

# **APLIKASI *THEORY OF CONSTRAINT* PADA PROSES *PAINTING BATTERY COVER* UNTUK MENGATASI *BACKORDER* DAN *FORECAST* KENAIKAN PERMINTAAN PASAR ATAS PRODUK *SMARTPHONE***

## **(Studi Kasus pada PT Hartono Istana Teknologi Kudus)**

**Dodo Ardiles, Anita Mustikasari**

Departemen Teknik Industri, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, Semarang 50275, Indonesia

Email: [dodoardiles@student.undip.ac.id](mailto:dodoardiles@student.undip.ac.id), [anitamustikasari91@gmail.com](mailto:anitamustikasari91@gmail.com)

### **ABSTRAK**

*PT Hartono Istana Teknologi (PT HIT) merupakan salah satu perusahaan asal Indonesia yang bergerak di bidang produksi peralatan elektronik. Pada tahun 2014, PT HIT mulai mencoba memasuki pasar telepon genggam, baik feature phone ataupun smartphone. Bagian painting PT HIT yang berlokasi di Sayung, Kudus merupakan bagian produksi baru sering terjadi backorder sehingga menghambat proses produksi pada bagian sebelum atau setelahnya. Tantangan yang dihadapi bagian painting semakin meningkat setelah hasil riset pasar perusahaan menunjukkan adanya potensi kenaikan permintaan hingga 3 kali lipat daripada keadaan sekarang. Dengan menggunakan pendekatan Theory of Constraints, dapat diketahui stasiun kerja yang menjadi penghambat dalam proses produksi di bagian ini sehingga upaya perbaikan dapat dilakukan. Untuk mengatasi backorder pada kondisi saat ini, keputusan terbaik PT HIT adalah dengan menambah 1 unit mesin pad printing dan operator untuk menjalankannya. Sedangkan untuk mempersiapkan peningkatan permintaan pada kondisi mendatang, PT HIT direkomendasikan untuk melakukan redesain jig pada mesin-mesin coating dan menambah 2 unit pad printing beserta operator untuk menjalankannya.*

**Kata kunci:** Theory of Constraints, backorder, desain produk

*Application of theory of constraint on the painting process of battery cover to overcome backorder and the increase of smartphone demand forecast. PT Hartono Istana Teknologi (PT HIT) is one of the Indonesian companies engaged in the production of electronic equipment. In 2014, PT HIT began trying to enter the mobile phone market, both feature phones and smartphones. The PT HIT painting section located in Sayung, Kudus is a new production part of the backorder that often hampers the production process in the previous or after part. The challenges faced by the painting section are increasing after the results of the company's market research show that there is a potential increase in demand up to 3 times more than the current situation. By using the Theory of Constraints approach, it can be known that the work station is an obstacle in the production process in this section so that improvements can be made. To overcome backorder under current conditions, PT HIT's best decision is to add 1 unit of pad printing machine and the operator to run it. Meanwhile, to prepare for increasing demand in future conditions, PT HIT is recommended to redesign jigs on coating machines and add 2 units of pad printing along with operators to run it.*

**Keywords:** Theory of Constraints, backorder, product design

### **1. PENDAHULUAN**

PT Hartono Istana Teknologi atau biasa disebut sebagai PT HIT merupakan perusahaan asal Indonesia yang bergerak di bidang produksi peralatan elektronik, seperti televisi, radio, *speaker*, kulkas, dispenser, hingga telepon genggam dengan merk dagang Polytron. PT HIT memulai debutnya sebagai produsen telepon genggam sejak awal 2014. Produksi telepon genggam, baik *feature phone* atau pun *smartphone* dilakukan di Indonesia. Pada akhir tahun 2016, PT HIT mendirikan bagian *painting* di pabrik Kudus untuk meningkatkan produktivitas dan memperpendek waktu proses *painting*. Proses ini pada awalnya dilakukan pada pabrik Sayung, Semarang sedangkan proses perakitan dilakukan di pabrik Kudus.

Pada saat ini, bagian *painting* mengalami *backorder* pada produk *battery cover smartphone*

Polytron. Di sisi lain, tantangan perusahaan terhadap permintaan produk *smartphone* yang kian tinggi menuntut perusahaan untuk menciptakan iklim kinerja yang efektif dan efisien pada bagian tersebut. Riset pasar yang dilakukan oleh bagian marketing PT HIT menuntut perusahaan mempersiapkan diri memperbesar kapasitas produksi produk telepon genggam pintar, sehingga bagian *painting* pun juga harus turut mempersiapkannya.

Teori kendala atau *theory of constraints* dimanfaatkan untuk mengidentifikasi dan menemukan solusi optimal meningkatkan kapasitas produksi bagian *painting*. Teori kendala merupakan aktivitas yang terus berulang (*looping*) yang terdiri atas 5 tahap iterasi, yakni identifikasi kendala, eksploitasi kendala, subordinasi, meningkatkan kendala, dan *continuous improvement*. Masalah *backorder* pada saat ini dapat diperbaiki dengan

menerapkan kebijakan membeli 1 mesin *pad printing* baru dan mempekerjakan 2 operator baru. Peningkatan kapasitas produksi guna menjawab permintaan pasar yang tinggi di masa mendatang dilakukan pada semua mesin karena semua mesin memiliki kapasitas produksi yang lebih rendah daripada permintaan. Pada mesin-mesin *coating*, perbaikan dapat dilakukan pada aspek bentuk jig (redesain). Sedangkan pada mesin *pad printing* dapat dilakukan penambahan unit mesin dan operator.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA DAN SISTEM THEORY OF CONSTRAINTS

Menurut Kaplan dan Atkinson (1998), Theory of Constraints adalah pendekatan manajemen yang mencoba memaksimalkan volume produksi dengan mengatasi unit-unit yang mengalami bottleneck dalam prosesnya. Teori kendala merupakan teknik strategik untuk membantu perusahaan secara efektif meningkatkan faktor keberhasilan kritis yang sangat penting waktu siklus, yaitu lamanya bahan diubah menjadi produk selesai/produk jadi.

Dasar dari TOC adalah bahwa setiap organisasi mempunyai kendala-kendala yang menghambat pencapaian kinerja (Performance) yang tinggi. Kendala-kendala ini seharusnya diidentifikasi dan diatur untuk memperbaiki kinerja, biasanya jumlah kendala terbatas dan bukan berarti kendala kapasitas. Jika suatu kendala telah terpecahkan, maka kendala berikutnya dapat diidentifikasi dan diperbaharui.

Sebelum menggunakan TOC sebagai suatu alat dalam melakukan perbaikan, ada baiknya untuk mengetahui dasar-dasar yang digunakan oleh TOC dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Secara umum dasar pemikiran TOC adalah sebagai berikut:

### 1. Sistem adalah suatu rantai

Dengan menganggap fungsi sistem sebagai suatu rantai, maka bagian yang paling lemah akan dapat ditemukan dan diperkuat.

### 2. Optimasi lokal vs optimasi sistem keseluruhan

Karena adanya variasi dan interdependensi, performansi yang optimal dan suatu sistem bukanlah merupakan penjumlahan dari seluruh optimasi lokal.

### 3. Sebab akibat

Seluruh sistem bekerja pada kondisi sebab akibat, sesuatu akan terjadi akibat yang lain terjadi. Fenomena sebab akibat ini akan menjadi sangat kompleks pada sistem yang rumit.

### 4. Efek-efek yang tidak diinginkan dan masalah utama

Sebenarnya, semua hal yang tidak baik yang terjadi dalam sistem, bukanlah merupakan suatu masalah, tetapi merupakan indikator adanya sebuah masalah yang merupakan penyebab utama semua gejala tersebut. Dengan menghilangkan penyebab masalah utama, bukan hanya akan menghilangkan efek-efek yang tidak diinginkan, tetapi juga akan mencegah kembali.

### 5. Solusi yang akan memperburuk keadaan

Inersia adalah musuh utama dalam proses perbaikan. Jangan sampai solusi yang telah ditetapkan justru tambah memperburuk masalah. Jadi solusi yang telah dibuat harus tetap dievaluasi.

### 6. Constraint fisik vs constraint kebijakan

Constraint fisik merupakan constraint yang paling mudah ditanggulangi, tetapi efeknya biasanya hanya sedikit. Tetapi dengan menanggulangi constraint kebijakan, efeknya akan sangat luas.

### 7. Ide bukan sebuah solusi

Ide terbaik yang pernah ada di dunia tidak akan disadari potensinya sebelum ide tersebut diimplementasikan. Dan kebanyakan ide yang bagus gagal pada tahap implementasinya.

Dalam mengimplementasi ide-ide sebagai solusi dari suatu permasalahan, Goldratt mengembangkan lima langkah yang berurutan agar proses perbaikan lebih terfokus dan memberikan pengaruh positif yang lebih baik bagi sistem sebelumnya. Langkah-langkah tersebut adalah:

### 1. Identifikasi sumber daya kendala (Constraints) dalam sistem, yaitu memprioritaskan menurut pengaruh terhadap tujuan. Walaupun mungkin ada banyak kendala dalam suatu waktu, biasanya hanya sedikit kendala yang sesungguhnya dalam sistem itu.

Suatu kendala akan ditemukan di setiap sistem dan dikatakan sebagai sesuatu yang dapat membatasi kinerja suatu hubungan sistem untuk mencapai tujuan. Theory of Constraint dikembangkan berdasarkan tujuan utama dari kebanyakan perusahaan yaitu memperoleh laba dan jika perusahaan tidak dapat menghasilkan laba maka terdapat kendala yang membatasi kinerja.

### 2. Menentukan pemanfaatan yang paling efisien untuk setiap kendala yang mengikat. Putuskan bagaimana menghilangkan kendala tersebut, pada tahap ini ditentukan bagaimana menghilangkan kendala yang telah ditemukan dengan mempertimbangkan perubahan dengan biaya terendah.

### 3. Subordinatkan sumber daya lain untuk mendukung langkah 2. Menagguhkan hal – hal yang lain yang bukan kendala dari pertimbangan pembuatan keputusan. Alasannya, segala sesuatu yang hilang pada kendala tidak memberikan pengaruh karena sumber – sumber daya itu masih cukup tersedia.

### 4. Perbaiki kendala untuk memperbaiki performansi constraint sistem. Prioritaskan solusi masalah pada kendala sistem tidak memuaskan.

### 5. Kembali ke langkah pertama untuk peningkatan terus menerus, jika langkah – langkah sebelumnya memunculkan kendala – kendala baru dalam sistem tersebut.

Kendala dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang menghambat suatu sistem untuk

mencapai kinerja yang lebih tinggi. Ada dua tipe pokok kendala, yaitu batasan fisik dan batasan non fisik. Batasan fisik adalah batasan yang berhubungan dengan kapasitas mesin, sedangkan batasan non fisik berupa permintaan terhadap produk dan prosedur kerja (Fogarty, 1991).

Synchronous manufacturing adalah suatu konsep yang menjelaskan mengenai aliran material (bukan kapasitas) yang ada di dalam sistem yang harus seimbang. Konsep ini menuntut perpindahan material yang lancar dan terus-menerus dari satu operasi ke operasi selanjutnya dengan leadtime dan inventory yang menunggu dalam antrean yang harus dikurangi. Pengurangan inventory dapat mempercepat pengiriman kepada konsumen dan menjadikan perusahaan dapat bersaing secara lebih efektif. Lead time yang singkat dapat memperbaiki pelayanan kepada konsumen dan membuat perusahaan lebih kompetitif.

Terdapat sembilan aturan Goldratt yang merupakan dasar dari konsep synchronous manufacturing. Motto Goldratt adalah “Jumlah maksimum lokal tidak sama dengan jumlah maksimum global”. Adapun sembilan aturan Goldratt tersebut adalah sebagai berikut.

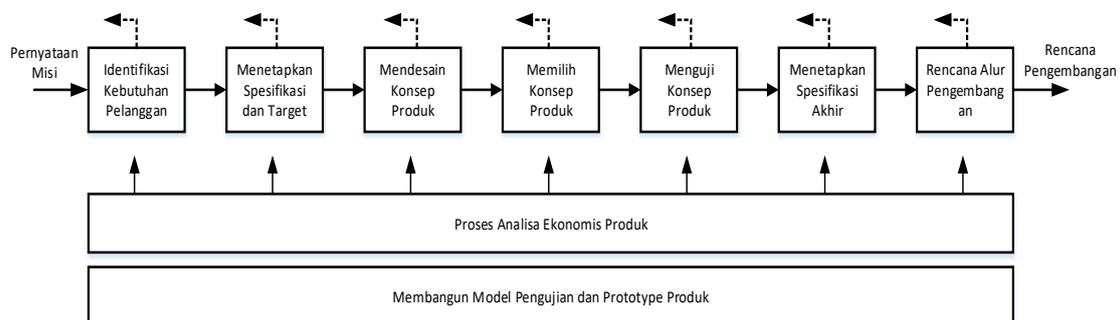
1. Seimbangkan aliran produksi, bukan kapasitas produksi. Dengan kata lain, kapasitas produksi tidak harus sama.
2. Tingkat utilitas non-bottleneck ditentukan oleh stasiun kerja bottleneck atau sumber kritis lainnya.
3. Utilisasi dan aktivitas sumber daya tidak selalu sama.

4. Satu jam kehilangan lini bottleneck merupakan satu jam kehilangan pada sistem secara keseluruhan.
5. Satu jam penghematan pada stasiun non-bottleneck adalah fatamorgana.
6. Bottleneck mempengaruhi throughput dan inventory.
7. Batch transfer tidak selalu sama jumlahnya dengan batch proses.
8. Batch proses sebaiknya bersifat tidak tetap (variabel).
9. Prioritas dapat dilakukan dengan menguji batasan (konstrain) dalam sistem itu.

### PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK

Tahap pertama kali dalam proses perancangan dan pengembangan produk adalah mengidentifikasi kebutuhan pelanggan secara menyeluruh. Tujuan dari identifikasi kebutuhan pelanggan adalah :

1. Meyakinkan bahwa produk telah difokuskan terhadap kebutuhan pelanggan
2. Mengidentifikasi kebutuhan pelanggan yang tersembunyi dan tidak terucapkan (latent needs) seperti halnya kebutuhan yang eksplisit
3. Menjadi basis untuk menyusun spesifikasi produk
4. Memudahkan pembuatan arsip dari aktivitas identifikasi kebutuhan untuk proses pengembangan produk
5. Menjamin tidak ada kebutuhan pelanggan penting yang terlupakan
6. Menanamkan pemahaman bersama mengenai kebutuhan pelanggan di antara anggota tim pengembangan.



Gambar 1 Tahapan Perancangan Produk

Identifikasi kebutuhan pelanggan adalah sebuah proses yang dibagi menjadi lima tahap, yakni adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data mentah dari pelanggan
2. Menginterpretasikan data mentah menjadi kebutuhan pelanggan
3. Mengorganisasikan kebutuhan menjadi beberapa hierarki, yaitu kebutuhan primer, sekunder, dan tersier (bila diperlukan).

4. Menetapkan derajat kepentingan relatif setiap kebutuhan
5. Menganalisa hasil dan proses.

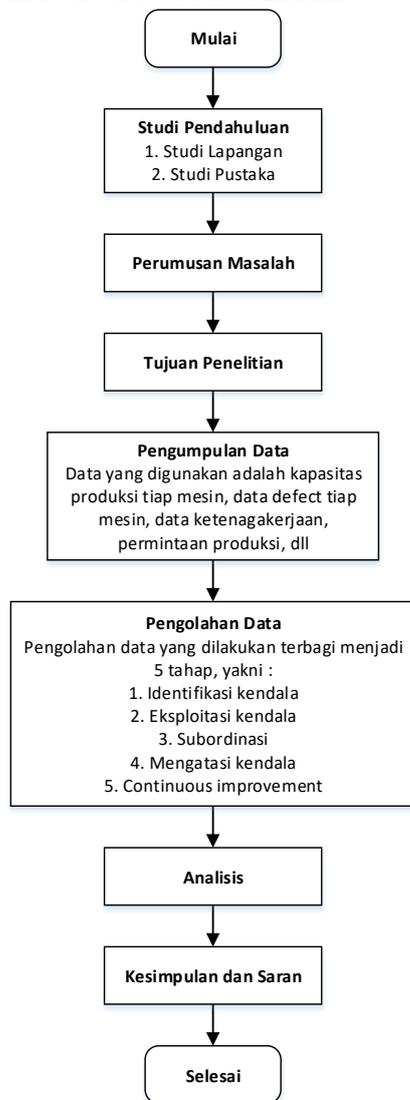
### SOFTWARE AUTOCAD

AutoCAD adalah sebuah program aplikasi CAD (Computer Aided Design) yang digunakan untuk menggambar dan mendesain gambar, seperti gambar arsitektur, mesin, sipil, elektro dan lain-lain.

AutoCAD adalah alat bantu merancang menggunakan komputer dengan tujuan untuk menghasilkan output rancangan yang memiliki tingkat akurasi tinggi dan dirancang dalam waktu singkat. Program AutoCAD mempunyai kemudahan dan keunggulan untuk membuat gambar dengan cepat dan akurat serta bisa digunakan untuk memodifikasi gambar dengan cepat pula.

Fasilitas yang dimiliki AutoCAD untuk menggambar 2 dimensi dan 3 dimensi sangat lengkap, sehingga hal ini membawa AutoCAD menjadi program desain terpopuler dibandingkan dengan program-program yang lain dewasa ini.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 2 Metodologi Penelitian

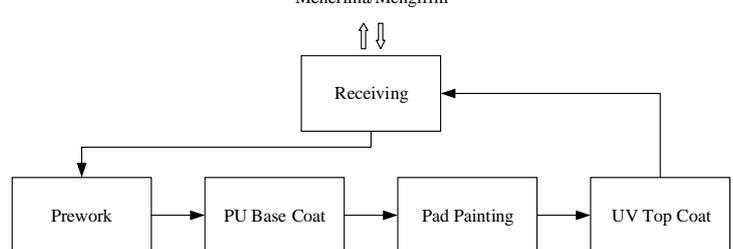
### 4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data Unit Kerja

Bagian painting PT Hartono Istana Teknologi Kudus memiliki 7 unit kerja yang saling berhubungan, yakni unit receiving, prework, pad painting, UV base coat metalizing, PU base coat, UV top coat, dan vacuum metalizing. Adapun deskripsi pekerjaan yang dilakukan oleh tiap-tiap unit tersebut adalah sebagai berikut.

1. Unit Receiving : menerima dan memverifikasi barang work in process yang masuk serta memverifikasi dan mengirimkan produk hasil produksi bagian painting. Unit ini akan mengantarkan barang yang diterima pada stariun prework.
2. Unit Prework : Melakukan inspeksi terhadap keadaan barang work in process yang akan diolah pada unit lainnya. Hanya barang yang tanpa cacat yang akan diproses pada unit selanjutnya.
3. Unit Pad Printing : Mencetak label merk Polytron pada battery cover telepon genggam.
4. Unit UV Base Coat Metalizing : Unit pewarnaan dasar berbasis sinar UV.
5. Unit PU Base Coat : Unit pewarnaan dasar berbasis PU. Digunakan pada proses pemberian warna dasar battery cover telepon genggam.
6. Unit UV Top Coat : Unit pewarnaan akhir berbasis sinar UV. Digunakan pada proses pemberian warna akhir battery cover telepon genggam sehingga tampak glossy.
7. Unit Vacuum Metalizing : Unit pelapisan krom dengan menggunakan tabung vakum dengan suhu tinggi.

Berikut adalah gambaran alur proses produk *battery cover smartphone Polytron*.



Gambar 3 Alur Proses Produk Battery cover Smartphone Polytron

#### Data Produksi dan Defect

Bagian painting PT Hartono Istana Teknologi mulai beroperasi sejak Selasa, 13 Desember 2016. Berdasarkan data sekunder yang didapat, tidak semua unit kerja mulai beroperasi pada waktu yang sama. Material mentah atau work-in-process yang melalui mesin-mesin pada bagian painting dicatat oleh operator. Adapun data yang dicatat adalah nomor gudang, tanggal operasi, waktu mulai dan selesai operasi, jumlah material inputan, jumlah produk cacat, dan keterangan.

### Data Mesin

Proses produksi pewarnaan battery cover telepon genggam berjalan secara mengalir (flow shop). Mesin yang digunakan pada unit pad printing, PU base coat, dan UV top coat dijalankan dengan menggunakan konveyor dengan kecepatan yang dapat diatur. Jenis konveyor pada unit-unit coating berbeda dengan konveyor pada unit pad printing. Pada unit-unit coating, mesin menggunakan tiang-tiang jig berbentuk silinder yang disusun secara vertikal dengan jarak antartiang jig 5 cm. Pada tiang-tiang jig tersebutlah, battery cover telepon genggam akan ditempatkan dengan menggunakan bantuan jig untuk menjalani proses penyemprotan cat dan pengeringan. Antara battery cover satu dengan selanjutnya dipisahkan oleh 3 tiang jig sehingga tiap battery cover berjarak 20 cm.



Gambar 4 Jig-Jig pada Konveyor Mesin-Mesin Coating

Berikut adalah data jumlah jig pada konveyor mesin UV top coat dan PU base coat.

Tabel 1 Data Tiang Jig dan Kalkulasi Jumlah Jig Optimal

No.	Nama Mesin	Jumlah Tiang Jig dalam 1 Lintasan	Jumlah Jig Optimal dalam 1 Lintasan
1	PU Base Coat	2610	$652,5 \approx 652$
2	UV Top Coat	1780	445

Sedangkan pada unit pad printing, digunakan konveyor dengan alas berbahan karet. Berikut adalah data kecepatan mesin produksi pada bagian painting PT Hartono Istana Teknologi Kudus.

Tabel 2 Kecepatan Mesin untuk Produksi Battery Cover Smartphone

No.	Nama Mesin	Kecepatan
1	PU Base Coat, UV Top Coat (SH756PTA2A25)	2,5 rpm
2	Mesin Pad Printing 3 (HIT.PVP.T46.140007)	0,8 rpm

### Data Permintaan Produk

Bagian *printing* memiliki target produksi yang harus dipenuhi sesuai dengan tenggat waktu yang diminta. Bagian PPIC (*Production Planning and Inventory Control*) perusahaan memegang peranan dalam hal pembuatan target produksi tiap-tiap bagian dalam perusahaan, termasuk bagian *printing*. Dari data target permintaan produk *battery cover smartphone* Polytron dan pelaksanaannya untuk kurun waktu bulan Desember 2016 hingga awal Januari 2017, didapatkan rata-rata produksi harian bagian *painting* yang berguna untuk menentukan jumlah kekurangan produksi tiap mesinnya.

### Data Ketenagakerjaan

Berikut adalah data mengenai tenaga kerja bagian painting pada PT Hartono Istana Teknologi.

1. Jam kerja pekerja adalah 8 jam perhari, 5 hari perminggu dimulai dari pukul 07.00 hingga 16.00.
2. Jam istirahat pekerja selama 70 menit, yakni pada pukul 09.00 – 09.10 dan 12.00 – 13.00.
3. Gaji pekerja operator adalah UMR Kudus ditambah tunjangan. UMR Kota Kudus tahun 2017 sebesar Rp 1.740.900,-.
4. Gaji pekerja pengawas sebesar Rp 2.000.000,-.

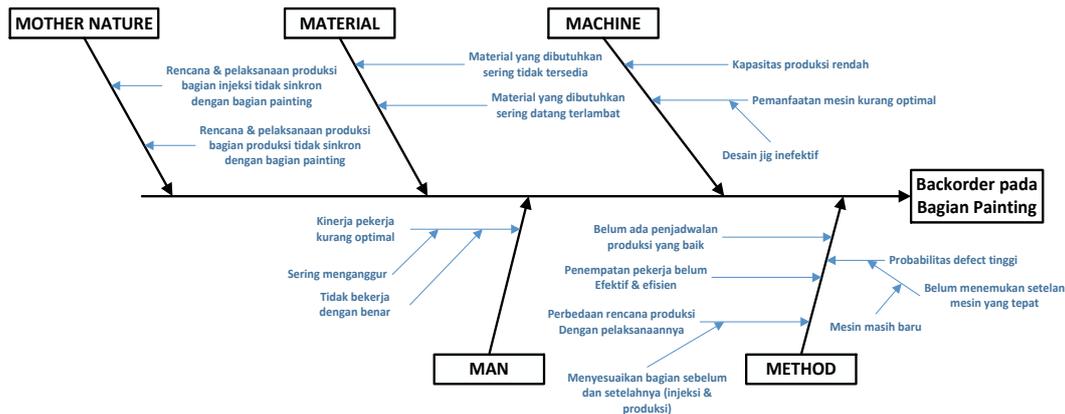
### Hasil Riset Bagian Marketing

Selama ini, di mata masyarakat, produk Polytron dikaitkan dengan produk-produk elektronik berukuran besar, seperti televisi, speaker, kulkas, air conditioner, dan lain sebagainya. Belum banyak masyarakat yang mengenal produk telepon genggam pintar milik Polytron. Produk handphone Polytron merupakan tipe produk keluaran terbaru yang diproduksi oleh PT Hartono Istana Teknologi. Oleh karena itu, belum terdapat data permintaan ataupun forecasting permintaan yang dapat dijadikan dasar analisis pada laporan ini.

Namun, bagian marketing PT HIT memiliki keyakinan kuat pada masa mendatang permintaan produk telepon genggam pintar Polytron akan naik 3 kali lipat dibandingkan kondisi saat ini. Peramalan kualitatif / subjektif ini didasarkan pada riset pasar yang dilakukan oleh bagian marketing PT HIT.

### 4.2 Pengolahan Data

Permasalahan yang terjadi pada bagian *painting* adalah terjadinya *backorder* akibat bagian *painting* tidak mampu memenuhi permintaan pada waktu yang telah ditentukan sehingga mengejar permintaan produk di luar waktu yang telah ditetapkan. Berikut adalah diagram tulang ikan / *fishbone* yang menggambarkan permasalahan yang dialami oleh bagian *painting* PT HIT saat ini.



Gambar 5 Diagram Fishbone Permasalahan Backorder pada Bagian Painting

Dengan menggunakan prinsip *Theory of Constraints*, permasalahan berupa terjadinya *backorder* pada bagian *painting* dapat diselesaikan dengan solusi menambah 1 mesin *pad printing* sehingga tidak terjadi *bottleneck* pada stasiun kerja tersebut.

Bagian marketing PT Hartono Istana Teknologi meramalkan permintaan yang tinggi di masa mendatang setelah melakukan kegiatan riset pasar. Oleh karena itu, kapasitas produksi setiap bagian yang terkait, termasuk bagian *painting* harus dituntut untuk ditingkatkan.

#### Identifikasi Kendala

Di masa mendatang, berdasarkan riset pasar yang dilakukan oleh bagian *marketing* PT Hartono Istana Teknologi, produk *smartphone* Polytron diperkirakan menguasai pangsa pasar hingga 3 kali lipat kondisi saat ini. Oleh karena itu, kapasitas produksi mesin-mesin yang digunakan untuk memproses pengecatan pada produk ini juga harus ditingkatkan guna menghadapi tantangan pada masa yang akan datang.

Bila pada kondisi saat ini mesin idealnya dikondisikan memproses *painting* produk *battery cover* sebanyak 3000 unit / hari, maka pada masa mendatang idealnya setiap mesin dikondisikan mampu mencapai produksi setidaknya 9000 unit / hari. Untuk mencapai 9000 unit / hari, mesin *pad printing* harus menyediakan input untuk mesin *UV top coat* lebih besar daripada angka tersebut untuk memberikan kelonggaran pada kemungkinan produk cacat yang terjadi.

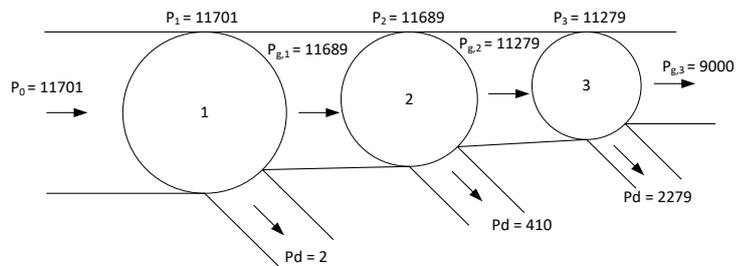
$$P = \frac{P_g}{1 - P_d} = \frac{9000}{1 - 0,202} = 11.278,195 \approx 11.279 \text{ unit}$$

Mesin *PU base coat* juga harus menyediakan input untuk mesin *pad printing* lebih besar daripada angka tersebut untuk memberikan kelonggaran pada kemungkinan produk cacat yang terjadi.

$$P = \frac{P_g}{1 - P_d} = \frac{11.279}{1 - 0,035} = 11.688,083 \approx 11.689 \text{ unit}$$

Besaran input untuk mesin *UV base coat* adalah sebagai berikut.

$$P = \frac{P_g}{1 - P_d} = \frac{11.689}{1 - 0,001} = 11.700,701 \approx 11.701 \text{ unit}$$



Gambar 6 Visualisasi Dugaan Produk Baik dan Defect Tiap Mesin Masa Mendatang

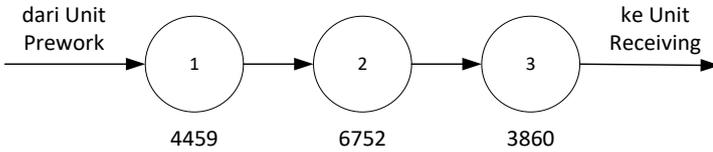
Dengan target produksi sebesar 9000 unit per hari, maka semua unit dalam proses pengecatan *battery cover* pada bagian *painting* merupakan *bottleneck* karena tidak dapat memenuhi permintaan yang ada. Mesin *pad printing* yang telah berjumlah 2 unit juga belum dapat memenuhi target produk per harinya.

Tabel 3 Perbandingan Kemampuan Produksi dengan Target Produk per Mesin

No	Nama Mesin	Kemampuan Produksi Produk Baik per Hari	Target Produk Baik per Hari	Bottleneck / Unbottleneck
1	PU Base Coat	4459	11689	Bottleneck
2	Pad Printing (2 unit)	6752	11279	Bottleneck
3	UV Top Coat	3860	9000	Bottleneck

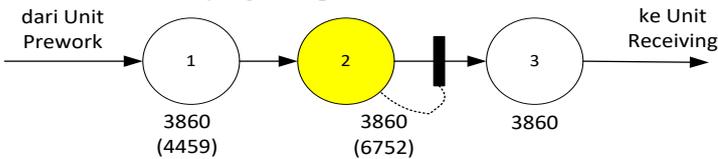
### Eksplotasi Kendala

Eksplotasi kendala merupakan proses meningkatkan *throughput* dengan cara menggunakan sumber daya yang telah tersedia, baik sumber daya manusia, mesin, ataupun kebijakan perusahaan. Gambar 5.16 menunjukkan aliran produksi dan kapasitas produksi dengan sumber daya yang telah ada.



Gambar 7 Aliran Produksi dan Kapasitas Produksi Saat Ini

Dengan memanfaatkan sumber daya yang ada, kuantitas produksi harian mesin 1 dan 3 akan disesuaikan dengan kapasitas produksi maksimal mesin 2 yang merupakan konstrain dalam kasus ini.



Gambar 8 Hasil Penerapan Drum-Buffer-Rope

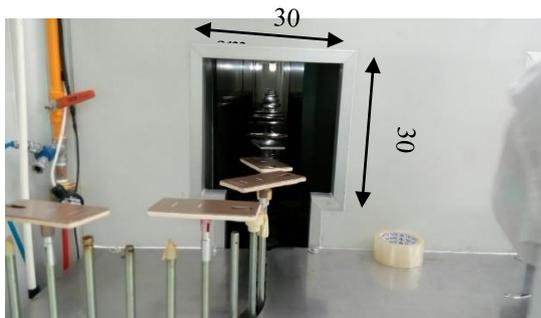
### Subordinasi

Mesin *PU base coat* dan *UV top coat* dipastikan dapat memenuhi kebutuhan dan keluaran mesin *pad printing* karena memiliki kapasitas produksi yang lebih besar daripada mesin *pad printing*. Kendati demikian, ketiga mesin tersebut masih memiliki kapasitas produksi maksimal lebih rendah daripada target produksi harian yang diharapkan.

### Mengatasi Kendala

#### - Desain Ulang Jig

Jig *battery cover* merupakan elemen yang dapat diperbaiki untuk meningkatkan kapasitas produksi pada mesin-mesin *coating*, yakni mesin *UV top coat* dan *PU base coat*. Kecepatan mesin bukan merupakan variabel yang dapat diubah karena akan mempengaruhi proses penyemprotan dan penyinaran. Berikut adalah bentuk jig *battery cover* saat ini yang digunakan oleh PT HIT.



Gambar 9 Celah 30x30 cm pada Konveyor Mesin-Mesin Coating

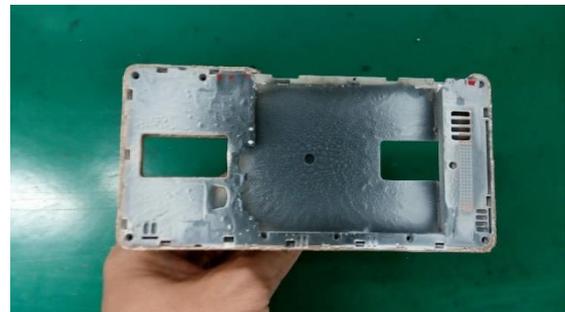
Terlihat bahwa terdapat ruang yang cukup longgar yang tidak dimanfaatkan dengan baik. Oleh karena itu, redesain jig perlu dilakukan untuk mengoptimalkan produktivitas mesin dengan memperhatikan batasan celah seluas 30 x 30 cm dan diameter usulan desain jig baru yang turut mempengaruhi jarak antarjig ketika konveyor berjalan.

Desain yang optimal adalah desain jig dengan *case holder* dipasang secara vertikal karena dapat memanfaatkan ruang kosong lebih baik daripada desain secara horizontal.

### Desain Jig Awal



Gambar 10 Desain Jig Awal (Tampak Depan)



Gambar 11 Desain Jig Awal (Tampak Atas)



Gambar 12 Desain Jig Awal (Tampak Bawah)

Desain jig yang dipakai sekarang disusun secara horizontal dengan diameter putaran sebesar 154,11 mm sehingga jarak antarjig disesuaikan sebesar 20 cm atau dipisahkan oleh 3 tiang jig.

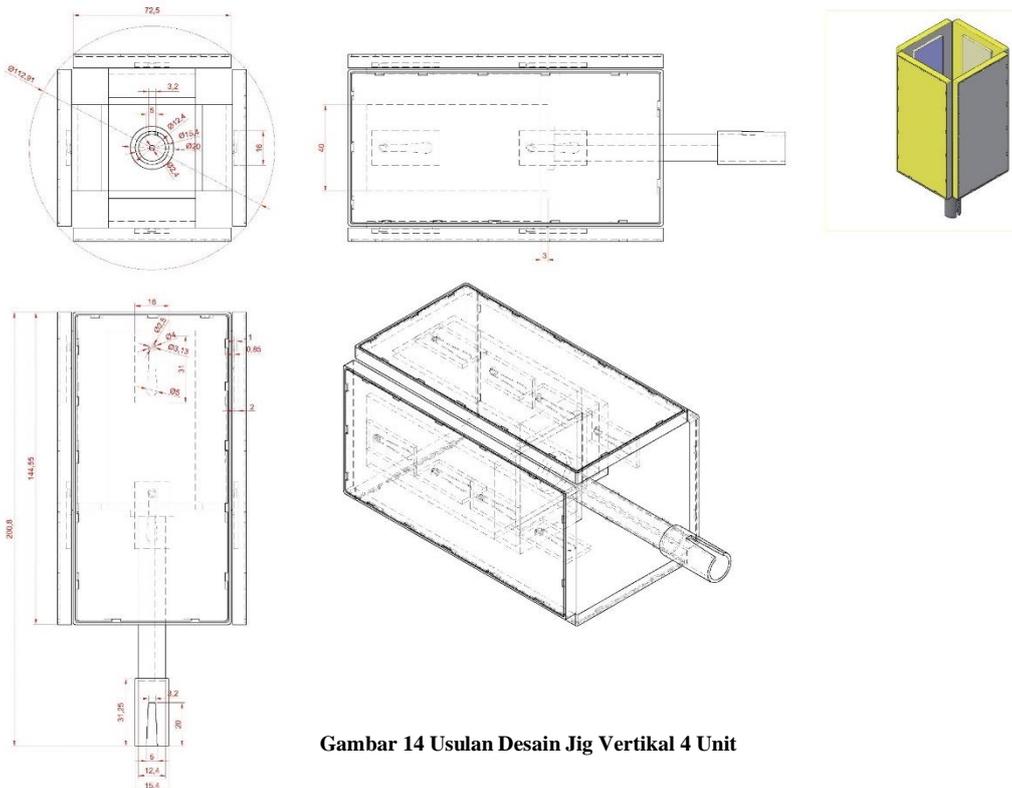


Gambar 13 Jarak Antarjig Dipisahkan 3 Tiang Jig / 20 cm

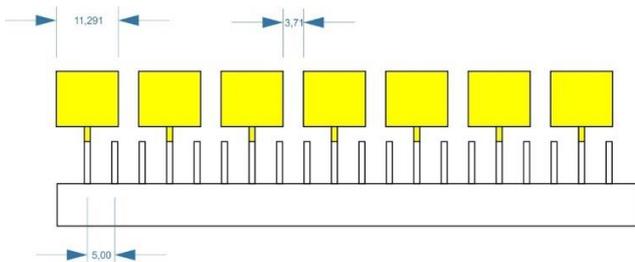
Berdasarkan Tabel 5.12 diketahui kemampuan produksi maksimal mesin *PU base coat* dan *UV top coat* dengan menggunakan jig yang sudah ada masing-masing sebesar 4464 dan 4838 unit.

### Usulan Desain Jig Vertikal 4 Unit

Berikut adalah gambar usulan desain jig vertikal 4 unit. Diketahui diameter putar jig sebesar 112,91 mm sehingga jarak antarjig disesuaikan sebesar 15 cm atau dipisahkan oleh 2 tiang jig.



Gambar 14 Usulan Desain Jig Vertikal 4 Unit



Gambar 15 Visualisasi Jarak pada Usulan Desain Jig Vertikal 4 Unit

### Kapasitas produksi harian :

Diketahui :

Kecepatan produksi desain awal = 5 detik / jig

Sisa waktu mesin 1 = 372 menit 4 detik = 22.324 detik

Sisa waktu mesin 3 = 403 menit 12 detik = 24.192 detik

Laju konveyor = 5/4 detik/tiang jig

Kapasitas produksi mesin 1

$$= 22.324 \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{3} \times 4$$

$$= 23.812,27 \approx 23.812 \text{ unit}$$

Kapasitas produksi mesin 3

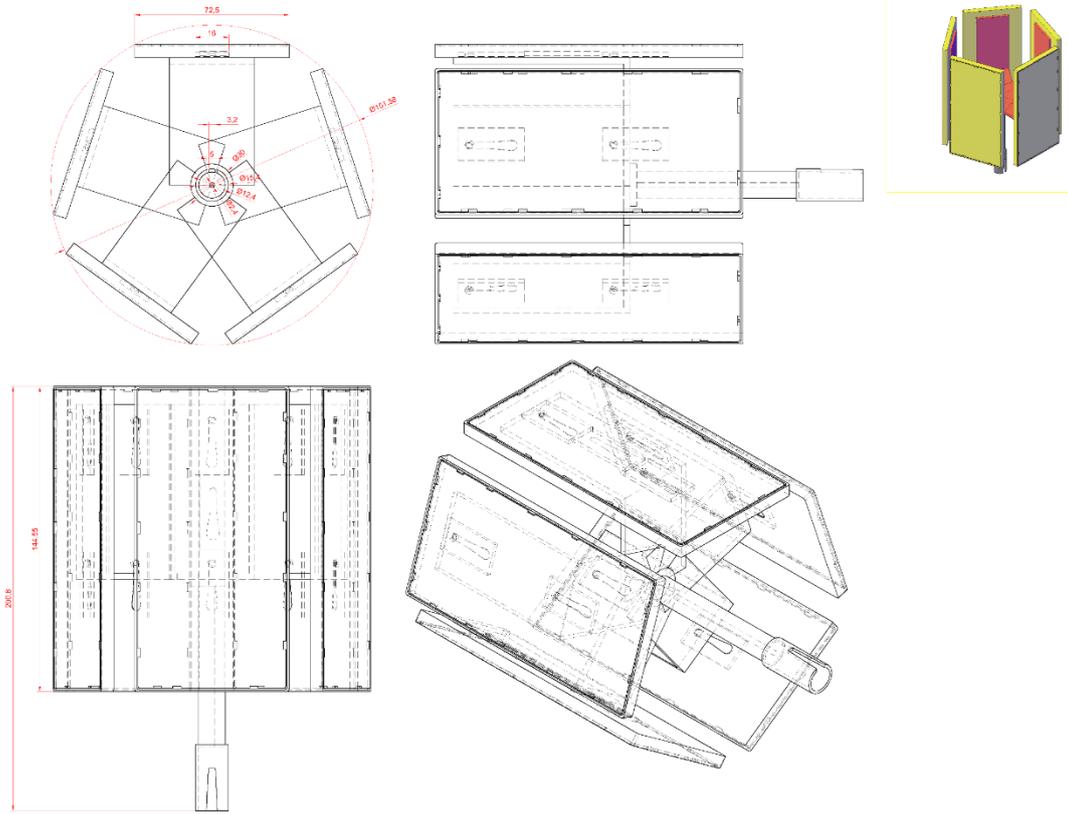
$$= 24.192 \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{3} \times 4$$

$$= 25.804,8$$

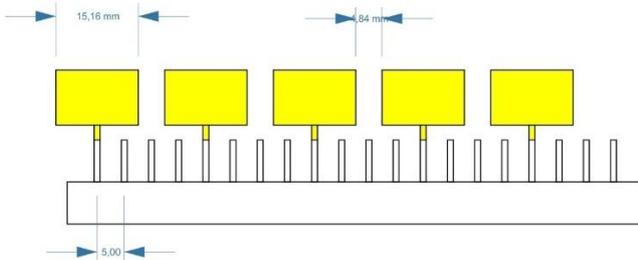
$$\approx 25.804 \text{ unit}$$

**Usulan Desain Jig Vertikal 5 Unit**  
 Berikut adalah gambar usulan desain jig vertikal 5 unit. Diketahui diameter putar jig sebesar

151,58 mm sehingga jarak antarjig disesuaikan sebesar 20 cm atau dipisahkan oleh 3 tiang jig.



**Gambar 16 Usulan Desain Jig Vertikal 5 Unit**



**Gambar 17 Visualisasi Jarak pada Usulan Desain Jig Vertikal 5 Unit**

**Kapasitas produksi harian :**

Diketahui :

Kecepatan produksi desain awal = 5 detik / jig

Sisa waktu mesin 1 = 372 menit 4 detik = 22.324 detik

Sisa waktu mesin 3 = 403 menit 12 detik = 24.192 detik

Laju konveyor = 5/4 detik/tiang jig

*Kapasitas produksi mesin 1*

$$= 22.324 \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{4} \times 5$$

$$= 22.324 \text{ unit}$$

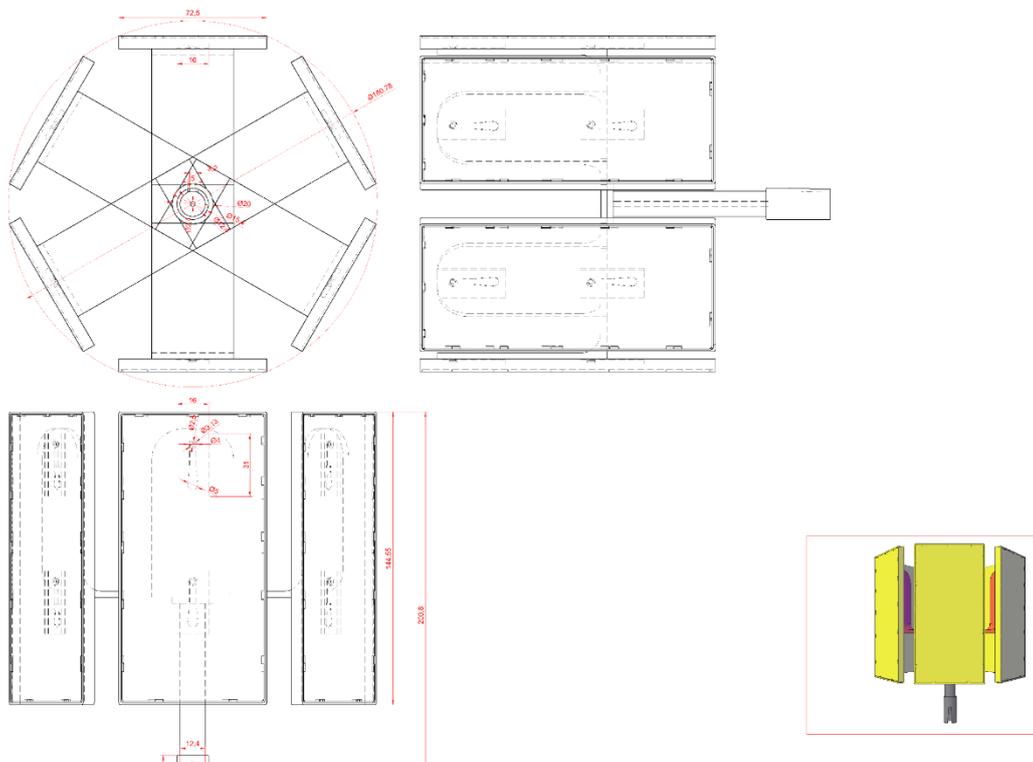
*Kapasitas produksi mesin 3*

$$= 24.192 \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{4} \times 5$$

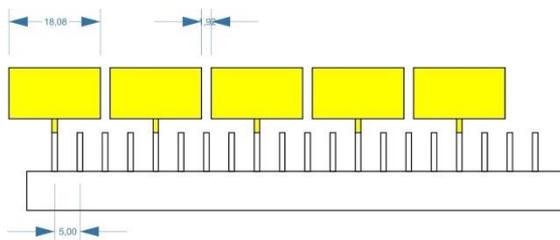
$$= 24.192 \text{ unit}$$

**Usulan Desain Jig Vertikal 6 Unit**

Berikut adalah gambar usulan desain jig vertikal 6 unit. Diketahui diameter putar jig sebesar 180,78 mm sehingga jarak antarjig disesuaikan sebesar 20 cm atau dipisahkan oleh 3 tiang jig.



Gambar 18 Usulan Desain Jig Vertikal 6 Unit



Gambar 19 Visualisasi Jarak pada Usulan Desain Jig Vertikal 6 Unit

### Usulan Desain Jig Vertikal 7 Unit

Berikut adalah gambar usulan desain jig vertikal 7 unit. Diketahui diameter putar jig sebesar 200,25 mm sehingga jarak antarjig disesuaikan sebesar 25 cm atau dipisahkan oleh 4 tiang jig.

### Kapasitas produksi harian :

Diketahui :

Kecepatan produksi desain awal = 5 detik / jig

Sisa waktu mesin 1 = 372 menit 4 detik =  
22.324 detik

Sisa waktu mesin 3 = 403 menit 12 detik =  
24.192 detik

Laju konveyor = 5/4 detik/tiang jig

Kapasitas produksi mesin 1

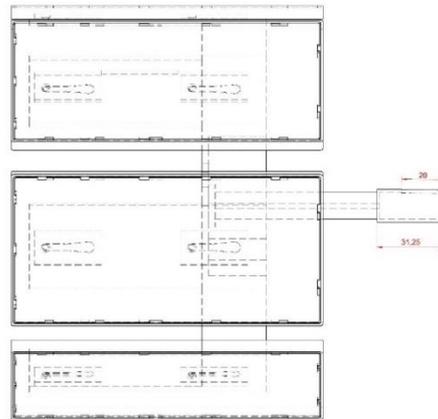
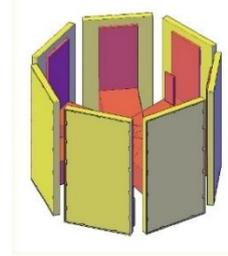
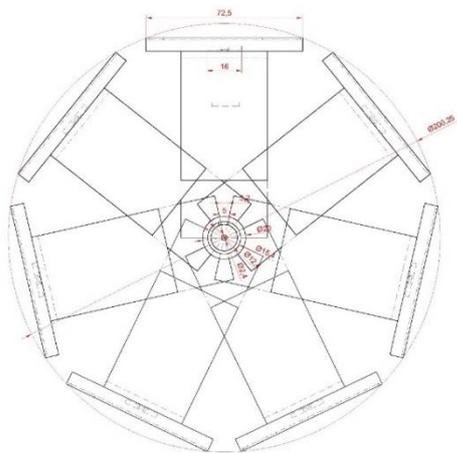
$$= 22.324 \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{4} \times 6 = 26.788,8$$

$$\approx 26.788 \text{ unit}$$

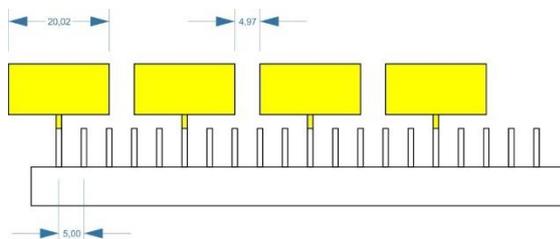
Kapasitas produksi mesin 3

$$= 24.192 \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{4} \times 6 = 29.030,4$$

$$\approx 29.030 \text{ unit}$$



Gambar 20 Usulan Desain Jig Vertikal 7 Unit



Gambar 21 Visualisasi Jarak pada Usulan Desain Jig Vertikal 7 Unit

**Kapasitas produksi harian :**

Diketahui :

Kecepatan produksi desain awal = 5 detik / jig

Sisa waktu mesin 1 = 372 menit 4 detik = 22.324 detik

Sisa waktu mesin 3 = 403 menit 12 detik = 24.192 detik

Laju konveyor = 5/4 detik/tiang jig

Kapasitas produksi mesin 1

$$= 22.324 \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{5} \times 7$$

$$= 25.002,88 \approx 25.002 \text{ unit}$$

Kapasitas produksi mesin 3

$$= 24.192 \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{5} \times 7$$

$$= 27.095,04 \approx 27.095 \text{ unit}$$

Berikut adalah rekap kapasitas produksi mesin 1 dan 3 tiap-tiap desain jig.

Tabel 4 Rekapitulasi Kapasitas Produksi Mesin 1 dan 3 Tiap Desain Jig

No.	Desain Jig	Kapasitas Produksi		Dugaan Produk Defect		Dugaan Produk Baik	
		1	3	1	3	1	3
1	Desain awal	4464	4838	5	978	4459	3860
2	Vertikal 4 unit	23812	25804	24	5213	23788	20591
3	Vertikal 5 unit	22324	24192	23	4887	22301	19305
4	Vertikal 6 unit	26788	29030	27	5865	26761	23165
5	Vertikal 7 unit	25002	27095	26	5474	24976	21621

**- Perbaikan pada Unit Pad Printing**

Solusi yang *feasible* untuk unit *pad printing* adalah melakukan pembelian mesin baru dan menambah tenaga kerja untuk mengoperasikannya.

Diketahui :

Kapasitas produksi mesin 2 sekarang = 6752 unit

Jumlah mesin baru

$$= \frac{\text{Kekurangan produksi mesin 2}}{\text{Kapasitas produksi tiap unit mesin 2}}$$
$$= \frac{11279 - 6752}{3376}$$

Jumlah mesin baru = 1,341

### Membeli 1 Mesin dan Overtime

Harga mesin = 5646,874 USD

$$= \text{Rp } 74.950.958,6$$

(Kurs USD-IDR \$1 = Rp 13.273,-, berdasarkan kurs pada 25 Januari 2016)

Biaya operator

$$= 1 \text{ mesin} \times 2 \text{ operator} \times \text{UMR Kudus}$$

$$\text{Biaya operator} = 1 \times 2 \times \text{Rp } 1.740.900,-$$
$$= \text{Rp } 3.481.800,-/\text{bulan}$$

Kekurangan produksi

$$= \text{Target produksi}$$

$$- \text{kapasitas produksi}$$

$$\text{Kekurangan produksi} = 11279 - 10128$$

$$= 1151 \text{ unit}$$

Overtime yang dibutuhkan

$$= \frac{1151 \text{ unit}}{7,5 \text{ unit} / \text{menit} \times 3 \text{ mesin}}$$

$$= 51,15 \text{ menit} = 0,853$$

$$\approx 1 \text{ jam}$$

Merupakan keputusan yang baik untuk menambah jam kerja pada unit *pad printing* sebesar 1 jam untuk memberikan waktu *allowance* pada kemungkinan produk cacat yang terjadi dan *unavoidable delay*.

Perhitungan biaya lembur didasarkan pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI nomor Kep.102/MEN/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.

Jam lembur = 1 jam

Biaya Lembur

$$= \text{Faktor Pengali} \times \frac{1}{731} \times \text{Gaji Bulanan}$$

Faktor pengali untuk 1 jam pertama adalah 1,5 dan untuk jam-jam berikutnya adalah 2. Pekerja lembur = 6 operator + 1 pengawas.

B. Lembur

$$= \left( 1,5 \times \frac{1}{173} \times \text{Rp } 1.740.900,- \right) \times 6$$

$$+ \left( 1,5 \times \frac{1}{173} \times \text{Rp } 2.000.000,- \right) \times 1$$

Biaya Lembur = Rp 107.908,092 /hari kerja

Biaya Lembur = Rp 2.158.161,850 /bulan

Biaya listrik tambahan sebagai akibat dari penambahan jam kerja adalah sebagai berikut. Meskipun mesin yang diberlakukan kebijakan *overtime* hanya unit *pad printing*, AC ruangan dan lampu pada bagian *painting* tetap menyala secara keseluruhan.

$$P_{\text{Total}} = P_{\text{AC}} + P_{\text{Lampu}} + P_{\text{Mesin}}$$

$$P_{\text{Total}} = \sqrt{3} \times V \times I_{\text{AC}} + \sqrt{3} \times V \times I_{\text{Lampu}}$$
$$+ (20 \text{ W} \times \text{Jumlah Mesin})$$

$$P_{\text{Total}} = \sqrt{3} \times 380 \text{ V} \times 400 \text{ A}$$

$$+ \sqrt{3} \times 380 \text{ V} \times 10 \text{ A}$$

$$+ (20 \text{ W} \times 3)$$

$$P_{\text{Total}} = 263.271,723 \text{ W} + 6.581,793 \text{ W} + 60 \text{ W}$$

$$P_{\text{Total}} = 269.913,516 \text{ W}$$

Biaya per kWh = Rp 1467,28

Biaya Listrik Tambahan

$$= 269,913516 \text{ kW} \times 1 \text{ Jam} \times \text{Rp } 1467,28$$

Biaya Listrik Tambahan

$$= \text{Rp } 396.038,704/\text{hari}$$

Biaya Listrik Tambahan

$$= \text{Rp } 7.920.774,075/\text{bulan}$$

Maka,

Total Biaya = Biaya Operator

+ Biaya Lembur

+ Biaya Listrik Tambahan

Total Biaya = Rp 3.481.800,00

+ Rp 2.158.161,850

+ Rp 7.920.774,075

Total Biaya = Rp 13.560.735,925

### Membeli 2 Mesin

Harga mesin = 5646,874 USD

$$= \text{Rp } 74.950.958,6 \times 2$$

$$= \text{Rp } 149.901.917,2$$

(Kurs USD-IDR \$1 = Rp 13.273,-, berdasarkan kurs pada 25 Januari 2016)

Biaya operator = 4 x UMR Kudus

$$\begin{aligned} \text{Biaya operator} &= 4 \times \text{Rp}1.740.900,- \\ &= \text{Rp } 6.963.600,-/\text{bulan} \end{aligned}$$

Biaya listrik tambahan adalah listrik untuk mesin baru. Biaya listrik atas lampu dan AC ruangan tidak diperhitungkan karena bukan merupakan biaya listrik tambahan.

$$P_{Total} = P_{Mesin Tambahan}$$

$$P_{Total} = (20 W \times \text{Jumlah Mesin})$$

$$P_{Total} = (20 W \times 3)$$

$$P_{Total} = 60 W$$

$$\text{Biaya per kWh} = \text{Rp } 1467,28$$

*Biaya Listrik Tambahan*

$$= 0,06 \text{ kW} \times 1 \text{ Jam} \times \text{Rp } 1467,28$$

$$\text{Biaya Listrik Tambahan} = \text{Rp } 88,037/\text{hari}$$

*Biaya Listrik Tambahan*

$$= \text{Rp } 1760,736/\text{bulan}$$

Maka,

$$\text{Total Biaya} = \text{Biaya Operator}$$

$$+ \text{Biaya Listrik Tambahan}$$

$$\text{Total Biaya} = \text{Rp } 6.963.600,00 + \text{Rp } 1760,736$$

$$\text{Total Biaya} = \text{Rp } 6.965.360,736$$

**Tabel 5 Perbandingan Kebijakan Mesin Pad Printing Kondisi Mendatang**

Jenis Biaya	Membeli 1 Mesin & Overtime	Membeli 2 Mesin
Pembelian Mesin	Rp 74.950.958,6	Rp 149.901.917,2
Bulanan Tambahan	Rp 13.560.735,925	Rp 6.965.360,736

### Continuous Improvement

Setelah melakukan peningkatan atas kendala yang ada, setiap unit dalam bagian painting memiliki kapasitas produksi yang dapat memenuhi kebutuhan produksi mendatang.

## 5. ANALISIS DATA

Hasil riset pasar yang dilakukan oleh bagian marketing PT Hartono Istana Teknologi menunjukkan bahwa perusahaan harus meningkatkan kapasitas produksi smartphone karena permintaan akan meningkat pada masa mendatang. Hasil peramalan subjektif tersebut menunjukkan bahwa kapasitas produksi dituntut untuk meningkat 3 kali lipat dari kondisi saat ini. Oleh karena itu, bagian painting juga harus menyesuaikan keadaan tersebut dengan meningkatkan kapasitas produksinya

### Identifikasi Kendala

Bila pada kondisi saat ini mesin idealnya dikondisikan memproses painting produk battery

cover sebanyak 3000 unit / hari, maka pada masa mendatang idealnya setiap mesin dikondisikan mampu mencapai produksi setidaknya 9000 unit / hari. Dengan target produksi sebesar 9000 unit per hari, maka semua unit dalam proses pengecatan battery cover pada bagian painting merupakan bottleneck karena tidak dapat memenuhi permintaan yang ada.

### Eksplotasi Kendala

Dengan memanfaatkan sumber daya yang ada, kuantitas produksi harian mesin 1 dan 3 akan disesuaikan dengan kapasitas produksi maksimal mesin 2 yang merupakan konstrain dalam kasus ini.

### Subordinasi

Mesin PU base coat dan UV top coat dipastikan dapat memenuhi kebutuhan dan keluaran mesin pad printing karena memiliki kapasitas produksi yang lebih besar daripada mesin pad printing. Kendati demikian, ketiga mesin tersebut masih memiliki kapasitas produksi maksimal lebih rendah daripada target produksi harian yang diharapkan

### Mengatasi Kendala

Kapasitas produksi semua mesin harus ditingkatkan karena semuanya tidak mampu memenuhi target produksi di masa mendatang. Pada mesin UV top coat dan PU base coat, solusi yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan desain ulang jig battery cover sehingga pemanfaatan mesin-mesin tersebut optimal. Variabel lain seperti kecepatan konveyor tidak dapat diubah karena akan mempengaruhi durasi proses penyemprotan cat dan penyinaran. Sedangkan pada mesin pad printing, solusi yang feasible adalah dengan menambah jumlah mesin pad printing. Penambahan jam kerja (overtime) tidak feasible karena keterbatasan waktu dan kapasitas produksi yang terlalu rendah bila dibandingkan dengan target produksi. Mempercepat laju konveyor juga tidak dapat dilakukan karena akan mempengaruhi proses pemanasan.

Pada perbaikan jig mesin-mesin coating, terdapat 4 usulan desain yang diajukan. Keempat usulan desain tersebut adalah desain jig vertikal dengan jumlah 4, 5, 6, dan 7 unit tiap jignya. Desain jig perlu memperhatikan kapasitas produksi bila menggunakan jig tersebut, ukuran lubang lintasan konveyor (30 x 30 cm sebagaimana digambarkan dalam Gambar 5.18), dan kenyamanan operator.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, diketahui jig dengan desain vertikal 6 unit memiliki kapasitas produksi terbaik, yakni sebesar 26.788 unit pada mesin PU base coat dan 29.030 unit pada mesin UV top coat tiap harinya. Oleh karena itu, desain jig ini dipilih untuk menggantikan desain jig saat ini.

Sedangkan perbaikan terbaik untuk mesin pad printing adalah kebijakan membeli 2 mesin baru (menambah 4 operator) dengan biaya tambahan bulanan sebesar Rp 6.965.360,736. Angka tersebut lebih rendah daripada biaya tambahan bulanan kebijakan membeli 1 mesin baru (menambah 2

operator) dan overtime, yakni sebesar Rp 13.560.735,925/bulan.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berikut adalah beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh dari kegiatan Kerja Praktek ini.

1. Bagian painting PT HIT Kudus merupakan bagian di bawah Departemen Produksi yang baru mulai beroperasi pada Desember 2016. Bagian painting didirikan untuk memproses pewarnaan part-part seperti battery cover telepon genggam dan part-part kecil lainnya. Kegiatan produksi pada bagian ini didasarkan pada permintaan produksi yang dibuat oleh bagian PPIC. Input bagian painting berupa komponen-komponen cetakan biji plastic berasal dari bagian plastic injection dan supplier. Mesin yang dimiliki oleh bagian ini antara lain UV base coat metalizing, PU base coat, UV top coat, vacuum metalizing, dan pad printer. Setiap jenis part dapat memiliki alur proses yang berbeda-beda. Setelah mengalami proses pewarnaan, output dari bagian ini akan dikirim ke bagian final production untuk dirakit.
2. Untuk mengatasi permasalahan seringnya backorder pada bagian painting PT Hartono Istana Teknologi Kudus saat ini, berdasarkan kalkulasi yang telah dilakukan, adalah menerapkan kebijakan membeli 1 unit mesin baru dan menambah 2 operator yang memiliki biaya total bulanan sebesar Rp3.482.386,912/bulan. Nilai tersebut lebih rendah daripada overtime pada unit pad printing selama 1 jam dengan total biaya bulanan sebesar Rp 8.870.201,407/bulan.
3. Peningkatan kapasitas produksi guna menjawab permintaan pasar yang tinggi di masa mendatang dilakukan pada semua mesin karena semua mesin memiliki kapasitas produksi yang lebih rendah daripada permintaan. Pada mesin-mesin coating, perbaikan dapat dilakukan pada aspek bentuk jig (redesain). Sedangkan pada mesin pad printing dapat dilakukan penambahan unit mesin dan operator. Pada perbaikan jig mesin-mesin coating, terdapat 4 usulan desain. Keempat usulan desain tersebut adalah desain jig vertikal dengan jumlah 4, 5, 6, dan 7 unit tiap jignya. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, diketahui jig dengan desain vertikal 6 unit memiliki kapasitas produksi terbaik, yakni sebesar 26.788 unit pada mesin PU base coat dan 29.030 unit pada mesin UV top coat tiap harinya. Oleh karena itu, desain jig ini dipilih untuk menggantikan desain jig saat ini. Sedangkan perbaikan terbaik untuk mesin pad printing adalah kebijakan membeli 2 mesin baru (menambah 4 operator) dengan biaya

tambahan bulanan sebesar Rp 6.965.360,736. Angka tersebut lebih rendah daripada biaya tambahan bulanan kebijakan membeli 1 mesin baru (menambah 2 operator) dan overtime, yakni sebesar Rp 13.560.735,925/bulan

### 6.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang ditujukan untuk bagian painting PT Hartono Istana Teknologi, Krapyak Kudus.

1. Setelah menindaklanjuti permasalahan kapasitas produksi tiap mesin, bagian painting juga perlu membenahi aspek penjadwalan produksi, baik harian ataupun bulanan, karena penjadwalan yang tidak efektif dan efisien juga mempengaruhi kuantitas output suatu sistem.
2. Selain melakukan perbaikan dari aspek Supply Chain Management (SCM), bagian painting juga perlu melakukan evaluasi dan perbaikan terkait dengan setting mesin dan perawatan untuk menekan angka defect yang begitu tinggi, terutama pada mesin UV top coat.
3. Bagian painting perlu menentukan jumlah operator optimal karena berdasarkan pengamatan langsung di lapangan, banyak terdapat operator dengan kinerja yang tidak optimal. Bila angka operator dapat ditekan, pengeluaran perusahaan dapat diminimalisir atau operator-operator yang bersangkutan dapat dipindahtugaskan ke bagian yang lebih membutuhkan.
4. Bila usulan perbaikan pada laporan ini diterapkan, maka perusahaan perlu melakukan riset lanjutan terkait dengan layout lantai produksi yang paling baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- <http://www.leanproduction.com/theory-of-constraints.html>
- <http://www.tocinstitute.org/theory-of-constraints.html>
- <http://www.lean-manufacturing-japan.com/scm-terminology/dbr-drum-buffer-rope-theory.html>
- Bedworth, David D., and Bailey, James E., 1987, *Integrated Production, Control Systems : Management, Analysis and Design*, 2nd Edition, John Wiley & Sons.
- Browne, J., Harhen, J., & Shivnan, J., 1988, *Production Management Systems*, Addison Wesley, London.
- Fogarty, 1991, DW Blackstoner. Hoffman. 1991. *Production & Inventory Management* 2edition. New York
- Goldratt, EM. Cox, J., 1992, *The Goal, A Process of Ongoing Improvement*, Rev. 2 nd Ed, Nort River Press, Croton-Hudson, NY.
- Kaplan, Robert S. & Atkinson, Anthony A., 1998, *Advanced Management Accounting*, Prentice Hall