangan sistem kanban untuk pelancaran produksi dan mereduksi keterlambatan. *Dalam Jurnal Program Studi Teknik Industri Universitas Diponegoro*. Vol VIII, No 3 Hal 193-202.
- Law, A, & Kelton, W. 2000. *Simulation Modelling and Analysis, Third Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Lidya, Niluh Nyoman. 2010. *Penerapan Kanban sebagai Pendukung Produksi Just In Time pada Pembuatan Mini Bus*. Malang: Universitas Brawijaya
- Mahardika, Arga. 2010. *Analisis perbandingan dan pengendalian persediaan bahan baku dengan pendekatan metode economic order quantity dan metode kanban*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Monden, Yasuhiro. 1995. *Sistem Produksi Toyota, Jilid I (Penerjemah: Dr. Edi Nugroho)*. Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo.
- Ohno, Taiichi. 1995. *Just in Time dalam Sistem Produksi Toyota (Penerjemah Dr. Edi Nugroho)*. Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo.
- Tjiptono, Fandi dan Diana, Anastasia. 1994. *Total Quality Management*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Wingjosoebroto, Sritomo. 2008. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Cetakan Ke 3, Surabaya: Guna Widya.



Halaman ini sengaja dikosongkan

