

## 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 peninjauan secara intensif akan kemungkinan-kemungkinan untuk memproduksi sendiri gerbong dan kereta penumpang di Balai Yasa PJKA Madiun, yang kemudian direalisasikan dengan pembuatan able-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*

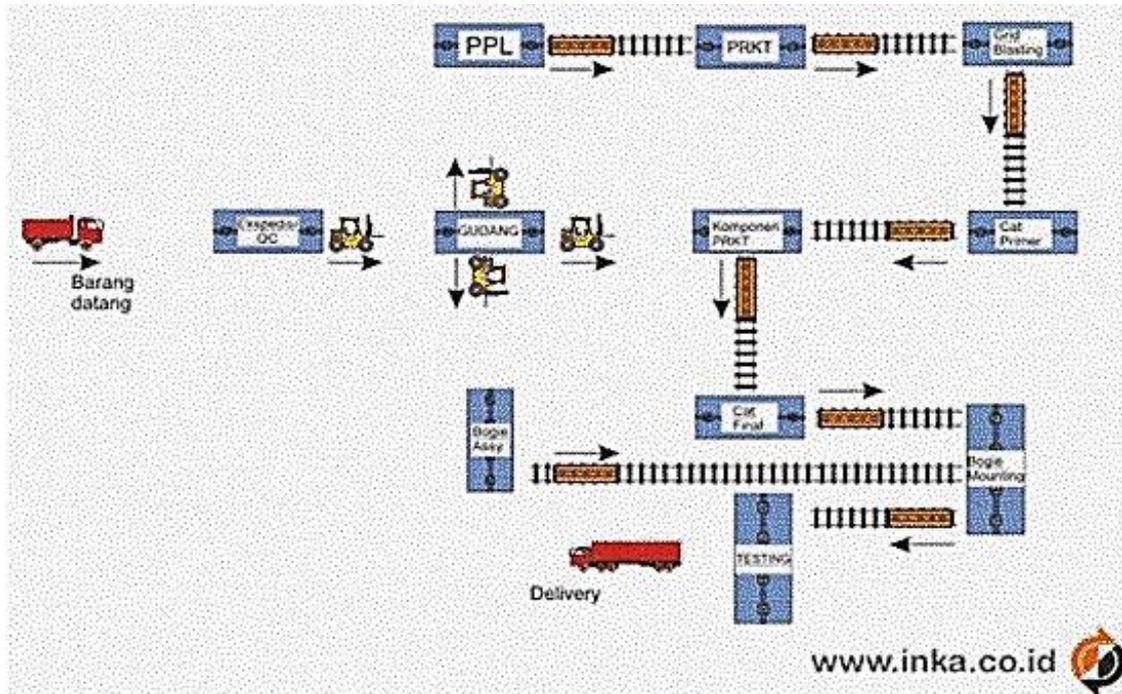
(pengecatan dasar), *middle painting (touch up primer)*, *black coat* (pengecatan akhir).

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 selengkapny 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

<b>Proses</b>	Replikasi										<b>Rata-Rata</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
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.

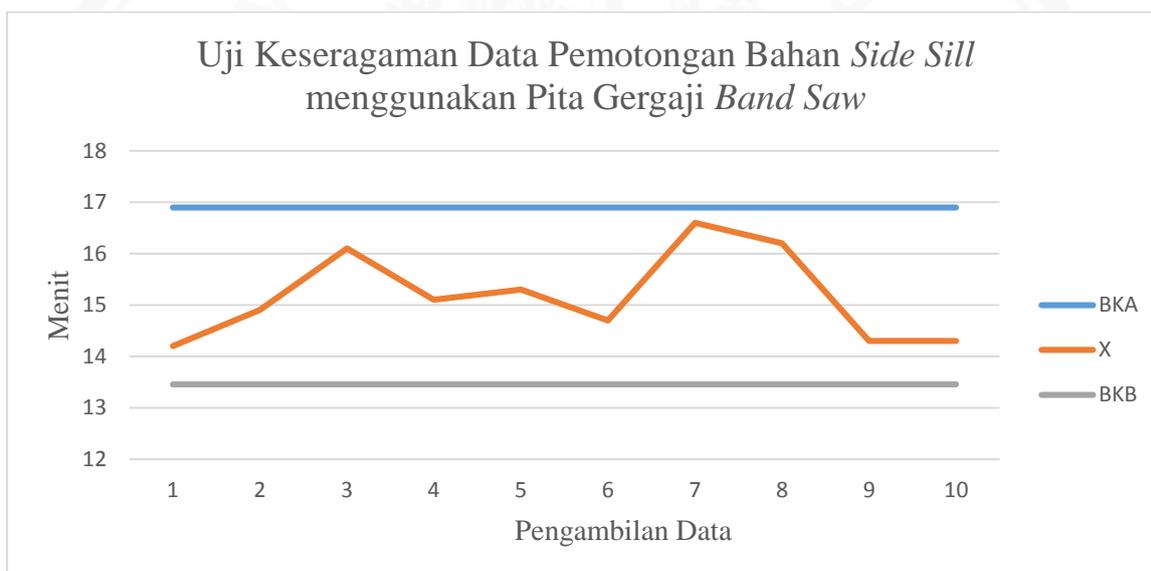
$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{14.2+14.9+16.1+15.1+15.3+14.7+16.6+16.2+14.3+14.3}{10} = 15.8$$

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

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

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

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

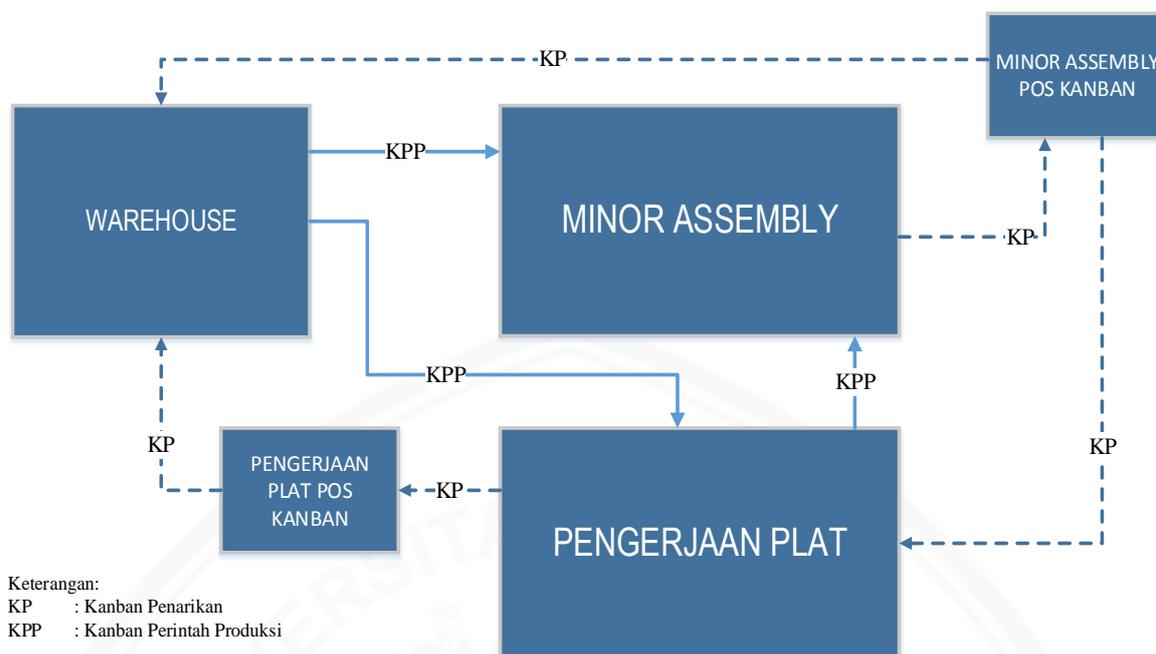
Kanban digunakan dalam mengendalikan produksi suatu perusahaan. Tahap yang dilakukan untuk pembuatan kanban yang pertama adalah mengidentifikasi aliran proses kanban terlebih dahulu. Kemudian merancang kartu kanban sesuai dengan kebutuhan informasi yang akan disampaikan. Selanjutnya menentukan letak 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

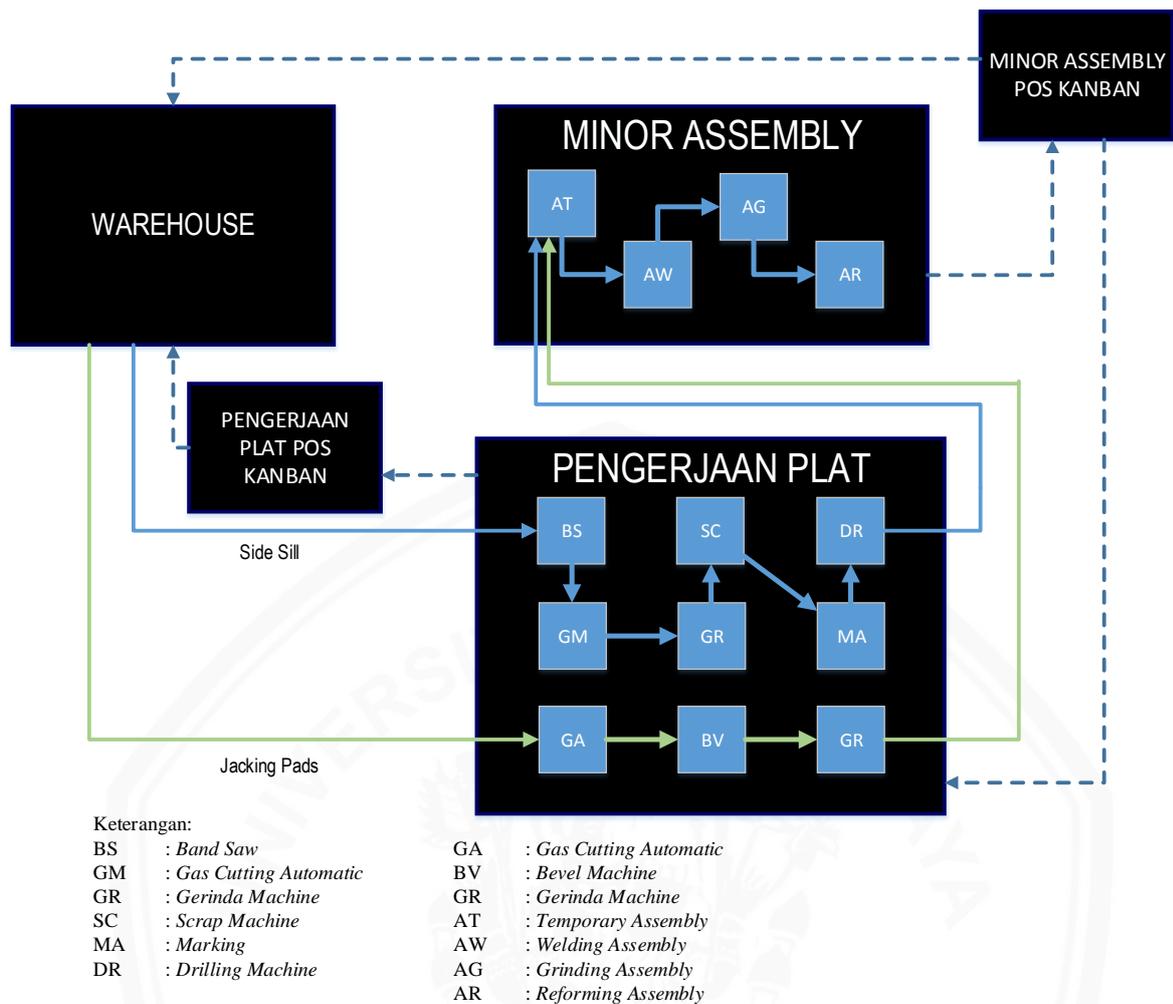
produksi. Selain itu juga terdapat *workstation* pengerjaan plat dan *minor assembly* yang merupakan bagian pada proses pembuatan rangka bawah (*underframe*) kereta.



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:

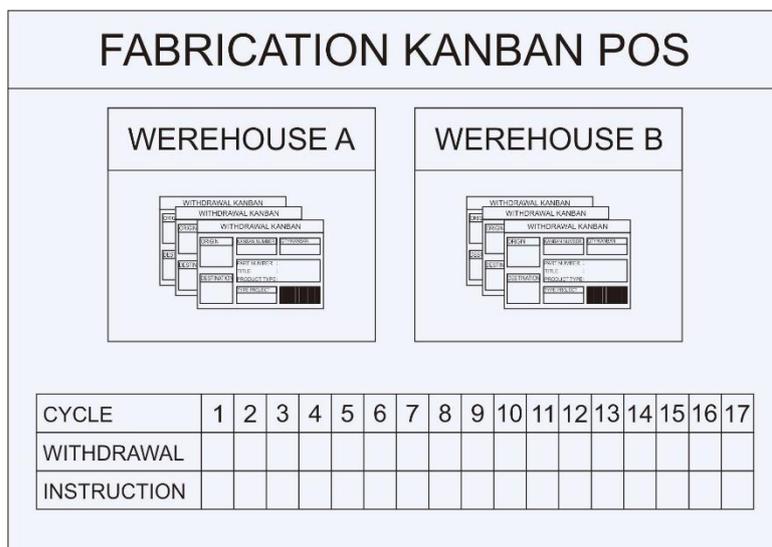
a. *Origin*

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.

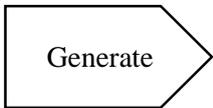
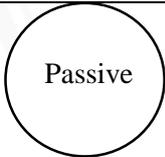
#### 4.4.1 Model Konseptual Aliran Material

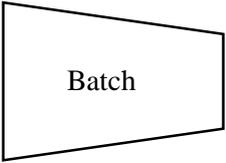
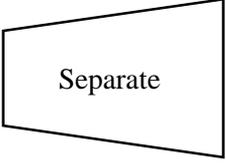
Sistem pembuatan *side sill assembly* secara keseluruhan dicerminkan dalam sebuah model yang bertujuan untuk mempermudah menerjemahkan alur material keseluruhan proses produksi. Pada pemodelan simulasi sistem diskrit, model konseptual dapat dibuat dalam sebuah *Activity Cycle Diagram* yang dapat dilihat 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):

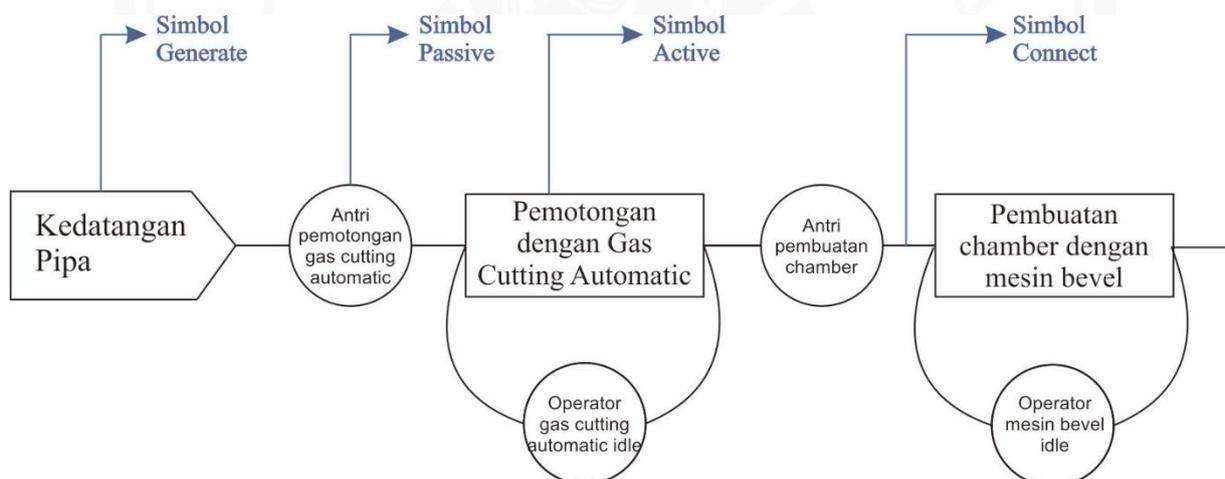
Tabel 4.3  
Simbol *Activity Cycle Diagram* (ACD)

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.

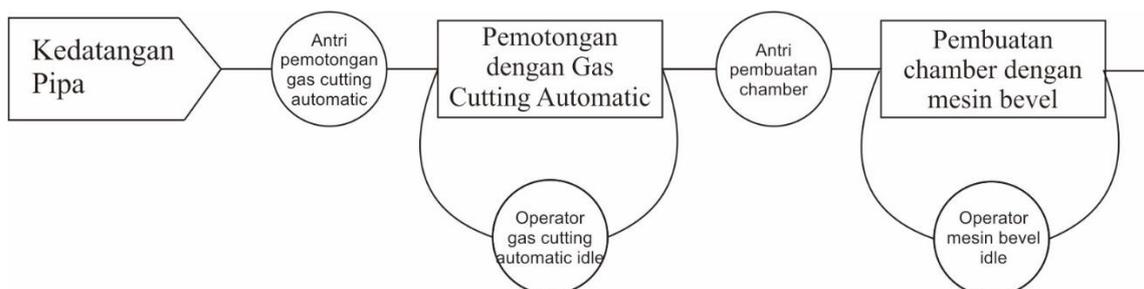


Gambar 4.13 Verifikasi model konseptual

#### 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  $\alpha$  (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

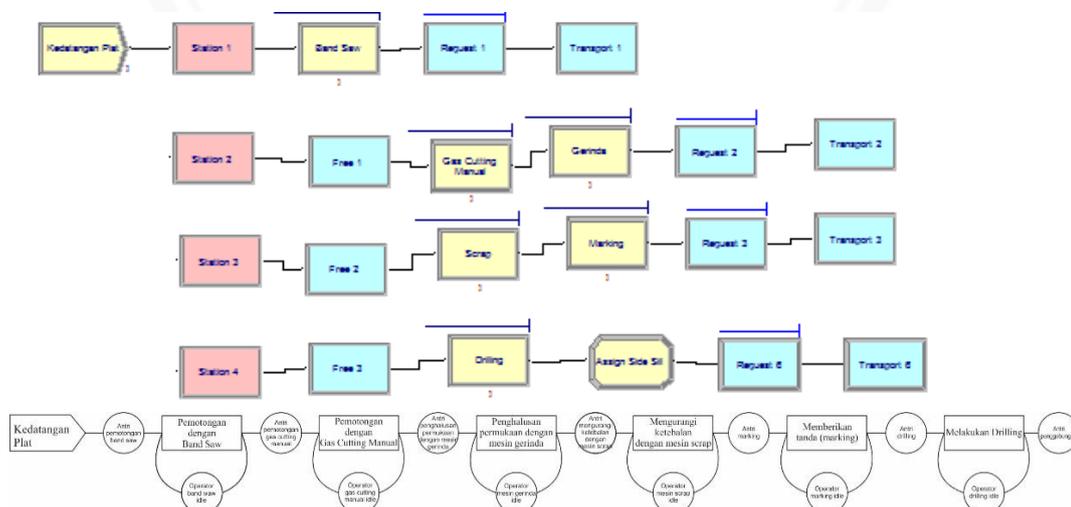
#### 4.4.5 Model Simulasi

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*.

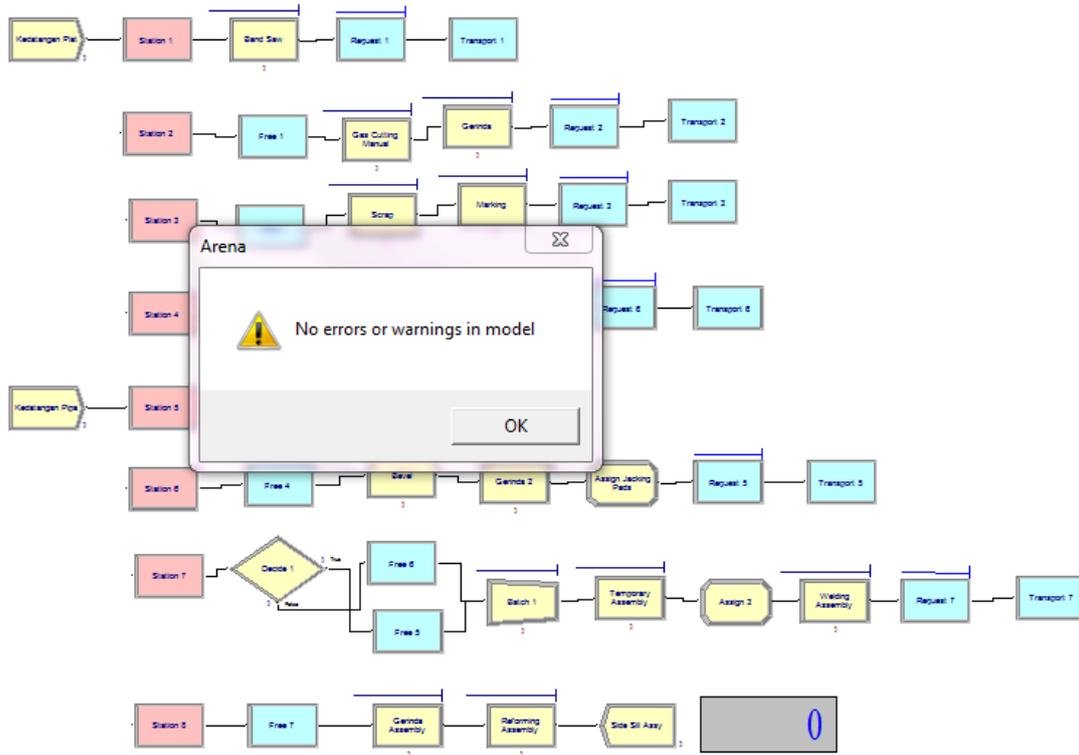
	Name	Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Value	Maximum	Std Dev
1	Band Sa	Normal	Minutes	Value Added	5	15.2	1.5	0.816
2	Gas Cutti	Normal	Minutes	Value Added	5	15.8	1.5	0.64
3	Gerinda	Normal	Minutes	Value Added	5	14.8	1.5	0.343
4	Scrap	Normal	Minutes	Value Added	5	15.5	1.5	0.738
5	Marking	Normal	Minutes	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.

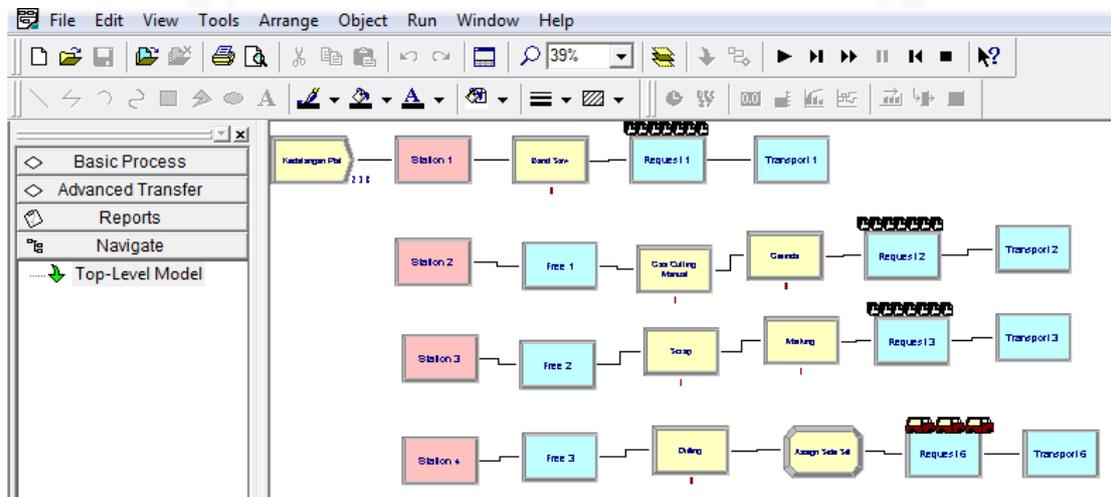


Gambar 4.17 Compile error model simulasi

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 <sup>c</sup>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
WIP	,191	5	,200 <sup>*</sup>	,976	5	,915

Hipotesis:

H<sub>0</sub> = data simulasi dan data sistem nyata berdistribusi normal

H<sub>1</sub> = data simulasi dan data sistem nyata tidak berdistribusi normal

( $\alpha$ ) = 0.05

Kriteria pengujian:

H<sub>0</sub> diterima jika nilai Sig  $\geq \alpha$

H<sub>0</sub> 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 H<sub>0</sub> 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:

H<sub>0</sub> = tidak terdapat perbedaan antara data simulasi dengan data sistem nyata pada WIP proses pembuatan *side sill assembly*

H<sub>1</sub> = terdapat perbedaan antara data simulasi dengan data aktual pada WIP proses pembuatan *side sill assembly*

( $\alpha$ ) = 0.05

H<sub>0</sub> diterima jika nilai Sig. (2-tailed)  $\geq \alpha$

H<sub>0</sub> 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:

$\alpha$  (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
<b>Total WIP (unit)</b>	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
<b>Jumlah (menit)</b>	918.97	788.421	880.24	917.03	652.69
<b>Rata-rata</b>	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 pembandingan 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
<b>Total WIP (unit)</b>	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>	<b>Replikasi</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
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
<b>Total (menit)</b>	195.75	196.88	194.23	192.55	193.26
<b>Rata-rata</b>	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.

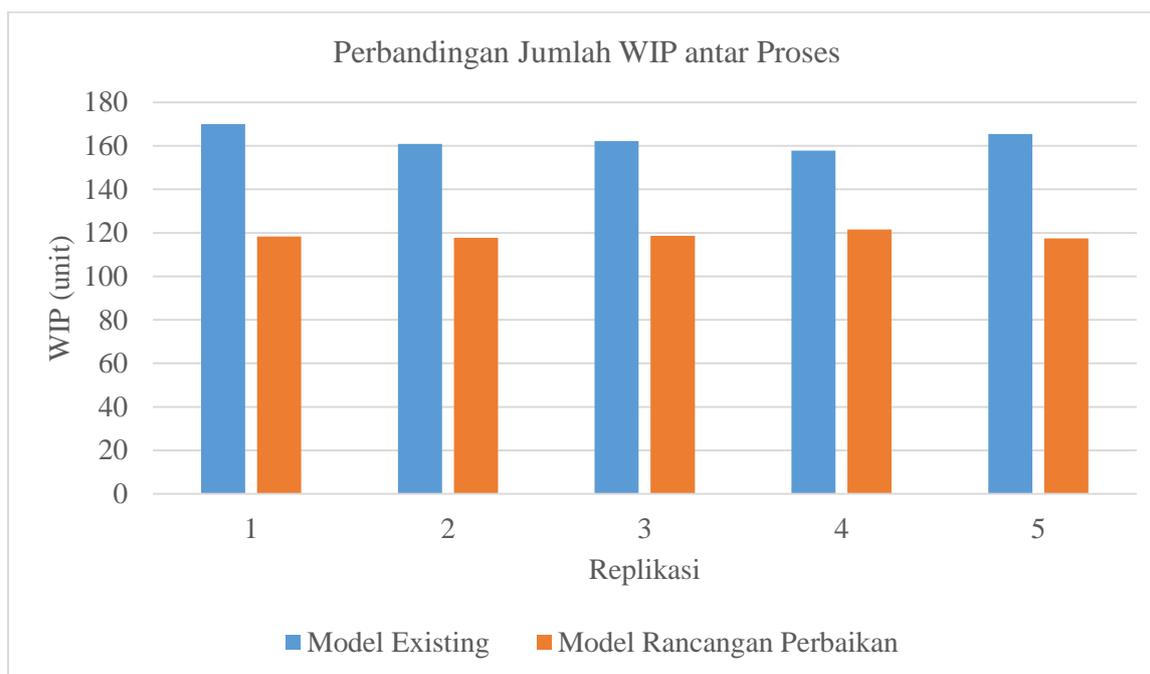
Tabel 4.14  
*Number In dan Number Out*

<b>Entitas</b>	<b><i>Number In (unit)</i></b>	<b><i>Number Out (unit)</i></b>
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



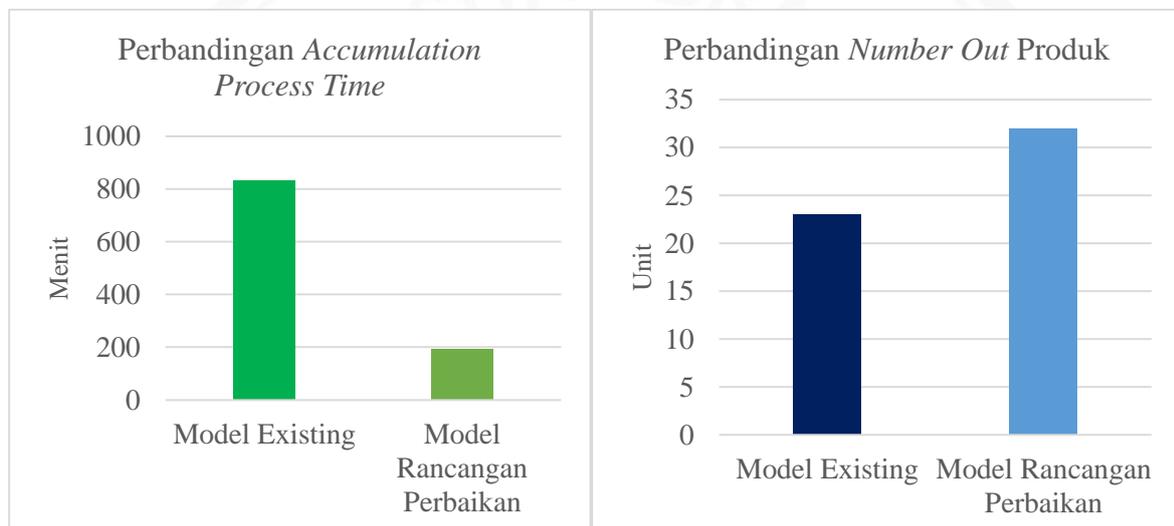
Gambar 4.19 Perbedaan WIP model *existing* dan model simulasi

*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

<b>Indikator</b>	<b>Sebelum <i>Setting</i> Kanban</b>	<b>Setelah <i>Setting</i> Kanban</b>
<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 dikeluarkan oleh PT Industri Kereta Api.



Halaman ini sengaja dikosongkan

