

**PERBAIKAN *EQUIPMENT* PROSES PRODUKSI TX442 DENGAN KONSEP  
*DESIGN FOR MANUFACTURE AND ASSEMBLING (DFMA)*  
DI PT. SURYA TOTO INDONESIA Tbk**

**Wanto Sarwoko<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

\*Email: [wantosarwaoko@gmail.com](mailto:wantosarwaoko@gmail.com)

**Abstrak**

PT. Surya Toto Indonesia Tbk, cara melakukan efektivitas di semua lini proses, dari awal sumber material datang sampai dengan produk jadi siap kirim ke pemakai demi memenuhi kepuasan pelanggan. tujuan dari penelitian untuk mengetahui waktu proses produksi finished goods bath and shower mixer (tipe TX442) di ruko H1 line concealed assembling sebelum dilakukan perbaikan di PT. Surya Toto Indonesia, Tbk dan untuk mengetahui analisa perbaikan equipment pada proses produksi finished goods bath and shower mixer (tipe TX442) dengan pendekatan konsep design for manufacture and assembly di PT. Surya Toto Indonesia, Tbk. Waktu proses produksi finished goods bath and shower mixer (tipe TX442) dengan jig periksa fungsi manual melalui proses identifikasi dan pengukuran waktu kerja dengan menggunakan sistem MOST total waktu proses produksi yang didapat adalah 17264 TMU atau 621.50 detik dan. Analisa perbaikan equipment pada proses produksi finished goods bath and shower mixer (tipe TX442) dengan pendekatan konsep design for manufacture & assembly (DFMA) menggunakan metode Boothroyd-Dewhurst, menghasilkan efisiensi pengurangan komponen jig periksa fungsi dari 26 komponen menjadi 10 komponen tanpa mengurangi fungsi dan kualitas jig. Pendekatan konsep DFMA dinilai cukup efektif karena mampu menaikkan nilai efisiensi desain dibandingkan dengan nilai efisiensi sebelumnya yaitu meningkat 3,3%. Kemudian menurunkan waktu perakitan (Assembly Time) sebesar 39,5% yaitu dari 266,04 detik menjadi 160,95 detik dari desain jig sebelumnya. Perubahan desain jig periksa fungsi juga berpengaruh besar terhadap penurunan waktu proses produksi bath and shower mixer tipe TX442 sebesar 15,64% yaitu dari 621,50 detik menjadi 524,30 detik per produk, dimana dari total waktu tersebut ada dua tahapan proses yang mengalami penurunan yaitu proses persiapan sebesar 12,43% yaitu dari 95,54 detik menjadi 83,66 detik dan proses periksa fungsi sebesar 36,86% yaitu dari 231,48 detik menjadi 146,16 detik. Kemudian berdampak pula terhadap pencapaian target produktivitas yang mengalami kenaikan sebesar 18,54% yaitu dari 42 Pcs menjadi 50 Pcs per hari.

**Kata Kunci:** *Design for manufacture and assembly*, efisiensi, efektif, produktivitas

**I. PENDAHULUAN**

Kondisi ekonomi dunia secara global saat ini mengalami krisis PT. Surya Toto Indonesia Tbk, salah satu tantangan melakukan efektivitas di semua lini proses, dari awal sumber material datang sampai dengan produk jadi siap kirim ke pemakai demi memenuhi kepuasan pelanggan. PT. Surya Toto Indonesia Tbk, merupakan salah satu produsen produk plumbing fitting yang menguasai pasar di Indonesia sebagai Market Leader.

Salah satunya adalah dengan fokus pada setiap proses yang ada pada setiap lini produksinya, sehingga dapat mengirim produk

sesuai dengan kualitas dan kuantitas yang diinginkan oleh pelanggan. Usaha perbaikan yang dilakukan perusahaan terhadap mesin dan peralatannya seringkali tidak memberikan hasil optimal, melainkan hanya menyebabkan terjadinya pemborosan karena perbaikan yang telah dilakukan tidak menyelesaikan permasalahan yang sesungguhnya. Hal ini terjadi karena tidak diketahuinya faktor penyebab dari masalah tersebut. Dengan demikian, maka diperlukan suatu metode yang mampu mengungkapkan suatu masalah dengan jelas sehingga dapat dilakukan perbaikan dengan tepat dan meningkatkan kinerja peralatan atau mesin dengan optimal, maka

perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa waktu proses produksi finished goods bath and shower mixer (tipe TX442) dengan jig periksa fungsi manual di PT. Surya Toto Indonesia, Tbk?
2. Bagaimana analisa perbaikan equipment pada proses produksi *finished goods bath and shower mixer* (tipe TX442) dengan pendekatan konsep design for manufacture & assembly di PT. Surya Toto Indonesia, Tbk.

## II. METODE

Penelitian dan kajian dilakukan di PT. Surya Toto Indonesia, Tbk yang beralamat di Jl MH Thamrin Km7, Serpong, Tangerang pada departemen assembling.

Metode Analisis Data yang digunakan yaitu:

1. **Metode MOST** (Maynard Operation Sequence Technique) merupakan teknik pengukuran suatu pekerjaan sebagai dasar pengendalian management yang efisien dan dapat digunakan untuk merealisasikan peningkatan produktivitas dan cost down.
2. **Metode DFM** (Design for Manufacture) dapat dikatakan sebagai batasan yang berkaitan dengan fase awal perancangan jig periksa fungsi untuk produksi tipe TX442. Pada fase ini dapat memilih material, teknologi yang berbeda serta estimasi biaya yang mungkin terjadi.
3. **Metode DFA** (Design for Assembly) DFA (Design for Assembly) adalah sebuah desain yang menggunakan beberapa metode seperti analisa, estimasi, perencanaan, dan simulasi untuk menghitung semua kemungkinan yang terjadi selama proses perakitan jig periksa fungsi untuk produksi tipe TX442 kemudian menyesuaikan bentuk komponen agar mudah dan cepat dirakit sehingga meminimalkan waktu perakitan yang pada akhirnya dapat mengurangi biaya produk.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Produk Bath and Shower Mixer Tipe TX442

Bath and Shower Mixer tipe TX442 merupakan produk untuk perlengkapan kamar mandi dengan desain yang menarik dan dilengkapi dengan beberapa fitur pilihan

seperti water saving (menghemat air), ceramic disc cartridge serta filosofi desain (relaksasi total, kegunaan maksimal dan inovasi teknologi). Secara garis besar pengendalian proses assembling bath and shower mixer tipe TX442 dibagi menjadi empat tahapan yaitu:

1. **Proses Persiapan**  
Proses persiapan merupakan proses dimana sebelum melakukan produksi operator harus mempersiapkan dokumen terkait dan parts.
2. **Proses Setting**  
Proses setting merupakan proses berlangsungnya aktivitas perakitan sesuai dengan persyaratan yang sudah ditetapkan.
3. **Proses Periksa Fungsi**  
Proses periksa fungsi merupakan aktivitas check fungsi produk sesuai dengan persyaratan yang sudah ditetapkan.
4. **Proses Pengemasan**  
Proses pengemasan merupakan proses kemas produk sesuai dengan persyaratan yang sudah ditetapkan

### 3.2. Produktivitas Bath and Shower Mixer Tipe TX442

Berdasarkan data diatas produktivitas rata-rata tipe TX442 adalah 276 Pcs setiap bulan dengan waktu kerja normal yang sudah ditetapkan perusahaan yaitu 435 menit dimana rata-rata rencana produksinya 6 hari, jadi target dalam satu hari adalah 48 Pcs, pembulatan sesuai isi dalam *master box*, dengan *cycle time* 543.75 detik. Dengan kapasitas produksi operator dalam satu hari belum mampu untuk mencapai target sesuai rencana PPIC.

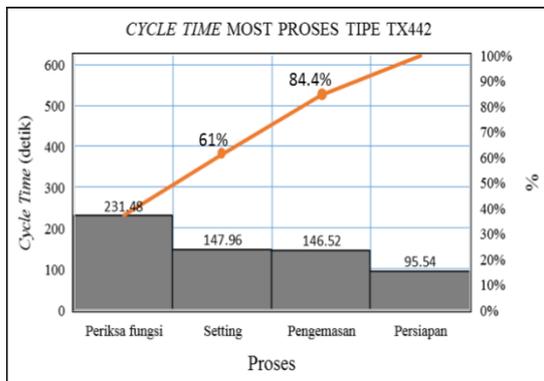
### 3.3 Pengukuran Proses Kerja Bath and Shower Mixer Tipe TX442 dengan Metode MOST

Metode MOST (*Maynard Operation Sequence Technique*) merupakan teknik pengukuran suatu pekerjaan sebagai dasar pengendalian management yang efisien dan dapat digunakan untuk merealisasikan peningkatan produktivitas dan *cost down*. Sebelum peneliti melakukan pengukuran proses kerja dengan system MOST terhadap masalah proses produksi bath and shower mixer tipe TX442, peneliti melakukan pengamatan langsung terhadap aktual proses untuk mengetahui urutan proses produksi. Dari hasil pengamatan langsung dapat disimpulkan bahwa urutan proses produksi tipe TX442 terdiri dari empat proses yaitu:

1. Proses Persiapan
2. Proses *Setting*
3. Proses Periksa Fungsi
4. Proses Pengemasan

Dari data urutan proses tersebut kemudian peneliti melakukan penghitungan waktu dari masing-masing proses dengan sistem MOST dengan tujuan mengidentifikasi waktu proses yang paling lama dari total waktu proses, agar produktivitas tipe TX442 bisa tercapai sehingga *profit* perusahaan akan terpenuhi. Berdasarkan hasil hitung dengan menggunakan sistem MOST total waktu proses produksi tipe TX442 adalah 17264 TMU atau 621.50 detik.

Dari total waktu MOST yang didapat kemudian peneliti mengelompokan berdasarkan tahapan proses produksi tipe TX442 dan diagram pareto untuk menentukan bagian proses mana yang perlu perbaikan berdasarkan waktu proses yang paling tinggi seperti terlihat pada **Gambar 1** diagram pareto dibawah ini.



**Gambar 1.** Diagram Pareto *Cycle Time* MOST Tipe TX442

**Sumber:** PT. Surya Toto Indonesia, Tbk

Berdasarkan tabel tahapan proses dan diagram pareto diatas peneliti mengambil kesimpulan bahwa proses periksa fungsi sebagai bahan penelitian karena membutuhkan waktu yang paling lama.

### 3.4 *Desain For Manufacture and Assembly (DFMA)*

*Desain For Manufacture and Assembly (DFMA)* adalah sebuah pendekatan yang digunakan untuk menentukan rancangan produk dan metode perakitan *jig* periksa fungsi untuk membantu proses produksi tipe TX442 dengan waktu yang lebih efektif.

Tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari Komponen *Jig* Periksa Fungsi Lama

Data di bawah ini menunjukkan jumlah komponen dari *jig* periksa fungsi desain lama yang dijadikan sebagai bahan penelitian. Data tersebut ditunjukkan dalam Tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Komponen Penyusun *Jig* Periksa Fungsi Desain Lama

No	Nama Komponen	Jumlah Komponen
<i>Inspection Test Jig</i>		
1	<i>Chuck</i>	1 Pcs
2	<i>Piston</i>	1 Pcs
3	<i>U-Packing</i>	1 Pcs
4	<i>Filter</i>	1 Pcs
5	<i>Guide Piston</i>	1 Pcs
6	<i>Cover</i>	1 Pcs
7	<i>Packing</i>	2 Pcs
8	<i>Plug</i>	1 Pcs
9	<i>Elbow 1/2"</i>	4 Pcs
10	<i>Pipe 1/2"</i>	1 Pcs
11	<i>Tee 1/2"</i>	1 Pcs
12	<i>Double Nepple 1/2"</i>	4 Pcs
13	<i>Reducer 1/2" x 3/4"</i>	1 Pcs
14	<i>Coupler</i>	1 Pcs
<i>Engkolan</i>		
15	<i>Coupler plug</i>	1 Pcs
16	<i>Elbow 1/2"</i>	2 Pcs
17	<i>Pipe 1/2"</i>	1 Pcs
18	<i>Guide Engkolan Set</i>	1 Unit
Total		26

**Sumber:** PT. Surya Toto Indonesia, Tbk

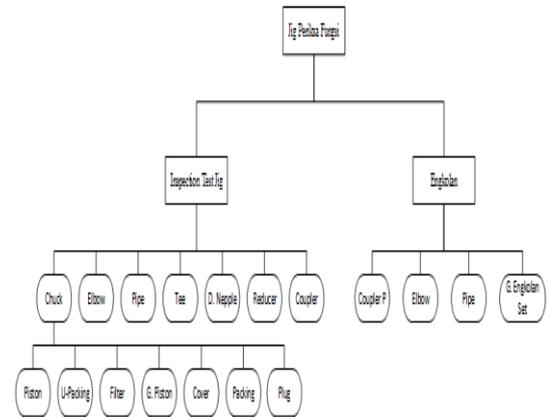
2. Fungsi Komponen *Jig* Periksa Fungsi Lama

**Tabel 2.** Fungsi Komponen Jig Periksa Fungsi Desain Lama

No	Nama Komponen	Fungsi
1	<i>Chuck</i>	Penjepit produk saat proses
2	<i>Piston</i>	Pendorong <i>chuck</i>
3	<i>U-Packing</i>	Penahan kebocoran
4	<i>Filter</i>	Penyaring
5	<i>Guide Piston</i>	Tempat <i>piston</i>
6	<i>Cover</i>	Pengunci <i>chuck</i>
7	<i>Packing</i>	Penahan kebocoran
8	<i>Plug</i>	Penahan produk
9	<i>Elbow 1/2"</i>	Sambungan dan suplai tekanan
10	<i>Pipe 1/2"</i>	Sambungan dan suplai tekanan
11	<i>Tee 1/2"</i>	Sambungan dan suplai tekanan
12	<i>Double Nepple 1/2"</i>	Pengunci sambungan
13	<i>Reducer 1/2" x 3/4"</i>	Sambungan dan suplai tekanan
14	<i>Coupler</i>	Pengunci sambungan
15	<i>Coupler plug</i>	Pengunci <i>coupler</i>
16	<i>Elbow 1/2"</i>	Sambungan dan suplai tekanan
17	<i>Pipe 1/2"</i>	Sambungan dan suplai tekanan
18	<i>Guide Engkolan Set</i>	Penggerak naik turun <i>jig</i> periksa fungsi

Sumber: PT. Surya Toto Indonesia, Tbk

3. Diagram Pohon Produk *Jig* Periksa Fungsi Desain Lama



**Gambar 2.** Diagram Pohon Produk *Jig* Periksa Fungsi Desain Lama.

Sumber: PT. Surya Toto Indonesia, Tbk

4. Desain Efisiensi Produk

Langkah selanjutnya adalah mempelajari desain untuk perakitan (DFA) dari produk lama yang berisikan nilai waktu proses perakitan dalam detik (second), sampai biaya operasi produk (dalam rupiah).

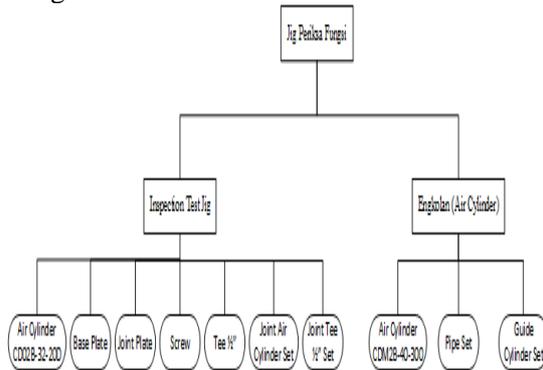
5. Perbaikan Desain dan Metode

Metode *Boothroyd Dewhurst* untuk menghilangkan atau mengganti bagian dan proses yang bertujuan untuk mengurangi waktu proses produksi dan biaya proses produksi. Proses eliminasi ini menggunakan tiga pertanyaan mengenai *Relative Motion, Different Material, and Require Service*. Bagian yang dihilangkan adalah bagian yang tidak memiliki pengaruh yang kuat terhadap bagian lain, tidak diproduksi dengan bahan yang berbeda dan tidak membutuhkan perawatan khusus.

Dari serangkaian perubahan tersebut tim pengembang mampu mengeliminasi dan melakukan perubahan-perubahan terhadap bagian-bagian komponen penyusun produk *jig* periksa fungsi desain lama sehingga menghasilkan produk *jig* periksa fungsi dengan desain baru dengan jumlah komponen penyusun yang lebih sedikit dibandingkan dengan desain lama.

Berdasarkan data DFA *worksheet* desain efisiensi produk baru diatas menghasilkan produk desain baru dengan jumlah komponen penyusun yang lebih sedikit dibandingkan dengan komponen penyusun *jig* periksa fungsi dengan desain lama tanpa mengurangi fungsi dan sistem kerja *jig* periksa fungsi tersebut.

Hasil dari perubahan desain produk tersebut ditunjukkan dengan diagram pohon produk *jig* periksa fungsi desain baru yang ditunjukkan seperti pada Gambar 3 sebagai berikut:



**Gambar 3.** Diagram Pohon Produk *Jig* Periksa Fungsi Desain Baru

**Sumber:** PT. Surya Toto Indonesia, Tbk

Gambar diagram pohon produk desain baru di atas menunjukkan perubahan jumlah item komponen penyusun yang semakin sedikit dibandingkan dengan diagram pohon produk desain lama. Hal tersebut berpengaruh terhadap total waktu proses produksi dan total biaya produksi sehingga mampu meningkatkan nilai efisiensi.

### 3.5 Pembuatan *Prototipe*

*Prototipe* merupakan pendekatan terhadap suatu produk berdasarkan berbagai dimensi. *Prototipe* berisikan wujud dari produk *jig* periksa fungsi desain baru yang akan membantu tim pengembangan dalam menunjukkan kelayakan model.

#### 1. *Bill of Material*

*Bill of material* untuk produk *jig* periksa fungsi desain yang baru dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

**Tabel 3.** *Bill of material* dan harga

No	Nama Komponen	Jumlah	Type/ukuran	Harga
1	Air Cylinder CD02B-32-20D	2 Pcs	CD02B-32-20D	Rp. 578,000
2	Base Plate	1 Pcs	S1660254-2	Rp. 216,000
3	Joint Plate	4 Pcs	S1660254-6	Rp. 11,000
4	Screw	6 Pcs	S17500007	Rp. 1,800
5	Tee 1/2"	1 Pcs	1/2"	Rp. 9,500
6	Joint Air Cylinder Set	2 Pcs	S1660254-4	Rp. 25,500
7	Joint Tee 1/2" Set	2 Pcs	1/2"	Rp. 34,000
8	Air Cylinder CDM2B-40-300	1 Pcs	CDM2B-40-300	Rp. 589,000
9	Pipe Set	2 Pcs	S1670046-3	Rp. 86,400
10	Guide Cylinder Set	2 Pcs	S1670046-1/2	Rp. 47,000
Total Harga			Rp. 1,598,200	

**Sumber:** PT. Surya Toto Indonesia, Tbk

Komponen terbagi menjadi dua bagian, yaitu komponen standar yaitu komponen yang diproduksi sendiri (*custom*) dan komponen pesanan yaitu komponen yang dibeli dari *vendor* (*outsourcing*). Masing-masing komponen tersebut seperti pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Komponen *Custom* dan *Outsourcing*

Komponen	Komponen Standar	Komponen Pesanan
Air Cylinder CD02B-32-20D		√
Base Plate	√	
Joint Plate	√	
Screw Tee ½"		√
Joint Air Cylinder Set		√
Joint Tee ½" Set		√
Air Cylinder CDM2B-40-300		√
Pipe Set		√
Guide Cylinder Set		√
Jumlah	2	8

Sumber: PT. Surya Toto Indonesia, Tbk

#### A. Pengujian *Prototipe*

Sebuah produk memiliki kualitas yang baik, tentunya dari hasil pengujian yang dilakukan secara baik pula. Sebelum produk digunakan secara masal harus melalui tahap pengujian untuk memastikan kualitasnya.

##### 1. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian *prototipe* dilakukan di seksi *assembling* tepatnya *table concealed* H1 pada proses produksi tipe T442.

##### 2. Persiapan Alat dan Produk

Alat yang harus dipersiapkan untuk proses pengujian adalah sebagai berikut:

- Mesin *Minijunkaki*
- Pressure Gauge*
- Air Torque*
- Air Driver*
- Base Jig*
- Roll Tape*
- Part-part* untuk produk tipe TX442

##### 3. Pengamatan

Pengamatan dari pengujian adalah sebagai berikut:

- Proses persiapan produksi tipe TX442
- Proses *setting* tipe TX442
- Proses periksa fungsi tipe TX442
- Proses pengemasan tipe TX442

##### 4. Hasil Pengujian *Prototipe*

Pengujian *prototipe* berdasarkan pengaplikasian hasil pengukuran menggunakan metode MOST untuk menentukan seberapa efektif perbaikan *jig* tersebut terhadap produktivitas tipe TX442.

Berdasarkan hasil hitung dengan menggunakan sistem MOST total waktu proses produksi tipe TX442 adalah 524.30 detik jadi ada penurunan waktu sekitar 15.64% dari waktu sebelumnya yaitu 621.50 detik.

Berdasarkan tabel perbandingan waktu MOST, waktu yang mengalami penurunan yaitu pada tahapan proses persiapan dari 95.54 detik menjadi 83.66 detik dengan persentase penurunan 12.34% dan tahapan proses periksa fungsi dari 231.48 detik menjadi 146.16 detik dengan persentase penurunan 36.86%.

Berdasarkan penurunan *cycle time* tersebut diatas ada peningkatan produktivitas tipe TX442 dari 42 Pcs menjadi 50 Pcs dengan persentase kenaikan 18.54%. Dari hasil pengujian *prototipe* dan data tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa perubahan *jig* periksa fungsi desain lama ke desain baru efektif dan efisien. Hal ini sesuai dengan harapan dari seksi *assembling* terkait dengan pencapaian target produktivitas *bath and shower mixer* tipe TX442.

## IV. PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan di PT. Surya Toto Indonesia Tbk, kesimpulan yang dapat diambil adalah:

- Waktu proses produksi *finished goods bath and shower mixer* (tipe TX442) dengan *jig* periksa fungsi manual melalui proses identifikasi dan pengukuran waktu kerja dengan menggunakan sistem MOST total waktu proses produksi yang didapat adalah 17264 TMU atau 621.50 detik. Dari total waktu tersebut teridentifikasi bahwa waktu proses yang paling lama adalah proses periksa fungsi yaitu 231.48 detik, yang disebabkan oleh desain *jig* yang sistem pengoperasiannya masih secara manual. Kemudian dilakukan pengembangan dan perubahan desain *jig* periksa fungsi menggunakan pendekatan konsep *Design For Manufacture and Assembling* (DFMA)

untuk menurunkan waktu proses produksi tipe TX442 agar produktivitas tercapai.

2. Analisa perbaikan *equipment* pada proses produksi *finished goods bath and shower mixer* (tipe TX442) dengan pendekatan konsep *design for manufacture & assembly* (DFMA) menggunakan metode *Boothroyd-Dewhurst*, dimana metode tersebut mampu menghasilkan efisiensi pengurangan komponen *jig* periksa fungsi dari 26 komponen menjadi 10 komponen tanpa mengurangi fungsi dan kualitas *jig*. Pendekatan konsep DFMA dinilai cukup efektif karena mampu menaikkan nilai efisiensi desain dibandingkan dengan nilai efisiensi sebelumnya yaitu meningkat 3,3%. Kemudian menurunkan waktu perakitan (*Assembly Time*) sebesar 39,5% yaitu dari 266,04 detik menjadi 160,95 detik dari desain *jig* sebelumnya. Perubahan desain *jig* periksa fungsi juga berpengaruh besar terhadap penurunan waktu proses produksi *bath and shower mixer* tipe TX442 sebesar 15,64% yaitu dari 621,50 detik menjadi 524,30 detik per produk, dimana dari total waktu tersebut ada dua tahapan proses yang mengalami penurunan yaitu proses persiapan sebesar 12,43% yaitu dari 95,54 detik menjadi 83,66 detik dan proses periksa fungsi sebesar 36,86% yaitu dari 231,48 detik menjadi 146,16 detik. Kemudian berdampak pula terhadap pencapaian target produktivitas yang mengalami kenaikan sebesar 18,54% yaitu dari 42 Pcs menjadi 50 Pcs per hari.

#### Saran

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan penulis memberikan saran kepada PT. Surya Toto Indonesia Tbk, antara lain:

1. Dalam hal ini sebaiknya tim pengembang meninjau kembali tentang prosedur perakitan *jig* dengan menetapkan standarisasi untuk mengurangi tingkat kegagalan dalam hal waktu penyelesaian dan kualitas *jig* terhadap fungsinya, karena hal ini sangat berpengaruh terhadap produktivitas dan kualitas produk *bath and shower mixer* tipe TX442.
2. Tim pengembang dalam mengaplikasikan setiap metode yang digunakan dalam pengembangan produk *jig* periksa fungsi,.
3. Perusahaan juga perlu melakukan evaluasi terhadap hasil dari pengembangan produk

*jig* periksa fungsi tersebut secara periodik dan melakukan perbaikan secara terus menerus.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Boothroyd, G., Dewhurst, P., & Knight, W. A. (2010). *Product design for manufacture and assembly*. CRC press..
- Cross, N. (2021). *Engineering design methods: strategies for product design*. John Wiley & Sons.
- Goldratt, EliyahuM., *Critical Chain*, North River Press, Great Barrington, MA, 1997.
- Govil, M. K. (1999). *Integrating product design and production: Designing for time-to-market*. University of Maryland, College Park..
- Masdi, H. (2019). Simulation of a Prototype D-Statcom for Voltage Sag Mitigation.
- Zainuddin, I. B. (1986). Peranan Desain Dalam Peningkatan Mutu Produk, dalam Paradigma Desain Indonesia, Agus Sachari, Ed. CV Rajawali, Jakarta.
- Kroemer, 2001, *Ergonomic: How to Design for Easy and Efficiency*, Second Edition, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA.
- Gupta, S. K., Regli, W. C., Das, D., & Nau, D. S. (1997). Automated manufacturability analysis: a survey. *Research in Engineering Design*, 9(3), 168-190..
- Nafi'ah, R. (2016). *Perancangan Alat Tangkap Lobster i-LOCA dengan Pendekatan Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch (TRIZ) dan Business Model Canvas (BMC)(Studi Kasus: Komunitas Nelayan Gresik dan Lamongan)* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).