

SKRIPSI

PERANCANGAN POMPA VERTICALLY SUSPENDED 4 DENGAN KAPASITAS 66,9 M³/JAM

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai Jenjang Pendidikan
Derajat Kesarjanaan Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional

OLEH

NAMA : AEP KUSMAN HERIYANTO
NPM : 217001446028
PEMINATAN : KONSTRUKSI MESIN



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
JAKARTA
2023**



LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN POMPA VERTICALLY SUSPENDED 4
DENGAN KAPASITAS 66,9 M³/JAM**

OLEH


NAMA : AEP KUSMAN HERIYANTO
NPM : 217001446028
PEMINATAN : KONSTRUKSI MESIN

Dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar derajat kesarjanaan strata satu (S.T.) di Program Studi S-I Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasioanal. Tugas Akhir ini dapat disetujui, untuk diajukan dalam sidang.

Jakarta, 2 September 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Asnawi, ST., MT
NID. 0304016502

Dosen Pembimbing II



Ir. Marsudi, M.Sc
NID. 040002262



LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN POMPA VERTICALLY SUSPENDED 4
DENGAN KAPASITAS 66,9 M³/JAM**

OLEH

NAMA : AEP KUSMAN HERIYANTO
NPM : 217001446028
PEMINATAN : KONSTRUKSI MESIN

Tugas Akhir ini telah diperbaiki sesuai dengan masukan dan saran dari penguji yang sudah disampaikan pada saat siding Tugas Akhir yang dilaksanakan pada tanggal :

Hari : Sabtu
Tanggal : 26 Agustus 2023

Jakarta, 2 September 2023

Menyetujui,

UNIVERSITAS NASIONAL

Dosen Penguji I

Ahmad Jayadi, ST., MT
NID. 0108140840

Dosen Penguji II

Basori, ST., MT
NID. 0102130822

Dosen Penguji III

Ir. Sungkono, MT
NID. 040005087



LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN POMPA VERTICALLY SUSPENDED 4 DENGAN KAPASITAS 66,9 M³/JAM

OLEH

NAMA : AEP KUSMAN HERIYANTO
NPM : 217001446028
PEMINATAN : KONSTRUKSI MESIN

Telah dipertahankan dihadapan Tim Dosen penguji dalam Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional yang dilaksanakan pada :

Hari : Sabtu
Tanggal : 26 Agustus 2023

Jakarta, 2 September 2023

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Basori, S.T., M.T.
NID. 0102130822

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : AEP KUSMAN HERIYANTO
NIM : 217001446028
PEMINATAN : KONSTRUKSI MESIN
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang telah saya buat ini dengan judul “ Perancangan Pompa Vertically Suspended 4 Dengan Kapasitas 66,9 m³/jam ”, adalah benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip sebagian atau seluruhnya dari karya ilmiah orang lain, kecuali yang sudah disebutkan sumbernya.

Jakarta, 2 September 2023

Penulis



Aep Kusman Heriyanto

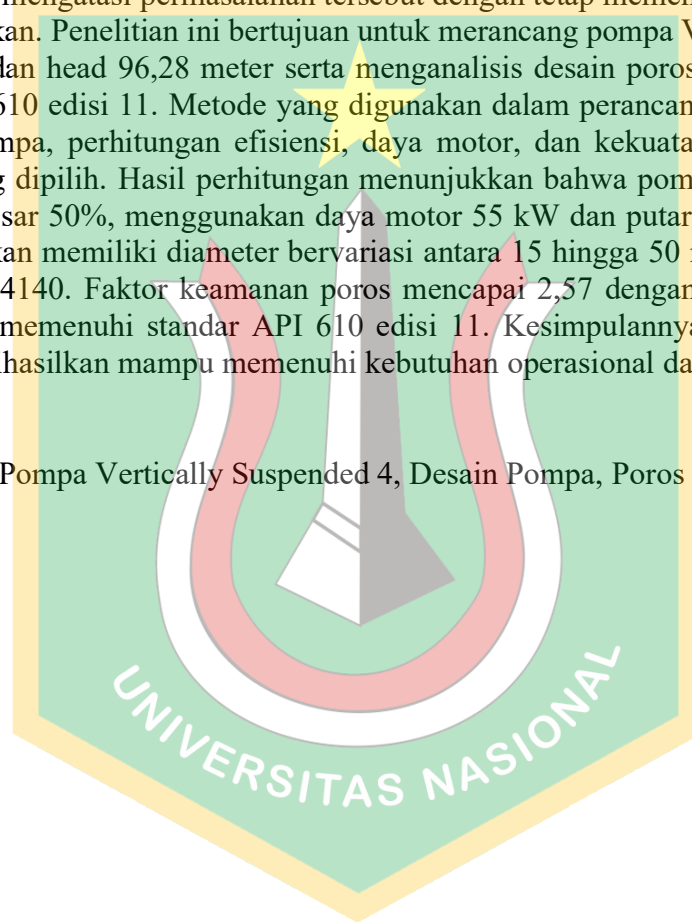
PERANCANGAN POMPA VERTICALLY SUSPENDED 4 DENGAN KAPASITAS 66,9 M³/JAM¹⁾

AEP KUSMAN HERIYANTO²⁾
217001446028

Abstrak,

Pompa sentrifugal vertically suspended (VS4) sering digunakan dalam industri untuk menyalurkan fluida pada sistem yang membutuhkan kapasitas besar dan head tinggi. Namun, permasalahan sering muncul terkait kerusakan poros akibat defleksi yang berlebihan dan paparan lingkungan korosif. Oleh karena itu, diperlukan desain pompa yang mampu mengatasi permasalahan tersebut dengan tetap memenuhi standar performa yang diinginkan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang pompa VS4 dengan kapasitas 669 m³/jam dan head 96,28 meter serta menganalisis desain poros yang sesuai dengan standar API 610 edisi 11. Metode yang digunakan dalam perancangan meliputi analisis performa pompa, perhitungan efisiensi, daya motor, dan kekuatan poros berdasarkan material yang dipilih. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pompa dirancang dengan efisiensi sebesar 50%, menggunakan daya motor 55 kW dan putaran 2980 RPM. Poros yang digunakan memiliki diameter bervariasi antara 15 hingga 50 mm, dengan material A434 Grade 4140. Faktor keamanan poros mencapai 2,57 dengan defleksi maksimum 0,0086 mm, memenuhi standar API 610 edisi 11. Kesimpulannya, desain pompa dan poros yang dihasilkan mampu memenuhi kebutuhan operasional dan menjaga keandalan sistem.

Kata kunci: Pompa Vertically Suspended 4, Desain Pompa, Poros Pompa



¹⁾Judul Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional

²⁾Mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional

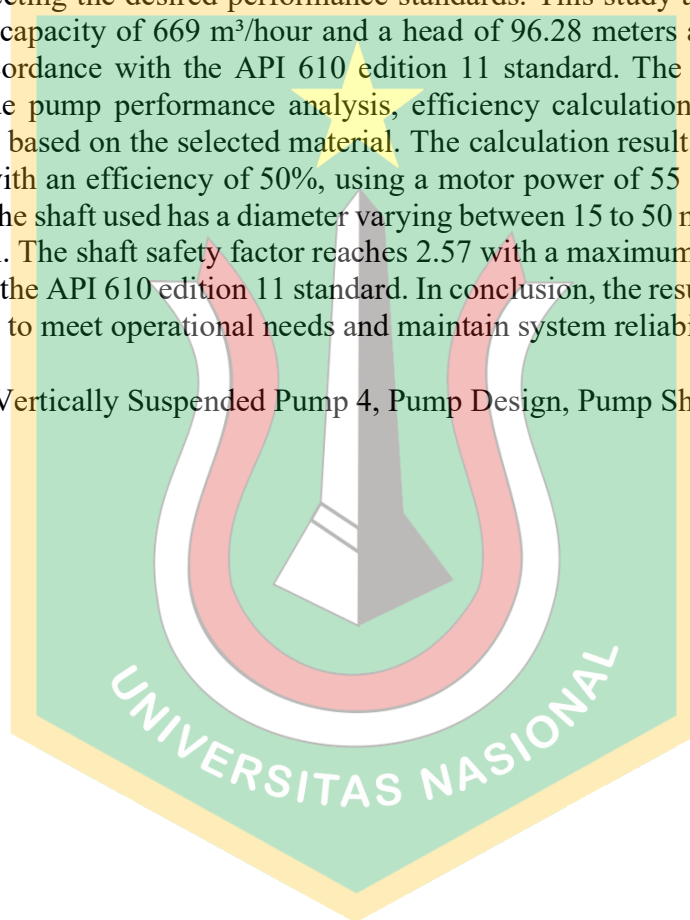
DESIGN OF VERTICALLY SUSPENDED 4 PUMPS WITH A CAPACITY OF 66,9 M³/HOUR¹⁾

AEP KUSMAN HERIYANTO²⁾
217001446028

Abstract,

Vertically suspended centrifugal pumps (VS4) are often used in industry to distribute fluids in systems that require large capacity and high head. However, problems often arise related to shaft damage due to excessive deflection and exposure to corrosive environments. Therefore, a pump design is needed that is able to overcome these problems while still meeting the desired performance standards. This study aims to design a VS4 pump with a capacity of 669 m³/hour and a head of 96.28 meters and analyze the shaft design in accordance with the API 610 edition 11 standard. The methods used in the design include pump performance analysis, efficiency calculations, motor power, and shaft strength based on the selected material. The calculation results show that the pump is designed with an efficiency of 50%, using a motor power of 55 kW and a rotation of 2980 RPM. The shaft used has a diameter varying between 15 to 50 mm, with A434 Grade 4140 material. The shaft safety factor reaches 2.57 with a maximum deflection of 0.0086 mm, meeting the API 610 edition 11 standard. In conclusion, the resulting pump and shaft design is able to meet operational needs and maintain system reliability.

Keywords : Vertically Suspended Pump 4, Pump Design, Pump Shaft



¹⁾Judul Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional

²⁾Mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya serta hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Perancangan pompa vertically suspended 4 dengan kapasitas 66,9 m³/jam”

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis menghadapi banyak tantangan dan hambatan. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir dan laporannya ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Novi Azman, S.T., M.T., Ph.d., Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.
2. Bapak Basori, S.T., M.T., Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.
3. Bapak Ahmad Zayadi, S.T., M.T., Selaku Sekertaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.
4. Bapak Asmawi, S.T., M.T., Selaku pembimbing 1 tugas akhir.
5. Bapak Ir. Marsudi, M.Sc., Selaku pembimbing 2 tugas akhir.
6. Seluruh staf pengajar di Program Studi Teknik Mesin Fakultas dan Sains Universitas Nasional.
7. Kedua Orang Tua yang telah memberikan dukungan secara moral dan material.
8. Kepada Bapak Fedi Rahmatullah dan Bapak Tommy Siantury, selaku atasan tempat bekerja.
9. Kepada teman-teman *pump package* dan *pump depelovment* PT. Duraquipt Cemerlang yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan oleh karena itu, penulis berharap kepada pembaca yang menemukan kekurangan itu bersedia untuk memberikan kritik dan sarannya. Kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis jadikan sebagai bahan evaluasi, sehingga pada tulisan selanjutnya bisa lebih baik.

Penulis juga berharap, semoga apa yang telah ditulis dalam laporan ini dapat memberikan pengetahuan dan wawasan yang baru bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya.



Jakarta, 2 September 2023

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Aep Kusman Heriyanto', is written over the logo area.

Aep Kusman Heriyanto

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Perancangan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Metode Perancangan	3
1.7 Sistematika Penulisan	4

BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1	Definisi dan Fungsi Pompa	5
2.2	Jenis-Jenis Pompa	5
2.2.1	<i>Positive Displacement Pump</i>	5
2.2.2	<i>Dynamic Pump / Non-Positive Displacement Pump</i>	6
2.3	Pompa Sentrifugal	6
2.4	Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal	7
2.5	Bagian - Bagian Utama Pompa Sentrifugal	8
2.6	Klasifikasi Pompa Sentrifugal Berdasarkan API 610 Edisi 11	13
2.6.1	Pompa Sentrifugal <i>Overhang</i> (OH Type)	14
2.6.2	Pompa Sentrifugal <i>Between Bearing</i> (BB Type)	15
2.6.3	Pompa Sentrifugal <i>Vertical Suspended</i> (VS Type)	15
2.7	Pompa Vertically Suspended 4	16
2.8	Daya Efektif Pompa	18
2.9	Efisiensi Pompa	18
2.10	Daya Motor Penggerak Pompa	21
2.11	Tegangan Puntir Poros	21
2.11.1	Momen Puntir	22
2.11.2	Momen Inersi Polar Poros	23
2.11.3	Tegangan Puntir Izin	23
2.12	Faktor Keamanan	24
2.13	Standard Perancangan (API 610 Edisi 11)	24
2.14	Defleksi Poros	27
2.15	Faktor Penyebab Defleksi Poros	28

BAB III METODOLOGI PERANCANGAN	29
3.1 Diagram Alir Penelitian	29
3.2 Identifikasi Kebutuhan	30
3.2.1 Spesifikasi Kebutuhan Pompa	30
3.2.2 Gambaran Instalasi Pompa	30
3.2.3 Spesifikasi Material Poros	31
3.3 Perancangan Pompa	33
3.3.1 Perhitungan Peforma Pompa	33
3.3.2 Perhitungan Diamater Poros	35
3.4 Spesifikasi Desian	39
3.4.1 Verifikasi Desain Pompa	39
3.4.2 Verifikasi Desain Poros	40
3.5 Evaluasi dan Optimasi	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Identifikasi Kebutuhan	42
4.1.1 Spesifikasi Pompa	42
4.1.2 Spesifikasi Motor Penggerak	43
4.2 Hasil Perancangan Peforma Pompa	43
4.2.1 Analisis Kurva Pompa	44
4.2.2 Evaluasi Kurva Pompa	44
4.2.4 Gaya Radial Pompa	44
4.3 Hasil Perancangan Poros	45
4.3.1 Faktor Penyebab Kerusakan Poros	45

4.3.2	Perhitungan Tegangan Puntir Poros	45
4.3.3	Perhitungan Faktor Keamanan Poros	50
4.3.4	Perhitungan Defleksi Poros	51
4.4	Evaluasi dan Optimasi	52
4.4.1	Simulasi Solidwork	52
4.4.2	Penambahan Bushing	57
4.4.3	Desain Akhir	58
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN		65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis pompa berdasarkan prinsip kerjanya	5
Gambar 2.2 Prinsip kerja pompa sentrifugal.	7
Gambar 2.3 Bagian-bagian pompa sentrifugal	8
Gambar 2.4 <i>Impeller</i> tertutup	9
Gambar 2.5 <i>Impeller</i> setengah terbuka	9
Gambar 2.6 <i>Impeller</i> terbuka	10
Gambar 2.7 <i>Casing</i> dan <i>volute</i> pompa sentrifugal.	11
Gambar 2.8 <i>System sealing mechanical seal</i>	12
Gambar 2.9 <i>System sealing gland packing</i>	12
Gambar 2.10 <i>Klasifikasi pompa sentrifugal berdasarkan API 610 edisi 11</i>	14
Gambar 2.11 Konsep pompa sentrifugal <i>overhang</i>	14
Gambar 2.12 Pompa sentrifugal <i>overhang</i>	14
Gambar 2.13 Konsep pompa sentrifugal <i>between bearing</i>	15
Gambar 2.14 Pompa sentrifugal <i>between bearing</i>	15
Gambar 2.15 Konsep pompa sentrifugal <i>vertical suspended</i>	16
Gambar2.16 Pompa sentrifugal <i>vertical suspended</i>	16
Gambar 2.17 Pompa VS4	17
Gambar 2.18 Kurva jarak bushing	27
Gambar 3.1 Diaram alir penelitian	29
Gambar 3.2 Gambaran umum pemasangan pompa	31
Gambar 3.3 Desain pompa VS4	39
Gambar 4.4 Desain poros pompa VS4	41

Gambar 4.1 Kurva peforma pompa DSP 3x1.5-13	42
Gambar 4.2 Diamater kritikal poros	46
Gambar 4.3 Gaya pada poros pompa VS4	51
Gambar 4.4 Tegangan puntir maksimal dan minimal poros	53
Gambar 4.5 Detail tegangan puntir maksimal poros	54
Gambar 4.6 Regangan maksimal dan minimal poros	54
Gambar 4.7 Detail regangan maksimal poros	55
Gambar 4.8 Defleksi maksimal dan minimal poros	55
Gambar 4.9 Detail defleksi maksimal poros	56
Gambar 4.10 Faktor keamanan maksimal dan minimal poros	56
Gambar 4.11 Detail faktor keamanan minimal poros	57
Gambar 4.12 Penambahan bushing	57
Gambar 4.13 Desain Akhir	58



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi pompa sentrifugal berdasarkan API 610 edisi 11	13
Tabel 2.2 Kelas material pompa menurut API 610 edisi 11	25
Tabel 3.1 Spesifikasi kebutuhan pompa	30
Tabel 3.2 <i>Material properties A434 grade 4140</i>	32
Tabel 3.3 <i>Material properties A276 type 410</i>	32
Tabel 3.4 <i>Material properties A479 type 316</i>	33
Tabel 3.5 Komponen VS4	40
Tabel 3.6 Spesifikasi poros pompa VS4	40
Tabel 4.1 Spesifikasi pompa yang digunakan	43
Tabel 4.2 Spesifikasi motor	43
Tabel 4.3 Analisis kurva pompa	44
Tabel 4.4 Diameter kritis poros	46
Tabel 4.5 Faktor keamanan material	50
Tabel 4.6 Defleksi poros berdasarkan material	52
Tabel 4.7 Data untuk simulasi Solidwork	53
Tabel 4.8 Komponen VS4	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel standard material API edisi 11	65
Lampiran 1 Gambar Kerja	68

