



**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA POMPA DAN
RUMAH POMPA BANJIR PADA KALI ANCOL UNTUK
PROYEK KALI SENTIONG DENGAN METODE DMAIC**

TESIS

UNIVERSITAS
SALMON TAMPUBOLON
MERCU BUANA
55319120007

PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2021



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA POMPA DAN
RUMAH POMPA BANJIR PADA KALI ANCOL UNTUK
PROYEK KALI SENTIONG DENGAN METODE**

DMAIC

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program
Pascasarjana Pada Program Magister Teknik Industri**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

SALMON TAMPUBOLON

55319120007

PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2021

PENGESAHAN THESIS

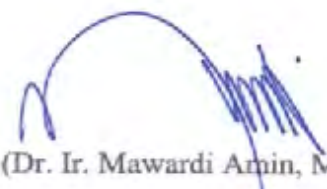
Judul : Analisis peningkatan kinerja pompa dan rumah pompa banjir pada
Kali Ancol untuk Proyek Kali Sentiong dengan metode DMAIC
Nama : Salmon Tampubolon
NIM : 55319120007
Program : Pascasarjana- Program Magister Teknik Industri
Tanggal : 19 November 2021

Mengesahkan

Pembimbing


UNIVERSITAS
MERCU BUANA
(Dr. Humiras Hardi Purba, ST, MT)

Dekan Fakultas Teknik


(Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.)

Ketua Program Studi

Magister Teknik Industri


(Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertamdataman di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : Analisis peningkatan kinerja pompa dan rumah pompa banjir pada
Kali Ancol untuk Proyek Kali Sentiong dengan metode DMAIC

Nam : Salmon Tampubolon

NIM : 55319120007

Program : Pascasarjana- Program Magister Teknik Industri

Tanggal : 19 November 2021

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian, dan karya saya sendiri dengan arahan pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister (S2) pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, serta hasil pengolahannya yang dituliskan pada tesis ini, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 19 November 2021



47D49AJX504951850
(Salmon Tampubolon)

PERNYATAAN *SIMILARITYCHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : Salmon Tampubolon
NIM : 55319120007
Program Studi : Magister Teknik Industri

dengan judul

“Analysis of improving pump performance and flood pump housing on Ancol River for Sentiong River Project using the DMAIC method”, telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 11/08/2021, didapatkan nilai persentase sebesar 20 %.



Jakarta, 11 Agustus 2020
Administrator Turnitin

Arie Pangudi, A.Md

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Universitas Mercu Buana, Kampus Meruya dan Menteng terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HAKI yang berlaku di Universitas Mercu Buana. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seijin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana UMB.



ABSTRACT

This study focuses on improving the performance of the flood pump housing as a result of selecting the Pump bay separating wall, Piping distribution system and the placement of the Reduction gear which contributed to major changes in the design of the pump housing. Flood pump houses, which generally use closed type axial pumps (Elbow type) place the gear box separately from the pump motor, thus making the construction design more complex and the maintenance process more difficult. Observation of the condition of the water discharge at the Ancol and Sentiong Rivers which we compared with the performance of the pump at the Ancol River gate. By using the statistical software tools contained in the Minitab16 program, it helps to get faster and more accurate results. Normality Test, Gage R&R, Capability Analysis, Test for Equal variance with Anova, Two sample T-Test, are a series of tests carried out in this study. In the improvement section, a Design of Experiment (DOE) will be carried out. The pump in this study is sample number 2 of 3 pumps available at the Ancol pump house. From the results of the study, it was found that the increase in pump discharge was 4.16 m³/second to 5.25 m³/second and the Sigma level before repair was 2.27 σ and after repair was 5.91 σ . This has had a major impact on increasing the desired performance of the flood pump house, so that it can respond to the increase in water discharge in the next few years.

Keywords: DMAIC, Quality Control, Six Sigma, Flood Pump, Water discharge

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada peningkatan performa rumah pompa banjir sebagai hasil dari pemilihan input masuk pompa (*Pump bay separating wall*), sistem pipa pendistribusian (*Piping distribution*) dan penempatan Reduction gear ikut memberikan kontribusi terjadinya perubahan besar pada design rumah pompa. Rumah pompa banjir yang pada umumnya menggunakan pompa axial tipe tertutup (*Elbow type*) menempatkan gear box terpisah dengan motor pompa, sehingga membuat design konstruksi lebih kompleks dan proses perawatan yang lebih sulit. Observasi keadaan debit air di Kali Ancol dan Sentiong yang kita bandingkan dengan performa pompa di pintu Kali Ancol. Dengan menggunakan tools software Statistik yang terdapat pada program Minitab16, membantu untuk mendapatkan hasil yang lebih cepat dan akurat. Normality Test, Gage R&R, Capability Analysis, Test for Equal variance dengan Anova, Two sample T-Tes, adalah serangkaian test yang dilakukan pada penelitian ini. Pada bagian improvement akan dilakukan Design of Experiment (DOE). Pompa dalam penelitian ini adalah sampel nomor 2 dari 3 pompa yang tersedia di rumah pompa Ancol. Dari hasil penelitian, didapatkan peningkatan debit pompa sebesar 4,16 m³/detik menjadi 5,25m³/detik dan tingkat Sigma sebelum perbaikan sebesar 2,27σ dan setelah perbaikan menjadi 5,91σ. Hal ini telah membawa pengaruh besar kepada peningkatan performa rumah pompa banjir yang diinginkan, sehingga dapat menjawab peningkatan debit air pada kali beberapa tahun kedepan.

Kata Kunci: DMAIC, *Quality Control*, *Six Sigma*, Pompa banjir, Debit air

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala berkat dan karunia-Nya, peneliti sudah dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka penyusunan Tesis. Penelitian ini berjudul ” Analisis peningkatan kinerja pompa banjir dengan metode DMAIC” Tesis ini akan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Industri Universitas Mercu Buana.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan laporan penelitian telah mendapat bimbingan, pengarahan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini peneliti menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Prof. Dr. Ngadino Surip, MS selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Prof. Dr-Ing. Mudrik Alaydrus, selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dorongan dan fasilitas pada Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Humiras Hardi Purba, ST, MT sebagai Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan memberi motivasi dalam penyusunan Tesis ini.
4. Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT selaku Kepala Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dorongan, arahan, dan membagi ilmu yang bermanfaat dalam penyelesaian penelitian ini.
5. Para Guru Besar Universitas Mercu Buana selaku dosen yang telah memberikan kuliah dan tugas lain guna pendalaman materi kuliah; dan rekan-rekan mahasiswa sebagai pendamping diskusi dalam belajar
6. PT. Ragam Teknik dan rekan-rekan lain yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu yang telah memberikan dorongan, arahan dan bimbingan, sehingga penelitian ini dapat tersusun dengan baik.
7. Kepada seluruh anggota keluarga saya, dengan terus mendorong dan memberikan semangat untuk menyelesaikan Tesis ini.

8. Kepada Berliana Butarbutar yang telah memberi semangat, inspirasi dan motivasi sehingga penelitian Tesis ini dapat tersusun dengan baik.
9. Kepada Seluruh Rekan Magister Teknik Industri angkatan 26 yang telah menjadi teman, sahabat, saudara, pembimbing, dan pembina selama 2 tahun di Universitas Mercubuana.

Penelitian ini sudah dibuat dengan sungguh-sungguh untuk mengikuti kaidah-kaidah penelitian ilmiah sebagaimana telah diatur dalam buku pedoman yang merupakan kebijakan Kepala Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana. Di sisi lain adanya keterbatasan kemampuan teknis maupun metodologis, tentu di dalam proposal penelitian ini masih terdapat kekurangan. Semoga semua pihak dapat membantu penyempurnaannya.



Jakarta, 19 November 2021

Salmon Tampubolon

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK.....	iv
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS.....	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Penanggulangan Banjir di Beberapa Kota Dunia	4
1.1.2 Fenomena Banjir Jakarta	13
1.1.3 Berbagai Bentuk Rumah Pompa Banjir.....	17
1.2 Rumusan masalah	19
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	20
1.4 Asumsi dan Pembatasan Masalah	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	21
2.1.1 Kajian Teori Dasar Pompa.....	21
2.1.1 Pompa Sentrifugal	22

2.1.2 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal	24
2.1.3 Pompa <i>Axial</i>	24
2.1.4 <i>Head</i> Pompa	26
2.1.5 Kecepatan Spesifik	28
2.1.6 Penentuan Daya	28
2.1.7 Efisiensi Pompa	30
2.1.8 Karakteristik Pompa	31
2.1.9 Kavitasi	32
2.1.10 Cara Menghindari Kavitasi.....	32
2.1.11 Menghitung Debit Sungai	33
2.1.12 Definisi Six Sigma	35
2.1.12.1 Analisa <i>Capability Process</i> (<i>Cp</i>)	37
2.1.12.2 <i>Gage Study</i> (Analisis system pengukuran)	39
2.1.12.3 Pengujian Statistik <i>t-test</i>	40
2.1.12.4 <i>Design of Experiment (DOE)</i>	41
2.1.12.5 Peta Kendali (<i>Control Chart</i>).....	44
2.1.13 Tahap-Tahap Pengendalian Kualitas dengan Six sigma.....	50
2.1.14 Peningkatan Kinerja Rumah Pompa Banjir dengan Metode DMAIC ..	53
2.1.15 Keunggulan Metode <i>Sixsigma</i>	54
2.2 Kajian Penelitian Sebelumnya	57
2.3 Kerangka Pemikiran.....	63
BAB III METODOLOGI	65
3.1 Desain Penelitian	65
3.2 Kebutuhan Data dan Informasi	65
3.3 Jenis dan Sumber Data	67

3.4 Metode Pengumpulan Data	69
3.5 Populasi dan Sampel.....	69
3.6 Metode dan Teknik Analisis Data	69
3.7 Langkah - langkah Penelitian.....	74
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	75
4.1 Define	75
4.2 Measurement	77
4.2.1 Mengukur Capability dan Sigma Level Sebelum Perbaikan	79
4.3 Analysis	82
4.4 Improve	96
4.4.1 Mengukur Capability dan Sigma Level Setelah Perbaikan.....	98
4.5 Contro.....	101
BAB V PEMBAHASAN	103
5.1 Temuan Utama.....	103
5.1.1 Peningkatan Kinerja Pompa.....	103
5.1.2 Design Konstruksi Rumah Pompa.....	105
5.2 Kajian dengan Penelitian sebelumnya.....	106
5.3 Implikasi Temuan dan Manfaat Bagi Industri	107
5.4 Keterbatasan Penelitian	109
Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	110
6.1 Kesimpulan.....	110
6.2 Saran	110
6.3 Penelitian Selanjutnya	112
DAFTAR PUSTAKA.....	113

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Banjir Jakarta dari tahun ke tahun	3
Tabel 2.1.1 Hubungan nilai Sigma dengan PPM	36
Tabel 2.1.2 Jenis-jenis Peta Kendali	45
Tabel 2.1.3 Faktor-faktor untuk menentukan garis kendali	47
Tabel 2.2.1 Penelitian Sebelumnya.....	58
Tabel 2.2.2 State of the Art (Sota)	63
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	66
Tabel 4.1 Debit air pada Kali Ancol	75
Tabel 4.2 Debit air pada Kali Sentiong.....	76
Tabel 4.3 Debit Pompa	78
Tabel 4.4 Performa Debit Pompa kondisi awal	80
Tabel 4.5 Hasil <i>Experiment</i>	96
Tabel 4.6 Data <i>Debit Pompa</i> setelah <i>DOE</i>	98
Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Penelitian	102
Tabel 5.1 Perbandingan Hasil Penelitian Sebelumnya.....	106

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Dampak Banjir DKI Jakarta 2020	3
Gambar 1.2 Objek Penelitian	4
Gambar 1.3 Danau Buatan, Curitiba	5
Gambar 1.4 Terowongan deep Tunnel Tokyo	6
Gambar 1.5 Terowongan Smart	7
Gambar 1.6 Delta Works	9
Gambar 1.7 Pembelah Lautan	10
Gambar 1.8 Dinding anti banjir di Grein, Austria	11
Gambar 1.9 Great wall of Louisiana di Amerika Serikat	12
Gambar 1.10 Penghalang banjir di Sungai Thames	13
Gambar 1.11 Proyek Penanggulangan banjir Kanal Jakarta	16
Gambar 1.12 Pompa air DKI Jakarta	16
Gambar 1.13 Rumah Pompa Waduk Pluit	17
Gambar 1.14 Rumah Pompa PPK Kemayoran	18
Gambar 1.15 Rumah pompa Kali Tenggang	18
Gambar 1.16 Rumah pompa di Pantai Utara Pekalongan	19
Gambar 2.1 Penampang Pompa Sentrifugal	24
Gambar 2.2 Penampang Pompa Axial	25
Gambar 2.3 Grafik Perbandingan Kurva	25
Gambar 2.4 Head Pompa	27
Gambar 2.5 Kurva Head, Efisiensi dan Daya	31
Gambar 2.6 Perubahan tekanan pada sisi isap Pompa	32
Gambar 2.7 Penampang Sungai	34
Gambar 2.8 <i>4 Block Diagram</i>	38
Gambar 2.9 Kerangka pemikiran Penelitian	64
Gambar 3.1 Peralatan Pengukur.....	67
Gambar 3.2 Kali Ancol dan Kali Sentiong	68
Gambar 3.3 Langkah-langkah Penelitian	74

Gambar 4.1 Debit air vs Kapasitas Pompa terpasang	76
Gambar 4.2 <i>Flood Pomp Operation Process</i>	77
Gambar 4.3 <i>Gage R&R test</i>	79
Gambar 4.4 <i>Normality Test</i> untuk Debit Pompa kondisi awal.....	81
Gambar 4.5 Analisa kapabilitas proses untuk kondis sebelum perbaikan	81
Gambar 4.6 <i>Four Block Diagram</i> Analisa sebelum perbaikan	82
Gambar 4.7 <i>Logic Tree Analysis</i> Banjir Jakarta	83
Gambar 4.8 <i>System Pump bay separating wall(Kamar sekat)</i>	84
Gambar 4.9 <i>Normality Test</i> untuk Tanpa Kamar Sekat	85
Gambar 4.10 <i>Normality Test</i> untuk <i>Separating Wall</i>	85
Gambar 4.11 <i>Two sample T-Test</i> untuk Kamar Sekat	86
Gambar 4.12 <i>Test for Equal Variances</i> untuk Kamar Sekat	86
Gambar 4.13 <i>Piping Distribution Type</i>	87
Gambar 4.14 <i>Normality Test</i> untuk <i>Closed Discharged type</i>	88
Gambar 4.15 <i>Normality Test</i> untuk <i>Open Discharge Type</i>	88
Gambar 4.16 <i>Two sample T-Test</i> untuk <i>Piping Distribution</i>	89
Gambar 4.17 <i>Test for Equal Variances</i> untuk <i>Piping Distribution</i>	89
Gambar 4.18 <i>Reduction Gear Position</i>	90
Gambar 4.19 <i>Normality Test</i> untuk <i>Separate Reduction Gear</i>	91
Gambar 4.20 <i>Normality Test</i> untuk <i>Direct Reduction Gear</i>	91
Gambar 4.21 <i>Two sample T-Test</i> untuk <i>Reduction Gear Position</i>	92
Gambar 4.22 <i>Test for Equal Variances</i> untuk <i>Reduction Gear Position</i>	92
Gambar 4.23 <i>Shaft Connection Design</i>	93
Gambar 4.24 <i>Normality Test</i> untuk <i>Drive Coupling</i>	94

Gambar 4.25 <i>Normality Test</i> untuk <i>Sleeve Shaft</i>	94
Gambar 4.26 <i>Two sample T-Test</i> untuk <i>Shaft Connection</i>	95
Gambar 4.27 <i>Test for Equal Variances</i> untuk <i>Shaft Connection</i>	95
Gambar 4.28 Hasil <i>Analyze Factorial Design</i>	97
Gambar 4.29 <i>Analisa Design of an Experiment (DOE)</i>	98
Gambar 4.30 <i>Normality Test</i> untuk Debit Pompa kondisi setelah perbaikan <i>design</i>	100
Gambar 4.31 <i>Analisa kapabilitas proses</i> untuk kondis setelah perbaikan <i>Design</i>	100
Gambar 4.33 <i>Monitoring Debit Pompa</i> selama 2 bulan	101
Gambar 5.1 Arahan perbaikan 4 <i>Block Diagram</i>	103
Gambar 5.2 Hasil Implementasi <i>DOE (4 Block Diagram)</i>	104
Gambar 5.3 Usulan Design Konstruksi	105
Gambar 6.1 Penelitian Selanjutnya	112



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. <i>Photo</i> Bersama saat penelitian	119
Lampiran 2. <i>Pump Performance Testing & Physical Hydraulic Modeling...</i>	120
Lampiran 3. Daftar riwayat hidup	121

