



ISBN 978-602-9081-11-4

BADAN KERJASAMA PENYELENGGARA  
PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK INDUSTRI (BKSTI)

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL TEKNIK INDUSTRI 2014

*“PERAN SERTA PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
DALAM MEMBENTUK KEPROFESIAN TEKNIK INDUSTRI  
MENYAMBUT UNDANG-UNDANG KEINSINYURAN”*

2-4 SEPTEMBER 2014  
BUKITTINGGI – INDONESIA



UNIVERSITAS ANDALAS



PERSATUAN  
INSINYUR  
INDONESIA  
TEKNIK  
INDUSTRI



the world in your hand



Sejak 1910

**SEMINAR NASIONAL TEKNIK INDUSTRI BADAN  
KERJASAMA PENYELENGGARA PENDIDIKAN TINGGI  
TEKNIK INDUSTRI (BKSTI) 2014**

**“Peran Serta Program Studi Teknik Industri dalam Membentuk  
Keprofesian Teknik Industri Menyambut Undang-undang Keinsinyuran”**

**PROSIDING**

**Tim Editor:**

**Ketua:** Ir. Jonrinaldi, PhD

**Anggota Tim Editor:**

Dr. Ir. Alexie Heryandie Bronto Adi

Dr. Eng. Ir. Lusi Susanti

Dr. Eng. Ir. Dicky Fatrias

Ir. Hilma Raimona Zadry, PhD

Ir. Inna Kholidasari, PhD

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ANDALAS**

## **PROSIDING**

### **Seminar Nasional Teknik Industri Badan Kerjasama Penyelenggara Pendidikan Tinggi Teknik Industri (BKSTI) 2014**

“Peran Serta Program Studi Teknik Industri dalam Membentuk  
Keprofesian Teknik Industri Menyambut Undang-undang Keinsinyuran”  
Bukittinggi, 2-4 September 2014

#### **Penanggung jawab:**

Dr. Ir. Sri Gunani Partiwati, MT  
Ir. Taufik, MT

#### **Tim Editor:**

##### **Ketua:**

Ir. Jonrinaldi, PhD

##### **Anggota:**

Dr. Ir. Alexie Heryandie Bronto Adi  
Dr. Eng. Ir. Lusi Susanti  
Dr. Eng. Ir. Dicky Patrias  
Ir. Hilma Raimona Zadry, PhD  
Ir. Inna Kholidasari, PhD

##### **Tim Reviewer:**

Ir. Alizar Hasan, PhD  
Dr. Ahmad Syafruddin Indrapriyatna  
Dr. Eng. Ir. Lusi Susanti  
Dr. Ir. Rika Ampuh Hadiguna  
Prof. Ir. Budi Santosa, PhD  
Prof. Dr. Dradjad Irianto  
Dr. Budi Hartono  
Dr. The Jin Ai  
Dr. Eng. Listiani Nurul Huda  
Ir. Hilma Raimona Zadry, PhD

##### **Penyunting/ Staf Editor:**

Ir. Berry Yuliandra, MT  
Ir. Nofriadiman, S.Kom  
Ir. Hadigufri Triha  
Muhammad Ikhsan  
Rasyid Rheza Finosa  
Avinnita Edwin  
Indah Kurnia Ramadhani  
Hafizh Jafri

##### **Tim Desain Sampul:**

Ivandre Waspika  
Albert Harfri  
Dendi Setiadi  
Azizatul Aulia

##### **Penerbit:**

Fakultas Teknik Universitas Andalas

**Sekretariat Redaksi:** Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas

**Email:** sekretariat@kongresbksti2014.com

Cetakan Pertama, September 2014

ISBN 978-602-9081-11-4

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

# PANITIA PENYELENGGARA

## KONGRES VII BADAN KERJASAMA PENYELENGGARA PENDIDIKAN TEKNIK INDUSTRI DAN SEMINAR NASIONAL TEKNIK INDUSTRI 2014

### Penanggung Jawab:

Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, MT, (Ketua Umum Pengurus Pusat BKSTI)  
Rektor Universitas Andalas  
Rektor Universitas Bung Hatta  
Rektor UPI-YPTK  
Ketua STTIND Padang  
Rektor Universitas Eka Sakti  
Direktur ATIP

### Panitia Pengarah:

**Ketua:** Ir. Insannul Kamil, M.Eng. IPM (Koordinator Wilayah Sumatera II BKSTI)

#### Anggota:

Dr. Ir. Alizar Hasan (Universitas Andalas)  
Ir. Bakri Bakar (Universitas Andalas)  
Dr. Ahmad Syafruddin Indrapriyatna (Universitas Andalas)  
Dr. Ir. Rika Ampuh Hadiguna (Universitas Andalas)  
Dr. Ir. Alfadhlan (Universitas Andalas)  
Ir. Yesmizarti Muchtiar, MT (Universitas Bung Hatta)  
Ir. Meldia Fitri, MP (STTIND Padang)  
Mufrida Meri, ST. M.Kom (UPI-YPTK)  
Ir. Irmayani, MT (Universitas Eka Sakti)  
M. Arifin, SE. MM (ATIP)

### Panitia Penyelenggara:

#### Ketua :

Ir. Taufik, MT (Universitas Andalas)

#### Sekretaris :

Ir. Difana Meilani, MISD (Universitas Andalas)

#### Bendahara :

Ir. Nilda Tri Putri , Ph.D (Universitas Andalas)

### Bidang Kongres & BKSTI Award

**Koordinator :** Ir. Riko Ervil, MT (STTIND Padang)

#### Anggota:

Ir. Lestari Setiawati, MT (Universitas Bung Hatta)  
Ir. Dina Ramayanti, M.Eng (Universitas Andalas)  
Ir. Yusrizal Bakar, MT (Universitas Bung Hatta)  
Ir. Tri Ernita, MP (STTIND Padang)  
Ir. Aidil Ikhsan, MT (Universitas Bung Hatta)  
Ir. Irmayani, MT (Universitas Eka Sakti)

### **Bidang Seminar Nasional**

**Koordinator** : Ir. Jonrinaldi, Ph.D (Universitas Andalas)

**Anggota:**

Dr. Ir. Alexie Herryandie (Universitas Andalas)  
Ir. Hilma Raimona Zadry, Ph.D (Universitas Andalas)  
Ir. Nofriadiman, M. Kom (STTIND Padang)  
Dr. Eng. Ir. Lusi Susanti (Universitas Andalas)  
Dr. Eng. Ir. Dicky Patrias (Universitas Andalas)  
Ir. Inna Kholidasari, PhD (Universitas Bung Hatta)

### **Bidang Kesekretariatan, Publikasi & Dokumentasi**

**Koordinator** : Ir. Elita Amrina Ph.D (Universitas Andalas)

**Anggota:**

Ir. Desi Mufti, MT (Universitas Bung Hatta)  
Ir. Noviyarsi, M. Eng (Universitas Bung Hatta)  
Ir. Ardhian Agung Yulianto, MT (Universitas Andalas)  
Ir. Ayu Bidiawati, M. Eng (Universitas Bung Hatta)  
Ir. Berry Yuliandra, MT (Universitas Andalas)  
Ir. Hadigufri Triha (Universitas Andalas)

### **Bidang Sarana & Kerjasama Sponsorship**

**Koordinator** : Ir. Henmaidi, Ph.D (Universitas Andalas)

**Anggota:**

Ir. Ikhwan Arief, MSc (Universitas Andalas)  
Ir. Prima Fithri, MT (Universitas Andalas)  
Ir. Yumi Meuthia, MT (Universitas Andalas)  
Ir. M. Nursyaifi Yulius, M. Tech.MGT (Universitas Bung Hatta)  
Ir. Zulhamidi, MT (ATIP)  
Ir. Eva Suryani, MT (Universitas Bung Hatta)

5. Perancangan *Relayout* Lantai Produksi Dengan Menggunakan Metode *Rank Order Clustering, Tabu Search* dan *Simulated Annealing* ..... II-27  
**Ukurta Tarigan, Humala L. Napitupulu**
6. Keunggulan Sistem Tarik(*Pull System*) Dengan Menerapkan Metode *Wip Cap* Pada Bagian Hexavator Fabrikasi di PT. XXX ..... II-38  
**Denny Siregar, Achmad Muhazir, Endang Dimiyati**
7. Rancangan Perbaikan Efektivitas Mesin Spinning Dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* Dan *Grey FMEA* Di PT. XYZ ..... II-46  
**Khawarita Siregar, Khalida Syahputri, Ikhsan Siregar**
8. Penjadwalan Produk *Painted* di PT. X Dengan Algoritma *Branch and Bound & Neighborhood Search* Untuk Meminimasi *Mean Flow Time* ..... II-51  
**Lely Herlina, Ary Kurniati, Bobby Kurniawan**
9. Pengembangan Model Persediaan ..... II-56  
**Dian Retno Sari Dewi, Joko Mulyono, Sherly Ariani**
10. Pemodelan *Forecasting Container Throughput* Dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan ..... II-64  
**Arrahmah Aprilia, Aris Gunaryati**
11. Usulan Perbaikan Tata Letak Gudang Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode *Dedicated Storage* di PT. Delapan Empat Sakti ..... II-68  
**Santoso, Jesika Andrayani**
12. Pengembangan Model Penjadwalan Dinamis Mesin Paralel dengan Mekanisme Lelang untuk Meminimasi *Weighted Tardiness* ..... II-74  
**Muhammad Adha Ilhami, Lely Herlina, Dina Octanatri**
13. Model Peramalan *Container Throughput* Dengan Metode Arima-Box Jenkins ..... II-80  
**Aris Gunaryati, Arrahmah Aprilia**
14. Usulan Pengendalian Persediaan Bahan Baku dalam Upaya Meminimasi Biaya (Studi Kasus di PT. X Bandung) ..... II-84  
**Rainisa Maini Heryanto, Silvia Fitriani Indrawan, Vivi Arisandhy**
15. Perencanaan Produksi Agregat dengan *Hybrid Strategy* untuk Produk Tipe TA di PT. TR..... II-91  
**Ceria Farela Mada Tantrika, Nasir Widha Setyanto**
16. Alokasi *Resource* Sebagai Perbaikan Produksi Menggunakan *Holonic Manufacturing System, Petri Net* Dan Aljabar Max-Plus ..... II-96  
**Moses L. Singgih, Nila Nurlina**
17. Perancangan Sistem Pengoperasian Dan Pemeliharaan Mesin Berdasarkan Pendekatan *Reliability Engineering* Dan *Human Reliability Assessment (HRA)* Di PT. Ima Montaz Sejahtera ..... II-103  
**Syarifuddin**
18. Rancang Bangun Model Sistem Produksi Berbasis Heijunka Untuk Mendukung Sistem ERP Manufaktur Otomotif ..... II-110  
**Tiena Gustina Anran, Agung Aju Surjawati, Nora Azmi**
19. Usulan Konseptual *Lean Manufacturing System* pada Sistem Bongkar Muatan di Area Pelabuhan ..... II-120  
**Yoggi, Hotma Antoni Hutahaeen**











## KEUNGGULAN SISTEM TARIK(PULL SYSTEM) DENGAN MENERAPKAN METODE WIP CAP PADA BAGIAN HEXAVATOR FABRIKASI DI PT XXX

Denny Siregar<sup>1</sup>, Achmad Muhazir<sup>2</sup>, Endang Dimiyati<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Jakarta 12140

(den\_niy@yahoo.com<sup>1</sup>, muhazir70@yahoo.co.id<sup>2</sup>)

<sup>3</sup>PT. Caterpillar Indonesia, Jln Raya Norogong Km.19 Cileungsi Bogor (dimiyati\_endang@cat.com<sup>3</sup>)

### ABSTRAK

Dalam dunia industri khususnya dibidang alat-alat berat terdapat karakteristik dasar yakni pengendalian terencana disuatu aktifitas produksi. Dengan penerapan perencanaan *inventory* (persediaan) yang tepat diharapkan suatu perusahaan dapat menyediakan produk bagi *customer* (pelanggan) dengan cepat dan tepat sehingga dapat meningkatnya kepercayaan konsumen terhadap perusahaan. Permasalahan merupakan suatu hal yang harus diselesaikan agar tidak mengganggu kelangsungan hidup perusahaan. Permasalahan yang dihadapi oleh manajemen PT XXX adalah bagaimana mengontrol persediaan/*inventory* dengan memakai metode *WIP CAP* dengan tujuan agar persediaan/*inventory* tidak berlebih sehingga biaya proses produksi bisa ditekan yang berakibat produktivitas proses meningkat. Pada sistem *Push* yang selama ini dipakai dalam proses produksi kecenderungan *WIP* berlebih, *WIP* berlebih dikarenakan oleh adanya anggapan perlu untuk *safety stock* sehingga *forecast* dibuat melebihi *demand*, ini sering menimbulkan ketidak seimbangan *part A* tersedia berlebih di *work center* dan *part B* kekurangan/*shortage* di *work center*. Tujuan diadakannya penelitian untuk mengetahui jumlah persediaan/*inventory WIP* di masing-masing bagian setelah implementasi dengan menggunakan metode *WIP CAP*, serta Untuk mengetahui hubungan antara jumlah *inventory* dengan produktivitas. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah dengan memakai metode *WIP CAP* dapat disimpulkan penurunan jumlah *WIP* di masing-masing *work center* berbanding lurus dengan peningkatan *cycle efficiency* pada bagian Hexavator 10% hingga 11%.

**Kata kunci:** *System Pull, WIP CAP, Efficiency, Inventory, Work center*

### 1. PENDAHULUAN

Dasar keilmuan dari Produktivitas dan *WIP (Work in Proses) CAP* banyak berhubungan dengan mengontrol jumlah maksimum yang diperbolehkan dalam masing-masing proses di setiap *work center* supaya tidak berlebihan persediaannya. Sebab bila persediaan di masing-masing tidak ditentukan jumlah maksimumnya akan berakibat kelebihan persediaan di setiap *work center*. Dengan kelebihan persediaan ini maka ada uang yang besar yang menimbun di masing –masing barang yang tidak bergerak, ini berakibat biaya pemeliharaan meningkat, biaya untuk pembuatan barang meningkat dan pembelian bahan baku juga ikut meningkat. Ada hal lain yang tidak kalah pentingnya yaitu biaya perawatan barang yang banyak menumpuk di masing-masing bagian/*work center*.

Permasalahan yang dihadapi oleh manajemen PT XXX adalah bagaimana mengontrol persediaan dengan memakai metode *WIP CAP* untuk mendapatkan persediaan tidak berlebih, saat ini PT XXX dalam proses produksinya masih memakai *system push/dorong*, Proses di masing-masing bagian kecenderungan *WIP*-nya berlebih. *WIP* yang berlebih

ini dikarenakan oleh adanya anggapan perlu adanya *safety stock* sehingga *forecast* dibuat melebihi *demand* yang sesungguhnya. Jadwal produksi dibuat kombinasi antara *system* dan manual untuk memenuhi *safety stock* tersebut. Penerapan *system full/tarik* diharapkan bisa menanggulangi hal tersebut sehingga biaya proses produksi bisa ditekan dan produktivitas proses meningkat.

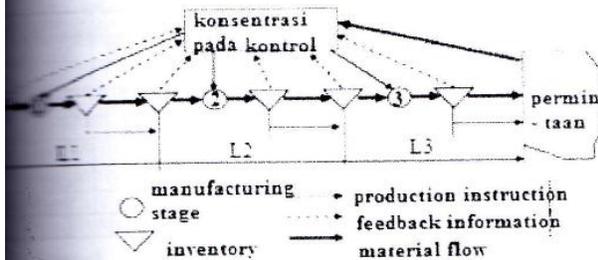
### 2. TEORI DASAR

#### 2.1 Sistem tarik (*Pull system*) dan Sistem dorong (*Push system*)

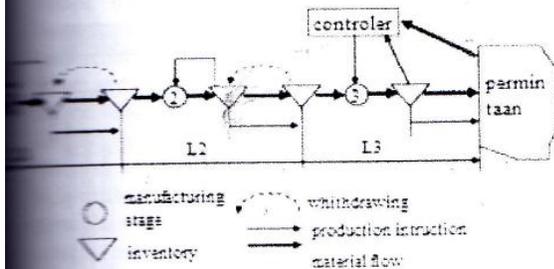
*System Pull* (tarik) adalah suatu sistem dimana operasi (produksi, pengadaan, pemindahan material, distribusi, produk, dan sebagainya) terjadi sebagai respons atas tanda atau isyarat yang diberikan oleh pemakai pada eselon yang lebih rendah dari sistem (distribusi). Tujuan sistem ini adalah untuk membeli, menerima, memindahkan, membuat dengan tepat apa yang dibutuhkan, kapan dibutuhkan, dan agar tidak terjadi penyimpangan atas item yang dibutuhkan.

*System Push* (Dorong) adalah suatu sistem dimana operasi-operasi di atas terjadi sebagai respons atas jadwal yang telah dibuat sebelumnya tanpa harus

mempertimbangkan status nyata dari operasi tersebut. Tujuan sistem ini adalah untuk menjaga konsistensi awal produksi yang telah dibuat [5].



Gambar 1 System push (dorong)



Gambar 2 System pull (tarik)

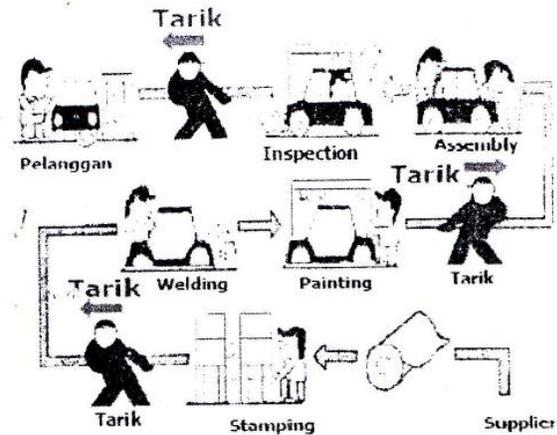
Pengertian selanjutnya menurut literature dari 6 Sigma - Caterpillar Production System "Generic Pull" adalah :

1. System Pull adalah membatasi jumlah *WIP*/persediaan barang yang siap proses dengan mengontrol *cycle time*. Parameter yang digunakan adalah membatasi jumlah *WIP* supaya mengurangi *cycle time* dan variasinya [3]. Sistem Tarik (Pull System) adalah membuat barang sesuai dengan yang dipesan oleh pelanggan (proses berikutnya) [4].
2. System Push adalah tidak membatasi jumlah *WIP*/persediaan barang yang siap diproses[3]. Sistem Dorong (Push System) adalah membuat barang sesuai dengan prakiraan kebutuhan pelanggan[4].

Sistem Tarik (System Pull) lebih efektif dibandingkan dengan menggunakan Sistem Dorong (System Push) karena tidak menimbulkan stock barang dengan beberapa kelebihan dengan perincian sebagai berikut :

Tabel 1 Perbandingan System Pull dan System Push

	System Pull	System Push
Jumlah Inventory	Minim	Besar
Potensial terjadi defect	Sedikit	Banyak
Kebutuhan area stok	Kecil	Luas
Kebutuhan tenaga kerja	Sedikit	Banyak

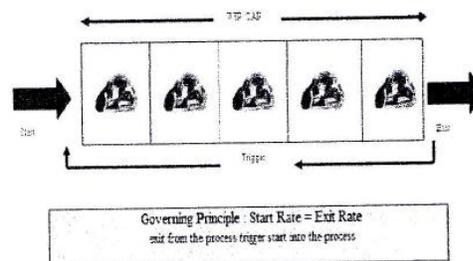


Gambar 3 Ilustrasi System pull (tarik)

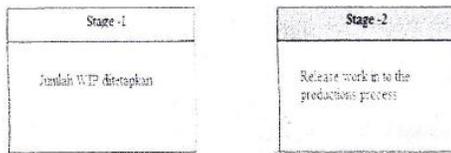
## 2.2. Pengertian *WIP (Work In Process) CAP*

Pengertian *WIP CAP* adalah mengontrol jumlah maksimum *WIP (Work in Process)* yang diperbolehkan *WIP* proses kapan saja[3]. Definisi lainnya tentang *WIP CAP* adalah "Maksimum jumlah pekerjaan atau hal-hal yang harus diproses pada satu waktu dan setiap item/jenis pekerjaan yang telah memasuki proses dan belum keluar". [1] Salah satu dari 8 pemborosan *CPS (Caterpillar Production System)* dan nilai-non tambah aktivitas. *WIP CAP* memfasilitasi *WIP Manajemen*, yang mencegah *Over Produksi* dan merupakan elemen kunci dalam menciptakan aliran. Ketika produk dibangun di depan, atau menciptakan variasi proses.

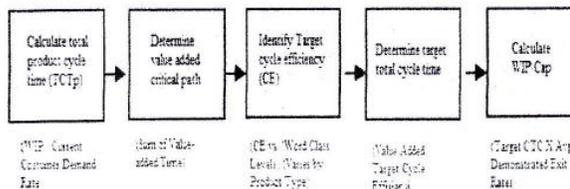
*WIP CAP* dilaksanakan untuk meningkatkan aliran produk dalam operasi manufaktur. Tujuan perusahaan adalah untuk meningkatkan kepuasan pelanggan melalui pengiriman konsisten tepat waktu dan throughput tak tertandingi. Tujuan dari Panduan Lapangan adalah untuk mendefinisikan *WIP CAP* dan kesesuaian prinsip-prinsip perusahaan yang diperlukan untuk metodologi *WIPCAP*.



Gambar 4 Prinsip kerja *WIP CAP*



Gambar 5 Implementasi WIP CAP



Gambar 6 Perhitungan langkah-langkah WIP CAP

Langkah-langkah berikut yang harus diikuti untuk rencana produksi ke dalam sistem:

**Langkah 1: Hitung WIP CAP**

- Memvalidasi *inventory*/persediaan sesuai dengan WIP di *value stream*. *Inventory*/persediaan rata-rata perhari selama tiga bulan terakhir bisa digunakan untuk menentukan WIP CAP Contingency level.

**Langkah 2: Menetapkan lokasi fisik WIP CAP**

- Visual *Inventory Control* adalah kunci untuk menjaga WIP CAP.
- Indikator visual terbaik terletak di mana pekerjaan yang sedang dilakukan dan dirancang dengan cara untuk mendukung aliran dan menarik.

**Langkah 3: Menerapkan pekerjaan ke dalam proses**

Menerapkan pekerjaan dalam area WIP CAP area semua harus disiplin. Prinsip-prinsip kunci yang harus dikelola secara ketat adalah:

- Jika jumlah WIP saat ini lebih besar dari atau sama dengan WIP CAP, jangan memberikan segala pekerjaan lebih ke dalam proses, *Stop* untuk *Fix*. Ini adalah kebutuhan proses dan tidak ada pilihan.
- Jika WIP CAP harus dilanggar, Operations Manager memiliki wewenang keputusan untuk mengesahkan kelebihan produksi dan untuk mengembalikan normal harus dilakukan.

**Langkah 4: Membuat Metrics**

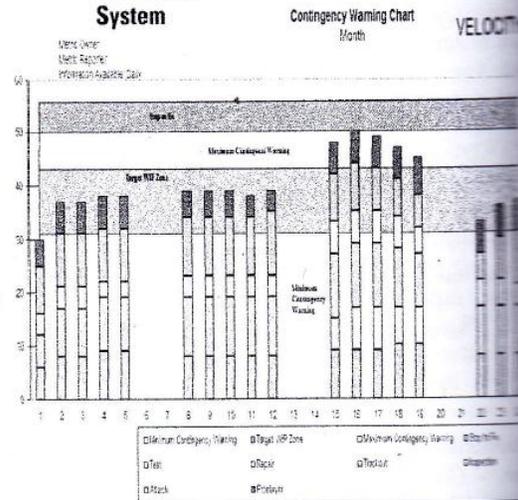
Untuk mempertahankan manfaat dari WIP CAP, metrik visual harus ditetapkan untuk menunjukkan di mana setiap mesin atau komponen sedang dalam proses. *Metrics* yang akan ditampilkan pada papan CPS (*Caterpillar Production System*) yang tepat dimana kemajuan harus didiskusikan dengan tim operation setiap hari. *Contingency Warning* dan grafik *Off-Line Status* adalah alat utama yang digunakan untuk melacak dan memantau kinerja harian.[2]

Tabel 2 Contoh Check Sheet WIP CAP

Off-Line Status Chart Example

Contingency		Description	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
7	0	Test																																
0	6	Repair																																
6	5	Trackout																																
0	4	Inspection																																
6	10	Attach																																
5	6	Pipelayer																																
27	14	Total WIP	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300		
		Target WIP	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	

**Production System**



Gambar 7 Contingency Warning Chart

**3. METODOLOGI**

**1. Jenis dalam penelitian ini adalah:**

**a. Survey**

Survey adalah penelitian yang dilakukan pada populasi besar maupun kecil, tetapi data yang dipelajari adalah data dari sample yang diambil dari populasi tersebut, sehingga ditemukan kejadian-kejadian relative, distribusi dan hubungan-hubungan antar variable sosiologis maupun psikologis, secara jelas dapat diterangkan sebagai berikut :

- Mencari keterangan secara faktual
- Memperoleh fakta dari gejala yang ada
- Dilakukan terhadap sample atau populasi

**b. Wawancara**

Wawancara yaitu dengan melakukan wawancara dengan Team Leader untuk meyakinkan data yang diperoleh berupa *check sheet*.

**2. Metode penelitian ini adalah:**

Menggunakan metode kuantitatif yaitu dengan pengukuran yang menggunakan statistika

## Populasi

Populasi adalah merupakan totalitas semua nilai yang mungkin, hasil menghitung ataupun pengukuran, kuantitatif maupun kualitatif mengenai karakteristik tertentu dari semua anggota kumpulan yang lengkap dan jelas yang ingin dipelajari sifat-sifatnya [Sudjana, 2005]. Populasi juga didefinisikan sebagai himpunan (yang lengkap atau sempurna) dari semua unit observasi yang mungkin [Agung, 1998]. Populasi dalam penelitian ini berjumlah 5 Value Stream di PT XXX yaitu : Tractor Fabrikasi, Tractor Assembly, HEX Fabrikasi, HEX Assembly dan Work Tool.

## Sampel

Sampel didefinisikan sebagai himpunan unit observasi yang memberikan keterangan atau data yang diperlukan oleh suatu studi [Agung, 1998]. Sampel merupakan himpunan bagian dari populasi. Sampel harus representatif dalam arti segala karakteristik populasi hendaknya tercerminkan pula dalam sampel yang diambil [Sudjana, 2005]. Sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi [Sugiyono, 2003], definisi lainnya adalah memilih sejumlah tertentu dari keseluruhan populasi disebut sample [8]. Teknik pemilihan sampel dalam penelitian ini ditentukan dengan metode *Simple Random Sampling*, dengan menggunakan kriteria yaitu bahwa setiap unsur, individu/unit dari keseluruhan populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk dipilih, dan mempunyai alasan-alasan sebagai berikut :

- Data diambil setiap hari.
- Waktu pengambilan data bisa pagi atau sore hari.
- Sampel dalam penelitian ini adalah bagian Hexavator Fabrikasi.

## Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat untuk mengumpulkan data dari suatu penelitian. Dalam penelitian ini instrumen yang digunakan berupa *check sheet*. *Check sheet* ini adalah berupa lembaran kertas yang berisi laporan jumlah *WIP* tiap-tiap bagian yang diisi oleh Team Leader setiap hari.

## Metode Analisa Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yaitu data yang diperoleh dari sumber langsung [8]. Data yang dijadikan sample adalah data tentang *WIP (Work in Process)* sebelum diimplementasikan metode *WIP CAP* dan data tentang *WIP (Work in Process)* sesudah diimplementasikan metode *WIP CAP*.

## Hipotesis

Hipotesis ini menggunakan Paired *t-test* dengan menghitung interval keyakinan dan melakukan tes hipotesis perbedaan mean antara pengamatan sebelum dan sesudah dalam populasi. Pencocokan ini memungkinkan untuk memperhitungkan variabilitas

antara pasangan, biasanya menghasilkan istilah kesalahan yang lebih kecil, sehingga meningkatkan sensitivitas uji hipotesis atau interval kepercayaan. Contoh umum data dipasangkan mencakup pengukuran pada data yang kembar atau sebelum dan sesudah pengukuran [3].

Dalam uji hipotesis ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh implementasi *WIP CAP* dengan data *Contingency warning chart* sebelum diimplementasikan *WIP CAP* dengan data *Contingency warning chart* sesudah diimplementasikan *WIP CAP* terhadap *cycle efisiensi (CE)*

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Mengontrol Inventory dengan metode *WIP CAP*.

Swing Frame yang dibuat/diproduksi di PT XXX adalah salah satu komponen yang dirakit pada machine Hexavator 320D. Pada komponen inilah dipasangkan boom dan stick serta mesin penggerak utama dari machine Hexavator 320D. Hexavator ini merupakan salah satu dari produk yang dibuat dan dirakit di PT XXX dan yang termasuk *critical path proses* atau waktu terpanjang.

Untuk membuat Swing Frame ini membutuhkan beberapa proses Fabrikasi seperti proses tack weld main frame dengan menggunakan Fixture, full weld main frame dengan menggunakan positioner, proses machining menggunakan CNC machine automatic, tack weld swing frame dengan menggunakan fixture, full weld swing frame dengan menggunakan positioner serta proses terakhir adalah proses drilling. Sebagian besar dilakukan dengan proses pengelasan. Dari awal proses hingga swing frame tersebut siap untuk masuk pengecatan dan kemudian dipasang pada machine Hexavator. Berikut detail proses pembuatan swing frame Hexavator 320D dikerjakan pada beberapa *work center area* kerja yaitu :

1. Work Center Tack Weld Main Frame
2. Work Center Full weld Main Frame
3. Work Center Machining
4. Work Center Tack Weld Swing Frame
5. Work Center Full Weld 1 Swing Frame
6. Work Center Full Weld 2 Swing Frame
7. Work Center Drilling

Dalam langkah-langkah perhitungan untuk menentukan *WIP CAP* ini harus memenuhi ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

1. Waktu kerja normal tanpa *over time*.
2. Permintaan/*demand* untuk produksi rate tetap/*fix*.
3. Flow proses berjalan normal, mesin tidak ada yang rusak.
4. Jumlah pekerja tetap.

5. Barang di masing-masing *work center* tidak ada yang *shortage*.
6. Jumlah hari kerja dalam sebulan normal.
7. Data *value added time* valid.
8. Tidak ada *waiting* untuk proses.
9. Penelitian hanya dilakukan di bagian Hexavator Fabrikasi.

**Perhitungan WIP CAP**

Dari hasil data perusahaan didapat rata-rata WIP untuk bulan Juni dan Juli 2010 adalah 103.

1. Langkah pertama adalah menghitung **TCTp (Total Product Cycle Time)** atau disebut juga dengan istilah (**Throughput**) yaitu perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk berdasarkan permintaan/demand. **TCTp** adalah ukuran dari kemampuan untuk memenuhi permintaan pelanggan.

$$TCTp = \frac{WIP}{Customer\ Demand\ Rate} \quad (1)$$

$$Demand\ rate = \frac{Jumlah\ produksi/bulan}{Jumlah\ hari\ kerja} \quad (2)$$

Tabel 3 Schedule produksi setahun

Hexavator fabrication schedule	Tahun 2010											
Month	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
Work Day	20	20	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Production Plan 320 D	10	11	21	40	47	64	50	60	55	60	60	55
Average	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45

Customer Demand Rate Diketahui : 2.25 unit/hari  
 Didapat : TCTp = 45,7 ≈ 46

2. Langkah kedua adalah menghitung waktu nilai tambah (**Value Added Time**) jalur proses yang penting (**Critical Path**) dengan menggunakan stop wach yang dilakukan dengan beberapa sample yang akurat. **Critical path** Hexavator Fabrication adalah proses Swing Frame dengan waktu nilai tambah sebagai berikut :

- Tack Weld Main Frame = 3.30jam
- Full Weld Main Frame = 3.30 jam
- Machining = 1.40 jam
- Tack Weld Swing Frame = 3.30jam
- Full Weld 1 Swing Frame = 1.15 jam
- Full Weld 2 Swing Frame = 3.50 jam
- Drilling = 2.80 jam

Total V.A Critical Path = 19.1 jam

Total V.A Critical Path dalam hari (8jam/hari) = 2.38 hari

3. Langkah Ketiga adalah identifikasi target **Cycle Efficiency(CE)**, dengan terlebih dahulu menghitung berapa persen *cycle efficiency*, Rumus yang digunakan adalah :

$$Cycle\ Efficiency = \frac{Value\ Added\ Time}{Total\ Product\ Cycle\ Time} \quad (3)$$

Cycle Efficiency (CE) = 5.17%

Hasil perhitungan **Cycle Efficiency** adalah 5.17% sedangkan targetnya adalah 10% untuk tipe di fabrikasi, target ini bisa dicapai dengan cara mengontrol *inventory* (*WIP*) lebih ketat lagi sehingga *total product cycle time* bisa turun dan mengurangi jumlah persediaan per-work center sesuai dengan *contingency warning chart* check sheet *WIP CAP*.

4. Langkah keempat adalah menentukan Target Total **Cycle Time** yaitu dengan memakai rumus

$$Target\ Total\ Cycle\ Time = \frac{Value\ Added\ Critical\ Path}{Target\ Cycle\ Efficiency} \quad (4)$$

Target Total Cycle Time = 24 hari

5. Langkah kelima adalah menghitung **WIP CAP**. **WIP CAP** adalah jumlah maksimum unit yang diperbolehkan di area proses dari awal sampai akhir dan dikontrol. Untuk menghitungnya dengan rumus :

Calculate **WIP CAP** :

=Target Total Cycle Time (TCT) x Average demonstrated exit rates

=24 hari x 2.25 unit/hari

=54 unit

Jadi **WIP CAP** dari proses fabrikasi adalah maksimum adalah sebanyak 54 unit.

**Implementasi Metric WIP CAP**

1. **Contingency warning chart**, Untuk menentukan *metric WIP CAP* terlebih dahulu dengan menetapkan *contingency warning chart*. Untuk melakukannya terdapat aturan rumus sebagai berikut. **Contingency Warning** ranges jumlah *WIP* berdasarkan perhitungan *WIP CAP* di atas sesuai dengan aturan *WIP CAP* adalah sebagai berikut. Range *WIP CAP* ini terbagi menjadi 4 zona yaitu:
  - a. **Minimum Contingency Warning** ≤ 60% dari target *WIP CAP*
  - b. Target *WIP* Zona antara 60% sampai 100% dari target *WIP CAP*
  - c. Maksimum **Contingency Warning** antara 101% sampai 120% dari target *WIP CAP*
  - d. Stop to Fix ≥120% dari target *WIP CAP*

Dengan memakai perhitungan sesuai **Contingency Warning** range *WIP CAP* maka didapatkan hasil sebagai berikut :

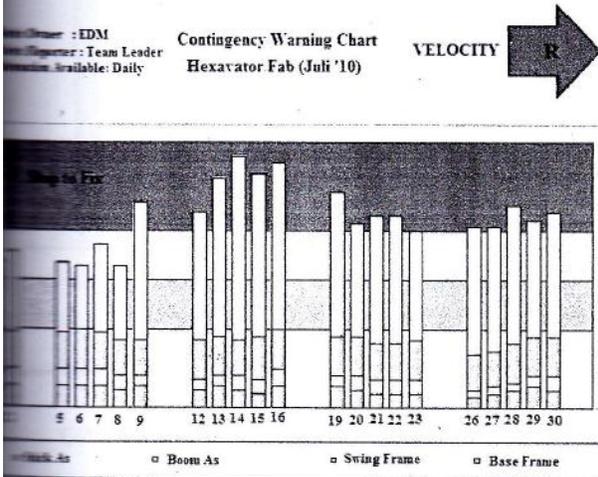
Catatan : Jika terdapat koma di jumlah *WIP* maka akan dibulatkan ke atas. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

- a. Minimum *Contingency Warning*  $\leq 60\% \times 54$  atau  $\leq 32.4 \approx 32$  unit
- b. Target *WIP Zona* = 54 unit
- c. Maksimum *Contingency Warning*  $\square 101\% \times 54 = 54.54 \approx 55$  unit sampai  $120\% \times 54 = 64.8 \approx 65$  unit
- d. *Stop to Fix*  $\geq 120\% \times 54$  atau  $\geq 64.8 \approx 65$  unit up

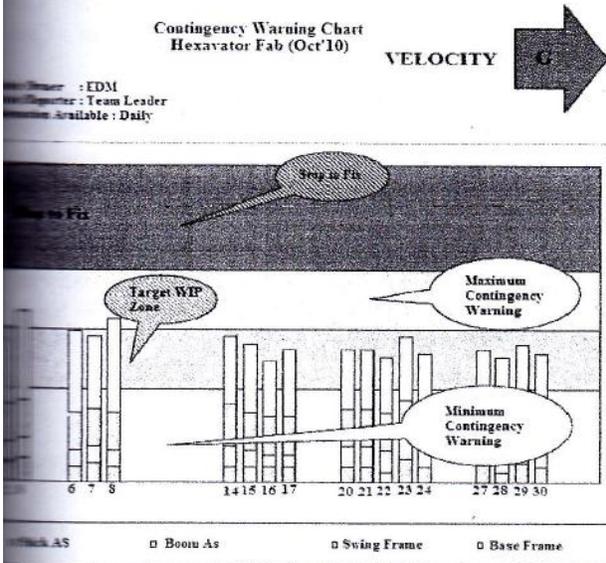
Tabel 4 *Contingency Warning Chart*

Y	G	Y	R
32	54	65	100

Mengontrol *WIP* dengan dasar *contingency warning chart* status dengan menyesuaikan jumlah *safety stock* di sistem dengan hasil perhitungan di *contingency chart*. Hasilnya adalah sebagai berikut:



Gambar 8 Sebelum Penerapan *Contingency Warning Chart*



Gambar 9 Sesudah Penerapan *Contingency Warning Chart*

**Uji Hipotesis**

Uji Hipotesis ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh implementasi *contingency warning chart* terhadap *cycle efficiency (CE)*. Data yang digunakan untuk uji hipotesis ini adalah data *cycle efficiency (CE)* bulan Agustus (sebelum *contingency warning chart* implementasikan) dibandingkan dengan data bulan October (setelah *contingency warning chart* diimplementasikan), berikut data *WIP* bulan Agustus dan Oktober seperti terlihat pada tabel 5 dan tabel 6 dibawah ini:

Tabel 5 *WIP* Agustus '10

Tabel 6 *WIP* Oktober '10

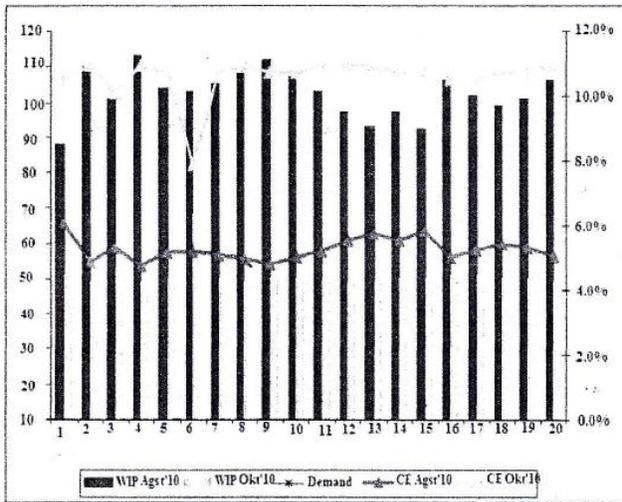
Tgl	Total WIP
1	88
2	110
3	101
4	113
5	104
6	103
7	105
8	108
9	112
10	107
11	103
12	97
13	93
14	97
15	92
16	107
17	102
18	99
19	101
20	106

Tgl	Total WIP
1	51
2	49
3	53
4	49
5	50
6	68
7	50
8	49
9	50
10	50
11	49
12	49
13	49
14	50
15	50
16	51
17	51
18	50
19	50
20	49

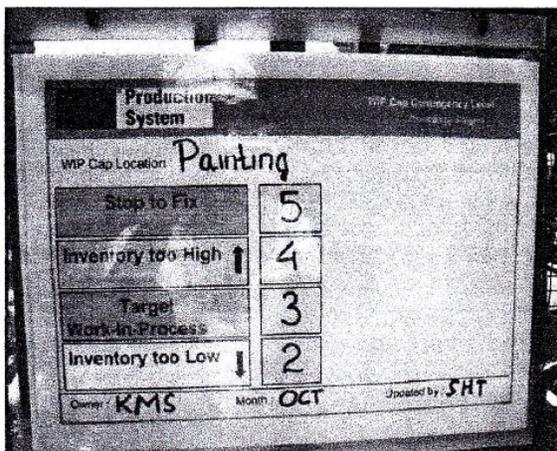
Berikut hasil perhitungan *Cycle Efficiency (CE)* selengkapnya untuk bulan Agustus '10 dan Oktober '10:

Tabel 7 Data Cycle Efficiency (CE) Agustus dan Okt

No	VA	Demand	WIP Agustus	CE Agustus	WIP Oktober	CE Oktober
1	2.30	2.25	88	6.1%	51	10.5%
2	2.38	2.25	110	4.9%	49	10.9%
3	2.38	2.25	101	5.3%	53	10.1%
4	2.38	2.25	113	4.7%	49	10.9%
5	2.38	2.25	104	5.1%	50	10.7%
6	2.38	2.25	103	5.2%	68	7.9%
7	2.38	2.25	105	5.1%	50	10.7%
8	2.38	2.25	108	5.0%	49	10.9%
9	2.38	2.25	112	4.8%	50	10.7%
10	2.38	2.25	107	5.0%	50	10.7%
11	2.38	2.25	103	5.2%	49	10.9%
12	2.38	2.25	97	5.5%	49	10.9%
13	2.38	2.25	93	5.8%	49	10.9%
14	2.38	2.25	97	5.5%	50	10.7%
15	2.38	2.25	92	5.8%	50	10.7%
16	2.38	2.25	107	5.0%	51	10.5%
17	2.38	2.25	102	5.3%	51	10.5%
18	2.38	2.25	99	5.4%	50	10.7%
19	2.38	2.25	101	5.3%	50	10.7%
20	2.38	2.25	106	5.1%	49	10.9%



Gambar 10 Perbandingan WIP dan Cycle Efficiency Agustus '10 dan Oktober '10



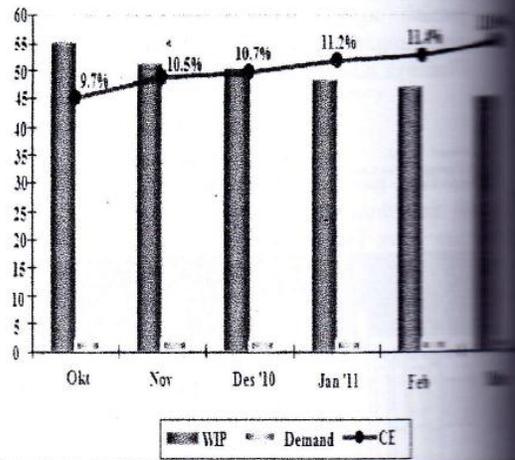
Gambar 11 WIP CAP Level Contingency Sign

Hasil penerapan metode WIP CAP sampai inventory

Berikut adalah tampilan tabel penerapan metode WIP CAP berhubungan dengan jumlah WIP, demand, dan cycle efficiency.

Tabel 8 Data Cycle Efficiency (CE) Oktober '10 sampai Maret '11

	Okt	Nov	Des'10	Jan'11	Feb
WIP	55	51	50	48	45
VA	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38
Demand	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
TCTp	24,4	22,7	22,2	21,3	20,8
CE	9,7%	10,5%	10,7%	11,2%	11,4%



Gambar 12 WIP dan Cycle Efficiency Okt'10-Mar'11

5. KESIMPULAN

1. Ada hubungan antara penerapan WIP CAP (contingency warning chart) dengan Cycle Efficiency (CE), lihat tabel 7.
2. Terjadi penurunan inventory yang signifikan sesudah diterapkan WIP CAP (contingency warning chart) dibuktikan dengan menggunakan uji hipotesis, lihat perbandingan table 5 dan table 6
3. penurunan jumlah WIP di masing-masing work center berbanding lurus dengan peningkatan cycle efficiency pada bagian Hexavator 10% hingga 11% .

DAFTAR PUSTAKA

[1]David W. Mc Gee Lean and Sigma: A Holistic Approach to Improvement (Nov, 2005)  
 [2]Enterprise Metrics Library, WIP-CAP Guide Rev.8, Final 02-18-2010

- literature dari 6 Sigma – Caterpillar Production System “Generic Pull”, 2002, – Caterpillar Production System “WIP CAP Training”, 2002. – Caterpillar Production System “Generic Pull” <https://catatwork.cat.com>
- Online training Toyota Motor Manufacturing Indonesia – tentang “Toyota Production System (TPS)”, 2005
- Nasution, Hakim Arman, ” Manajemen Industri”, CV Andi Offset, Surabaya, 2005
- Nasution, ”Metode Research” (Penelitian Ilmiah), Edisi ke-1, Bumi Aksara, Jakarta, 2004
- Wallace J. Hopp, Mark L. pearman, *Push and pull Production System* <http://www.factory-physics.com>, 1996
- Wijaya, Cakra, dalam bukunya ”Just in Time dan Sambilan” *PQM ( Productivity & Quality Management Consultants)*, Jakarta, 2001.