

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

### **EVALUASI PEMBONGKARAN PRODUK BERDASARKAN KOMPLEKSITAS DAN AKSESIBILITAS**

**(Studi Kasus: Mesin Pompa Air Tipe Shimizu PS 126 BIT)**



Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Diajukan oleh:**

**Desi Rahmawati**

**D 600.140.145**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2018**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**EVALUASI PEMBONGKARAN PRODUK BERDASARKAN  
KOMPLEKSITAS DAN AKSESIBILITAS (Studi Kasus: Mesin Pompa Air  
Tipe Shimizu PS 126 BIT)**

Tugas Akhir ini telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Studi S-1 untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Hari : Selasa  
Tanggal : 31 Juli 2018

Disusun Oleh:

Nama : Desi Rahmawati  
NIM : D 600.140.145  
Jur/Fak : Teknik Industri/Teknik

Mengesahkan:

Dosen Pembimbing



Ida Nursanti, S.T., M.Eng.Sc

HALAMAN PERSETUJUAN

EVALUASI PEMBONGKARAN PRODUK BERDASARKAN  
KOMPLEKSITAS DAN AKSESIBILITAS (Studi Kasus: Mesin Pompa Air  
Tipe Shimizu PS 126 BIT)

Telah Dipertahankan pada Sidang Pendadaran Tugas Akhir  
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Dihadapan Dewan Penguji

Hari/Tanggal : Selasa / 31 Juli 2018  
Jam : 08.00 WIB

Menyetujui :


Nama

Tanda Tangan

1. Ida Nursanti, S.T., M.Eng.Sc  
(Ketua Penguji)



2. Much. Djunaidi, S.T., M.T.  
(Anggota Penguji)



3. Ir. Muchlisson Anis, M.T.  
(Anggota Penguji)



Dekan Fakultas Teknik

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Industri



(Eko Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.)

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 16 Juli 2018



Desi Rahmawati

## **MOTTO**

“Pencapaian yang mengagumkan selalu didahului oleh persiapan yang tidak spektakuler”

(Robert H Schuller)

“Seberapa besar kesuksesan Anda bisa diukur dari seberapa kuat keinginan Anda, setinggi apa mimpi-mimpi Anda, dan bagaimana Anda memperlakukan kekecewaan dalam hidup Anda”

(Robert Kiyosaki)

“Belajar dari masa lalu, hidup untuk masa kini, dan berharap untuk masa yang akan datang”

(Albert Einstein)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan teruntuk:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberi semangat, dukungan dan doa.
3. Ibu Ida Nursanti, S.T., M.Eng.Sc selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan arahan dan masukan terhadap Tugas Akhir ini.
4. Sahabat seperjuangan Nadya Zahro, Nunung Susanti, Rahma Sintia, Yuni Nur dan Virna Septiana yang telah banyak direpotkan.
5. Ari Kusuma, Dwi Septiananingrum, Nela Ardiliani dan Safria Ayu, sahabat yang jarang bertemu namun selalu memberikan banyak dukungan.
6. Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang selalu memberi semangat.

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum. Wr. Wb.*

Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bimbingan serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan bantuan moril dan materil serta doa dan semangat..
2. Bapak Ir. Sri Sunarjono Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak [Eko Setiawan, ST, MT. Ph.D](#) selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Ibu Ida Nursanti, S.T., M.Eng.Sc selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Sahabat seperjuangan dalam pengambilan data Tugas Akhir, Dyah Ajeng Wheka S, Rikha Rachmawati dan Taufiq Mahyudin.
6. Nadya Zahro A, Nunung Susanti, Rahma Sintia D, Yuni Nurhayati, Virna Septiana DK, Ari Kusumaningrum, Dwi Septiananingrum, Nela Ardiliani dan Safria Ayu yang selalu memberi semangat dan dukungan.
7. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan ini tentunya masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak agar laporan ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

*Wassalamu 'alaikum Wr.Wb*

Surakarta, Juli 2018

(Penulis)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1 Sampah Elektronik .....	6
2.2 Sumber Sampah Elektronik.....	7
2.3 <i>Disassembly</i> .....	8
2.4 <i>Petri-Net</i> .....	9
2.5 <i>Design For Disassembly</i> .....	10
2.6 <i>Disassembly Metrics Evaluation</i> .....	10
2.7 <i>Metrics Combination</i> .....	14
2.8 Tinjauan Pustaka .....	15



<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1 Objek Penelitian .....	17
3.2 Teknik Pengumpulan Data .....	17
3.3 Pengumpulan Data.....	18
3.4 Pengolahan Data.....	18
3.5 Analisis Data dan Pembahasan.....	19
3.6 Kerangka Pemecahan Masalah.....	20
<b>BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA</b>	
4.1 Identifikasi Komponen Mesin Pompa Air.....	21
4.2 Data Atribut Fisik Mesin Pompa Air.....	22
4.3 Identifikasi <i>Fastener</i> Penyusun Mesin Pompa Air.....	23
4.4 <i>Disassembly Sequence Generation</i> .....	25
4.5 Identifikasi Proses Pembongkaran <i>Design For Disassembly</i> .....	29
4.6 Evaluasi Urutan Pembongkaran .....	32
4.7 Menghitung Matrik Kombinasi ( <i>Z-Score</i> ).....	38
4.8 Identifikasi Indeks Kompleksitas dan Indeks Aksesibilitas Tertinggi .....	39
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Sumber <i>Electronic Waste (E-Waste)</i> .....	7
Tabel 2.2 <i>Disassembly Attributes For Manual Disassembly</i> .....	12
Tabel 2.3 <i>Complexity Metric Evaluation</i> .....	12
Tabel 2.4 <i>Accessibility Metric Evaluation</i> .....	13
Tabel 2.5 Tinjauan Pustaka .....	15
Tabel 4.1 <i>Bill of Material</i> Penyusun Mesin Pompa Air.....	22
Tabel 4.2 Data Atribut Fisik Komponen Mesin Pompa Air .....	23
Tabel 4.3 Identifikasi <i>Fastener</i> .....	24
Tabel 4.4 <i>Precedence</i> Pembongkaran Mesin Pompa Air.....	25
Tabel 4.5 Klasifikasi <i>DisassemblyAttributes For Manual Disassembly</i> .....	29
Tabel 4.6 Nilai Faktor Kesulitan Kompleksitas <i>Handling</i> .....	32
Tabel 4.7 Nilai Faktor Kesulitan Kompleksitas <i>Removal</i> .....	33
Tabel 4.8 Perhitungan Matrik Evaluasi Indeks Kompleksitas .....	34
Tabel 4.9 Perhitungan Matrik Evaluasi Indeks Aksesibilitas .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah.....	20
Gambar 4.1 <i>Exploded View</i> Mesin Pompa Air .....	21
Gambar 4.2 Model <i>Petri-Net</i> Pembongkaran Mesin Pompa Air .....	27
Gambar 4.3 Urutan Rute Kelayakan Pembongkaran Komponen H .....	28

## ABSTRAK

Barang elektronik bekas yang sudah tidak terpakai dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku dalam proses daur ulang logam. Salah satu bahan baku proses daur ulang logam adalah mesin pompa air tipe Shimizu Ps 126 Bit. Untuk mempermudah proses daur ulang, perlu dilakukan pembongkaran untuk memisahkan komponen logam dan non logam. Diagram *petri-net* dapat digunakan untuk mengetahui urutan dalam suatu proses pembongkaran. Berdasarkan diagram *petri-net* mesin pompa air didapatkan tiga urutan pembongkaran. Sehingga, dari urutan pembongkaran tersebut dapat diidentifikasi kompleksitas dan aksesibilitas pembongkaran setiap komponen. Dari evaluasi indeks kompleksitas dan aksesibilitas, komponen yang paling kompleks yaitu *mechanical seal*, penampung air dan tutup samping *pump body*. Sedangkan komponen yang paling sulit diakses adalah impeller, *mechanical seal* dan penutup rator. Berdasarkan perhitungan indeks yang dilakukan, didapatkan hasil indeks kompleksitas 5,60978 pada ketiga urutan dan indeks aksesibilitas 7,53881 pada setiap urutan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ketiga urutan tersebut sama-sama memiliki tingkat kompleksitas dan aksesibilitas yang sama karena mesin pompa air tidak dapat dibongkar secara *sub-assembly* yang mengakibatkan penggunaan alat bantu yang sama ada ketiga urutan tersebut.

**Kata Kunci: Aksesibilitas, Kompleksitas, Pembongkaran, Petri-net.**

## ABSTRACT

The second hand electronics can be used as raw materials in metal recycling process. One of the raw materials of metal recycling process is the Shimizu Ps 126 Bit water pump machine. To simplify the recycling process, it is necessary to disassemble to separate metal and nonmetallic components. Petri-net diagrams can be used to determine the sequence in a disassembly process. Based on the petri-net diagram of the water pump machine, there are three sequences of disassembly. Thus, from the sequence of disassembly can be identified the complexity and accessibility of each component dismantling. From the index evaluation of complexity and accessibility, the most complex components are mechanical seals, water containers and side caps pump body. While the most difficult to access components are impeller, mechanical seal and rator cover. Based on the calculation of the index, the result of index of complexity 5,60978 in the three sequences and accessibility index of 7.53881 in each sequence. So it can be concluded that the three sequences are the same have the same level of complexity and accessibility as the water pump machine can not be disassembled sub-assembly resulting in the use of the same aids there are all three sequences.

**Keywords: Accessibility, Complexity, Disassembly, Petri-net.**