



**PERANCANGAN JIG BERDASARKAN STUDI GERAK DAN WAKTU
DALAM Mendukung PENYELESAIAN FAILURE ANALYSIS CUSTOMER
RETURN DI PT.EXCELITAS TECHNOLOGIES BATAM**

**JIG DESIGNING BASED ON MOTION AND TIMING STUDY TO SUPPORT
FAILURE ANALYSIS CUSTOMER RETURN DISCOVERY AT PT. EXCELITAS
TECHNOLOGIES BATAM**

Achmad Yunus¹, Refdilzon Yasra², Hery Irwan³

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Riau Kepulauan,

Batam, Indonesia

Hery04@gmail.com

ABSTRAK

Proses FA atau *Failure Analysis* adalah salah satu proses dimana memiliki tujuan untuk mengetahui akar penyebab masalah terjadinya produk menjadi *reject*. FA juga merupakan bentuk salah satu faktor *customer satisfaction* sehingga dalam penyelesaiannya sedapat mungkin bisa tepat waktu. Hal inilah yang saat ini menjadi fokus penelitian karena dari hasil observasi selama beberapa bulan, FA yang berhasil diselesaikan dengan tepat waktu hanya sekitar 70%. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari penyebab mengapa proses FA memakan waktu cukup lama dan bagaimana penyelesaian masalah tersebut. Tahap pertama melalui observasi secara langsung pada proses tersebut guna menganalisa dan mengidentifikasi apa yang menjadi faktor yang berkontribusi dalam memperlambat proses FA. Tahap kedua yaitu mencari solusi untuk mengurangi lamanya waktu proses FA yaitu salah satu cara dengan merancang sebuah alat bantu sesuai dengan ide dan feature yang diperlukan untuk membantu proses tersebut. Tahap ketiga yaitu pengambilan data melalui observasi secara langsung. Tahap keempat yaitu menentukan spesifikasi alat bantu. Tahap kelima yaitu perhitungan perbandingan data sebelum dan setelah adanya alat bantu. Tahap terakhir adalah pembahasan mengenai hasil dari percobaan yang telah dilakukan untuk ditarik kesimpulan. Hasil dari penelitian ini adalah desain alat bantu yang dapat mempercepat waktu proses penyambungan kaki pin sensor serta meningkatkan produktifitas kerja.

Kata kunci : Alat bantu, produktifitas, Failure Analysis, desain dan perancangan, waktu siklus

ABSTRACT

Failure Analysis or FA process is a process which has the aim to determine the root cause of the problem product into a reject. FA is one of factor customer satisfaction to solve problem on time. This is currently focus of research because based on observations over several months, the FA are successfully completed on time only about 70%. The purpose of this study is to find the cause of why the FA process takes a long time and how the settlement of the problem. The first phase through direct observations on the process to analyze and identify what factors are contributing to the slow process of FA. The second stage is to look for solutions to reduce the length of time the FA process that is one way to design a tool in accordance with the ideas and features needed to help with the process. The third stage is collecting data through direct observation. The fourth stage is to determine the specifications of tools. The fifth stage is the calculation of data comparison before and after made tools. The last stage is a discussion due to experiments has been conducted to conclude. The results of this study are the design tools can accelerate time splicing process sensor pin legs and improve labor productivity.

Keywords: Tools, productivity, Failure Analysis, design , cycle time

PENDAHULUAN

PT. Excelitas Technologies Batam adalah salah satu cabang dari *Excelitas Technologies Corp.* PT. Excelitas Technologies adalah perusahaan *manufacture* yang bergerak dibidang kesehatan dan keselamatan dimana produk – produk yang dihasilkan mendukung kampanye *go green*.

PT. Excelitas Technologies Batam memiliki beberapa produk yang terbagi dalam dua *department* yaitu *Lighting department* dan *IRD (Infra Red Detector) department*. Produk yang dihasilkan kedua *department* tersebut yaitu untuk *Lighting department* memproduksi *flashtube*, *flashlamp* serta *trigger coil* sementara untuk *IRD department* memproduksi *detector* dimana *detector* disini terbagi menjadi dua tipe yaitu *IRD detector* dan *TPS (Thermopile Sensor)*.

Perbedaan dari kedua tipe tersebut yaitu untuk *IRD detector* berupa sensor yang belum di-*assembly* ke *module* tetapi untuk tipe *TPS*, adalah sensor yang di-*assembly* ke *module*. Kedua tipe sensor tersebut, masing-masing memiliki tingkat *order* yang cukup tinggi. Tingginya tingkat produksi sensor tersebut, tidak menutup kemungkinan akan berdampak pada masalah *quality* dimana semakin banyak sensor yang diproduksi maka pengontrolan *quality* produk akan menemui kesulitan.

Begitu juga dengan produk *finish good* yang sudah di-*shipment* ke *customer* juga tidak menutup kemungkinan akan adanya *failure* baik itu secara visual ataupun fungsional. Hal inilah yang menjadi penyebab adanya *customer feedback* dimana produk yang ditemukan *failure* di *customer* akan dikembalikan ke perusahaan untuk dilakukan *FA (failure analysis)* guna mencari tahu apakah benar produk tersebut memang *reject* atau tidak. Material yang dikembalikan ini disebut sebagai *customer return*.

Berkaitan dengan hal tersebut, maka perusahaan memiliki prosedur tentang jangka waktu pengiriman *FA report* ke *customer* yang mana hal ini didasarkan kepada *customer satisfaction*. Berdasarkan prosedur yang ada di perusahaan, disebutkan bahwa jangka waktu pengiriman

FA report yaitu 7 hari kerja dari waktu produk diterima sampai *FA report* selesai. Hal inilah yang menjadi salah satu fokus utama saat melakukan proses verifikasi *customer return*.

Hasil pengamatan dari bulan Oktober 2013 hingga bulan Maret 2014, terdapat beberapa *customer return* dan dari keseluruhan *customer return* tersebut, penyelesaian *FA* yang tepat waktu hanya mencapai sekitar 70%.

DASAR TEORI

Studi gerak dan waktu merupakan suatu ilmu yang terdiri dari teknik-teknik dan prinsip-prinsip untuk mendapatkan rancangan yang terbaik dari sistem kerja. Teknik dan prinsip kerja ini digunakan untuk mengatur komponen-komponen sistem kerja yang terdiri dari manusia dengan kemampuannya, bahan, peralatan kerja, perlengkapan serta lingkungan kerja.

Dengan menggunakan teknik dan prinsip kerja tersebut maka komponen-komponen dalam sistem kerja tersebut dapat diatur sehingga berada dalam suatu komposisi yang memungkinkan tercapainya suatu tujuan.

Untuk mengukur kebaikan suatu sistem kerja diperlukan prinsip-prinsip pengukuran kerja yang meliputi teknik-teknik waktu pengukuran psikologis dan fisiologis. Sebagai bagian dari waktu kerja tersebut, Hardiningtyas (2012) mengemukakan bahwa pengukuran waktu bertujuan untuk mendapatkan waktu baku penyelesaian pekerjaan yang dijadikan waktu standar, yaitu waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaannya yang dijalankan dengan sistem kerja yang baik.

Meskipun pengukuran waktu pada awalnya lebih banyak diterapkan dalam kaitannya dengan upah perangsang, namun pada saat ini pengukuran waktu dan teknik pengukuran kerja lainnya memiliki manfaat di berbagai bidang, contohnya yaitu,

- a. Menentukan standar waktu yang digunakan sebagai dasar pemberian upah perangsang bagi tenaga kerja.



- b. Menentukan jumlah mesin yang dioperasikan oleh operator dan manfaat mesin.
- c. Menentukan jadwal dan perencanaan kerja.
- d. Menentukan biaya produk sebelum dilakukan produksi.

Teknik pengukuran waktu terbagi menjadi 2 pengukuran yaitu,

a. Pengukuran langsung

Pengukuran langsung yaitu pengukuran yang dilakukan secara langsung di tempat kerja saat itu juga. Metode pengukuran langsung ada 2 cara yaitu pengukuran menggunakan *stopwatch* dan pengukuran menggunakan *sample* pekerjaan.

b. Pengukuran tidak langsung

Dengan cara melihat tabel-tabel yang sudah ada yang biasanya terdiri dari data waktu baku dan data waktu gerak. Waktu baku yaitu waktu normal dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dalam sistem kerja terbaik.

Berdasarkan tujuan dari pengukuran waktu yaitu untuk mengetahui waktu baku penyelesaian pekerjaan secara normal dengan kondisi kerja baik maka perlu adanya penyesuaian sehingga dapat menentukan waktu normal

Penyesuaian adalah analisis perbandingan antara waktu dengan *performance* operator dalam hal ini adalah kecepatan pengamatan dan pengukuran bekerja secara normal. Bekerja normal yaitu bekerja pada keadaan operator sudah berpengalaman tanpa adanya penambahan usaha berlebih sepanjang waktu kerja serta menunjukkan kesungguhan dalam melakukan pekerjaan.

Penyesuaian digunakan untuk mengukur kerja normal oleh operator. Penyesuaian dilakukan dengan cara mengalikan waktu siklus rata-rata dengan harga p yang disebut sebagai faktor penyesuaian.

Terdapat 4 faktor penyesuaian yang mempengaruhi kerja normal seorang operator yaitu :

- a. Usaha
- b. Keterampilan
- c. Kondisi Kerja
- d. Konsistensi

Tiga kondisi faktor penyesuaian yaitu operator dalam kondisi bekerja secara normal ($p=1$), operator diatas normal atau operator bekerja terlalu cepat ($p>1$) dan operator bekerja dibawah normal atau operator bekerja terlalu lambat ($p<1$).

Kelonggaran atau *allowance*, diberikan untuk 3 hal yaitu kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa lelah dan berbagai hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiga hal tersebut secara nyata dibutuhkan oleh operator dan dalam masa pengukuran tidak diukur, dicatat ataupun diamati yaitu kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa lelah dan hambatan yang tidak dapat dihindarkan.

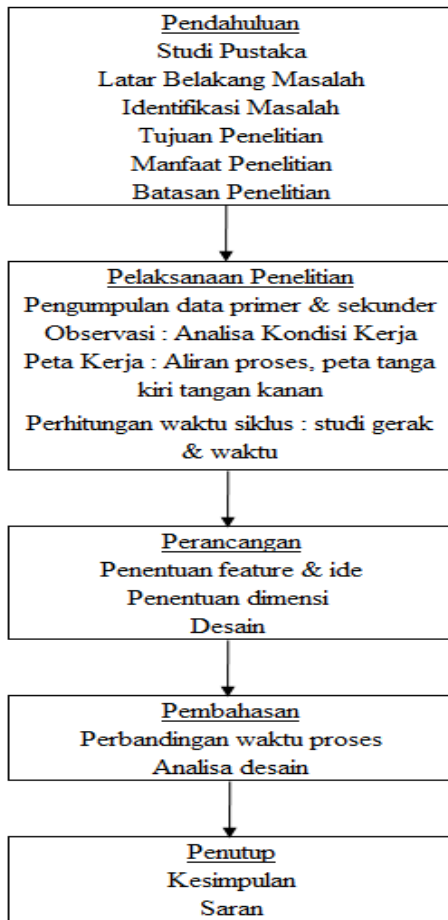
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. Excelitas Technologies Batam. Adapun penelitian ini dilakukan untuk membuat rancangan atau desain alat bantu khususnya pada proses penyambungan kaki pin sensor guna menghilangkan salah satu masalah yang menyebabkan terjadinya *bottle neck* dalam penyelesaian *failure analysis* dan *reporting* ke *customer*.

Proses penyambungan pin sensor harus dilakukan karena bentuk *customer return* tersebut adalah sensor yang telah dipotong pin-nya. Proses testing yang ada pada perusahaan, menggunakan *socket* sebagai koneksi sensor ke tester. Dengan adanya socket tersebut, maka sensor *return* harus disambung kaki pin-nya agar bisa terkoneksi dengan tester.

Model penelitian yang digunakan adalah menggunakan model penelitian observasi dan eksperimen dimana bentuk penelitian yang dilakukan melalui percobaan untuk mengetahui hubungan sebab akibat antar variabel. Berikut adalah nbaran *time progress* pada proses ifikasi pada saat pengamatan dimana terjadi keterlambatan pengiriman FA report.

Berikut adalah bagan aliran tahapan penelitian yang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer yang termasuk disini yaitu :

- a. Waktu proses penyambungan kaki pin sensor
- b. Dimensi panjang pin sensor
- c. Jumlah material *return*

2. Data Sekunder

Data yang diperoleh secara tidak langsung dimana data tersebut bersumber dari data atau arsip PT. Excelitas Technologies Batam. PCB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses penyambungan kaki pin sensor yang menjadi objek penelitian disini adalah proses penyambungan kaki pin sensor *return* dengan menggunakan kaki pin sensor *dummy* atau sensor *reject* di internal perusahaan

Urutan pergerakan tangan kanan dan tangan kiri ini dalam satu siklus proses penyambungan kaki pin sensor, dapat dilihat pada peta tangan kanan dan tangan kiri berikut ini.

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN

Pekerjaan : Penyambungan kaki pin sensor Produk : Sensor Return Departemen : QA Dipetakan oleh : Achmad Yunus Tanggal : 5 Mei 2014						
Tangan Kiri	Waktu (detik)	Lambang		Waktu (detik)	Tangan Kanan	Gambar
Mengambil dan meletakkan sensor return ke jig	5	RE	D	5	Menganggur	
Mengambil dan mengarahkan timah ke pin sensor	35	P	U	35	Mengambil solder dan emberi timah ke kaki pin sensor return	
Mengambil dan memegang sensor dummy	370	H	U	370	Menyolder kaki pin sensor return dengan kaki pin sensor dummy	
Menganggur (visual cek)	15	D	D	15	Menganggur (visual cek)	
Menganggur	20	D	H	20	Mengambil dan memotong kaki pin sensor dummy menggunakan cutting	
Meletakkan sensor yang telah disambung ke jig sementara	5	RL	D	5	Menganggur	
Total	450			450		
Waktu siklus			: 450			
Jumlah produk tiap siklus			1 pc			

Gambar 2. Peta Tangan Kiri Tangan Kanan

Data waktu proses diambil melalui pengambilan *sample* dimana seperti yang sudah dipaparkan dengan peta tangan kanan dan tangan kiri, waktu siklus yang dibutuhkan dalam menyelesaikan 1 *pc* sensor adalah sekitar 7.5 menit. Guna lebih memperoleh data yang lebih valid, berikut adalah data waktu proses penyambungan kaki pin sensor yang diambil secara sampling.

Hasil perhitungan secara matematis dimana waktu siklus sesuai dengan peta tangan kiri tangan kanan yaitu rata-rata 7,5 menit/*pc* dan berdasarkan persamaan 2.1, untuk menghitung total waktu maka lebih dahulu harus mengetahui waktu normal. Berikut perhitungannya :

$$W_n = W_s \times p = 7,5 \times 1.1 = 8,25 \text{ menit}$$

$$W_{total} = W_n \times \sum qty = 8,25 \times 500$$

$$= 4125 \text{ menit atau } 68.7 \text{ jam}$$

Dimana :

W_n : Waktu normal

W_s : Waktu siklus

p : faktor penyesuaian 110%

$\sum qty$: Jumlah *qty* sensor

Analisa lebih lanjut dilakukan untuk menemukan solusi yaitu pertama dengan cara *overtime* operator dengan hitungan secara kasar sebagai berikut :

- Jam kerja normal : 8 jam/hari
- *Overtime* : 3 jam/hari
- Total jam kerja : 11 jam/hari

Waktu yang dibutuhkan operator untuk menyelesaikan 500 pcs jika *overtime* dan diketahui bahwa dengan perhitungan waktu total dibagi dengan total jam kerja per hari yaitu

$$\frac{W_{total}}{\Sigma jam\ kerja/hari} = \frac{68.7}{11} = 6,2 \text{ hari}$$

Kesimpulannya yaitu jika operator bekerja dengan *overtime*, maka membutuhkan waktu kurang lebih 6 hari sementara limit untuk FA yaitu 5 hari kerja sehingga langkah ini masih belum efektif.

Dengan mempertimbangkan lamanya waktu siklus dan jumlah sensor *return* yang ada pada proses penyambungan kaki pin sensor, maka diperlukan suatu media yang dapat membantu kinerja

operator. Media yang sederhana dan tidak rumit untuk menghindari kesulitan operator saat melakukan proses penyambungan kaki pin sensor. Media yang akan digunakan yaitu media *jig* atau alat bantu yang dapat menutup dan meminimalisir *rootcause* yang ada. Adapun *feature* rancangan alat bantu pada proses tersebut dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

No.	Kebutuhan	Feature Alat
1	alat bantu yang bisa menggantikan fungsi tangan untuk menahan sensor ketika proses solder	alat bantu yang bisa menahan sensor saat proses solder
2	alat bantu yang bisa meningkatkan produktifitas kerja	Alat bantu yang memiliki kapasitas lebih dari 1 pcs dalam satu kali proses
3	alat bantu dibuat dengan mekanisme yang sederhana tanpa mengurangi tujuan proses	alat bantu dibuat dengan desain yang sederhana serta memudahkan operator dalam melakukan proses

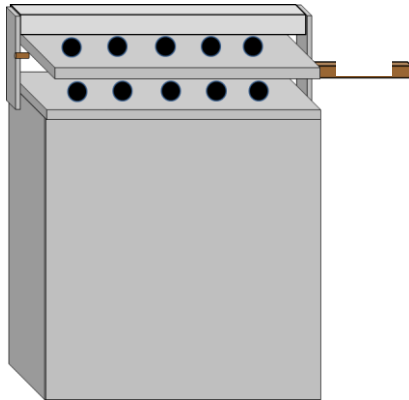
Tabel 1.Feature Rancangan Alat Bantu

Pengembangan ide untuk merancang alat bantu tersebut, direlasikan dengan kebutuhan-kebutuhan yang telah dijabarkan pada tabel 1 *Feature* Rancangan Alat Bantu dan tabel 2 menjabarkan ide yang dikembangkan dalam perancangan alat bantu berdasarkan kebutuhan diatas.

1	Alat yang bisa menggantikan fungsi ragum	- Alat memiliki sisi yang terdiri dari lubang sebesar sensor tempat sensor return dan sensor dummy diletakkan sehingga sensor stabil tidak bergerak
2	Alat yang dapat menyelesaikan lebih dari 1 pc dalam sekali proses	Alat memiliki kapasitas lebih dari 1 lubang tempat sensor
3	Alat di desain sederhana dan penggunaan yang mudah	- Sistem kerja alat bantu yang mudah dalam pengoperasiannya - Operator bisa melakukan soldering tanpa harus memegang sensor dummy

Tabel 2 Ide Rancangan *Jig* Desain

Berikut adalah bentuk desain dari alat bantu sesuai dengan ide rancangan.



Gambar 3. Desain Jig

Penggunaan *jig* yang di desain sesuai dengan kebutuhan tidak merubah aliran proses. Perubahan terjadi pada peta tangan kanan dan tangan kiri dari peta sebelumnya. Berikut adalah peta tangan kanan dan tangan kiri pada proses penyambungan kaki pin sensor setelah menggunakan media *jig* yang di desain sesuai kebutuhan.

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN

Pekerjaan : Penyambungan kaki pin sensor dengan jig desain Produk : Sensor Return Departemen : QA Dipetakan oleh : Achmad Yunus Tanggal : 10 Juni 2014					
Tangan Kiri	Waktu (detik)	Lambang		Waktu (detik)	Tangan Kanan
Mengambil dan meletakkan sensor return ke jig	30	R	H	30	Membuka dan menutup jig
Mengambil dan mengarahkan timah ke pin sensor	5	P	R	5	Mengambil solder
Memegang dan mengarahkan timah	320	P	U	320	Menyolder
Menganggur (visual cek)	30	D	D	30	Menganggur (visual cek)
Memegang dan menahan jig	60	H	U	60	Mengambil dan memotong kaki pin sensor dummy menggunakan cutting
Mengambil sensor return dan meletakkan ke good tray	30	R	H	30	Membuka dan menutup jig
Total	475			475	
Waktu siklus		: 475			
Jumlah produk tiap siklus		5 pcs			

Peta tangan kanan dan tangan kiri diatas menunjukkan bahwa waktu siklus proses sekitar 8 menit dengan *qty* produk yang dihasilkan dalam satu siklus yaitu 5 *pcs*.

Rata-rata waktu siklus yaitu 8,07 menit dan sesuai dengan desain yang ada, kapasitas *jig* yaitu 5 *pcs* sensor dalam satu

kali proses. Waktu total yang dibutuhkan secara perhitungan matematis untuk menyelesaikan 500 *pcs* yaitu :

$$W_n = W_s \times p = 8,07 \times 1,1 = 8,9 \text{ menit}$$

$$W_{tot} = W_s \times (\sum qty / \sum k) = 8,9 \times (500 \text{ pcs} / 5)$$

$$= 890 \text{ menit atau } 14,8 \text{ jam}$$

Dimana :

$$\sum k = \text{Jumlah kapasitas jig}$$

Maka secara teori, waktu yang dibutuhkan operator jika overtime yaitu :

$$\frac{W_{total}}{\sum \text{jam kerja/hari}} = \frac{14.8}{11} = 1,5 \text{ hari}$$

Perbandingan waktu siklus dilakukan untuk lebih memperjelas apakah ada perbedaan pada waktu proses awal sebelum menggunakan alat bantu dengan waktu proses setelah menggunakan alat bantu. Data sample yang digunakan sesuai dengan data sample yang ada di bab sebelumnya yaitu data untuk menyelesaikan sample sebanyak 30 pcs. Berikut perhitungan perbandingannya :

- Sebelum menggunakan alat bantu :

$$W_n = W_s \times p = 7,5 \times 1.1 = 8,25 \text{ menit}$$

$$W_{total} = W_n \times \sum qty = 8,25 \times 30 = 247.5 \text{ menit atau } 4.12 \text{ jam}$$

- Setelah menggunakan alat bantu :

$$W_n = W_s \times p = 8,07 \times 1.1 = 8.9 \text{ menit}$$

$$W_{tot} = W_s \times (\sum qty / \sum k) = 8.9 \times (30 \text{ pcs} / 5) = 53.4 \text{ menit}$$

Terlihat perbedaan waktu proses yang sangat signifikan diantara kedua kondisi.

Perbedaan yang signifikan dapat dilihat dengan adanya perubahan kondisi kerja. Kondisi kerja yang awalnya memiliki Perubahan kondisi kerja yang diharapkan setelah adanya alat bantu ini, dapat digambarkan pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Perbandingan Kondisi Kerja Awal dan setelah perancangan

Kondisi Awal	Kondisi Setelah Perancangan
Tangan harus memegang sensor pada saat melakukan solder agar sensor tidak bergerak	Fungsi tangan untuk memegang sensor telah tergantikan dengan alat bantu
Tangan kiri bekerja lebih banyak dari tangan kanan karena harus memegang sensor dan timah solder	Aktivitas tangan kiri dan tangan kanan seimbang
Kapasitas 1 pc dalam 1 siklus	Kapasitas 5 pcs dalam 1 siklus

Dilihat dari perbandingan diatas, kondisi kerja mengalami perbaikan dimana dengan adanya alat bantu maka tugas ragum sebagai penjepit digantikan dengan alat bantu yang lebih mudah pengoperasiannya.

Proses solder juga jauh lebih aman karena tangan operator sudah tidak lagi memegang sensor dummy sehingga mengurangi resiko terkena panas solder. Selain itu, proses tersebut lebih efektif terkait dengan masalah qty sensor yang disolder. Hal ini karena kapasitas alat bantu yang lebih dari 1 sensor sehingga dalam satu siklus proses dapat menyelesaikan 5 pcs sensor.

Dengan adanya perubahan kondisi kerja tersebut, maka perubahan juga

berdampak pada peta kerja tangan kanan dan tangan kiri. Pada proses sebelumnya, peta kerja tangan kanan dan tangan kiri menunjukkan bahwa kapasitas kerja tangan kiri tidak efektif karena harus memegang dan menahan sensor dummy pada saat proses penyambungan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah diuraikan pada bab sebelumnya maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, sebagai berikut :

1. Penelitian ini telah menghasilkan alat bantu yaitu *jig* desain yang telah

- disesuaikan dengan kebutuhan pada proses penyambungan kaki pin sensor dan memiliki dampak positif untuk meningkatkan produktifitas kerja terkait waktu proses guna untuk mendukung proses FA.
2. Berdasarkan pengujian perbandingan antara waktu proses sebelum adanya *jig* desain dan setelah menggunakan *jig* desain, terjadi peningkatan dimana pada proses awal, waktu yang dibutuhkan untuk menyambung kaki pin sensor dengan sampling sebanyak 30 pcs membutuhkan waktu 210 menit sementara dengan menggunakan *jig* desain, waktu yang dibutuhkan yaitu 48 menit. Semakin besar *qty* yang dipakai maka perbedaan waktu proses akan terlihat menurun secara signifikan.

Saran

Saran yang dapat diberikan untuk langkah pengembangan atau penelitian selanjutnya yaitu,

1. Desain perancangan dapat dikembangkan untuk perbaikan atau mempercepat waktu proses dengan cara memperbanyak kapasitas material yang akan disambung dan dapat dikembangkan lebih baik lagi dengan menambahkan sistem *cutting* atau pemotongan kaki pin sensor langsung pada alat bantu sehingga tidak perlu memotong secara manual satu per satu.
2. Desain dapat dikembangkan pada produk-produk sejenis tetapi berbeda jumlah kaki dan panjang pin-nya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainul. 2009. Pengukuran Waktu. [Internet]. Universitas Gunadarma. Terdapat di <http://ainul.staff.gunadarma.ac.id>. [Diakses : 9 Juni 2014]
- Ainul. 2009. Peta-Peta Kerja. [Internet]. Universitas Gunadarma. Terdapat di <http://ainul.staff.gunadarma.ac.id>. [Diakses : 3 Mei 2014]
- Hardiningtyas, D. 2012. Analisa dan Pengukuran Kerja. [Internet]. Universitas Brawijaya. Terdapat di <http://dewihardiningtyas.lecturer.ub.ac.id>. [Diakses: 20 Mei 2014]
- Purnomo, H. 2004. Pengantar Teknik Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sinungan, M. 2009. Produktifitas Apa dan Bagaimana. Jakarta: PT. Bumi Aksara
- Sugiyono, Dr. 2009. Statistika Untuk Penelitian. Semarang: CV. Alfabeta